วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# สัณฐานวิทยาและองค์ประกอบเคมีของกาแฟลิเบอริกา

# Morphology and chemical components of liberica coffee (*Coffea liberica*)

**นาราญ์ โชติอิ่มอุดม[1*], นริศ ยิ้มแย้ม[2], วีณัน บัณฑิตย์[1] และ ณัฐา โพธาภรณ์[1]**
**Nara Chotimudom[1*], Narit Yimyam[2], Weenun Bundithya[1] and Nuttha Potapohn[1]**

*[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200*
*[1]Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200*
*[2]ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200*
*[2]Department of Highland Agriculture and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200*

**บทคัดย่อ:** กาแฟลิเบอริกา (*Coffea liberica*) มีการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยพร้อมกับกาแฟชนิดอื่น แต่ไม่พบรายงานข้อมูลการเพาะปลูกและลักษณะเฉพาะของกาแฟชนิดนี้มาก่อน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพเบื้องต้นของกาแฟลิเบอริกา เปรียบเทียบกับกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา ทางด้านลักษณะทางสัณฐานวิทยา และปริมาณสารสำคัญ ของตัวอย่างกาแฟจากแปลงรวบรวมพันธุ์ สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า กาแฟลิเบอริกามีขนาดต้น ใบ ดอก และผลขนาดใหญ่กว่ากาแฟอะราบิกาและโรบัสตา มีอัตราส่วนการแปรรูปของผลกาแฟต่อเมล็ดกาแฟเท่ากับ 10 กก.ผลสด ต่อ 1 กก.ผลแห้ง พบปริมาณเมล็ดพีเบอร์รี 42.6% ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในเมล็ดด้วยวิธีโครมาโทรกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) พบปริมาณ กรดคลอโรจีนิก ไตรโกเนลลีน และ คาเฟอีน 58.2, 1.35 และ 1.82 มก./ก. ตามลำดับ พบปริมาณน้ำตาลซูโครส ฟรุกโตส และกลูโคส 0.63, 0.58 และ 0.53 มก./ก. ตามลำดับ และผลการทดสอบคุณภาพจากการชิมเท่ากับ 76.5 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก จากผลการศึกษาดังกล่าว พบว่า กาแฟลิเบอริกามีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์และการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป
**คำสำคัญ:** กาแฟลิเบอริกา; สัณฐานวิทยา; องค์ประกอบเคมี

**ABSTRACT:** Liberica coffee (*Coffea liberica*) was imported for cultivation in Thailand along with other coffee types but reports on liberica coffee have not been documented**.** The objective of this research was investigated the preliminary potential of liberica coffee in terms of morphology and chemical components. Samples of liberica coffee were collected at the Highland Research and Training Center (Khun Chang Kian), Department of Highland Agriculture and Natural Resource, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. The results showed that liberica coffee plant, leaves, flowers and fruits are large. The conversion ratio was approximately 10 kilograms of coffee cherry per 1 kilogram of coffee beans. Peaberry beans content was 42.6%. Analysis of chemical component in the coffee beans using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) revealed Chlorogenic acid, trigonelline, and caffeine contents of 58.2, 1.35, and 1.82 mg/g, respectively. The quantity of glucose, fructose, and sucrose were found to be 0.63, 0.58 and 0.53mg/g, respectively. Furthermore, the sensory analysis was at a very good range, resulted in a score of 76.3 points. Out research indicated that liberica coffee is a potential resource for the future breeding program.
**Keywords:** *Liberica coffee*; morphology; chemical components

## บทนำ

กาแฟลิเบอริกา (*Coffea liberica*) เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กาแฟใบใหญ่ เนื่องจากมีลักษณะของขนาดใบ รวมถึงขนาดต้น ผล และเมล็ด ที่ใหญ่กว่ากาแฟชนิดอื่นที่ปลูกมากในประเทศไทย เช่น กาแฟอะราบิกาและกาแฟโรบัสตา (Office of Agricultural Economics, 2021) กาแฟลิเบอริกามีพื้นที่ปลูกมากในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย รองลงมาคือประเทศฟิลิปปินส์และเวียดนาม (Wintgens, 2004) ผลผลิตของกาแฟลิเบอริกาในประเทศอินโดนีเซียเป็นที่ต้องการเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากผู้บริโภคภายในประเทศและ

* Corresponding author: nara_ch@cmu.ac.th

ต่างประเทศ (Napitupulu and Kartika, 2019) กาแฟลิเบอริกาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ทนแล้ง มีความทนทานต่อโรคราสนิม สามารถปรับตัวในดินเค็มและพื้นที่พรุ มีรสชาติที่ดี และมีปริมาณคาเฟอีนต่ำ (Lopes and Monaco, 1979; N'Diaye et al., 2005) ด้วยลักษณะดังกล่าว เหมาะสมกับสภาวะอากาศที่แปรปรวน อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ การเกิดโรค และการระบาดของแมลงศัตรูพืช ซึ่งกระทบกับคุณภาพและปริมาณผลผลิตของกาแฟชนิดหลักที่ปลูกในประเทศ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายของผลผลิตกาแฟชนิดต่างๆ ในประเทศ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพเบื้องต้นของกาแฟลิเบอริกา ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และปริมาณสารสำคัญ จากแปลงรวบรวมพันธุ์กาแฟ สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

**วิธีการศึกษา**

ศึกษาลักษณะและเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟลิเบอริกา อะราบิกา และโรบัสตา จากแปลงรวบรวมพันธุ์ สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มาทำการศึกษาช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึง มิถุนายน พ.ศ.2566 โดยทำการศึกษาลักษณะต้น วัดขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเหนือพื้นดิน 30 ซม. ความสูงต้น ลักษณะของใบ ดอก และผล จำนวน 10 ซ้ำ วัดค่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS: total soluble solid) ของเนื้อหุ้มเมล็ดกาแฟ (pulp) ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดผล ก่อนแปรรูป วัดขนาดและชั่งน้ำหนักกาแฟกะลาและเมล็ด นับปริมาณเมล็ดเดี่ยว (peaberry) และเทียบอัตราส่วนการแปรรูปจากผลสดเป็นเมล็ดกาแฟ

วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและปริมาณน้ำตาลในเมล็ดกาแฟลิเบอริกา ได้แก่ กรดคลอโรจีนิก ไตรโกเนลลีน คาเฟอีน (Chlorogenic acid, Trigonelline and Caffeine) น้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส (Glucose, Fructose and Sucrose) ด้วยวิธีวิธีโครมาโทรกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ตามวิธีการของ Mehari และคณะ (2016) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ และเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญและปริมาณน้ำตาลกับกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา

ประเมินคุณภาพการชิมกาแฟลิเบอริกา ด้วยผู้ประเมิน 3 คน ที่ผ่านการฝึกอบรมการประเมินคุณภาพกาแฟ เปรียบเทียบกับกาแฟอะราบิกาด้านรสชาติและคะแนนประเมิน ตามมาตรฐานของ Specialty Coffee Association of America (SCAA, 2015) มีตัวชี้วัด 10 ลักษณะ ได้แก ด้านกลิ่น (Aroma) ด้านรสชาติ (Flavor, Aftertaste Acidity, Body, Balance) ความสม่ำเสมอรสชาติ (Uniformity) ความสะอาด (Cleanness) ความหวาน (Sweetness) และคะแนนรวม (Overall) และนำคะแนนผลการชิมทั้งหมดมาเฉลี่ยเป็นคะแนนรวม

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้วิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษาโดยใช้วิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ผลการศึกษา**

**ลักษณะของต้น ใบ ดอก และผลกาแฟลิเบอริกา**

ลักษณะต้นของกาแฟลิเบอริกาเป็นไม้ยืนต้นแบบไม่ผลัดใบ ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น 70-80 ซม. ความสูง 5-7 ม. ลักษณะใบออกแบบตรงข้ามกัน แผ่นใบค่อนข้างหนาและมีสีเขียวเข้ม Dark green 135-A (รหัสสีมาตรฐาน จาก RHS Colour Charts Sixth Edition) ใบมีความกว้าง 16.5 ซม. ความยาว 36.2 ซม. ใบเป็นรูปไข่กลับ ขอบใบเรียบ ไม่มีขน เส้นใบเรียงแบบร่างแหคล้ายขนนก ดอกมีสีขาว White NN155-B กลีบดอก มี 5-7 กลีบ มีกลิ่นหอมอ่อน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกดอกเป็นกลุ่มบริเวณข้อของกิ่งและซอกใบ ลักณะผลเป็นแบบผลเดี่ยว รูปร่างกลมรี ผลอ่อนมีสีเขียว ผลสุกมีสีแดงอมส้ม มักพบรอยสีน้ำตาลขนาดใหญ่บริเวณก้นผล ภายในผลมีทั้งแบบสองเมล็ดประกบกัน (regular bean) และแบบเมล็ดเดียว (peaberrry) **(Figure 1)**

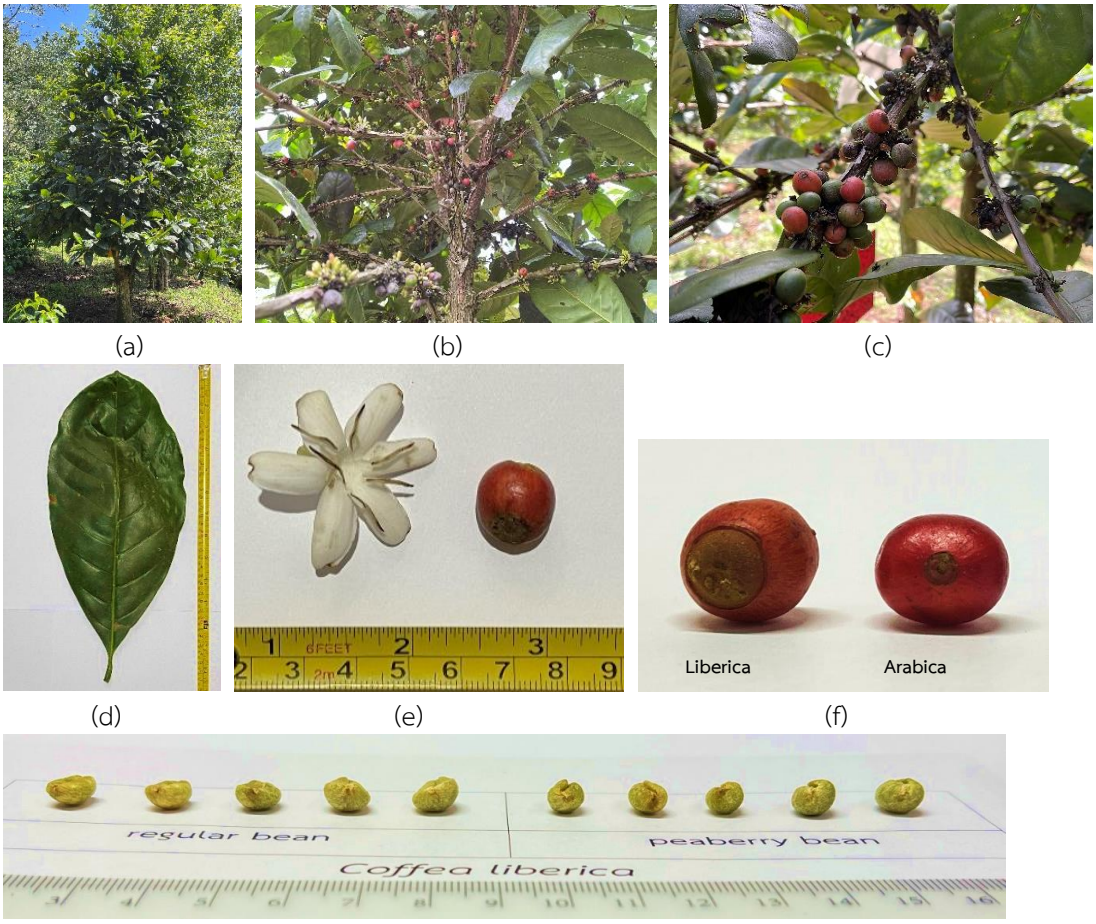



**Figure 1** Liberica coffee characteristics (a) tree (b) young fruit setting on tree (c) fruit setting on lateral branch (d) leaf (e) flower and fruit (f) fruit (g) regular bean and peaberry bean

**ลักษณะของผลผลิตกาแฟลิเบอริกา**

เปรียบเทียบลักษณะผลผลิตของกาแฟลิเบอริกา อะราบิกา และโรบัสตา พบว่ากาแฟลิเบอริกามีความกว้าง ความยาว ความหนา ของผล ที่มีขนาดใหญ่กว่ากาแฟอะราบิกาและโรบัสตา มีขนาดความกว้างและหนาของกาแฟกะลา มากกว่ากาแฟทั้งสองชนิด ส่วนเมล็ดมีขนาดเล็กกว่ากาแฟอะราบิกาแต่มีขนาดใหญ่กว่ากาแฟโรบัสตา **(Table 1)** น้ำหนักของผลกาแฟลิเบอริกามากกว่ากาแฟอะราบิกาและโรบัสตา ส่วนน้ำหนักกาแฟกะลาและเมล็ดกาแฟ ไม่แตกต่างกับกาแฟอะราบิกา แต่มากกว่ากาแฟโรบัสตา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 2)** น้ำหนักเมล็ดกาแฟลิเบอริกา 100 เมล็ด เท่ากับ 17.3 ก. น้ำหนักเมล็ด 100 ก. มี 575 เมล็ด **(Table 2)** ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของผลกาแฟก่อนแปรรูป เท่ากับ 16.4% มีอัตราส่วนการแปรรูปของผลกาแฟ 10 กก.ต่อเมล็ดกาแฟ ต่อ 1 กก. และพบปริมาณเมล็ดเดี่ยว เท่ากับ 42.7% **(Table 3)**

**ปริมาณสารสำคัญและน้ำตาลในเมล็ดกาแฟลิเบอริกา**

เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา พบปริมาณสาร Chlorogenic acid ในกาแฟลิเบอริกา สูงสุด เท่ากับ 58.24 มก./ก. ส่วนปริมาณคาเฟอีน ต่ำสุด เท่ากับ 1.82 มก./ก. แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกาแฟสายพันธุ์อะราบิกาและโรบัสตา ปริมาณไตรโกเนลลีนไม่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเมล็ด พบน้ำตาลฟรุกโตส มากกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกาแฟทั้งสองชนิด เท่ากับ 0.58 มก./ก. มีปริมาณน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 0.63 มก./ก. ซึ่งไม่ต่างกับกาแฟอะราบิกาแต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกาแฟโรบัสตา ส่วนปริมาณน้ำตาลกลูโคสของกาแฟทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกัน **(Table 4)**

**Table 1** Fruit, parchment and bean size of three coffee species

| Species | Cherry (mm) | | | Parchment (mm) | | | Green bean (mm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | width | length | thickness | width | length | thickness | width | length | thickness |
| Liberica | 17.00 a[1/] | 17.60 a | 15.3 a | 9.60 a | 12.01 b | 5.69 a | 7.40 b | 9.30 b | 4.30 b |
| Arabica | 15.22 b | 16.40 b | 12.47 b | 9.32 b | 12.90 a | 5.45 b | 7.94 a | 10.04 a | 4.63 a |
| Robusta | 12.74 c | 14.03 c | 9.61 c | 8.26 c | 10.03 c | 4.91 c | 6.78 c | 7.93 c | 3.61 c |
| CV (%) | 5.1 | 4.3 | 6.2 | 8.4 | 6.5 | 13.2 | 10.7 | 8.1 | 17.6 |

[1/]Means in a same column followed by the different letter are significantly different by DMRT (P<0.05)

**Table 2** Average of fruit weigh, parchment, green bean, hundred beans and hundred grams of bean of three coffee species

| Species | Cherry (g) | Parchment (g) | Green bean (g) | 100 Beans (g) | 100 Grams (beans) |
|---|---|---|---|---|---|
| Liberica | 2.80 a[1/] | 0.26 a | 0.17 a | 17.3 a | 575 |
| Arabica | 1.94 b | 0.24 a | 0.19 a | 19.2 a | 517 |
| Robusta | 1.37 c | 0.17 b | 0.13 b | 13.6 b | 733 |
| CV (%) | 14.2 | 13.7 | 15.0 | 8.1 | |

[1/]Means in a same column followed by the different letter are significantly different by DMRT (P<0.05)

**Table 3** Total soluble solid, conversion ratio and peaberry of three coffee species

| Species | TSS (%Brix) | Conversion ratio | Peaberry (%) |
|---|---|---|---|
| Liberica | 16.4 b[1/] | 10.0 : 1 | 42.7 |
| Arabica | 17.6 a | 4.6 : 1 | 8.6 |
| Robusta | 17.8 a | 4.9 : 1 | 14.2 |
| CV (%) | 14.9 | | |

[1/]Means in a same column followed by the different letter are significantly different by DMRT (P<0.05)

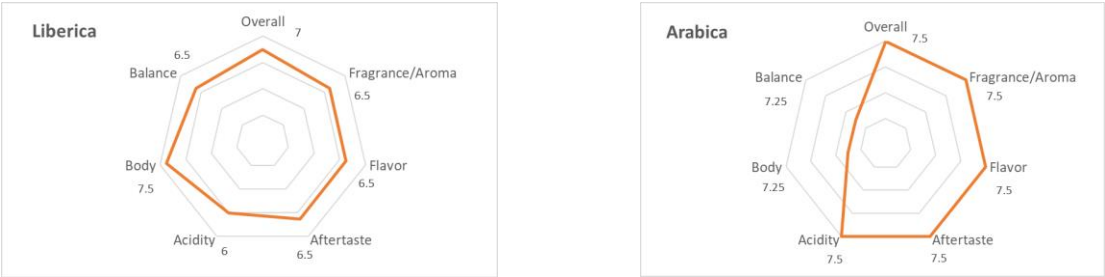
**Table 4** Active compound and sugar contents in green bean of three coffee species.

| species | Chlorogenic acid | Trigonelline | Caffeine | Glucose | Fructose | Sucrose |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Liberica | 58.24±3.68 a[1/] | 1.35±0.11 | 1.82±0.22 c | 0.53±0.31 | 0.58±0.34 a | 0.63±0.13 b |
| Arabica | 47.43±2.54 b | 1.32±0.26 | 2.49±0.43 b | 0.49±0.14 | 0.18±0.18 b | 0.66±0.10 b |
| Robusta | 38.35±2.12 c | 1.31±0.18 | 3.55±0.34 a | 0.44±0.08 | 0.30±0.23 b | 0.76±0.23 a |
| CV (%) | 13.2 | 25.3 | 15.4 | 13.3 | 14.5 | 27.4 |

[1/]Means in a same column followed by the different letter are significantly different by DMRT (P<0.05)

**คุณภาพการชิมกาแฟลิเบอริกา**

คะแนนคุณภาพการชิมของกาแฟลิเบอริกา เท่ากับ 76.5 คะแนน (รวมกับคะแนนUniformity 10 คะแนน Clean cup 10 คะแนน และ Sweetness 10 คะแนน) อยู่ในระดับดีมาก (very good) ซึ่งมีคะแนนโดยภาพรวม (Overall) ด้านกลิ่น (Fragrance/Aroma) รสชาติ (Flavor/Aftertaste) และความเปรี้ยว (Acidity) น้อยกว่ากาแฟอะราบิกา แต่มีความเข้มข้น (Body) มากกว่า และ พบว่าเมล็ดกาแฟลิเบอริกาที่คั่วบด มีกลิ่น Chocolate Caramel และ Smoky ที่แตกต่างจากกาแฟอะราบิกา ที่ได้คะแนนการชิมเท่ากับ 82 คะแนน เมล็ดคั่วบด มีกลิ่น Sugarcane Hazelnu Caramel และ Butter **(Figure 2)**




(a) (b)

**Figure 2** Sensory profiles and cupping score of the roasted coffee samples of (a) Liberica and (b) Arabica coffee

## วิจารณ์

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบเคมีของกาแฟลิเบอริกา ในแปลงรวบรวมพันธุ์กาแฟ สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน พบลักษณะของใบ ดอก และผล ที่มีขนาดใกล้เคียงกับรายงานของ Davis et al. (2022) ซึ่งแตกต่างกันในด้านความสูงต้น ที่อาจเกิดจากการตัดแต่งทรงพุ่ม กาแฟลิเบอริกามีอัตราส่วนการแปรรูปของผลกาแฟต่อเมล็ดกาแฟต่ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเมล็ด peaberry พบว่าการเกิดเมล็ด Peaberry 1 % ทำให้ผลผลิตกาแฟลดลง 0.7 % (INIFAP, 1977) ส่วนองค์ประกอบเคมีในเมล็ดกาแฟส่งผลต่อคุณภาพการชิม (Ky et al., 2001; Butt and Sultan, 2011) พบปริมาณ กรดคลอโรจีนิก มีค่าสูง ซึ่งมีผลดีต่อสีและรสชาติของกาแฟ (Cheng et al., 2016) ส่วนปริมาณน้ำตาลและไตรโกเนลลีน ทำให้รสชาติและกลิ่นแตกต่างกัน (De Maria et al., 1996) และ กาแฟลิเบอริกามีปริมาณคาเฟอีนต่ำ ทำให้ความขมลดลง (Hiroshi et al., 2008) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Ashihara and Crozier (2001) พบปริมาณคาเฟอีนประมาณ 1.2% ซึ่งการมีปริมาณ caffeine ต่ำ เป็นจุดแข็งเพื่อพัฒนากาแฟลิเบอริกาจากการวิเคราะห์ SWOT ด้านความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการดื่มกาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนต่ำ (Napitupulu and Kartika, 2019)

## สรุป

กาแฟลิเบอริกามีขนาดต้น ใบ ดอก และผลสดขนาดใหญ่ มีปริมาณเมล็ดเดี่ยว (peaberry) จำนวนมาก จึงมีอัตราส่วนการแปรรูปของผลกาแฟต่อเมล็ดกาแฟต่ำ องค์ประกอบเคมีในเมล็ดมีปริมาณ กรดคลอโรจีนิกสูง คาเฟอีนต่ำ และมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสสูง ให้ผลการทดสอบคุณภาพจากการชิมอยู่ในระดับดีมาก จากการศึกษาดังกล่าว พบว่า กาแฟลิเบอริกามีศักยภาพในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิต ให้เหมาะสมกับการผลิตกาแฟในประเทศไทย

## คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ผู้สนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานวิจัย ในโครงการทุนปริญญาเอกเฉลิมพระเกียรติทรงครองราชย์ 70 ปี ขอขอบคุณสาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตลอดจนนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลตัวอย่างพืชที่ใช้ในงานวิจัยนี้ และให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่างๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

Ashihara, H., and A. Crozier. 2001. Caffeine: a well-known but little mentioned compound in plant science. Trends Plant Science. 6: 407–4.

Butt, M.S., and M.T. Sultan. 2011. Coffee and its consumption: benefits and risks. Food Science and Nutrition. 51: 363–373.

Cheng, B., A. E. Furtado, S. Heather, and H. Robert. 2016. Influence of genotype and environment on coffee quality. Trends in Food Science and Technology. 57: 20–30.

Davis, A. P., C. Kiwuka, A. Faruk, M. J. Walubiri, and J. Kalema. 2022. The re-emergence of Liberica coffee as a major crop plant. Nature Plants. 8(12): 1322–1328.

De Maria, C.A.B., L.C. Trugo, F.R.A. Neto, R.F.A. Moreira, and C.S. Alviano. 1996. Composition of green coffee water-soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. Food Chemistry. 55: 203–207.

Hiroshi, A., S. Hiroshi S., and C. Alan 2008. Caffeine and related purine alkaloids: Biosynthesis, catabolism, function, and genetic engineering J. Phytochemistry. 69: 841–856.

INIFAP. 1977. Tecnologia para la Production de Café/ en Mexico, Mexico.

Ky, C.L., J. Louarn, S. Dussert, B. Guyot, S. Hamon, and M. Noirot. 2001. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. Food Chemistry. 75: 223–230.

Lopes, C.R., and L.C. Monaco. 1979. Chemotaxonomic studies of some species of the genus *Coffea*. Journal of Plantation Crop. 7: 6–14.

Mehari, B., M. Redi-Abshiro, B. S. Chandravanshi, S. Combrinck, M. Atlabachew, and R. McCrindle. 2016. Profiling of phenolic compounds using UPLC–MS for determining the geographical origin of green coffee beans from Ethiopia. Journal of Food Composition and Analysis. 45: 16–25.

Napitupulu, D., and E. Kartika. 2019. Development strategy for the Sustainability of Liberica Coffee in Jambi Province, Sumatera, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 391, 1, p. 012056. IOP Publishing.

N'Diaye, A., V. Poncet, and J. Louarn. 2005. Genetic differentiation between *Coffea liberica* var. liberica and *C. liberica* var. dewevrei and comparison with *C. canephora*. Plant Systematics and Evolution. 253: 95–104.

Office of Agricultural Economics. 2021. Agricultural statistics of Thailand. 2022. ISSN 0857-6610, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

SCAA, Specialty Coffee Association of America. 2015. Protocols-Cupping Specialty Coffee, Published by the Specialty Coffee Association of America, USA. 10 p.

Wintgens, J.N. 2004. The Coffee Plant. p. 3–25. In: Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Jean Nicolas Wintgens (eds.). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Germany.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ระยะปลูกที่เหมาะสมของมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้าง

# Optimum Spacing for Grafted-propagated Mangosteen

**ชมภู จันที[1*], ปิยะมาศ โสมภีร์[1] และ นิสสา หวานเสนาะ[1]**

**Chompoo Jantee[1*], Piyamat Somphee[1] and Nissa Wansanoh[1]**

[1] *ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี 63 ต. ตะปอน อ. ขลุง จ. จันทบุรี 22110*

*Chanthaburi Horticultural Research Center, 63, Tapon, Klung, Chanthaburi, 22110*

**บทคัดย่อ :** งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้างระยะชิดที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตมังคุดคุณภาพเพื่อการส่งออก ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ในปี 2559-2564 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี ได้แก่ มังคุดที่ปลูกจากต้นเสียบยอดจากกิ่งข้าง ระยะปลูกระหว่างแถวและต้น 4x3, 4x4, 5x3, 5x4, 6x3, 6x4, 8x8 ม.และต้นเพาะเมล็ดระยะปลูก 8x8 ม. (control) พบว่าหลังจากปลูก 3 ปี 4 เดือน มังคุดที่ปลูกจากต้นเสียบยอดบางต้นเริ่มมีการออกดอก-ติดผล ในขณะที่ต้นเพาะเมล็ดยังไม่มีการออกดอก-ติดผล หลังจากปลูก 5 ปี ต้นมังคุดเสียบยอดมีการออกดอก-ติดผลทุกระยะปลูก โดยต้นมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 4x3 ม. มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 5.52 ซม. ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 204.50 ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 207.00 ซม. มีพื้นที่ว่างระหว่างแถวประมาณ 193.00 ซม. และมีพื้นที่ว่างระหว่างต้นประมาณ 93.00 ซม. ยังไม่บังแสงซึ่งกันและกัน สามารถปลูกได้จำนวน 133 ต้น/ไร่ ซึ่งมากกว่าระยะปลูกอื่นจึงมีปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้มากที่สุดเท่ากับ 1,040 กก./ไร่ ในขณะที่มังคุดที่ปลูกจากต้นเพาะเมล็ดยังไม่มีการออกดอก-ติดผล จากคำนวณต้นทุน, รายได้ และกำไรสุทธิ พบว่าต้นเสียบยอดระยะปลูก 4x3 ม. มีต้นทุน 109,470 บาท/ไร่ รายได้ 145,600 บาท/ไร่ มีกำไรสุทธิมากที่สุดเท่ากับ 36,130 บาท/ไร่ และมีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (BCR) เท่ากับ 1.33 ซึ่งมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูกอื่น จึงมีจุดคุ้มทุนเร็วที่สุด ในขณะที่การปลูกมังคุดจากต้นเพาะเมล็ดยังไม่ออกดอกติดผลแต่มีต้นทุน 40,580 บาท/ไร่

**คำสำคัญ:** ขนาดทรงพุ่ม; การออกดอก; ความหนาแน่นต้น

**ABSTRACT:** This research aimed to determine the suitable plant spacing of grafted mangosteen propagules to maximize high quality and minimize the cost of mangosteen production. The experiment in RCBD with 3 replications was conducted in 2016-2021 at Chantaburi Horticultural Research Center. The grafted mangosteen propagules were planted with 8 spacings as (row distance x plant distance) 4x3, 4x4, 5x3, 5x4, 6x3, 6x4, 8x8 m, compared with 8x8 m of mangosteen seedling trees (control). After 3 years and 4 months, some grafted trees began flowering and fruiting, while the seedling trees did not. After 5 years of planting all grafted trees in all spacing flowered but the seedling trees did not. The trees with 4x3 m -spacing were 5.52 cm in truck diameter, 204.5 cm in canopy height and, 207 cm in canopy width, with a tree density of 133 trees/rai with 93 cm of vacant space among the tree, which was larger than other spacings, resulting in an expecting fruit harvest of 1040 kg/rai at maximum, while the seedling trees (control) had no flowering and fruit setting processes. According to the income evaluation, the cost of 4x3 m-grafted trees was 109,470 baht/rai, returning 145,600 baht/rai, shortest break-even point and net benefit of 36,130 baht/rai, and the 1.33 benefit cost ratio (BCR) was highest over other spacings. While the 8x8 m-seedling trees had still not flowered, but costed 40,580 baht/rai.

**Keywords:** canopy size; flowering; plant density

## บทนำ

การผลิตมังคุดในปัจจุบันมีปัญหาสำคัญ 2 ประการที่ต้องเร่งแก้ไข คือ 1) การออกดอกที่ไม่สม่ำเสมอทุกปี และ 2) การขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ต้นมังคุดที่มีขนาดใหญ่จะหาแรงงานในการเก็บเกี่ยวยากและมีราคาแพงกว่าต้นที่มีขนาดเล็ก ปี 2564-2566 เกษตรกรจึงหันมาโค่นมังคุดเพื่อปลูกทุเรียนซึ่งให้ผลตอบแทนสูงกว่า แต่มีเกษตรกรอีกจำนวนมากที่ยังคงยึดอาชีพทำสวนมังคุดต่อ เนื่องจากมีกำไรจากการทำสวนมังคุด โดยเฉพาะรายที่สามารถผลิตมังคุดให้ออกก่อนฤดู จะขายได้ราคาสูงเฉลี่ย 100-300 บาท/กก.

* Corresponding author: chompoojun27@gmail.com

เกษตรกรที่มีความชอบมังคุดมีความสนใจปลูกมังคุดเพิ่มและต้องการพัฒนารูปแบบการผลิตมังคุดให้ทันสมัย ได้ผลตอบแทนและถึงจุดคุ้มทุนเร็วขึ้น ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (2557) รายงานว่าการเสียบยอดมังคุดโดยเลือกใช้ยอดจากกิ่งที่ถูกต้อง จะทำให้ได้ต้นมังคุดที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก เริ่มให้ผลผลิตเมื่อต้นมีอายุ 3 ปี หลังจากปลูก และเมื่อต้นมีอายุ 5 ปี สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 80-130 ผล/ต้น คิดเป็น 8-10 กก./ต้น การปลูกมังคุดที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก จะทำให้สะดวกในการดูแลรักษา สามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยว และการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ดังนั้น หากนำมาจัดระบบการปลูกแบบระยะชิดให้ได้จำนวนต้นต่อไร่เป็น 160-200 ต้น/ไร่ จะได้ผลผลิต/ไร่ เท่ากับหรือมากกว่าการปลูกมังคุดด้วยวิธีเดิมที่ใช้ต้นจากการเพาะเมล็ด และได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน เนื่องจากสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและใช้แรงงานน้อยกว่า การปลูกไม้ผลระยะชิดพัฒนามาจากการปลูกต้นไม้แคระ แถบเอเชียประเทศจีนเป็นประเทศแรกที่มีการปลูกไม้แคระ ประเทศญี่ปุ่นเริ่มปลูกไม้แคระในคริสตวรรษที่ 17 ในยุโรปมีการปลูกต้นไม้แคระมากและเริ่มทำสวนแอปเปิ้ลและสาลี่แคระเป็นครั้งแรก ต่อมาในต้นคริสตวรรษที่ 19 เริ่มทำสวนไม้ผลต้นแคระสมัยใหม่ขึ้น มีการทำสวนไม้ผลในระยะชิดที่เป็นการค้าและอุตสาหกรรมขึ้น ปัจจุบันมีการทำสวนไม้ผลระยะชิดกันอย่างกว้างขวางในยุโรป อเมริกา ออสเตรเลียและประเทศอื่น ๆ อีกหลายประเทศ เหตุผลที่ประเทศเหล่านี้หันมานิยมปลูกไม้ผลในระยะชิดเพราะต้องเสียค่าแรงงานอัตราสูง และมีความต้องการที่จะใช้เครื่องมือทุ่นแรงทดแทนแรงงานคน นอกจากนี้ยังมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาควบคุมขนาดของพุ่มต้นและการออกดอกที่มีประสิทธิภาพด้วย (มนัส, 2548) Luckwill (1970) ศึกษาการปลูกแอปเปิ้ลในระยะชิดเพียง 18x12 นิ้ว ลำต้นจะมีความสูงเพียง 1.2 เมตร สามารถให้ผลผลิตภายใน 2 ปี ถึง 8.16 ตัน/ไร่ จากจำนวนต้น 11,600 ต้น/ไร่ จากผลการทดลองดังกล่าวในวงการปลูกไม้ผลทั่วโลกยอมรับว่าการปลูกไม้ผลระยะชิดเป็นวิธีการที่เหมาะสมในเชิงธุรกิจ ซึ่งน่าจะนำมาใช้กับไม้ผลในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนได้ดี มนัส (2548) ได้ศึกษาและพัฒนาการปลูกลำไยในระยะชิด มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาแรงงานในการเก็บเกี่ยว สะดวกในการดูแลรักษาและการใช้อุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของลำไยเพื่อการส่งออก ซึ่งการปลูกลำไยในระยะชิดเป็นการพัฒนาการปลูกลำไยอีกระบบหนึ่งสำหรับชาวสวนที่มีต้นทุนน้อย ลงทุนต่ำ ดูแลรักษาง่ายและให้ผลผลิตเร็ว ได้ผลตอบแทนสูงกว่าการปลูกลำไยในระยะห่าง เมื่อลำไยอายุ 5 ปีขึ้นไป ต้องตัดแต่งกิ่งหรือควบคุมทรงพุ่มให้สูงไม่เกิน 1.5-2.0 ม. พบว่าในระยะปลูก 3x5 ม. พันธุ์สีชมพู ให้ผลผลิต/ไร่สูงสุดเท่ากับ 670.97 กก./ไร่ ระยะปลูก 4x5 ม. พันธุ์อีดอให้ผลผลิต/ไร่สูงสุดเท่ากับ 752 กก./ไร่ และระยะปลูก 5x5 ม. พันธุ์สีชมพูให้ผลผลิต/ไร่สูงสุดเท่ากับ 364.48 กก./ไร่ ฉลองชัย (2557) รายงานว่าในมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ปลูกระยะชิด 4x4 ม. (100 ต้น/ไร่) ที่สถานีวิจัยปากช่อง ปีแรกมีผลผลิตต้นละ 5 ผล ปีที่ 2, 3 4 และ 5 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นต้นละ 15, 25, 41 และ 81-100 ผล ตามลำดับ หากมะม่วงน้ำดอกไม้ราคาผลละ 5 บาท ในพื้นที่ 1 ไร่เกษตรกรจะมีรายได้ 40,000 บาท นับว่าเป็นแนวทางที่สามารถนำมาปรับใช้ในการทำสวนมังคุดระยะชิดในอนาคต ซึ่งสามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มปริมาณผลผลิตมังคุดคุณภาพเพื่อการส่งออกต่อไป

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ใช้มังคุดจำนวน 4 ต้น/ซ้ำ มีระยะปลูกมังคุดเป็นกรรมวิธีทดลอง ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 1-7 เป็นการปลูกมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้าง (primary branch : กิ่งที่แตกจากลำต้น) ระยะปลูกระหว่างแถวและต้นเท่ากับ 4x3 ม. (133 ต้น/ไร่), 4x4 ม. (100 ต้น/ไร่), 5x3 ม. (106 ต้น/ไร่), 5x4 ม. (80 ต้น/ไร่), 6x3 ม. (88 ต้น/ไร่), 6x4 ม. (66 ต้น/ไร่) และ 8x8 ม. (25 ต้น/ไร่) เปรียบเทียบกับการปลูกมังคุดจากต้นเพาะเมล็ดระยะปลูกระหว่างแถวและต้นเท่ากับ 8x8 ม. (25 ต้นต่อไร่) (control) เตรียมต้นพันธุ์มังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้างและต้นพันธุ์มังคุดเพาะเมล็ด ที่มีขนาดและความสมบูรณ์ต้นสม่ำเสมอกัน อายุ 2 ปี 6 เดือน เตรียมแปลงและปลูกมังคุดตามกรรมวิธีที่กำหนด 8 กรรมวิธี ดูแลรักษาต้นมังคุดตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นมังคุด ได้แก่ ความสูงทรงพุ่มจากโคนต้นถึงปลายยอด ความกว้างทรงพุ่มโดยวัดส่วนที่กว้างที่สุด และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูง 20 ซม. จากพื้นดิน ทุก 3 เดือนหลังปลูก ข้อมูลการออกดอก-ติดผล ได้แก่ จำนวนผล/ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย คำนวณผลผลิต/ต้น และผลผลิต/ไร่ ข้อมูลต้นทุนการผลิตในส่วนของปัจจัยผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงานในการเตรียมแปลงปลูก การปลูกและการดูแลรักษาหลังจากปลูกถึงสิ้นสุดงานทดลอง ค่าวัสดุ เช่น ค่าต้นพันธุ์ ค่าปุ๋ย ระบบน้ำ ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ฯลฯ ไม่รวมปัจจัยคงที่ คำนวณรายได้จากข้อมูลผลผลิต/ต้นและราคาที่เกษตรกรขายได้ คำนวณกำไรสุทธิจากรายได้หักลบด้วยต้นทุนและคำนวณอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (BCR) ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2564

**ผลการศึกษา**

1. การเจริญเติบโตของต้นมังคุด

จากการวัดการเจริญเติบโตของต้นมังคุดทุก 3 เดือนหลังปลูก พบว่าต้นมังคุดมีความสูงทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อต้นมังคุดมีอายุ 60 เดือนหลังปลูก การปลูกมังคุดด้วยต้นเพาะเมล็ดระยะปลูก 8x8 ม. (กรรมวิธีที่ 8) มีความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 243.58 ซม. มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการปลูกมังคุดด้วยต้นเสียบยอดจากกิ่งข้าง (กรรมวิธีที่ 1-7) มีความสูงทรงพุ่มเฉลี่ยระหว่าง 194.68-206.68 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (**Figure 1**, **Table1**)

ความกว้างทรงพุ่มของต้นมังคุดหลังปลูก 60 เดือน พบว่าต้นมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้างระยะปลูก 8x8 ม. (กรรมวิธีที่ 7) มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 241.25 ซม. มากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับมังคุดเพาะเมล็ดระยะปลูก 8x8 ม. (กรรมวิธีที่ 8) และต้นมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้างระยะปลูก 4x3 ม. (กรรมวิธีที่ 1) มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 180.58 และ 207.00 ซม. ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับมังคุดเสียบยอดระยะปลูกอื่น (กรรมวิธีที่ 2-6) (**Figure 1**,**Table 1**)

ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมังคุดหลังปลูก 60 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยระหว่าง 5.52-5.99 ซม. (**Figure 1**, **Table 1**)

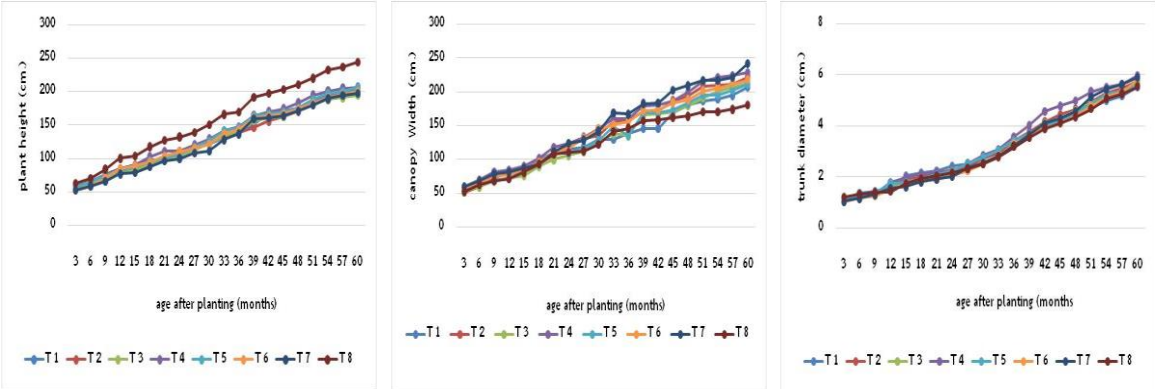



**Figure 1** The plant height, canopy width and trunk diameter of the grafted-propagated mangosteen trees at different planting spacing, aging 3-60 months after planting.

2. การให้ผลผลิต

ปี 2562 ต้นมังคุดมีอายุ 40 เดือน (3 ปี 4 เดือน) หลังปลูก พบว่าต้นมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้าง ระยะปลูก 4x3, 4x4, 6x3, 6x4 และ 8x8 ม. (กรรมวิธีที่ 1, 2, 5, 6 และ 7) บางต้นเริ่มมีการออกดอก-ติดผล ซึ่งต้นมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 4x3 ม. (กรรมวิธีที่ 1) มีจำนวนผล/ต้นมากที่สุด เท่ากับ 17 ผล/ต้น ส่วนมังคุดเพาะเมล็ดระยะปลูก 8x8 ม. (กรรมวิธีที่ 8) ยังไม่มีการออกดอก-ติดผล ปี 2563 ต้นมังคุดมีอายุ 50 เดือน (4 ปี 2 เดือน) หลังปลูก ต้นมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 5x3 และ 5x4 ม. เริ่มมีการออกดอก และปี 2564 ต้นมังคุดมีอายุ 60 เดือน (5 ปี) หลังปลูก ต้นมังคุดเสียบยอดมีการออกดอกทุกระยะปลูก แต่ยังไม่ครบทุกต้นที่ทำการทดลอง จึงยังไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนผล/ต้น และน้ำหนักผล จากต้นที่สามารถให้ผลผลิตได้ 3 ฤดูกาลผลิต (ปี 2562, 2563 และ 2564) นำมาหาค่าเฉลี่ยของจำนวนผล/ต้น และน้ำหนักผลเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี จากนั้นทำการคำนวณหาน้ำหนักผล/ต้น และน้ำหนักผลเฉลี่ย พบว่ามังคุดเสียบยอดมีจำนวนผล/ต้นระหว่าง 78-83 ผล/ต้น มีน้ำหนักผลเฉลี่ยระหว่าง 96.60-102.50 กรัม/ผล คำนวณได้น้ำหนักผล/ต้น ระหว่าง 7.82-8.02 กก./ต้น เมื่อนำน้ำหนักผล/ต้นมาคูณด้วยจำนวนต้น/ไร่ ปรากฏว่ามีผลผลิต/ไร่รวม 3 ปี ของมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 4x3 ม. (กรรมวิธีที่ 1) มากที่สุดเท่ากับ 1,040 กก./ไร่ รองลงมาคือ มังคุดเสียบยอดระยะปลูก 5x3, 4x4, 6x3, 5x4, 6x4 และ 8x8 ม. มีผลผลิต/ไร่ เท่ากับ 848, 800, 704, 640, 528 และ 200 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 2) ต้นมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 4x3 ม. ที่มี 133 ต้น/ไร่ ซึ่งมากที่สุด มีต้นทุน 109,470 บาท/ไร่ ในช่วงที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นช่วงต้นฤดูมังคุดราคา 140 บาท/กิโลกรัม จึงมีรายได้ 145,600 บาท/ไร่ คิดเป็นกำไรสุทธิมากที่สุดเท่ากับ 36,130 บาท/ไร่ มีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (BCR) เท่ากับ 1.33 ซึ่งมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูกอื่น ทำให้ถึงจุดคุ้มทุนเร็วที่สุด ในขณะที่การปลูกมังคุดจากต้นเพาะเมล็ดยังไม่ออกดอก-ติดผลแต่ มีต้นทุน 40,580 บาท/ไร่ จึงยังขาดทุน 40,580 บาท/ไร่ **(Figure 2, Table 2)**

**Table 1** The plants trunk diameter, height and width canopy of the mangosteen trees at different planting spacing, aging 60 months after planting.

| Treatment[1/] | trunk diameter of trees (cm.) | canopy height (cm.) | canopy width (cm.) | space between rows (cm.) | space between plants (cm.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. (4x3 m., 133 tree/rai) | 5.52 | 204.50 b | 207.00 bc | 193.00 | 93.00 |
| 2. (4x4 m., 100 tree/rai) | 5.77 | 199.00 b | 221.83 ab | 178.17 | 178.17 |
| 3. (5x3 m., 106 tree/rai) | 5.72 | 194.67 b | 211.75 ab | 288.25 | 88.25 |
| 4. (5x4 m., 80 tree/rai) | 5.99 | 206.67 b | 227.92 ab | 272.08 | 172.08 |
| 5. (6x3 m., 88 tree/rai) | 5.61 | 205.67 b | 210.33 ab | 389.67 | 89.67 |
| 6. (6x4 m., 66 tree/rai) | 5.81 | 200.00 b | 217.50ab | 382.50 | 182.50 |
| 7. (8x8 m., 25 tree/rai) | 5.89 | 197.00 b | 241.25 a | 558.75 | 558.75 |
| 8. (8x8 m., 25 tree/rai) | 5.54 | 243.58 a | 180.58 c | 619.42 | 556.42 |
| **F-test** | ns | ** | * | | |
| **C.V. (%)** | 6.30 | 5.20 | 7.50 | | |

[1/]Treatment 1-7: The grafted mangosteen propagules.

[1/]Treatment 8: The mangosteen seedling trees (control).

**Figure 2** The grafted-propagated mangosteen specing 4x3 meters at 60 months after planting.

**Table 2** Cost, yield, price, return, benefit and benefit cost ratio (BCR) of 60-month-old grafted-propagated mangosteen planted with different spacings.

| | grafted-propagated mangosteen (Rows X plants) | | | | | | | Seedlings |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Details | 4X3 m. | 4X4 m. | 5X3 m. | 5X4 m. | 6X3 m. | 6X4 m. | 8X8 m. | 8X8 m. |
| 1. Cost (Baht/rai) | | | | | | | | |
| 1.1 labor cost (plant and care etc.) (Baht/rai) | 37,166 | 32,774 | 33,904 | 29,845 | 31,142 | 28,047 | 22,106 | 21,906 |
| 1.2 material cost (plant, fertilizer, pesticides, irrigation etc.) (Baht/rai) | 72,304 | 57,695 | 60,617 | 47,956 | 51,852 | 41,139 | 21,174 | 18,674 |
| Total cost (1.1+1.2) (Baht/rai) | 109,470 | 90,469 | 94,521 | 77,801 | 82,994 | 69,186 | 43,280 | 40,580 |
| 2. Number of fruits/tree (fruits) for 3 years total (2019-2021) | 78.00 | 78.00 | 79.00 | 79.00 | 81.00 | 79.00 | 83.00 | 0.00 |
| 3. Average fruit weight (g.) | 100.26 | 102.50 | 101.32 | 101.33 | 98.70 | 101.20 | 96.60 | - |
| 4. Yield/tree (Kg.) | 7.82 | 8.00 | 8.00 | 8.01 | 7.99 | 7.99 | 8.02 | 0 |
| 5. Number of trees/rai (trees) | 133 | 100 | 106 | 80 | 88 | 66 | 25 | 25 |
| 6. Average yield expected to be harvested (Kg./rai)* | 1,040 | 800 | 848 | 640 | 704 | 528 | 200 | 0 |
| 7. Expected selling price (Baht/kg) | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 0 |
| 8. Expected return (Baht/rai) | 145,600 | 112,000 | 118,720 | 89,600 | 98,560 | 73,920 | 28,000 | 0 |
| 9. Expected benefit/loss (Baht/rai) | 36,130 | 21,532 | 23,778 | 11,482 | 15566 | 4,734 | -15,280 | -40,580 |
| 10. Benefit cost ratio (BCR) | 1.33 | 1.24 | 1.26 | 1.15 | 1.19 | 1.07 | 0.65 | 0.00 |

*Average yield expected to be harvested (Kg./rai) = Yield/tree (Kg.) x Number of trees/rai (trees)

**วิจารณ์**

การปลูกมังคุดด้วยต้นเสียบยอดจากกิ่งข้างมีการเจริญเติบโตด้านความสูงทรงพุ่มน้อยกว่าการปลูกด้วยต้นเพาะเมล็ดได้ต้นมังคุดที่มีลักษณะตั้งตรง ไม่เลื้อย เช่นเดียวกับต้นเพาะเมล็ด แต่มีข้อดีคือลำต้นมีขนาดเล็ก ต้นมังคุดเสียบยอดทุกระยะปลูกมีความกว้างทรงพุ่มมากกว่าต้นเพาะเมล็ด สาเหตุที่ต้นมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 8x8 ม. มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด อาจเนื่องมาจากมีระยะปลูกที่ห่างจึงได้รับแสงมากกว่าจึงมีการสังเคราะห์แสงและสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าต้นมังคุดเสียบยอดเริ่มออกดอก-ติดผลได้เมื่ออายุ 40 เดือน (3 ปี 4 เดือน) ในขณะที่การปลูกมังคุดด้วยต้นเพาะเมล็ดยังไม่ออกดอก-ติดผล ซึ่งในปีแรกนี้ต้นมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้างระยะปลูก 4x3 ม. มีจำนวนผล/ต้นมากที่สุด จำนวน 17 ผล/ต้น และมังคุดเสียบยอดในแต่ละกรรมวิธีมีการออกดอก-ติดผลเพิ่มขึ้นในปีต่อมา จากการหาค่าเฉลี่ยจำนวนผล/ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย และคำนวณหาปริมาณผลผลิต/ไร่ พบว่าต้นมังคุดเสียบยอดระยะปลูก 4x3 ม. มีผลผลิต/ต้นไม่ต่างจากระยะปลูกอื่น แต่มีผลผลิต/ไร่มากที่สุดเท่ากับ 1,040 กก./ไร่ เนื่องจากระยะปลูกนี้สามารถปลูกมังคุดได้มากถึง 133 ต้น/ไร่ มีพื้นที่ว่างระหว่างแถวประมาณ 193.00 ซม. และมีพื้นที่ว่างระหว่างต้นประมาณ 93.00 ซม. ยังไม่บังร่มเงาซึ่งกันและกันจึงยังได้รับแสงแดดเต็มที่ ในอนาคตเมื่อต้นมังคุดมีขนาดใหญ่ขึ้นจะต้องมีการตัดแต่งเพื่อควบคุมขนาดทรงพุ่มไม่ให้เกิดการบังแสงระหว่างต้น ดังนั้นระยะปลูกที่เหมาะสมที่ควรเลือกสำหรับการปลูกมังคุดเสียบยอดระยะชิด คือ ระยะปลูก 4x3 ม. โดยจะถึงจุดคุ้มทุนเร็วกว่าการปลูกด้วยระยะปลูกอื่น โดยหลังจากปลูก 5 ปี มีกำไรสุทธิ 36,130 บาท/ไร่ ในขณะที่การปลูกด้วยต้นเพาะเมล็ดยังไม่มีการออกดอก-ติดผล สอดคล้องกับศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (2557) รายงานว่าการเสียบยอดมังคุดโดยเลือกใช้ยอดจากกิ่งที่ถูกต้องจะทำให้ได้ต้นมังคุดที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก เริ่มให้ผลผลิตเมื่อต้นมีอายุ 3 ปีหลังจากปลูก และเมื่อต้นมีอายุ 5 ปี สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 80-130 ผล/ต้น คิดเป็น 8-10 กก./ต้น การปลูกมังคุดที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก จะทำให้สะดวกในการดูแลรักษา สามารถลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยว และการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่นเดียวกับมนัส (2548) พบว่าการปลูกลำไยพันธุ์สีชมพูระยะชิดเมื่อต้นมีอายุ 5 ปีขึ้นไป ต้องตัดแต่งกิ่งหรือควบคุมทรงพุ่มความสูงไม่เกิน 1.5-2.0 ม. ระยะปลูก 3x5 ม. ให้ผลผลิต/ไร่สูงกว่าระยะปลูก 5x5 ม. ในระยะปลูกที่ชิดจะให้ผลผลิต/ไร่สูงกว่าระยะปลูกที่ห่าง ทำนองเดียวกันฉลองชัย (2557) รายงานว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ที่ปลูกระยะชิด 4x4 ม. (100 ต้น/ไร่) ปีแรกมีผลผลิตต้นละ 5 ผล ปีที่ 2, 3, 4 และ 5 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นต้นละ 15, 25, 41 และ 81-100 ผล ตามลำดับ หากมะม่วงน้ำดอกไม้ราคาผลละ 5 บาท ในพื้นที่ 1 ไร่เกษตรกรจะมีรายได้ 40,000 บาท จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกร

**สรุป**

การปลูกมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้าง จะได้ต้นมังคุดที่มีลักษณะตั้งตรง ไม่เลื้อย เช่นเดียวกับต้นมังคุดเพาะเมล็ด แต่มีข้อดีคือทรงพุ่มมีขนาดเล็ก เริ่มออกดอก-ติดผลตั้งแต่อายุ 40 เดือน (3 ปี 4 เดือน) ในขณะที่การปลูกมังคุดจากต้นเพาะเมล็ดยังไม่มีการออกดอก-ติดผล ระยะปลูกที่เหมาะสมของมังคุดเสียบยอดจากกิ่งข้างคือ ระยะปลูก 4x3 ม. มีจำนวน 133 ต้น/ไร่ หลังปลูก 5 ปี ได้ผลผลิตรวม/ไร่มากที่สุดเฉลี่ย 1,040 กก./ไร่ ต้นทุน 109,470 บาท/ไร่ หากเกษตรกรขายได้กิโลกรัมละ 140 บาท มีรายได้ 145,600 บาท/ไร่ ได้กำไรสุทธิมากที่สุดเท่ากับ 36,130 บาท/ไร่ อัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (BCR) เท่ากับ 1.33 ถึงจุดคุ้มทุนเร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูกอื่น

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณ นายจำปี-นางบุญเรือน แข็งขัน เจ้าของสวนมังคุดตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เป็นอย่างสูง ที่ให้ความอนุเคราะห์กิ่งพันธุ์มังคุดสำหรับใช้ในการเสียบยอดในการทำงานวิจัยครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2557. การปลูกมะม่วงระยะชิด. แหล่งข้อมูล: http://www.kehakaset.com/index.php/79-information/921-178055-21. ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2566.

มนัส กัมพุกูล. 2548. การปลูกลำไยระยะชิด. แม่โจ้ ศาสตร์แห่งลำไย. ห้างหุ้นส่วนจำกัดสิรินาฏ มีเดีย. เชียงใหม่. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. กรมวิชาการเกษตร.

Luckwill, L.C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. p.237-254, In: Physiology of Tree Crops. Academic Press, London, New York.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การทดสอบพันธุ์องุ่นรับประทานสดบนพื้นที่สูงภายใต้ระบบการปลูกองุ่นแบบโครงการหลวง

# Testing of table grapes varieties on highland under viticulture model of royal project

**ปัณชพัฒน์ แจ่มเกิด[1*], สุชาดา ธิชูโต[1], คมสันต์ อุตมา[1] และ อัจฉรา ภาวศุทธิ์[1]**
Panchaphath Chaemkerd[1*], Suchada Thichuto[1], Komsun Outama[1]and Achara Pawasut[1]

[1] *สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) 65 หมู่ 1 ถ.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200*
[1] *Highland Research and Development Institute (Public Organization) 65 M.1 Suthep Rd. Muang, Chiang Mai 50200*

**บทคัดย่อ:** มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกองุ่นเป็นอาชีพ โดยใช้ระบบการปลูกองุ่นแบบโครงการหลวงที่ประณีต ปลอดภัย ให้ผลผลิตสูงอย่างสม่ำเสมอและมีคุณภาพดี อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการนำเข้าพันธุ์องุ่นที่เป็นการค้าของโลกมาปลูกในประเทศไทยหลากหลายพันธุ์แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จในการปลูก ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบพันธุ์องุ่นรับประทานสดที่เป็นการค้าของโลกมาปลูกภายใต้ระบบการปลูกองุ่นแบบโครงการหลวง โดยทดสอบพันธุ์องุ่นจำนวน 5 พันธุ์ คือ Shine Muscat, Sugra 35, IFG Six, Sugra 34 และ Sugra 19 ที่เสียบยอดบนต้นตอองุ่นพันธุ์ 1613C ปลูกในกระบะ (1 x 3 x 0.6 เมตร) ใช้ค้างตัว Y จัดทรงต้นแบบตัว T ระยะปลูก 3 x 6 เมตร ที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ (1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล) ระหว่างเดือนมีนาคม 2564 ถึง พฤษภาคม 2566 พบว่าองุ่นทั้ง 5 พันธุ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นหลังปลูก 26 เดือน เปอร์เซ็นต์กิ่งใหม่ที่ออกดอก ปริมาณผลผลิตต่อต้น น้ำหนักช่อ น้ำหนักผล จำนวนผลต่อช่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรด (TA) และสัดส่วน TSS/TA แตกต่างกันทางสถิติ โดยองุ่นพันธุ์ Sugra 34 มีการเจริญเติบโต (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 65.23 มิลลิเมตร) การให้ผลผลิต (10.47 กิโลกรัม/ต้น) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) (20.73 °Brix) มากที่สุด นอกจากนี้องุ่นทุกพันธุ์ให้ผลผลิตยกเว้นองุ่นพันธุ์ IFG Six ไม่ให้ผลผลิต
**คำสำคัญ:** องุ่น; พันธุ์; พื้นที่สูง

**ABSTRACT:** The Royal Project Foundation and the Highland Research and Development Institute encourage farmers in the highlands to grow grapes as a career using the viticulture model of Royal Project that is meticulous, safe and produces consistently high yield and good quality. However, at present, many grape varieties that are commercially grown in the world are being imported into Thailand but have not yet been successful in growing them. Therefore, this research aims to test the world's commercial table grape varieties grown under the viticulture model of Royal Project. Five table grape varieties were tested: Shine Muscat, Sugra 35, IFG Six, Sugra 34 and Sugra 19, which were grafted onto 1613C grape rootstock grown in the square tray (1x3x0.6 meters). The Y-trellis with a spacing of vines 3 x 6 meters was investigated during March 2021 to May 2023 at Pang Hin Fon Highland Development Project using the Royal Project System, Mae Chaem, Chiang Mai (1,400 meters above sea level). The results showed that 5 table grape varieties had stem diameter (26 months after planting), percentages of flowering from new shoot, yield per vine, cluster weight, berry weight, number of berries per cluster, Total Soluble Solids (TSS), Titratable Acidity (TA) and Total Soluble Solids to Titratable Acidity ratio (TSS/TA) were significant differences in statistically. The Sugra 34 grape variety had the highest growth (stem diameter 65.23 mm), yield (10.47 kg/vine) and Total Soluble Solids (TSS) (20.73 °Brix). In addition, all grape varieties were yielded except IFG Six grape variety which did not yield.
**Keywords:** grape; varieties; highland

[*] Corresponding author: hijiranil@gmail.com

**บทนำ**

ประเทศไทยมีการปลูกองุ่นเป็นไม้ผลเศรษฐกิจมานานมากกว่า 60 ปี จนแพร่หลายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ สำหรับพื้นที่สูงองุ่นเป็นพืชที่มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (สวพส.) ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 เพื่อเป็นอาชีพทางเลือกแก่เกษตรกร เนื่องจากเป็นพืชที่ใช้พื้นที่น้อยให้ผลตอบแทนสูง ลดการบุกรุกเผาทำลายพื้นที่ป่า สามารถทดแทนพืชที่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการปลูกองุ่นยังสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรจากการเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้อีกด้วย ซึ่งในระยะแรกได้พัฒนาวิธีการปลูกองุ่นในโรงเรือน ด้วยพันธุ์ที่คุณภาพดีและไม่มีเมล็ด ซึ่งผลผลิตมีราคาสูง อย่างไรก็ตามการส่งเสริมแก่เกษตรกรบนพื้นที่สูงยังทำได้จำกัดมาก เพราะวิธีการเพาะปลูกส่วนใหญ่ยังยุ่งยากและไม่เหมาะสม จึงมีปัญหาด้านการให้ผลผลิตต่ำ ไม่แน่นอน และมีความเสี่ยงจากโรคและแมลงสูงมาก เช่นเดียวกับปัญหาที่พบของการปลูกองุ่นในทุกๆพื้นที่ของประเทศไทย ต่อมาในปี พ.ศ. 2552 มูลนิธิโครงการหลวงได้ประสบความสำเร็จในการวิจัยและพัฒนาการปลูกองุ่นระบบใหม่ ที่ให้ผลผลิตสูงอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาที่มีความต้องการของตลาด และมีคุณภาพดี อีกทั้งลดความเสี่ยงจากโรค แมลง และการใช้สารเคมี โดยประกอบด้วย การปลูกภายใต้หลังคาพลาสติก การสร้างกิ่งใหม่ที่เป็นระเบียบ การจัดทรงต้นแบบตัว T ระยะปลูก 6x3 เมตร ตัดแต่ง 2 ครั้งต่อปี และจัดกระบวนการผลิตให้ได้ผลผลิตในฤดูหนาว (ธันวามคม-กุมภาพันธ์) ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตมีคุณภาพดีและไม่แข่งขันกับผลผลิตจากต่างประเทศ (วิรัตน์, 2552) มูลนิธิโครงการหลวงได้นำระบบการปลูกองุ่นแบบโครงการหลวงนี้ไปส่งเสริมให้แก่เกษตรกรอย่างกว้างขวางทั้งในพื้นที่ดำเนินงานของมูลนิธิโครงการหลวงและสวพส. รวมทั้งเกษตรกรที่สนใจในภูมิภาคต่างๆ ในปีพ.ศ. 2561-2565 มีปริมาณการจำหน่ายผลผลิตองุ่นผ่านฝ่ายตลาดมูลนิธิโครงการหลวงและสวพส. 765.33 ตัน มูลค่า 49.33 ล้านบาท พันธุ์ที่ปลูกประมาณร้อยละ 90 คือ Beauty seedless และมีพันธุ์ Perlette และ Flame seedless บ้างในบางพื้นที่ ซึ่งทุกพันธุ์เป็นองุ่นชนิดไม่มีเมล็ดและมีผลขนาดเล็ก และจากการศึกษาและวิเคราะห์การผลิตและการตลาดขององุ่นภายในประเทศและต่างประเทศโดยเริงชัย และคณะ (2557) พบว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการวิจัยและพัฒนาการผลิตองุ่นบนพื้นที่สูงของประเทศไทย คือ การวิจัยด้านพันธุ์ให้มีความหลากหลายและมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด และทัดเทียมกับองุ่นนำเข้าจากต่างประเทศ คือ รสชาติหวาน ผลขนาดใหญ่มีความกรอบ โดยอาจมีหรือไม่มีเมล็ดก็ได้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันพันธุ์องุ่นที่ส่งเสริมยังมีคุณภาพด้อยกว่าผลผลิตที่นำเข้าจากต่างประเทศ แต่มีการนำเข้าพันธุ์องุ่นที่เป็นการค้าของโลก เช่น องุ่นพันธุ์ Shine Muscat นิยมปลูกในประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และจีน องุ่นพันธุ์ Sugra 35 (Autumn Crisp), องุ่นพันธุ์ Sugra 34 (Adora Seedless), องุ่นพันธุ์ Sugra 19 (Scarlotta Seedless) และ IFG Six (Sweet Sapphire) นิยมปลูกในประเทศสหรัฐอเมริกา ชิลี เปรู แอฟริกาใต้ และออสเตรเลีย มาปลูกในประเทศไทย แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จในการปลูก เพราะมีปัญหาการออกดอกและให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากระบบปลูกและวิธีการปฏิบัติดูแลรักษาที่ใช้ตามระบบเดิมไม่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นนำเอาพันธุ์องุ่นที่เป็นการค้าของโลกมาทดสอบปลูกบนพื้นที่สูงภายใต้ระบบการปลูกองุ่นแบบโครงการหลวง เพื่อให้ได้พันธุ์องุ่นที่มีศักยภาพทางการผลิตสำหรับส่งเสริมให้เกษตรบนพื้นที่สูงปลูกเป็นอาชีพ เสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหาร สร้างรายได้ และสามารถอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

**วิธีการศึกษา**

ทำการทดลองที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ซึ่งมีความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,400 เมตร ระหว่างเดือนมีนาคม 2564 - พฤษภาคม 2566 โดยใช้ต้นกล้าองุ่นที่ได้จากการเสียบยอดบนต้นตออุ่นพันธุ์ 1613C ปลูกในกระบะขนาด 1 x 3 x 0.6 เมตร ใช้ค้างตัว Y จัดทรงต้นแบบตัว T ระยะปลูก 3 x 6 เมตร (Figure 2) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ต้น ต้นละ 1 ซ้ำ ประกอบด้วย องุ่นพันธุ์ Shine Muscat, องุ่นพันธุ์ Sugra 35, องุ่นพันธุ์ IFG Six, องุ่นพันธุ์ Sugra 34 และองุ่นพันธุ์ Sugra 19 ปลูกองุ่นวันที่ 18 มีนาคม 2564 ภายใต้โรงเรือนที่มุงหลังคาพลาสติก 100 ไมครอน UV 5 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำโดยใช้ระบบมินิสปริงเกลอร์ ทุกวันเป็นเวลา 30 นาที งดให้น้ำก่อนตัดแต่งกิ่งและก่อนเก็บผลผลิต 2 สัปดาห์ ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 ร่วมกับ 16-16-16 ทุก 2 สัปดาห์ อัตรา 50 กรัมต่อต้น (เมษายน 2564 - มิถุนายน 2565) สูตร 8-24-24 ทุก 2 สัปดาห์ อัตรา 50 กรัมต่อต้น (กรกฎาคม - ตุลาคม 2565) ตัดแต่งกิ่งแบบสั้น 2 ตา วันที่ 15 มีนาคม 2565 เพื่อสร้างกิ่งใหม่ให้มีขนาดเท่าๆ กัน ตัดแต่งกิ่งแบบยาว 6-8 ตา วันที่ 26 ตุลาคม 2565 เพื่อให้ผลผลิต พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงทุก 2 สัปดาห์ (ชนิดของสารเคมีขึ้นอยู่กับชนิดของโรคและแมลง) งดพ่นสารเคมีก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน ฉีดพ่นจิบเบอเรลริคแอซิด ($GA_3$) ความเข้มข้น 25 ppm ในระยะหลังดอกบาน 7 และ 14 วัน ส่วนองุ่นพันธุ์ Shine Muscat เป็นองุ่นที่มีเมล็ดจึงทำให้ไม่มีเมล็ดโดยเพิ่มขั้นตอนการใช้ Streptomycin (SM) 200 ppm + Forchlorfenuron (CPPU) 5 ppm + $GA_3$ 25 ppm จุ่มช่อดอกในระยะหลังดอกบาน 1-3 วัน ตามวิธีของ Yamada et al. (2008) เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตโดยใช้ Vernier Caliper วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเหนือบริเวณรอยแผลที่เสียบยอด 2 เซนติเมตร เดือนละ 1 ครั้ง นับจำนวนกิ่งใหม่และจำนวนช่อดอกต่อต้นเพื่อนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์กิ่งใหม่ที่ออกดอก วัดปริมาณผลผลิตต่อต้น นับระยะเวลาตั้งแต่ตัดแต่งกิ่งจนถึงวันเก็บ

ผลผลิต หลังจากเก็บผลผลิต วัดน้ำหนักช่อ จำนวนผลต่อ วัดน้ำหนักผลจำนวนช่อละ 10 ผล ซ้ำละ 10 ช่อ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรด (TA) และสัดส่วน TSS/TA โดยใช้เครื่อง Brix-Acidity Meter (Multi Fruits) PAL-BXIACID F5 ของบริษัท ATAGO จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**ผลการศึกษา**

จากการทดสอบพันธุ์องุ่นรับประทานสด จำนวน 5 พันธุ์ ระหว่างเดือนมีนาคม 2564 ถึง พฤษภาคม 2566 พบว่าองุ่นทั้ง 5 พันธุ์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นหลังปลูก 26 เดือน มีเปอร์เซ็นต์กิ่งใหม่ที่ออกดอก ปริมาณผลผลิตต่อต้น น้ำหนักช่อ น้ำหนักผล จำนวนผลต่อช่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และTSS/TA แตกต่างกันทางสถิติ **(Table 1, 2** และ **Figure 1)** โดยองุ่นพันธุ์ Sugra 34 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นหลังปลูก 26 เดือนมากที่สุดคือ 65.23 มิลลิเมตร รองลงมาคือองุ่นพันธุ์ Sugra 35, IFG Six และ Shine Muscat 53.58, 42.66 และ 41.36 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนองุ่นพันธุ์ Sugra 19 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นน้อยที่สุดคือ 22.33 มิลลิเมตร **(Table 1)** ด้านการออกดอกพบว่าองุ่นพันธุ์ Shine Muscat และ Sugra 34 มีเปอร์เซ็นต์กิ่งใหม่ที่ออกดอกมากที่สุดคือ 75.39 และ 67.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือองุ่นพันธุ์ Sugra 35 และ Sugra 19 (34.05 และ 28.89 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ส่วนองุ่นพันธุ์ IFG Six มีเปอร์เซ็นต์กิ่งใหม่ที่ออกดอกน้อยที่สุดคือ 1.67 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) ด้านการให้ผลผลิตผลผลิตพบว่าองุ่นพันธุ์ Sugra 34, Sugra 35, Shine Muscat และ Sugra 19 มีปริมาณผลผลิตมากที่สุดคือ 10.47, 9.54, 7.45 และ 6.37 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนองุ่นพันธุ์ IFG Six ไม่มีผลผลิตเนื่องจากออกดอกน้อยและถูกโรคเข้าทำลายตั้งแต่ระยะดอก **(Table 1)** ด้านระยะเวลาเก็บเกี่ยวพบว่าองุ่นพันธุ์ Sugra 35 มีจำนวนวันที่ตัดแต่ง-เก็บเกี่ยวมากที่สุด คือ 188 วัน รองลงมาคือองุ่นพันธุ์ Sugra 19 (175 วัน) และ องุ่นพันธุ์ Shine Muscat และ Sugra 34 มีจำนวนวันที่ตัดแต่ง-เก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ 160 วัน ส่วนองุ่นพันธุ์ IFG Six ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากไม่มีผลผลิต ด้านน้ำหนักช่อพบว่าองุ่นพันธุ์ Sugra 35 และ Sugra 19 มีน้ำหนักช่อมากที่สุดคือ 469.12 และ 367.33 กรัมตามลำดับ รองลงมาคือองุ่นพันธุ์ Sugra 34 (259.67 กรัม) ซึ่งไม่แตกต่างกับองุ่นพันธุ์ Sugra 19 และองุ่นพันธุ์ Shine Muscat มีน้ำหนักช่อน้อยที่สุดคือ 164.33 กรัมซึ่งไม่แตกต่างกับองุ่นพันธุ์ Sugra 34 **(Table 2)** ด้านน้ำหนักผลองุ่นเบอร์ Sugra 35 มีน้ำหนักผลมากที่สุดคือ 15.37 กรัม รองลงมาคือองุ่นพันธุ์ Sugra 34 (10.77 กรัม ส่วนองุ่นพันธุ์ Sugra 19 และ Shine Muscat มีน้ำหนักผลน้อยที่สุด 6.61 และ 5.37 กรัมตามลำดับ **(Table 2)** ด้านจำนวนผลต่อช่อองุ่นพันธุ์ Sugra 19 มีจำนวนผลต่อช่อมากที่สุดคือ 55.76 ผล ซึ่งแตกต่างจากองุ่นพันธุ์ Shine Muscat Sugra 35 และ Sugra 34 ที่มีจำนวนผลต่อช่อน้อยที่สุดคือ 39.52 30.30 และ 24.10 ผล **(Table 2)** ด้านคุณภาพผล พบว่าองุ่นพันธุ์ Sugra 34 และ Shine Muscat มี TSS มากที่สุดคือ 20.73 และ 20.60 °Brix ตามลำดับ รองลงมาคือองุ่นพันธุ์ Sugra 19 (18.49 °Brix) ส่วนองุ่นพันธุ์ Sugra 35 มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 13.40 °Brix **(Table 2)** ส่วนTA พบว่าพันธุ์ Sugra 34 และ Sugra 19 มี TA มากที่สุดคือ 0.73-0.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากองุ่นพันธุ์ Shine Muscat และ Sugra 35 ที่มี TA น้อยที่สุดคือ 0.50 และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ **(Table 2)** ด้านสัดส่วน TSS/TA พบว่าองุ่นพันธุ์ Shine Muscat และ Sugra 35 มีสัดส่วน TSS/TA มากที่สุดคือ 41.18 และ 34.95 ตามลำดับ ส่วนองุ่นพันธุ์ Sugra 34 และ Sugra 19 มีสัดส่วน TSS/TA น้อยที่สุดคือ 28.79 และ 27.76 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากองุ่นพันธุ์ Sugra 35 **(Table 2)**

**Table 1** Effects of 5 table grape varieties on stem diameter (26 months after planting), percentages of flowering from new shoot and yield per vine during March 2021 to May 2023 at Pang Hin Fon Highland Development Project using the Royal Project System, Mae Chaem, Chiang Mai.

| Varieties | Stem diameter (mm) | Flowering from new shoot (%) | Yield/vine (kg) |
|---|---|---|---|
| **Shine Muscat** | 41.36c[1/] | 75.39a[1/] | 07.45a[1/] |
| **Sugra 35** | 53.58b | 34.05b | 09.54a |
| **IFG Six** | 42.66c | 01.67c | 00.00b |
| **Sugra 34** | 65.23a | 67.72a | 10.47a |
| **Sugra 19** | 22.33d | 28.89b | 06.37a |
| ***F* -Test** | * | * | * |
| **C.V. (%)** | 13.52 | 38.32 | 32.33 |

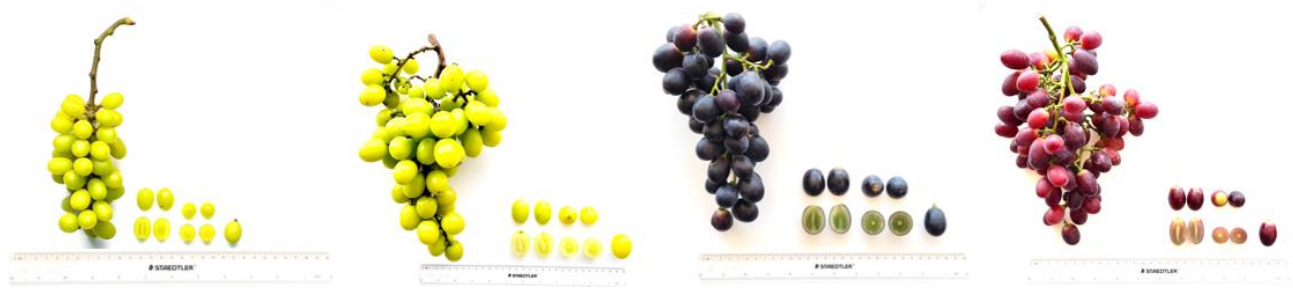
**Note:** [1/]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level by DMRT

**Table 2** Effects of 5 table grape varieties on cluster weight, berry weight, number of berries per cluster, TSS, TA

and TSS/TA during March 2021 to May 2023 at Pang Hin Fon Highland Development Project using the Royal Project System, Mae Chaem, Chiang Mai.

| Varieties | Cluster weight (g) | Berry weight (g) | No.berries/cluster (berries) | TSS (°Brix) | TA (%) | TSS/TA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Shine Muscat** | 164.33c[1/] | 05.37c[1/] | 30.52b[1/] | 20.60a[1/] | 0.50b[1/] | 41.18a[1/] |
| **Sugra 35** | 469.12a | 15.37a | 30.30b | 13.40c | 0.39b | 34.95ab |
| **IFG Six** | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| **Sugra 34** | 259.67bc | 10.77b | 24.10b | 20.73a | 0.73a | 28.79b |
| **Sugra 19** | 367.33ab | 06.61c | 55.76a | 18.40b | 0.67a | 27.76b |
| ***F* -Test** | * | * | * | * | * | * |
| **C.V. (%)** | 21.67 | 8.54 | 11.76 | 6.18 | 12.26 | 13.14 |

**Note:** [1/]Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level by DMRT
N/A: not available



**Shine Muscat** **Sugra 35** **Sugra 34** **Sugra19**

**Figure 1** Characteristics of table grape varieties

**Figure 2** Test planting of 5 table grape varieties at Pang Hin Fon Highland Development Project using the Royal Project System, Mae Chaem, Chiang Mai.

**วิจารณ์**

จากผลการทดสอบองุ่นจำนวน 5 พันธุ์ พบว่าองุ่นทุกพันธุ์สามารถออกดอกได้ แต่องุ่นพันธุ์ IFG Six ไม่มีผลผลิตเนื่องจากมีการออกดอกน้อยและโรคเข้าทำลายตั้งแต่ระยะดอก เนื่องจากองุ่นแต่ละพันธุ์มีการเจริญเติบโต การตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ ระยะเวลาตั้งแต่ตัดแต่งกิ่งจนถึงเก็บเกี่ยว คุณภาพ กลิ่น รส ความต้านทานศัตรูพืช และการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (รัฐพล, 2551) นอกจากนี้พบว่าองุ่นพันธุ์ Shine Muscat มีน้ำหนักช่อผลและน้ำหนักผลขนาดเล็กกว่าพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากองุ่นพันธุ์ Shine Muscat เป็นองุ่นที่มีเมล็ดจึงทำให้ไม่มีเมล็ดโดยเพิ่มขั้นตอนการใช้ Streptomycin (SM) 200 ppm + Forchlorfenuron (CPPU) 5 ppm + $GA_3$ 25 ppm จุ่มช่อดอกในระยะหลังดอกบาน 1-3 วัน แต่น้ำหนักช่อและผลที่ได้ยังน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Yamada et al. (2008) สำหรับพันธุ์องุ่นอีก 3 พันธุ์คือ Sugra 35, Sugra 34 และ Sugra 19 เป็นองุ่นที่ไม่มีเมล็ด จึงใช้สารจิบเบอเรลริคแอซิด ($GA_3$) ตามมาตรฐานการปลูกองุ่นของมูลนิธิโครงการหลวง เมื่อประเมินพันธุ์องุ่นแต่ละพันธุ์แล้วจึงคัดเลือกองุ่นพันธุ์ Sugra 34 เพื่อใช้ในการส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงานของมูลนิธิโครงการหลวงและสวพส. เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง และผลผลิตมีคุณภาพ สอดคล้องกับรายงานการปลูกองุ่นพันธุ์ Sugra 34 ในรัฐแคลิฟอร์เนียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ของ Cain and Striem (2009) ที่รายงานว่าองุ่นพันธุ์ Sugra 34 เป็นพันธุ์ที่มีความแข็งแรง เจริญเติบโตปานกลาง ให้ผลผลิต 14 กิโลกรัมต่อต้น มีผลทรงไข่ ขนาดใหญ่ 9.1 กรัม ผิวผลสีดำ เปลือกบาง ไม่ฝาด เนื้อแน่น กรอบ ไม่มีเมล็ด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) 20 °Brix มีปริมาณกรดทาร์ทาริก 4.76 กรัม/ลิตร

**สรุป**

องุ่นพันธุ์ Sugra34 เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง และผลผลิตมีคุณภาพ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นหลังปลูก 26 เดือน (65.23 มิลลิเมตร) ปริมาณผลผลิตต่อต้น (10.47 กิโลกรัม) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (20.73 °Brix) มากที่สุด และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น (160 วันหลังตัดแต่งกิ่ง) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้องุ่นพันธุ์ IFG Six ยังไม่ให้ผลผลิต

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัยสำหรับโครงการวิจัยนี้ ภายใต้งบประมาณสนับสนุนงานวิจัยมูลฐาน (Fundamental Fund) สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง

**เอกสารอ้างอิง**

เริงชัย ตันสุชาติ, ชนิตา พันธุ์มณี, อารีย์ เชื้อเมืองพาน, มนตรี สิงหะวาระ และนิศาชล ลีรัตนากร. 2557. การศึกษาและวิเคราะห์การผลิตและการตลาดขององุ่นภายในประเทศและต่างประเทศ, เชียงใหม่.

รัฐพล ฉัตรบรรยงค์. 2551. เทคนิคการปลูกองุ่นในเมืองไทย. โครงการผลิตเอกสารวิชาการเผยแพร่แก่เกษตรกร ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

วิรัตน์ ปราบทุกข์. 2552. การปลูกองุ่นระบบใหม่ของโครงการหลวง. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.

Cain, D. W., and M. J. Striem. 2009. United states plant patent: Grapevine plant named ‘Sugrathirtyfour’. Available: http://www.fda.gov/cvm/ antimicrobial/pathrpt.pdf. Accessed Feb.1, 2020.

Yamada, M., H. Yamane, A. Sato, N. Hirakawa, H. Iwanami, K. Yoshinaga, T. Ozawa, N. Mitani, M. Shiraishi, M. Yoshioka, I. Nakajima, M. Nakano, and R. Nakaune. 2008. New grape cultivar ‘Shine Muscat’. Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci. 7:21-38.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของระบบการปลูกที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1

# Effect of Cultivation Systems on Yield and Quality of Purple Passion Fruit cv. 'RPF No. 1'

**อัจฉรา ภาวศุทธิ์[1*], ปัณชพัฒน์ แจ่มเกิด[1], สุชาดา ธิชูโต[1] และ สมคิด เลนา[2*]**
**Achara Pawasut[1*], Panchaphath Chaemkerd[1], Suchada Thichuto[1] and Somkid Lena[2*]**

*[1] สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) 65 หมู่ 1 ถ.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200*
*[1] Highland Research and Development Institute (Public Organization) 65 Moo 1 Suthep Rd. Muang, Chiang Mai, 50200*
*[2] ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (หน่วยวิจัยโป่งน้อย) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่*
*[2] Khun Wang Royal Project Development Center (Pong Noi Research Unit) 123 Moo 14 Mae Win, Mae Wang, Chiang Mai, 50360*

**บทคัดย่อ:** เสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1 เป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรบนพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศ โดยเกษตรกรนิยมปลูกเสาวรสหวานในสภาพกลางแจ้งไม่สามารถกันฝนได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคผลเน่าจากเชื้อรา *Phytophthora* sp. และ *Colletotrichum* sp. ทำให้ผลผลิตร่วงหล่นและเสียหายมากกว่าร้อยละ 50 งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระบบการปลูกเสาวรสหวานโดยเปรียบเทียบระหว่างการปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกกับการปลูกกลางแจ้ง โดยทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม 2565 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (หน่วยวิจัยโป่งน้อย) อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จากผลการทดลองพบว่าต้นเสาวรสหวานที่ปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น 26.46 มิลลิเมตร ความกว้างของผล 66.83 มิลลิเมตร และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid, TSS) 18.44 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ สูงกว่าการปลูกแบบกลางแจ้ง ส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity, TA) ของเสาวรสหวานที่ปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกน้อยกว่าการปลูกแบบกลางแจ้ง ทำให้สัดส่วน TSS/TA ของเสาวรสหวานที่ปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกสูงกว่าการปลูกกลางแจ้ง โดยเสาวรสหวานปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกมีผลผลิต 3,875 กิโลกรัมต่อไร่ และรายได้สุทธิ 120,850 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการปลูกแบบกลางแจ้ง
**คำสำคัญ:** เสาวรสหวาน; ระบบการปลูก; หลังคาพลาสติก; ปริมาณผลผลิต; คุณภาพผลผลิต

**ABSTRACT:** Purple passion fruit cv. RPF No.1 is an economic crop that generates income for farmers in the northern highlands of the country. Farmers prefer to grow purple passion fruit in open fields that cannot protect from rain. Which is the cause of fruit rot disease caused by the fungi *Phytophthora* sp. and *Colletotrichum* sp., causing the yield to fall and damage more than 50 percent. This research compared two cultivation systems as under plastic roof and open field cultivations in terms of yield and quality of purple passion fruit cv. RPF No. 1. The experiment was conducted between May to December 2022 at the Khun Wang Royal Project Development Center (Pong Noi Research Unit), Mae Wang, Chiang Mai. The result showed that purple passion fruit growing under plastic roof had trunk diameter of 26.46 millimeters, fruit width of 66.83 millimeters, and total soluble solid (TSS) of 18.44 percent Brix higher than open field cultivation. The titratable acidity (TA) of purple passion fruit grown under plastic roof was lower than that of open field cultivation. As a result, the TSS/TA ratio of purple passion fruit grown under plastic roof was higher than those open field cultivation. The purple passion fruit grown under plastic roof has yield of 3,875 kilograms per rai, and net income of 120,850 baht per rai, which is higher than open field cultivation.
**Keywords:** purple passion; cultivation systems; fruit yield; fruit quality

## บทนำ

เสาวรส (Passion fruit) เป็นไม้เถาที่อยู่ในวงศ์ Passifloraceae มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนพื้นที่สูงของอเมริกาใต้ เสาวรสที่ปลูกเป็นการค้าโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ เสาวรสพันธุ์สีม่วง *(Passiflora edulis* Forma *edulis* Sims.) และเสาวรสพันธุ์สีเหลือง *(Passiflora edulis* Forma *flavicarpa* Degener*)* โดยพันธุ์สีเหลืองมีผลขนาดใหญ่ มีความแข็งแรง ทนต่อโรคต้นเน่า เถาเหี่ยว ไวรัส และไส้เดือนฝอยมากกว่าพันธุ์สีม่วง แต่พันธุ์สีม่วงมีปริมาณกรดน้อยกว่า มีกลิ่นหอม และมีรสชาติดีกว่า (อัจฉราและคณะ, 2557) ประเทศไทยได้นำ

* Corresponding author: s.thichuto@gmail.com

เสาวรสเข้ามาปลูกครั้งแรกในปี พ.ศ. 2498 โดยเป็นพันธุ์ผลสีม่วง ต่อมามีผู้นำเข้ามาปลูกในหลายพื้นที่ทั้งพันธุ์ผลสีม่วงและพันธุ์ผลสีเหลือง และได้ปลูกเป็นการค้าทั่วไป ในปี พ.ศ. 2539 มูลนิธิโครงการหลวงคัดเลือกเสาวรส คือ พันธุ์เบอร์ 2 มีคุณภาพผลมีสีม่วงแดง เส้นผ่าศูนย์กลางของผล 5-6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 70-95 กรัม จึงเป็นพันธุ์ที่ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่โครงการหลวงปลูกเพื่อสร้างรายได้ (งานพัฒนาและส่งเสริมการผลิตไม้ผลขนาดเล็ก, 2555) เนื่องจากเป็นพืชที่สร้างรายได้ในระยะสั้น ให้ผลตอบแทนสูงและมีโอกาสทางการตลาด ต่อมาได้มีการพัฒนาพันธุ์และส่งเสริมเสาวรสพันธุ์อื่นเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ RPF No.1, RPF No.3 และไทนุง ในปีพ.ศ. 2565 มีผลผลิตเสาวรสจำหน่ายผ่านตลาดมูลนิธิโครงการหลวง 393.22 ตัน คิดเป็นมูลค่า 13.97 ล้านบาท และมีผลผลิตผ่านฝ่ายตลาดของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง 340.17 ตัน คิดเป็นมูลค่า 6.78 ล้านบาท สำหรับระบบการปลูกเสาวรสหวานเกษตรกรนิยมปลูกเสาวรสหวานกลางแจ้งในสภาพแปลงเปิด เป็นการปลูกเสาวรสแบบดั้งเดิมทั้งสำหรับพันธุ์รับประทานสดและพันธุ์ส่งโรงงานแปรรูป มีวิธีการปลูกและการดูแลที่เหมือนกัน แต่การปลูกพันธุ์รับประทานสดต้องมีความประณีตในการดูแลรักษาเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพที่ดี ช่วงปลูกเสาวรส คือ ช่วงต้นฤดูฝนเดือนพฤษภาคม ช่วงนี้ไม่ต้องให้น้ำ แต่ในปีแรกมีระยะเวลาให้ผลผลิตจะสั้นแค่ 3-4 เดือนเท่านั้น คือ จากเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และอีกช่วงคือเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนถึงฤดูหนาว ควรเป็นพื้นที่ที่สามารถให้น้ำได้ เสาวรสจะออกดอกและให้ผลผลิตเมื่อมีอายุประมาณ 5-7 เดือนหลังปลูก สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปีหากสามารถให้น้ำได้ แต่ในสภาพที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน เสาวรสจะให้ผลผลิตในระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ณรงค์ชัย, 2550) โดยเกษตรกรจะมีการปลูกเพียง 2-3 ปี จึงรื้อแปลงและปลูกใหม่ ซึ่งการปลูกเสาวรสหวานกลางแจ้งพบปัญหาที่สำคัญในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงติดผลของเสาวรสหวาน เนื่องจากเกิดการระบาดของโรคผลเน่าซึ่งเกิดจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Phytophthora* sp. พบในสภาวะอากาศชื้น ฝนตกหนัก อาการที่เกิดจะปรากฏแผลสีน้ำตาลฉ่ำน้ำบริเวณใบและผลในระยะแรกเมื่อสภาพอากาศเหมาะสมแผลจะขยายเป็นบริเวณกว้างทำให้ใบไหม้เป็นสีน้ำตาล และสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum* sp. พบในสภาวะอากาศอบอุ่นฝนตกสลับแดดออก ลักษณะอาการที่พบเริ่มแรกจะปรากฏแผลสีน้ำตาลขนาดเล็กบริเวณใบและผล แผลจะเห็นชัดเจนบนผล โดยจะพบเป็นจุดสีน้ำตาลขนาดเล็กกระจายทั่วผล บริเวณขอบแผลสีเข้มตรงกลางแผลสีขาวหรือซีดกว่าขอบแผล ส่งผลให้ผลผลิตของเกษตรกรร่วงหล่นจำนวนมาก สูญเสียผลผลิตก่อนเก็บเกี่ยวมากกว่าร้อยละ 50 (งานพัฒนาและส่งเสริมการผลิตไม้ผลขนาดเล็ก, 2555) และหากมีการปลูกซ้ำในพื้นที่เดิมจะเกิดการสะสมของโรคและแมลงในแปลงมากขึ้น ในปัจจุบันการใช้หลังคาพลาสติกในการปลูกพืชได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในการผลิตพืชผัก ไม้ดอก และไม้ผล เพื่อช่วยลดเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียของผลผลิตและลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น มีปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเพิ่มมากขึ้น สำหรับในประเทศไทยมีการปลูกเสาวรสหวานภายใต้หลังคาพลาสติก โดยพบว่าการปลูกเสาวรสหวานพันธุ์เบอร์ 2 ภายใต้หลังคาพลาสติกมีปริมาณผลผลิตต่อต้นมากกว่าวิธีการปลูกกลางแจ้ง (วิธีควบคุม) และมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ (อัจฉรา และคณะ, 2559) ดังนั้นงานวิจัยจึงได้ศึกษาระบบการปลูกเสาวรสหวาน พันธุ์ RPF No.1 โดยเปรียบเทียบระหว่างปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกกับการปลูกกลางแจ้ง เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตให้เป็นเกรดพิเศษ (Premium grade) และลดความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการระบาดของโรคผลเน่า

**วิธีการศึกษา**

การศึกษาระบบการปลูกเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1 โดยเปรียบเทียบระหว่างการปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกกับการปลูกกลางแจ้งที่มีต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของเสาวรสหวาน โดยทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม 2565 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (หน่วยวิจัยโป่งน้อย) อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ (890 MSL) วางแผนการทดลองแบบ T-Test จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ต้น ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 การปลูกเสาวรสภายใต้หลังคาพลาสติก ขนาด 100 ไมครอน UV 5% ระยะปลูก 4 x 4 เมตร ปลูกลงในกระบะขนาด 1.50 x 28.00 x 0.40 เมตร วัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน : กาบมะพร้าวสับ : ปุ๋ยคอก : ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1 : 1 :1 : 1

กรรมวิธีที่ 2 การปลูกเสาวรสกลางแจ้ง (วิธีควบคุม) โดยเตรียมหลุมปลูกขนาด 0.50 x 0.50 x 0.50 เมตร ใส่ปุ๋ยคอก : ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1 : 1 ระยะปลูก 4 x 4 เมตร (100 ต้นต่อไร่)

ทั้ง 2 กรรมวิธีใช้ค้างแบบผืนและใช้ต้นตอเสาวรสพันธุ์เปรี้ยว เสียบยอดด้วยเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1 นำต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลองเมื่อวันที่ 1 เดือนพฤษภาคม 2565 บันทึกข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น 1 ครั้ง/เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่เดือนตุลาคม 2565 โดยสังเกตผิวผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงอมม่วง ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ บันทึกข้อมูลปริมาณและคุณภาพผลผลิต (เดือนตุลาคม - เดือนธันวาคม 2565) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตต่อต้น น้ำหนักของผล ขนาดของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และวิเคราะห์ความคุ้มทุน

**ผลการศึกษา**

**ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้น**

หลังการปลูกทดลอง 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม - เดือนธันวาคม 2565) พบว่าต้นเสาวรสหวานมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยการปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น 26.46 มิลลิเมตร มากกว่าการปลูกกลางแจ้งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น 13.94 มิลลิเมตร **(Table 1)** นอกจากนี้การปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกต้นเสาวรสหวานมีการเจริญเติบโตเร็วและเต็มค้าง ในขณะที่เสาวรสหวานที่ปลูกกลางแจ้งมีการเจริญเติบโตที่ช้าและไม่เต็มค้าง **(Figure 1)**

(a) (b)

**Figure 1** Cultivation characteristics of purple passion fruit cv. RPF No. 1 grown under plastic roof (a) and open field (b) 6 months after planting

**ปริมาณและคุณภาพของผลผลิต**

สำหรับปริมาณและคุณภาพของผลผลิตของเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1 พบว่ามีน้ำหนักผลและความยาวของผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การปลูกเสาวรสภายใต้หลังคาพลาสติกมีความกว้างของผล 66.83 มิลลิเมตร ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) 18.44 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และสัดส่วน TSS/TA 7.40 มากกว่าการปลูกกลางแจ้ง (ความกว้างของผล 65.03 มิลลิเมตร ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) 16.88 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และสัดส่วน TSS/TA (5.85) แต่การปลูกกลางแจ้งมีปริมาณกรด (TA) (2.99 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าการปลูกภายใต้หลังคาพลาสติก (2.58 เปอร์เซ็นต์) ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 1 เนื่องจากการปลูกเสาวรสภายใต้หลังคาพลาสติกปลูกในกระบะมีการจำกัดรากทำให้สามารถควบคุมการให้น้ำและความชื้นในดิน ต่างจากการปลูกกลางแจ้งที่ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ จึงทำให้ผลผลิตเสาวรสหวานที่ปลูกภายใต้หลังคาพลาสติกมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และสัดส่วน TSS/TA มากกว่าการปลูกกลางแจ้ง ซึ่งการจำกัดรากเป็นการขัดขวางการเจริญเติบโตทาง vegetative แต่ในขณะเดียวกันจะเพิ่มคุณภาพของผล โดยเพิ่มการสะสมน้ำตาลในไม้ผลหลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล (Myers, 1992) พีช (Boland et al., 2000) เชอร์รี่ (Webster et al., 1997) และ องุ่น (Wang et al., 1998)

**Table 1** Effect of cultivation systems for purple passion fruit cv. RPF No. 1 on yield and quality at Khun Wang Royal Project Development Center, Mae Wang, Chiang Mai (May - December 2022)

| Treatments | Stem diameter (mm) | Fruit weight (g) | Fruit size | | TSS (%Brix) | TA (%) | TSS/TA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Width (mm) | Length (mm) | | | |
| Under plastic roof | 26.46[1/] | 101.81 | 66.83[1/]a | 70.54 | 18.44[1/]a | 2.58[1/]b | 7.40[1/]a |
| Open field | 13.94 | 99.95 | 65.03b | 70.99 | 16.88b | 2.99a | 5.85b |
| ***T-Test*** | * | ns | * | ns | * | * | * |

[/1] Note Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level by DMRT

ns = Non-Significant

(a) (b)

**Figure 2** Characteristics of purple passion fruit cv. RPF No. 1 grown under plastic roof (a) and open field (b)

**การวิเคราะห์ความคุ้มทุนของการปลูกเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1**

จากการปลูกเสาวรสหวานภายใต้หลังคาพลาสติกเปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง พบว่าการปลูกเสาวรสหวานภายใต้หลังคาพลาสติกให้น้ำหนักผลผลิตรวม 3,875 กิโลกรัมต่อไร่ การคัดมาตรฐานคุณภาพตามมาตรฐานมูลนิธิโครงการหลวง เป็นเกรดพิเศษ (Premium grade) มีน้ำหนักผล 100 กรัมขึ้นไป ผลไม่บิดเบี้ยวและไม่เหี่ยวเฉา (ราคาจำหน่าย 50 บาท/กิโลกรัม) เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นรายได้ 193,750 บาท โดยมีต้นทุนรวม 72,900 บาทต่อไร่ และมีรายได้สุทธิ 120,850 บาทต่อไร่ สำหรับการปลูกกลางแจ้ง มีน้ำหนักผลผลิตรวม 2,002 กิโลกรัมต่อไร่ และพบผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว การคัดมาตฐานคุณภาพเป็นเกรด N มีน้ำหนักผล 50 -59 กรัม ผลบิดเบี้ยวและเหี่ยวเฉา (ราคาจำหน่าย 20 บาท/กิโลกรัม) เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นรายได้ 40,040 บาท มีต้นทุนรวม 50,000 บาทต่อไร่ และมีรายได้สุทธิ ขาดทุน 9,960 บาทต่อไร่ เนื่องจากพบว่ามีการระบาดของโรคผลเน่า ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายมีจำนวนน้อยที่สามารถจำหน่ายได้และมีคุณภาพผลผลิตต่ำ **(Table 2)**

**Table 2** Break-even point of cultivation systems for purple passion fruit cv. RPF No. 1

| Treatments | Yield weight (kg/rai) | Quality standard | | Income (baht/rai) | Cost (baht/rai) | Net income (baht/rai) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Premium grade * | Grade N* | | | |
| Under plastic roof | 3,875 | 100% | - | 193,750 | 72,900 | 120,850 |
| Open field | 2,002 | - | 100% | 40,040 | 50,000 | -9,960 |

* Quality standard premium grade (fruit weight ranging from 100 g or more) selling price 50 baht/kg and grade N (The fruit is distorted, wither and fruit weight ranging from 50-59 g or more) selling price 20 baht/kg.

**สรุป**

การปลูกเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1 ภายใต้หลังคาพลาสติกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น (26.46 มิลลิเมตร) ความกว้างของผล (66.83 มิลลิเมตร) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) (18.44 เปอร์เซ็นต์บริกซ์) สัดส่วน TSS/TA (7.40) น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ (3,875 กิโลกรัมต่อไร่) และรายได้สุทธิ (120,850 บาทต่อไร่) มากกว่าการปลูกกลางแจ้ง ซึ่งการปลูกเสาวรสหวานพันธุ์ RPF No.1 ภายใต้หลังคาพลาสติกให้ผลผลิตเป็นเกรดพิเศษ (Premium grade) ทั้งหมดและให้ผลตอบแทนที่มากกว่าการปลูกกลางแจ้ง นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ อันเป็นการใช้พื้นที่น้อยแต่ให้ผลตอบแทนสูง ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่สูงที่มีพื้นที่จำกัดและเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของประเทศไทย

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัยสำหรับโครงการวิจัยนี้ ภายใต้งบประมาณสนับสนุนงานวิจัยมูลฐาน (Fundamental Fund) สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) และขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (หน่วยวิจัยโป่งน้อย) อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย

**เอกสารอ้างอิง**

งานพัฒนาและส่งเสริมการผลิตไม้ผลขนาดเล็ก มูลนิธิโครงการหลวง และโครงการสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการเรียนรู้การปลูกไม้ผล สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2555. การปลูกเสาวรสหวาน.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2550. การผลิตไม้ผลเมืองหนาวขนาดเล็กในเขตร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรัสวดี เผือกสกนธ์. 2532. กระทกรกฝรั่ง: PASSION FRUIT. กลุ่มรักเกษตร.

อัจฉรา ภาวศุทธิ์, วิรัตน์ ปราบทุกข์, จิระนิล แจ่มเกิด และณัฐวรรณ ธรรมสุวรรณ์. 2557. ผลของรูปแบบค้างที่มีต่อปริมาณและคุณภาพผลของเสาวรสหวาน พันธุ์เบอร์ 2. แก่นเกษตร. 42(3): 131-135.

อัจฉรา ภาวศุทธิ์, จิระนิล แจ่มเกิด, ดารากร อัคฮาดศรี, สุวิมล ศรีกันยา, กชพร สุขจิตภิญโญ และณิชากร จันเสวี. 2559. รายงานฉบับสมบูรณ์ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาระบบปลูกเสาวรสหวานปลอดโรค สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.

Boland A. M., P. H. Jerie, P. D. Mitchell, I. Goodwin, and D. J. Connor. 2000. Long-term effects of restricted root volume and regulated deficit irrigation con peach: II Productivity and water use. Journal of the American Society of Horticultural Science. 125: 143-148.

Myers S. 1992. Root restriction of apple and peach with inground fabric containers. Acta Horticulturae. 215-219.

Novello, V., and L. de Palma. 2008. Growing grapes under cover. ISHS Acta Horticulturae. 785: 353-362.

Wang S. P., G. Okamoto, K. Hirano and C. X. Lu J., and Zhang. 2001. Effects of restricted rooting volume on vine growth and berry development of Kyoho grapevines. American Journal of Enology and Viticulture. 248-253.

Webster A. D., C. J. Atkinson, S.J. Vaughan, A. S. Lucas, E. Mallling, and W. Mallling. 1997. Controlling the Shoot growth and cropping of sweet cherry trees using root pruning or root restriction techniques. Acta Horticulturae. 639-643.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# LED inter-lighting improving melon flesh quality production, and its cost performance under greenhouse cultivation

**Kanvara Preampree[1], Waratchaya Sisuk[2, 3], Samaphorn Laksukthom[4], Pipatpong Yongkhampom[5] and Suthisak Saengtharatip[4, 5, 6, 7, 8*]**

[1]*Graduate School of Horticulture, Kasetsart University, Bangkok, 10900*
[2]*Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khonkaen, 40002*
[3]*Efficiency Development, Double A, Prachinburi, 25140*
[4]*Business value enhancement, Chia Tai, Bangkok, 10260*
[5]*Demofarm, Chia Tai, Nakhonratchasima, 30130*
[6]*Plant Factory Section, Chia Tai, Samutsakhon, 74130*
[7]*Interfield farm, Pathumthani, 12150*
[8]*Research and development , Greenscape Harmony, Bangkok, 10170*

**ABSTRACT:** A plastic-enclosed framed structure or a modern greenhouse is widely used to cultivate flowers, fruits, vegetables, or any plants for protected horticulture practice. In Thailand, melon is generally chosen to be planted in the greenhouse. Under this condition, one of the limiting factors is lack of light intensity underneath plant's canopy, especially, during wet season. This circumstance causes physiological response resulting to its yield and quality, mainly total soluble solid, where this number is treated to clarified melon's quality. Supplementary LED inter-lighting is applied at the bottom of the melon canopy from two different LED types which its intensity and photoperiod are determined from regular daily light integral (DLI) during the wet season between June to September. The application inside the greenhouse cultivation tends to increase not only total soluble solid content, but also ascorbic acid content in its flesh. Cost performance estimation is applied to evaluate this LED application. The results indicate that supplementary LED inter-lighting could improve fresh production quality in terms of high nutritional value of crops, although the estimation ratio of fresh production and the LED integration would lead to shape whether the supplementary inter-lighting technique is worth invested for any further profitable number. Nonetheless, this study reveals that the modern greenhouse with supplementary LED inter-lighting is an alternative technique for improving melon fruit quality of which is expected to be implemented for the next era of the greenhouse cultivation in Thailand.

**Keywords:** ascorbic acid; benefit-cost ratio; brix; cultivation research; DLI; protected horticulture; supplementary light

## Introduction

Protected horticulture has been paid attention on agricultural industry. This practice is to avoid any unnecessary element and alleviate climate conditions to grow plants in its cultivation which is mostly referred to a greenhouse cultivation culture. Many advanced systems have been installed to control its environment, so-called modern greenhouse, to produce high quality and quantity of vegetables, flowers, and/or ornamental plants (Goto et al., 2021). Increasing yield and its quality are expected to be improve from the system by, generally, increasing plant density. Nonetheless, high plant density might lead to plant shading resulting in low production under the insufficient light intensity (Kozai et al., 2016). In addition, this circumstance occurs during wet season or between May to September in Thailand (Saenjan et al., 1990).

Low light intensity or lacking light caused, former, chlorophyll degradation, lacking energy to plant metabolism, then later, affected on its growth and production. (Diaz-Perez, 2013). Under high plant density canopy, light intensity is merely visible, specifically in the cloudy day. On the other hand, sufficient light intensity would

* Corresponding author: s.saengtha@yahoo.com

remain photosynthetic capability to its maximum that will lead to an influence of fruit quality and yield as a final consequence of fresh production (Kang et al., 2013). Hence, to increase fruit quality and yield, providing additional light seems indispensable for the protected horticultural theme, in this case, Thai greenhouses, although it is well known throughout European countries, Japan, or the United States for decades.

Nowadays, light-emitting diode (LED) plays a vital row in plant growth and development under a closed plant production system because of its specific spectra to photosynthetically active radiation region (PAR), chlorophyll absorption, and energy use efficiency. Many LED types have been launched and released to commercial markets to illustrate its advantages and efficiency for plant cultivation, e.g., monochromic blue and red LED in cucumber (Hernandez, 2016), different ratio between blue and red LED in tomato (Deram et al., 2014), or different white LED type in lettuce (Saengtharatip et al., 2018). Still, light spectra remain questioned to prove its efficiency and cost performance to agricultural sector.

In Thailand, several plant varieties are cultivated under greenhouses, e.g., cucumber, melon, tomato, vegetables, or even ornamental plants. Among them, melon is of interest. Its importing demands is greater since 2012, especially from Japan. Apparently, Japanese net melon becomes one of the most popular types where it shows 3 times greater price compared to regular melons, 2.5 and 0.75 US$ $kg^{-1}$ respectively (1 US$ = 38 THB; Suwattanawongchai, 2019). Standard melon quality is measured by its degree Brix (°Bx), in other words, total soluble solids (TSS), also known as sweetness. It is ranged between 12 to 18.5 °Bx from the Japanese type, additionally 12 °Bx is a minimum quality requirement. Yet, occasionally, the sweetness over 13 °Bx has been considered to be a greater quality and higher price under the standard criteria (Rooplor, 2020).

Theoretically, melon daily light integral (DLI) is approximately 60 mol $m^{-2}$ $d^{-1}$ (Soussi et al., 2022). It needs roughly 1,665 µmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ for 10-hour straight. Aforementioned, the light intensity is inadequate during the wet season and decreased drastically under the high plant density resulting in the lack-of-light condition. This may cause photorespiration instead of producing glucose from photosynthesis (Lazar et al., 2003) where the ideal DLI is, somewhat, achievable. Accordingly, its physiological growth, development, quality, and yields will be affected. In this study, supplemental LED is implemented in-between melon cultivation, at the pollination stage, under the greenhouse. Objectives of LED inter-lighting application from this study are to improve melon fruit quality to be an alternative technique and estimate cost performance feasibility aspect for the next era of modern greenhouse cultivation in Thailand.

## Materials and Methodology

Plant material and growth conditions

Japanese net melon seeds (*Cucumis melo*; Chia Tai Co., Ltd., Bangkok, Thailand) were sown in a 72-cell plug tray filled with peatmoss and grew under greenhouse condition. The seedlings were irrigated once a day with tap water. The seedlings were transplanted into a sand groove at 12 days after sowing (DAS). A single sand groove contained 2 cultivation rows where melon spacing was approximately 0.5 x 0.5 meter. Drip irrigation was managed from different stages of its growth, illustratively, 1.5, 2.5, and 2.0 liters $plant^{-1}$, after transplanting, pollinating, and before harvesting stage, respectively (Figure 1). pH and electrical conductivity (EC) of 20-20-20 soluble fertilizer (Chia Tai Co., Ltd., Bangkok, Thailand) were maintained throughout its cultivation approximately 6.5 and 1.8 dS $m^{-1}$ respectively. In addition, 13-0-46 soluble fertilizer (Chia Tai Co., Ltd., Bangkok, Thailand) was added at 60 DAS until harvest. Stem setting and a shoot apical meristem pinching were performed at 22 and 42 DAS, respectively. The cultivation was executed during wet season between June to September 2022 at Pakchong district (14.7129° N to 101.4245° E), Nakhonratchasima province, Thailand.

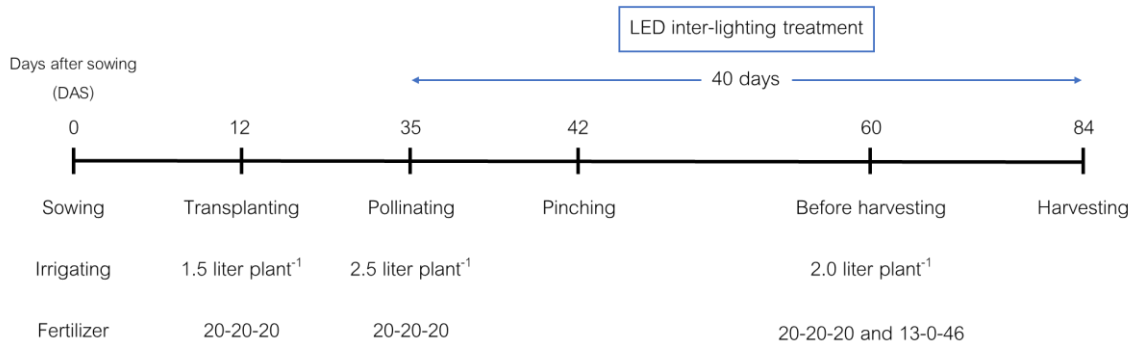



**Figure 1** Stages of melon cultivation timeline express in days after sowing (DAS). The plants were cultivated in the greenhouse condition at Pakchong district, Nakhonratchasima province, Thailand. LED inter-lighting treatments were illuminated between 35 to 84 DAS.

LED inter-lighting

Two white LED types, Eco type and Grow type (Lighting and Equipment PLC, Bangkok, Thailand) were used as a supplemental LED inter-lighting. The LED module was placed to illuminate underneath plant canopy (Table 1), approximately 0.9 meter above the ground surface with a photosynthetic photon flux density (PPFD) of 35 μmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ measured at 0.3 meter from the LED module. Two LED tubes were positioned at the middle plantation row, in other word, in-between melon's plants. Lighting application was applied between pollination stage until harvest (Figure 1). Supplementary lighting period during daytime is 4 hours $day^{-1}$. The LED inter-lighting was compared with control (non-supplemental lighting). Each treatment consisted of 3-6 replications.

Measurements of yield and fruit quality

Fruit fresh weight and quality were recorded immediately after having harvested. TSS content and ascorbic acid (AA) content were measured. TSS and AA were recorded by using a refractometer (Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan) and a reflectometer (Merck Co., Ltd., Darmstadt, Germany), respectively. Vertically melon flesh-slice 0.25 kg was squeezed and filtered with a tea filter. The sap sample was divided into 2 separated 50-ml beaker to measure the quality parameters. The first parameter, 1-ml of the sap was used to determine TSS. The second parameter, 1-ml 5% metaphosphoric acid (Panreac Quimica SLU, Barcelona, Spain) was added to 5-ml of the sap (modified from Mapson and Mawson 1943). The mixed sap was oscillated on an analog Vortex mixer (Ohaus Corp., New Jersey, USA) for 10 seconds. A test strip was immersed on the mixed sap, then, inserted and verified the ascorbic acid content with the reflectometer. The full explanation was well explained by Atala et al. (2009).

**Table 1** Photon flux density (PFD) proportion of white LED types performing LED inter-lighting application in the range of PAR (400-700 nm), ultraviolet (380-399 nm), and far-red (700-780 nm).

| | PFD ultraviolet (380-399 nm) | PFD blue (400-499 nm) | PFD green (500-599 nm) | PFD red (600-699 nm) | PFD far-red (700-780 nm) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ....%.... | | |
| Eco type | 0.1 | 28.1 | 47.6 | 22.0 | 2.2 |
| Grow type | 0.1 | 29.6 | 44.8 | 23.5 | 2.0 |

Cost performance estimation

Profitability assessment was calculated by means of the benefit-cost ratio. An equation was defined as follows;

$$(B/C)_i = {P_o Y_i}\Big/{(P_e(kWh)_i + \frac{I_i}{LS} + rI_i} \quad [1]$$

where $(B/C)_i$ = benefit-cost ratio of i-LED (i = Eco or Grow type), $P_o$ = price output (melon) in US\$ $kg^{-1}$, $Y_i$ = melon yield = a whole fruit fresh weight (kg $m^{-2}$) of the i-LED, $P_e$ = price of electricity (US\$ $kWh^{-1}$), (kWh)i = electricity consumption used for illuminating with the i-LED (kWh $m^{-2}$), $I_i$ = investment cost of the i-LED (US\$ $m^{-2}$), LS = life-span of i-LED (number of crops), and r = interest rate (% minimum retail rate; MRR). By definition, if $(B/C)_i > 1$, melon production with the i-LED is economically feasible, and the higher the B/C ratio, the higher the economic profitability. (applied from Saengtharatip et al., 2018).

Factors included in this equation were a LED module and its electricity consumption where chemicals, fertilizers, labor, seeds, other consumable goods, or else were omitted. Prices from this respective market in Bangkok, Thailand, at the time of the experiment (2022) were used for prices of melon ($P_o$ = US\$ 0.40 $kg^{-1}$) and electricity ($P_e$ = US\$ 0.1 $kWh^{-1}$). The investment cost and lifetime of LED (LS) for two LED types (Eco and Grow types) were $I_i$ = I = US\$ 2.8 and 8.9 $m^{-2}$; and 76.5 and 102.0, respectively. The interest rate varied greatly among countries and/or banks. During this study, minimum retail rate percentage (MRR) was represented to illustrate further investment even though MRR has been fluctuated due to economic status, while this case, $rI_i$ = 8% is used as average for all LED types. On the other hand, control was omitted since there is non-supplemental lighting was performed.

Sensitivity of cost performance estimation was determined by adjusting changes in any market price and depreciation cost of LED types, the B/C ratios of LED from any parameter in Equation [1] while fixing other parameters at its market values. In this study, sensitivity of melon price was revealed to represent market selling price perspective.

Statistical Analysis

Data were examined using the statistical software SPSS version 21.0 (SPSS, Chicago, IL, USA); the significance of mean differences was analyzed with Tukey's HSD test. The different letters indicate significant ($\rho \leq 0.05$) differences between treatments.

## Results and Discussion

Yield and fruit quality

Yield or fruit fresh weight shows no statistical difference either with or without LED inter-lighting (Figure 2A). Generally, required fresh weight for the Japanese type is not exceeded than 2.0 kg (Suwattanawongchai, 2019). Typically, fresh weight would be increased during the wet season due to under the ground surface water absorption (Bierhuizen, 1959). Controlling the drip irrigation in relation to soil water content nearby the greenhouse possibly be a next consideration factor since the irrigation is not circulated. Moreover, the cultivation grooves inside the greenhouse could be lifted or replaced with a gutter in order to maintain the irrigation circulation and protect other residue, however, investment cost of the material changing might be a crucial factor consideration.

The sweetness and AA exhibit its change after having the LED inter-lighting treatment (Figure 2B and 2C). TSS and AA of two different LED types show statistically different compared to the control. The sweetness is greater than 12 °Bx (the standard criteria) especially the Grow type increases the degree Brix greater than 13 °Bx which is not only being above the criteria (Figure 2B; Rooplor, 2020), but also an opportunity to increase its price as a premium quality (Yongkhampom, personal communication, April 11, 2022). The Grow type has greater sweetness than the Eco type while vice versa on the ascorbic acid content, nonetheless, the ascorbic acid content among LED

inter-lighting is not different (Figure 2C). In addition, the ascorbic acid content with LED inter-lighting, also known as vitamin C, in this study shows greater values compared to other commercial Japanese melons (data unpublished). Hence, producing a good Japanese net melon with great taste and high ascorbic acid would be a next step inside the greenhouse cultivation.

Obviously, DLI was increased under the treatments almost 20 mol $m^{-2}$ $cultivation^{-1}$ while the control was encountered with the lack-of-light condition almost 50 days. DLI inside the greenhouse could be reduced up to 40%, due to reflection and absorption of photons, by its infrastructure and material blocking or shading themselves (Hanan, 1998). Thus, the alternative supplementary lighting could be a small tricker for plant metabolism since the small amount of light could maintain chlorophyll content which leads to increase ascorbic acid content (Saengtharatip et al., 2018). Fertilizer enrichment has been well managed under the Liebig's law of minimum, perhaps, applying the law to other input in the photosynthetic equation, i.e., light and $CO_2$, shall open the next era of agricultural generation in Thailand.

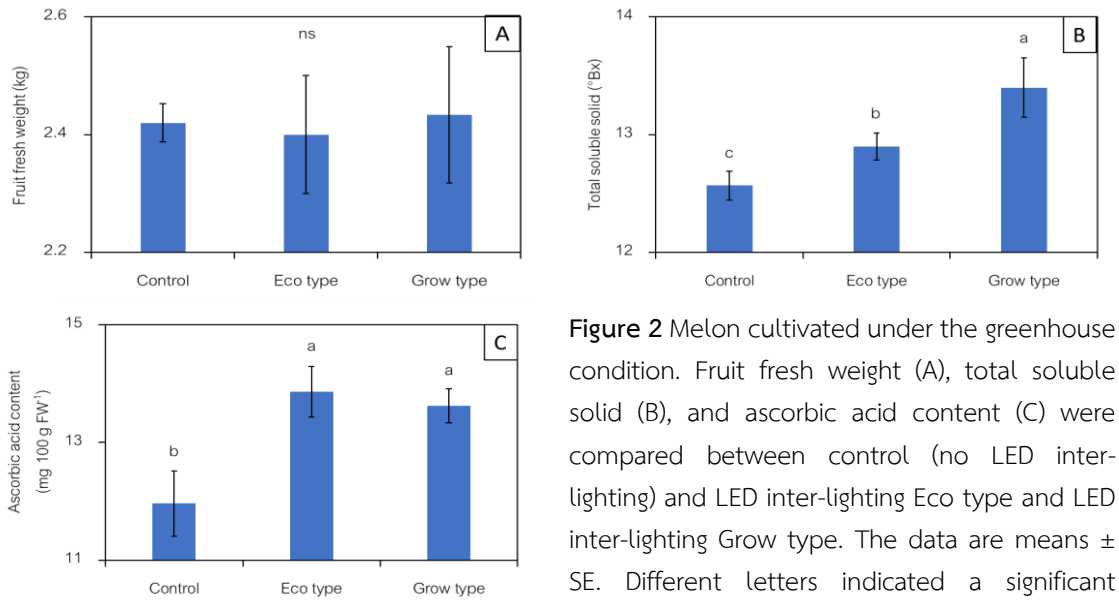



**Figure 2** Melon cultivated under the greenhouse condition. Fruit fresh weight (A), total soluble solid (B), and ascorbic acid content (C) were compared between control (no LED inter-lighting) and LED inter-lighting Eco type and LED inter-lighting Grow type. The data are means ± SE. Different letters indicated a significant difference between treatments (Tukey's HSD test, $\rho \leq 0.05$, n=3-6).

Cost performance estimation

The B/C ratio of melon production under two white LED types (Eco and Grow types), according to the prices prevailed in markets in Bangkok, Thailand, was greater than unity, which is 4.29 and 2.71 arbitrary unit, respectively. The numbers indicated that LED inter-lighting was greater than the break-even. Under this application aspect, using LED in the greenhouse was economically feasible. Certainly, the LED module investment cost and its LS are essence because of their illuminating period is obliged. Besides the expense, market price under any given period would be inevitably apprehended and unavoidable regarding the final benefit after harvesting. However, several LED types (different spectra), regardless investment and its LS, would be of interest, e.g., monochromatic LED, combination of blue-red LED (Amoozgar et al. 2017), or green LED (Saengtharatip et al., 2018) which had been proven to increase quantity and quality of fresh production.

Sensitivity of melon price estimation was changed (Figure 3). The declination of Eco and Grow types under the unity of 1 is 0.09 and 0.15 US$ $kg^{-1}$, respectively. The chosen melon price ($P_o$ = US$ 0.40 $kg^{-1}$) of the Equation [1] represents melon grade's price subtraction, in other word, a turning point of selling opportunity, i.e., from

undergrade to good grade in general market (Yongkhampom, personal communication, April 11, 2022). Thus, the performance numbers implied that there is a room of opportunity for greater benefit with LED inter-lighting application under Thai market, doubtfully under individual market ones. Finally, it should be noted, once again, that other resources used in the greenhouse are not considered in this study that need to be examined for attaining the overall resource-use efficiency.

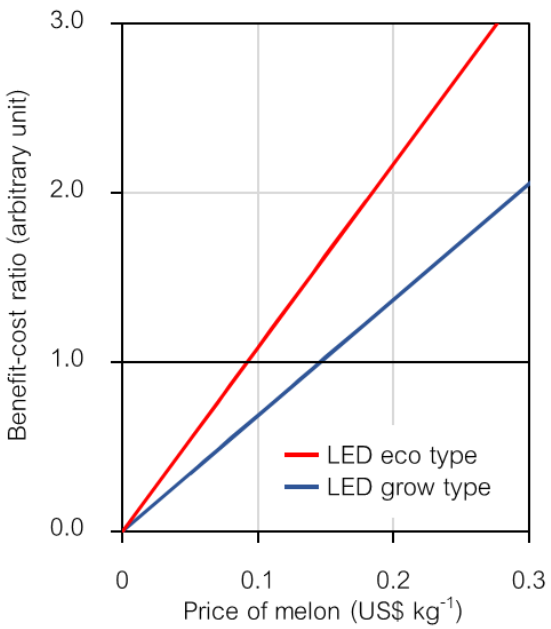



**Figure 3** Melon price sensitivity analysis changes in cost performance of 2 LED types (Eco type and Grow type) from LED inter-lighting application under the greenhouse condition. Measurement was used the benefit-cost ratio defined as per Equation [1], level of melon price ($P_o$) is defined with the prevailing market prices for the non-varying prices ($P_e$ = US$ 0.1 $kWh^{-1}$; and $I_i$= US$ 2.8 and 8.9 $m^{-2}$, Eco type and Grow type, respectively).

## Conclusion

The supplementary LED inter-lighting application underneath melon canopy in the greenhouse cultivation exhibits an ability to increase its flesh quality, i.e., sweetness and ascorbic acid content, whether LED Eco type or LED Grow type were placed. Proposedly, light, considered as one input from the photosynthetic equation, could reach the approach of the law of minimum further than nutrition. Furthermore, assurance of fruit quality and yield production would be challenged although other limiting factors are feasibly dynamic in terms of greenhouse management. Ultimately, the cost performance estimation discloses the economic feasibility aspect in the relation between yield and investment cost whether quantitative or qualitative parameters are preferable under its intrigue.

## Acknowledgement

Authors would like to express a special gratitude to Sirinan Suktawee, Specialists, National Food Institute for wonderful comments along the revision period.

## References

Amoozgar, A., Mohammadi, and Sabzalian, A.M.R. (2017). Impact of light-emitting diode irradiation on photosynthesis, phytochemical composition and mineral element content of lettuce cv. Grizzly. Photosynthetica. 55(1), 85–95.

Atala, E., Vasquez, L., Speisky, H., Lissi, E., and Lopez-Alarcon, C. (2009). Ascorbic acid contribution to ORAC values in berry extracts: An evaluation by the ORAC-pyrogallol red methodology. Food Chemistry, 113(1), 331-335.

Bierhuizen, J. F., and De Vos, N. M. (1959). The effect of soil moisture on the growth and yield of vegetable crops (No. 11). Institute for Land and Water Management Research.

Deram, P., Lefsrud, M. G., & Orsat, V. (2014). Supplemental lighting orientation and red-to-blue ratio of light-emitting diodes for greenhouse tomato production. HortScience,49(4),448-452. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.4.448

Diaz-Perez, JC. (2013). Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) crop as affected by shade level: Microenvironment, plant growth, leaf gas exchange, and leaf mineral nutrient concentration. HortScience 48, 175-182. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.2.175

Goto, E., & Ibaraki, Y. (2021). The Third Special Issue of The Horticulture Journal - Plant factory and modern greenhouse. The Horticulture Journal 90(2), 145-145 https://doi.org/10.2503/hortj.90.145.

Hanan, J. (1998). Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture, CRC Press, Boca Raton, Fla, p. 15–165.

Hernandez, R., & Kubota, C. (2016). Physiological responses of cucumber seedlings under different blue and red photon flux ratios using LEDs. Environmental and experimental botany, 121, 66-74. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.04.001

Kang, J. H., Krishnakumar, S., Atulba, S. L. S., Jeong, B. R., & Hwang, S. J. 2013. Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system. Horticulture, Environment, and Biotechnology 54, 501-509.

Kozai T., Niu G., & Takagaki. (2016). Plant factory an indoor vertical farming system for efficient quality food production. United States of America: Nikki Levy.

Lazar, T. (2003). Plant physiology THIRD EDITION: Sinauer Association; 3 edition.

Mapson, L. W., & Mawson, C. A. (1943). Stability of ascorbic acid in metaphosphoric acid extracts. Nature, 151(3825), 222-223.

Rooplor, R. (2020). Marketing management for success of the melon grower in Ban Nongkang community enterprise. RMUTSB Acad. J. (HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES), 167-178.

Saenjan, P., Garnier, B. J., & Maclean, P. A. (1990). Patterns of wet season rainfall in Northeast Thailand. In Seminar on Remote Sensing and GIS for Soil and Water Management. Khon Kaen (Thailand).

Saengtharatip, S., Lu, N., Takagaki, M., & Kikuchi, M. (2018). Productivity and cost performance of lettuce production in plant factory using various light-emitting-diodes of different spectra. ISSAAS Journal 24, 1-9.

Saengtharatip, S., Goto, N., Kozai, T., & Yamori, W. (2018). Green light penetrates inside crisp head lettuce leading to chlorophyll and ascorbic acid content enhancement. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Soilless Culture and VIII International 1273, 261-270

Soussi, M., Chaibi, T., Buchholz, M., & Saghrouni, Z. (2022). Comprehensive Review on Climate Control and Cooling Systems in Greenhouses under Hot and Arid Conditions. Agronomy 12, 626. https://doi.org/10.3390/agronomy12030626

Suwattanawongchai, B. (2019). ME MELON FARM Business plan. Master degree of Business Administration. Thammasat University.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# อิทธิพลของระยะปลูกและการให้น้ำต่อปริมาณผลผลิตและสารอัลลิอินในกระเทียม

# Influence of planting space and irrigation levels on yields and alliin in garlic

**นฤมล ดวงสีแก้ว[1], เบญญา มะโนชัย[1*], จุติภรณ์ ทัสสกุลพนิส[1] และ อรอุษา คำสุข[2]**
**Narumon Dungseekaew[1], Benya Manochai[1*], Jutiporn Thussagunpanit[1] and Ornusa Khamsuk[2]**

[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900*
[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900*
[2] *ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900*
[2] *Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** กระเทียม (*Allium sativum* L.) เป็นพืชเครื่องเทศที่มีสรรพคุณลดระดับไขมันในเลือด ซึ่งการเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิทำได้โดยการกระตุ้นความเครียดของพืช งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการเขตกรรม โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง 1) ผลของการกำหนดระยะปลูกแคบ (3x3 6x6 เซนติเมตร) และ 12x12 เซนติเมตร (ระยะปกติ) และ 2) การศึกษาการควบคุมปริมาณน้ำ (100 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์) เพื่อดูผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและสารอัลลิอินในกระเทียม วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized completely block design) โดยกำหนดให้จำนวนบล็อกเท่ากับจำนวนปัจจัยที่ศึกษา ดำเนินการในแปลงผลิตกระเทียม จังหวัดลำปาง 2 รอบการผลิต คือ รอบการผลิตที่ 1 อยู่ในช่วงวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 - 4 มีนาคม พ.ศ. 2565 และรอบการผลิตที่ 2 อยู่ในช่วงวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2564 – 8 เมษายน พ.ศ. 2565 จากการศึกษาพบว่าการใช้ระยะปลูกแคบทำให้มีผลผลิตรวมต่อพื้นที่สูงกว่า แต่หัวกระเทียมมีน้ำหนักลดลง มีขนาดเล็ก และ จำนวนกลีบแปรผันตามระยะปลูก และระยะปลูกไม่มีผลต่อปริมาณอัลลิอินทั้งสองรอบการผลิต 4.52-5.66 mg/$g_{fw}$ ในรอบกระเทียมเบา และ 5.54-6.28 mg/$g_{fw}$ ในรอบกระเทียมปี การให้น้ำไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตรวมทั้งสองรอบการผลิต ปริมาณการให้น้ำแปรผันตามจำนวนกลีบต่อหัว และการให้น้ำไม่มีผลต่อปริมาณอัลลิอินทั้งสองรอบการผลิต โดยมีค่าระหว่าง 5.82-6.60 mg/$g_{fw}$ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระยะปลูกแคบและการได้รับน้ำลดลงส่งผลต่อคุณภาพผลผลิต ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกรวมแตกต่างกันออกไปตามช่วงการเพาะปลูก แต่ไม่มีผลต่อปริมาณสารอัลลิอินที่เกี่ยวข้องกับความฉุนในกระเทียม
**คำสำคัญ:** กระเทียม; อัลลิอิน; ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ; เขตกรรม

**ABSTRACT:** Garlic (*Allium sativum* L.) is a culinary plant that can reduce blood cholesterol levels. Increasing the content of phytochemicals is achieved by inducing plant stress. This research aimed to study the effect of cultural practice divided into 2 experiments follow by 1) The effects of narrow plant spacing (3x3, 6x6 cm) compared with the common spacing (12x12 cm), and 2) The effect of the amount of water irrigation (100%, 75%, 50%, 25%) on yields and alliin content in garlic. The experiment was designed using a randomized complete block design by setting the block number equal to the factor studied and conducted in a garlic production field in Lampang province for 2 crops. Crop 1 was the first crop production between 20 November 2021 – 4 March 2022, Crop 2 was the second crop production on 15 December 2021 – 8 April 2022. The results showed that using narrow spacing resulted in higher yields per unit area, but lower bulb weight, small bulb size, and cloves varied by planting distance. The planting distance had no effect on allicin content in both production cycles, with values in the range. 4.52-5.66 mg/$g_{fw}$ in the early crop and 5.54-6.28 mg/$g_{fw}$ in the main crop. The amount of water irrigation did not affect the total yield in both production cycles. The amount of water supplied varied depending on the number of cloves per bulb, but it had no effect on the allicin content in both production cycles, with values ranging from 5.82-6.60 mg/$g_{fw}$ in the light crop and 5.33-6.15 mg/$g_{fw}$ in the main crop. The results indicated that narrow planting distances and minimal water irrigation had an impact on the quality but not the quantity of garlic produced, while it had no effect on the allicin content, a compound associated with garlic's pungency.
**Keywords:** garlic; alliin; antioxidant; cultural practice

[*] Corresponding author: benya.m@ku.th

**บทนำ**

กระเทียมเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและใช้เป็นยารักษาโรคมาเป็นระยะเวลายาวนาน คุณลักษณะที่สำคัญของกระเทียมคือรสชาติ ซึ่งสารประกอบหลักส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนที่ไม่ระเหยมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (thiosulfinates) สาร Alliin หรือ S-Ally-L-cysteine sulfoxide (ACSO) เป็นสารที่ไม่เสถียร ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้ เป็นสารตั้งต้นของ Allicin ซึ่งเป็นกลิ่นรสในกระเทียมที่โดดเด่น มีลักษณะเป็นน้ำมันเหลวสีเหลือง (Block et al., 1993; Martins et al., 2016; Selim et al., 2020) กระเทียมมีคุณค่าทางอาหารที่น่าสนใจ ในหัวกระเทียม 100 กรัม ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 30 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ และวิตามินซี นอกจากนี้ใบกระเทียมยังมีคุณค่าทางอาหารในกลุ่มวิตามินบี วิตามินซี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเบต้าแคโรทีน อีกด้วย (อรสา และ จิราภา, 2551) สารสำคัญที่พบในกระเทียม คือ สาร Allicin จะมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ก็ต่อเมื่อเมื่ออัลลิอินถูกย่อยด้วยเอนไซม์อัลลิเนสแล้วเปลี่ยนรูปเป็นอัลลิซินเท่านั้น (Farbman et al., 1993; Jonkers et al., 1999) มีรายงานว่ามักพบสารอัลลิซินประมาณ 3.4-4.6 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสดกระเทียม (Rybak et al., 2004) โดยพันธะไดซัลไฟด์จะทำปฏิกิริยากับโปรตีนและเอนไซม์ในจุลินทรีย์ จึงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ (Kyung, 2012) นอกจากนี้สาร Allicin ช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ผนังหลอดเลือด ช่วยลดการเกาะตัวของเกล็ดเลือด ทำให้การหมุนเวียนของเลือดดีขึ้น จึงสามารถลดความดันเลือดได้ (พิษณุ, 2555)

ปริมาณผลผลิตและพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากราคาจำหน่ายมีความผันผวน ต้นทุนการผลิตสูง และปัญหาเนื่องจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้ปริมาณผลผลิตกระเทียมลดลง (กรมวิชาการเกษตร, 2563) ข้อมูลจากเว็บไซต์สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี 2565 รายงานว่ามีการนำเข้ากระเทียมจากต่างประเทศประมาณ 40,721 ตัน มูลค่า 862 ล้านบาท หรือกิโลกรัมละ 21 บาท และส่งออกกระเทียมไทยประมาณ 1,745 ตัน มูลค่าประมาณ 91 ล้านบาท หรือประมาณกิโลกรัมละ 52 บาท เมื่อต้นปี 2566 กระเทียมไทยมีผลผลิตออกสู่ตลาดน้อยส่งผลให้ราคากระเทียมในประเทศปรับตัวสูงขึ้นจากปีก่อนกว่าเท่าตัว ถึงแม้กระเทียมไทยมีราคาสูงกว่ากระเทียมนำเข้าแต่ความต้องการใช้ในประเทศยังมีสูงและมีการส่งออกไปต่างประเทศอีกด้วย สาเหตุอาจเนื่องจากกระเทียมไทยมีลักษณะเด่น คือ มีกลิ่นและรสชาติดี เปลือกหนา สามารถเก็บไว้ได้นาน แตกต่างจากกระเทียมจีนมีหัวใหญ่ แกะกลีบง่าย กลิ่นไม่ฉุน เปลือกบาง อายุการเก็บรักษาสั้นกว่ากระเทียมไทย โดยกระเทียมที่แกะเปลือกออกเก็บไว้ได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ กนกพร (2553) รติยา และ สมเกียรติ (2555) รายงานว่า สาร Allicin ในหัวกระเทียมสด 4 ชนิด คือ กระเทียมเชียงใหม่ กระเทียมจีน กระเทียมโทน และกระเทียมศรีสะเกษ มีปริมาณเท่ากับ 12,973.5, 11,993, 6,755 และ 5,348 ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ากระเทียมไทยนอกจากความโดดเด่นด้านรสชาติแล้วยังมีศักยภาพด้านการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์หรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่กระเทียมไทยอีกด้านหนึ่งนอกเหนือการแข่งขันด้านราคาที่ไม่สามารถแข่งขันกับกระเทียมต่างประเทศได้

พื้นที่ผลิตกระเทียมในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ ปลูกได้เฉพาะในฤดูกาลผลิตเท่านั้น ฤดูกาลเพาะปลูกกระเทียมแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ อายุประมาณ 75-90 วัน กระเทียมที่ปลูกในรอบนี้เรียกว่ากระเทียมเบาหรือกระเทียมดอง ไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเนื่องจากหัวฝ่อเร็วจึงนิยมนำไปแปรรูปโดยการดอง และช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน อายุ 90-120 วัน เรียกว่ากระเทียมปี กระเทียมรุ่นนี้นิยมทำกระเทียมแห้งเนื่องจากเก็บไว้ได้นาน ใช้ระยะปลูกประมาณ 10x10 เซนติเมตร กระเทียมนับได้ว่าเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อย หลังจากปลูกการให้น้ำต่อ 1 ครั้ง เกษตรกรจะให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ระยะเวลานานประมาณ 10 นาที โดยในช่วงที่ปลูกเริ่มแรกจะมีการให้น้ำ ทุก 3-5 วัน หลังจากปลูกประมาณ 30 วัน จะให้น้ำทุก 7-10 วัน และ หลังปลูกประมาณ 60 วันจะให้น้ำทุก 15 วัน โดยเกษตรกรจะสังเกตอาการของพืช หากใบเริ่มเหี่ยวจะทำการให้น้ำทันที โดยไม่ได้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2556) และเมื่อกระเทียมแก่จัดหรือก่อนการเก็บเกี่ยวจะงดให้น้ำเป็นระยะเวลาประมาณ 2สัปดาห์ ลักษณะกระเทียมแก่จัดที่พร้อมเก็บเกี่ยวสังเกตุได้จาก ส่วนกลางลำต้นกระเทียมมีปุ่มพองขึ้นหรือสังเกตส่วนใบกระเทียมเริ่มแห้งตั้งแต่ปลายใบลงมาประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ใบหรือต้นกระเทียมเอนหักล้มนอนไปกับพื้นดิน 25 เปอร์เซ็นต์ หากเก็บเกี่ยวกระเทียมช้าเกินไปจะทำให้กลีบร่วงได้ง่าย

การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ การลดต้นทุนการผลิตกระเทียม รวมไปถึงการเพิ่มคุณภาพกระเทียม มีความเกี่ยวข้องกับการเขตกรรม ซึ่งมีรายงานว่าการจำกัดการให้น้ำส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญในพืชตระกูลเดียวกันหลายชนิด ได้แก่ หัวหอมพบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นในสภาวะแล้ง (Ghodke et al., 2018) หอมแดงพบว่ามีปริมาณสารอัลลิซินซึ่งเป็นสารสำคัญเพิ่มขึ้นตามระดับความเครียดจากการขาดน้ำ Yousefv et al. (2022) Nguyen et al. (2019) รายงานว่าขนาดหัวกระเทียมที่เพิ่มขึ้นมีผลเชิงลบต่อปริมาณสาร Allicin จากงานทดลองดังกล่าวรายงานประมาณ Allicin ที่ผลิตได้มีค่าระหว่าง 3.5-6.6 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ซึ่งค่ามาตรฐานสำหรับการทำยาคือ ไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และรายงานว่าปริมาณผลผลิตแปรผกผันกับปริมาณสาร Allicin ในบางพันธุ์ปลูก Taha et al. (2019) รายงานว่า ปริมาณผลผลิตกระเทียมจะแปรผันตามปริมาณน้ำที่ได้รับ 60, 80 และ 100

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Habuš Jerčić et al. (2023) รายงานว่าสภาวะขาดน้ำส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา กระบวนการเมตาบอลิซึมในพืช และลดปริมาณผลผลิตอย่างมาก สำหรับสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้ผลแตกต่างกันในบางพันธุ์ เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำกระเทียมจะมีปริมาณ sucrose เพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณกลูโคสลดลงอย่างมาก ในขณะที่ปริมาณอินนูลินเพิ่มขึ้นในพันธุ์ทนแล้ง แต่พันธุ์ไม่ทนแล้งมีปริมาณลดลงและได้สรุปไว้ว่าในกระเทียมพันธุ์ทนแล้งมีการสะสมอินนูลิน สารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและกรดอะมิโนอิสระ ซึ่งอาจเป็นกลไกหนึ่งของการทนแล้งของพันธุ์นี้ นอกจากนี้ผลผลิตของกระเทียมนั้นยังขึ้นอยู่กับ จำนวนต้นต่อพื้นที่ ระยะห่างระหว่างต้นและแถว Mujica-Rivero et al. (2015) พบว่าการปลูกกระเทียมที่ประเทศเวเนซุเอลาซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ที่มีความหนาแน่นต่ำ (33 ต้น/ตารางเมตร) และมีอัตราการให้ปุ๋ยสูง (100 กิโลกรัม/เฮกตาร์) ทำให้มีจำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ อัตราการสังเคราะห์แสงสูง Muneer และ คณะ (2017) พบว่าระยะห่างระหว่างต้น 5-11 เซนติเมตร ส่งผลให้กระเทียมมีพื้นที่ใบ ความสูงของต้น ขนาดหัว น้ำหนักสด และ น้ำหนักแห้งของหัวกระเทียม รวมไปถึงจำนวนกลีบต่อหัวดีที่สุด จากงานทดลองที่เกี่ยวข้องกับการจัดการระยะปลูกมีผลต่อปริมาณผลผลิต แต่ปริมาณสารสำคัญในกระเทียมยังไม่พบรายงาน แต่พบในการปลูกทารากอน ณ เมืองลูบลิน ประเทศโปแลนด์ โดย Nurzyńska-Wierdak and Zawiślak (2014) พบว่าการปลูกในระยะแคบ (40x40 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตพืชและปริมาณน้ำมันสูงกว่าการปลูกในระยะกว้าง (50x50 เซนติเมตร) แต่ระยะปลูกไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันต่อ 100 กรัมแห้ง ปริมาณแทนนิน และสารฟลาโวนอยด์ จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่า การปลูกในระยะแคบทำให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงกว่า โดยไม่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญ กรมวิชาการเกษตร (2563) รายงานว่า การปลูกกระเทียมในประเทศไทยจะปลูกกระเทียมโดยเตรียมแปลงปลูกกว้างประมาณ 1.2 เมตร ยาวตามสภาพพื้นที่ แปลงสูงประมาณ 20 เซนติเมตร ฝังกลีบกระเทียมลึกประมาณ 1 เซนติเมตร ให้น้ำสม่ำเสมอ ประมาณ 5-7 วัน/ครั้ง ระยะปลูก 15-20 x 15-20 เซนติเมตร ให้ปุ๋ยคอกรองพื้นระยะเตรียมดินประมาณ 2-3 ตัน/ไร่ ปุ๋ยเคมีสูตร 10-10-15 หรือ 13-13-21 อัตรา 50-100 กิโลกรัม/ไร่ คลุมฟางหนาประมาณ 2-3 นิ้ว เพื่อคุมการงอกของวัชพืชและควบคุมความชื้นในดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ระยะเวลาเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์ พันธุ์เบา 75-90 วัน พันธุ์กลาง 90-120 วัน พันธุ์หนัก 150 วัน และได้มีการรายงานว่าผลผลิตกระเทียมต่อไร่มีค่าประมาณ 440-1,170 กิโลกรัม/ไร่ ในปี 2562

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำกัดการให้น้ำแก่พืชส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตแต่ปริมาณสารสำคัญให้ผลแตกต่างกันไปตามพันธุ์ปลูกและสภาพพื้นที่ และงานทดลองในด้านการกำหนดระยะปลูกที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณผลผลิตโดยระยะปลูกแคบทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ผลต่อปริมาณสารสำคัญในกระเทียมยังพบข้อมูลน้อย ดังนั้นการศึกษาปริมาณน้ำที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตและการกำหนดระยะปลูกที่แตกต่างกันต่อปริมาณผลผลิตและปริมาณสารสำคัญในกระเทียม จะทำให้ทราบอิทธิพลของระดับการให้น้ำและระยะปลูกที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและสารสำคัญในกระเทียม ในกระเทียมที่ปลูกทั้ง 2 ช่วงการเพาะปลูก เพื่อนำข้อมูลไปใช้กำหนดแนวทางการผลิตกระเทียมเพื่อใช้ประโยชน์เชิงสุขภาพได้

## วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดลองในแปลงผลิตกระเทียม อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 2 รอบการผลิต โดยรอบการผลิตที่ 1 (กระเทียมเบา 20 พฤศจิกายน 2564 – 4 มีนาคม 2565; 104 วัน) รอบการผลิตที่ 2 (กระเทียมปี 15 ธันวาคม 2564 – 8 เมษายน 2565; 113 วัน) วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ Randomized Completely Block Design (RCBD) โดย แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และ สารสำคัญในกระเทียม ประกอบด้วย 3 ทรีตเมนต์ คือ ระยะปลูก 3 x 3, 6 x 6 และ 12 x 12 เซนติเมตร จำนวน 3 บล็อก (แปลงขนาด 2 x 20 เมตร แปลงย่อยขนาด 2 x 5 เมตร) การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และ สารสำคัญในกระเทียม ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ คือ การให้น้ำปกติ 100 เปอร์เซ็นต์ (เปิดสปริงเกลอร์ 10 นาที: ปริมาณน้ำที่ได้รับต่อครั้ง 3.75 ลิตร/ตารางเมตร) การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ (เปิดสปริงเกลอร์ 7 นาที 30 วินาที ปริมาณน้ำที่ได้รับต่อครั้ง 2.81 ลิตร/ตารางเมตร) การให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ (เปิดสปริงเกลอร์ 5 นาที ปริมาณน้ำที่ได้รับ 1.88 ลิตร/ตารางเมตร) และ การให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ (เปิดสปริงเกลอร์ 2 นาที 30 วินาที ปริมาณน้ำที่ได้รับ 0.94 ลิตร/ตารางเมตร) จำนวน 4 บล็อก เริ่มให้เมื่อกระเทียมอายุ 2 เดือนหลังปลูกเป็นต้นไป

การเตรียมพื้นที่เพาะปลูก โดยไถและสับดิน ยกร่องแปลง 2 x 20 ตารางเมตร ตากดินไว้ 1 สัปดาห์ ผสมปุ๋ยคอกอัตรา 2-3 ตัน/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีที่มีฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง สูตร 13-13-21 อัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งการให้เป็น 2 ครั้ง คือปุ๋ยรองพื้นตอนปลูก และภายหลังจากปลูกประมาณ 1 เดือน โดยการหว่าน ปลูกโดยฝังกลีบกระเทียมลึกเพียงครึ่งหนึ่งของกลีบ ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น และ ระหว่างแถวที่กำหนดไว้ จากนั้นคลุมฟาง และรดน้ำให้ชุ่ม การให้น้ำแปลงผลิตกระเทียม ระยะเวลาในการเปิดให้น้ำของเกษตรกรปกติจะให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที สำหรับพื้นที่การผลิตกระเทียม 1 ไร่ จะใช้น้ำประมาณ 6,000 ลิตรต่อครั้ง คิดเป็นการให้น้ำ 3.75 ลิตร/ตารางเมตร เปิดให้น้ำเป็นเวลา 10 นาที เฉลี่ยนาทีละ 0.375 ลิตร/ตารางเมตร โดยรอบการ

ผลิตที่ 1 ให้น้ำ 37 วัน รอบการผลิตที่ 2 ให้น้ำ 45 วัน เนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตนานกว่า คิดเป็นปริมาณน้ำสำหรับการผลิตรอบที่ 1 ปริมาณ 138.75 ลิตร/ตารางเมตร และ 168.75 ลิตร/ตารางเมตร ในรอบการผลิตที่ 2 ก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 2 สัปดาห์จึงงดการให้น้ำ ข้อมูลสภาพอากาศ ณ ช่วงเวลาปลูก ตลอดการเพาะปลูกกระเทียมในฤดูฝนมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 325 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 26.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในฤดูหนาวมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 314 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 26.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง 2 รอบการปลูกนี้มีความแตกต่างในด้านของสภาพความเข้มแสงสูงสูงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันเกือบ 2 เท่า โดยรอบการผลิตฤดูหนาวจะมีความเข้มแสงที่มากกว่าฤดูฝน (ฤดูฝน 1347.4 ฤดูหนาว 1961.4 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที) นอกจากนี้แล้วอุณหภูมิอากาศสูงสุดในรอบการผลิตช่วงฤดูหนาว (42.54 องศาเซลเซียส) เก็บเกี่ยวช่วงฤดูร้อนยังมีอุณหภูมิอากาศที่สูงกว่ารอบการผลิตฤดูฝน (40.12 องศาเซลเซียส) ถึง 2 องศาเซลเซียส ค่าแสดงใน Table 3 เก็บเกี่ยวผลผลิตและบันทึกข้อมูล ปริมาณผลผลิตรวมแสดงในหน่วย น้ำหนักสดต่อตารางเมตร (กิโลกรัม/ตารางเมตร) โดยน้ำหนักสดเป็นน้ำหนักของกระเทียมทั้งต้นซึ่งบันทึกผลทันทีหลังจากเก็บเกี่ยว หลังจากแขวนผึ่งกระเทียมจนแห้งในที่ร่มเป็นเวลา 2 เดือนจึงบันทึกข้อมูล น้ำหนักหัว (กรัม) ขนาดหัว (เซนติเมตร) จำนวนกลีบต่อหัว วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และสารอัลลิอิน (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด)

**การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH scavenging activity**

สกัดตัวอย่างกระเทียมสดโดยนำกลีบที่แกะเปลือกออกแล้วบดให้ละเอียดด้วยโกร่งโดยใช้ตัวทำละลายเป็นเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน กระเทียม 5 กรัม ต่อเอทานอล 10 มิลลิลิตร ในหลอดพลาสติกปริมาตร 15 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 4500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Kim et al. (2016) โดยขั้นตอนการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระตามวิธีการของ Kondo et al. (2002) โดยใช้สาร DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 400 ไมโครโมลาร์ ละลายในเอทานอล 70เปอร์เซ็นต์ บัฟเฟอร์ MES pH 6.0 ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ และ 30 เปอร์เซ็นต์เอทานอล นำสารสกัดกระเทียม ปริมาตร 72 ไมโครลิตร ที่ระดับการเจือจาง 0.2 0.1 0.05 กรัม/มิลลิลิตร ผสมกับ DPPH, บัฟเฟอร์ MES buffer และ 30 เปอร์เซ็นต์เอทานอล อัตรา 1:1:1 ปริมาตร 72 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา แล้วนำตัวอย่างไปวัดด้วยเครื่อง microplate reader ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร และ นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟเพื่อหาค่า 50 เปอร์เซ็นต์ Effective Concentration ($EC_{50}$) หรือ ค่าความเข้มข้นหรือค่าประสิทธิภาพของสารที่ใช้ในการต้านออกซิเดชันได้ร้อยละ 50 โดยใช้ DPPH เป็นสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบ ซึ่งจะแทนค่า y = 50 ในสมการเส้นตรงที่ได้จากการสร้างกราฟ จะได้ค่า x คือ ความเข้มข้นที่ทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลง

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Radical scavenging) = $[(A_{520}\text{blank} - A_{520}\text{sample})/ A_{520}\text{blank}] \times 100$

$A_{520}$blank = ค่าการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 520 nm

$A_{520}$sample = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดผสมกับสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 520 nm

**การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวม**

สกัดสารตามวิธีการสกัดเช่นเดียวกับการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นำสารสกัดที่ได้วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม ตามวิธีการของ Müller et al. (2010) โดยเตรียมสารมาตรฐาน 10 เปอร์เซ็นต์ กรดแกลลิก เจือจาง 5 ความเข้มข้น ได้แก่ 0.0005 0.00025 0.000125 0.0000625 0.00003125 กรัม/มิลลิลิตร นำสารสกัดที่เจือจางด้วยน้ำปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับ Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent ที่เจือจางกับน้ำอัตราส่วน 1:10 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต (75 กรัม/ลิตร) 75 ไมโครลิตร ผสมใน microplate ตั้งไว้ที่อุณภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง ในที่มืด จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 740 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก เป็นสารประกอบฟีนอลิกรวม (กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด)

**การวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิอิน**

สกัดตัวอย่างกระเทียมสด โดยนำกระเทียมแกะเปลือกออก ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าไมโครเวฟ ที่กำลังไฟ 500 วัตต์ นาน 1 นาที ทุก ๆ 10 วินาที นำออกมาเพื่อตรวจสอบเนื้อสัมผัสนิ่มและไม่มีกลิ่นฉุนและรอให้ให้เย็นลงจึงนำไปชั่งน้ำหนัก นำไปสกัดด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 1 โดยคำนวนจาก (คำนวณปริมาณตัวทำละลาย = [(น้ำหนักกระเทียม (กรัม) $_{\text{ก่อนอบ}}$ – น้ำหนักกระเทียม (กรัม) $_{\text{หลังอบ}}$) + น้ำหนักกระเทียม (กรัม) $_{\text{ก่อนอบ}}$] บดให้ละเอียดด้วยโกร่ง ใส่ในหลอดทดลองพลาสติก ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 4500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แยกสารละลายใส เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณอัลลิอิน

วิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิอิน โดยนำสารสกัดที่เตรียมไว้เจือจางด้วยน้ำ 50 เท่า นำไปกรองผ่านตัวกรองเนื้อไนลอน 0.2 ไมโครเมตร(VertiClean NYLON) นำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณอัลลิอินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High-Performance Liquid Chromatography; HPLC) เครื่อง HPLC รุ่น Waters e2695 Separations module, Alliance และคอลัมน์ AQUASIL C18 ขนาด 4.6x150 มิลลิเมตร, 5 ไมโครเมตร 03DA-E421 mobile phase 0.005 เปอร์เซ็นต์ Trifluoroacetic acid flow อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตร/นาที นาน 15 นาที อ่านค่าที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร ควบคุมอุณหภูมิคอลัมน์ที่ 25 องศาเซลเซียส Hirata et al. (2016); Ichikawa et al. (2006) นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานของอัลลิอิน ±L-Alliin ที่ 3 ความเข้มข้น (0.05, 1.0 และ 0.2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) รายงานผลเป็นปริมาณสารอัลลิอิน (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด) โดยพีคของสารอัลลิอินจะปรากฏที่ 3.05-3.17 นาที ดัง **Figure 1**

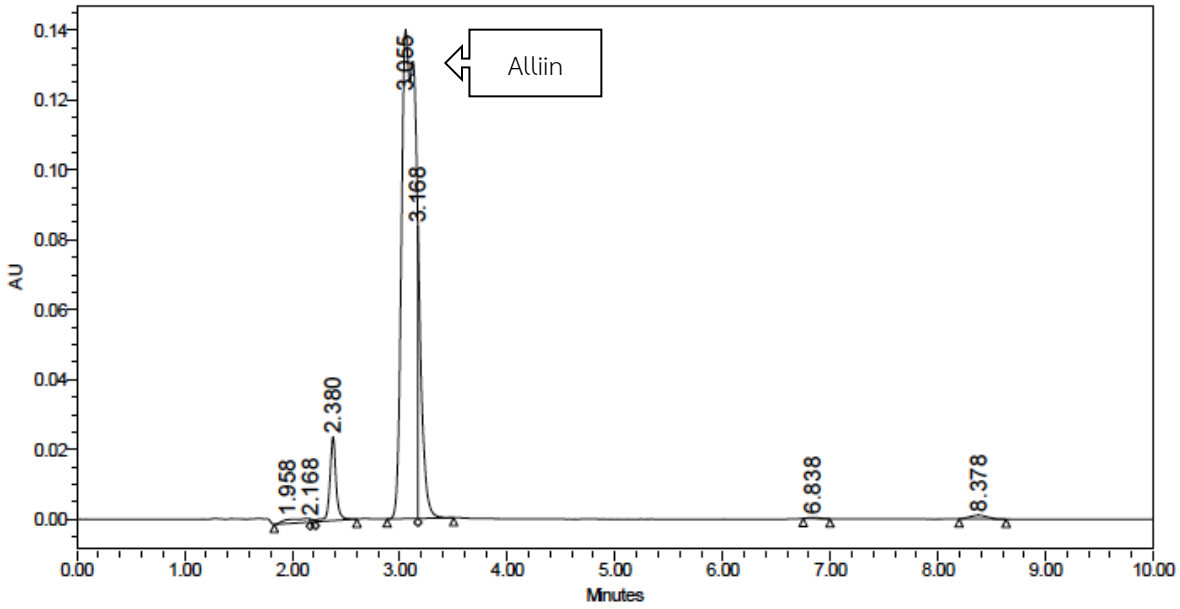



**Figure 1** Chromatogram of alliin standard on column AQUASIL C18, 4.6x150 mm, absorbance 420 nm, 1.0 ml/min using gradient elution condition, 25 µl was injected.

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ศึกษาโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**อิทธิพลของระยะปลูกต่อ ปริมาณผลผลิต และ สารสำคัญในกระเทียม**

รอบการผลิตที่ 1 อยู่ในช่วงวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 - 4 มีนาคม พ.ศ. 2565 (ฤดูผลิตกระเทียมเบา) ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดต่อพื้นที่แสดงในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งต้นและนำมาชั่งเป็นข้อมูลน้ำหนักสดต่อพื้นที่ พบว่าระยะปลูกมีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิต น้ำหนักหัว ขนาดหัว จำนวนกลีบ ในรอบการผลิตที่ 1 ปริมาณผลผลิตแปรผกผันกับระยะปลูก โดยการใช้ระยะปลูกแคบทำให้ได้จำนวนต้นมากกว่าจึงทำให้ได้ผลผลิตรวมทั้งแปลงต่อพื้นที่ปลูกมากกว่าโดยการใช้ระยะปลูก 12x12 เซนติเมตร ให้ผลผลิตรวมเพียง 1.26 กิโลกรัม/ตารางเมตร ในขณะที่ระยะปลูก 6x6 และ 3x3 ให้ผลผลิตรวมมากถึง 1.76 กิโลกรัม/ตารางเมตร แต่การใช้ระยะปลูกแคบแม้ว่าผลผลิตรวม/พื้นที่จะสูงแต่จะส่งผลกระทบต่อน้ำหนักส่วนบริโภคหรือส่วนของหัวกระเทียมที่ลดลง เนื่องจากแก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ รวมไปถึงแสง ในขณะที่การใช้ระยะปลูกกว้างจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าจึงทำให้มีน้ำหนักหัวมากกว่า โดยการใช้ระยะปลูก 12x12 เซนติเมตร ทำให้น้ำหนักหัวกระเทียม มีน้ำหนัก 7.26 กรัม/หัว ในขณะที่ระยะปลูก 6x6 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัว 3.17 กรัม/หัว และระยะปลูก 3x3 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัว 2.24 กรัม/หัว นอกจากนี้แล้วขนาดหัวกระเทียมยังแปรผันตามระยะปลูก คือ การใช้ระยะปลูกแคบทำให้ขนาดหัวเล็กที่สุด (19.43 มิลลิเมตร) ระยะปลูก 6x6 และ 12x12 เซนติเมตร มีขนาดเท่ากับ 20.85 และ

29.22 มิลลิเมตร ตามลำดับ และจำนวนกลีบยังแปรผันตามระยะปลูก คือ การใช้ระยะปลูกแคบทำให้มีจำนวนกลีบน้อย (4.21 กลีบ/หัว) รองลงมาคือระยะปลูก 6x6 และ 12x12 เซนติเมตร มีจำนวนกลีบเท่ากับ 6.76 กลีบ/หัว และ 12.06 กลีบ/หัว ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Ahmed et al. (2017); Fakhar et al. (2019) พบว่าการกำหนดระยะห่างระหว่างแถวปลูกที่กว้างส่งผลให้กระเทียมสร้างหัวที่มีขนาดใหญ่และภายในประกอด้วยกลีบจำนวนมาก จึงสรุปได้ว่าระยะปลูก 12x12 เซนติเมตรให้ผลผลิตในส่วนบริโภคคือหัวกระเทียมดีที่สุด ทั้งน้ำหนักหัว ขนาด และจำนวนกลีบ สอดคล้องกับรายงานของ Muneer et al. (2017); Fakhar et al. (2019) พบว่าการเพิ่มระยะห่างระหว่างต้นส่งผลให้น้ำหนักหัวกระเทียมมีค่ามากเนื่องจากได้รับแสง ธาตุอาหารที่เพียงพอ ลดการแก่งแย่งอาหารระหว่างต้นพืช จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต เนื่องด้วยแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ระยะห่างระหว่างต้นพืชที่กว้างทำให้พืชได้รับความเข้มแสงที่เหมาะสม ใบจึงแผ่กว้าง สามารถสร้างอาหารจากใบและย้ายอาหารไปสะสมส่วนหัวใต้ดินได้ดีส่งผลให้มีน้ำหนักหัวกระเทียมมากขึ้น

ในด้านอิทธิพลของระยะปลูกต่อปริมาณสารสำคัญ ในรอบการผลิตที่ 1 พบว่า ระยะปลูกมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ($p<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารอัลลิอิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแปรผกผันกับระยะปลูก โดยระยะปลูกแคบทำให้กระเทียมปกติมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าระยะปลูก 6x6 และ 12x12 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าแสดงใน Table 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างระยะปลูกในหัวกระเทียม มีค่าระหว่าง 0.15-0.17 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด ส่วนปริมาณสารอัลลิอินพบว่า ไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารอัลลิอิน โดยมีค่าระหว่าง 4.52-5.66 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด

รอบการผลิตที่ 2 อยู่ในช่วงวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2564 – 8 เมษายน พ.ศ. 2565 (ฤดูผลิตกระเทียมปี) ระยะปลูกไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตในรอบการผลิตที่ 2 แต่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักหัวกระเทียม ขนาดหัว และจำนวนกลีบต่อหัว โดยปริมาณผลผลิตในรอบการผลิตที่ 2 มีปริมาณผลผลิตรวมลดลงแตกต่างจากรอบการผลิตที่1 เนื่องจากเก็บเกี่ยวในระยะแก่จัดน้ำหนักส่วนเหนือดินสูญหายไปมากประกอบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดยังค่อนข้างสูงกว่ารอบการผลิตที่ 1 จึงมีการสูญเสียน้ำของส่วนเหนือดิน จึงไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ มีปริมาณผลผลิตรวมระหว่าง 0.50-0.66 กิโลกรัม/ตารางเมตร การปลูกในระยะแคบ 3x3 เซนติเมตร ทำให้ได้น้ำหนักหัวกระเทียมลดลง (4.94 กรัม/หัว) แตกต่างจากระยะปลูก 6x6 และ 12x12 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวกระเทียมเท่ากับ 6.14 และ 6.45 กรัม/หัว ตามลำดับ ขนาดหัวกระเทียมสัมพันธ์กับระยะปลูก โดยระยะปลูกปกติ 12x12 เซนติเมตร ทำให้มีขนาดหัวใหญ่ที่สุด (28.19 มิลลิเมตร) รองลงมาคือระยะ 6x6 และ 3x3 มีขนาดหัวเท่ากับ 26.10 มิลลิเมตร และ 24.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากข้อมูลพบว่ากระเทียมในรอบการผลิตที่ 2 ในระยะปลูกปกติจะมีขนาดหัวเล็กว่ารอบการผลิตที่ 1 แต่การปลูกในระยะแคบทำให้มีขนาดหัวในรอบการผลิตที่ 2 ใหญ่กว่า อาจเนื่องจากอายุการเก็บเกี่ยวที่มากกว่า และสภาพอากาศในช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 17.6 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าในช่วงฤดูฝน 19.18 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 องศาเซลเซียส ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการสะสมอาหารและการพัฒนาของหัวกระเทียมที่ดีกว่า และจำนวนกลีบแปรผันตามระยะปลูก คือ การใช้ระยะปลูกแคบ ทำให้มีจำนวนกลีบน้อย (4.23 กลีบ/หัว) รองลงมาคือระยะปลูก 6x6 และ 12x12 เซนติเมตร มีจำนวนกลีบเท่ากับ 6.43 และ 8.93 กลีบ/หัว ตามลำดับ

ปริมาณสารสำคัญในรอบการผลิตที่ 2 พบว่า ระยะปลูกมีอิทธิพลต่อ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ($p<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณสารอัลลิอิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า ระยะปลูก 6x6 เซนติเมตร ในกระเทียมปกติแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (329.46 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) แตกต่างกับระยะปลูก 3x3 เซนติเมตร แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 353.73 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งเป็นฤทธิ์ต้านที่น้อยที่สุดเนื่องจากใช้สารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้นสูงกว่า และระยะปลูก 12x12 เซนติเมตร แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ไม่แตกต่างจากระยะปลูกทั้งสอง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมพบว่า ระยะปลูก 6x6 และ 12x12 เซนติเมตร (0.15 และ 0.14 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าการใช้ระยะปลูก 3x3 เซนติเมตร (0.12 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด) ปริมาณสารอัลลิอินพบว่า ไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารอัลลิอิน มีค่าระหว่าง 5.54-6.28 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด

**อิทธิพลของปริมาณน้ำต่อ ปริมาณผลผลิต และ สารสำคัญในกระเทียม**

รอบการผลิตที่ 1 อยู่ในช่วงวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 - 4 มีนาคม พ.ศ. 2565 (ฤดูผลิตกระเทียมเบา) ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดต่อพื้นที่แสดงในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งต้นและนำมาชั่งเป็นข้อมูลน้ำหนักสดต่อพื้นที่ พบว่ากระเทียมที่ปลูกโดยได้รับน้ำปกติ (100 เปอร์เซ็นต์) ได้รับน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.95-1.12 กิโลกรัม/ตารางเมตร ปริมาณผลผลิตมีแนวโน้มแปรผันตามปริมาณน้ำที่ได้รับ ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองให้น้ำแก่พืชในปริมาณที่แตกต่างกันพบว่าพืชหลายชนิดปริมาณผลผลิตจะแปรผันตามปริมาณน้ำที่ให้ เมื่อถึงจุดหนึ่งหากให้น้ำเพิ่มขึ้นแต่กลับส่งผลให้ผลผลิตลดลง จุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกใช้เป็นค่าการใช้น้ำของพืชที่เหมาะสม (วิบูลย์, 2526) และเมื่อ

พิจารณาน้ำหนักส่วนหัวกระเทียมพบว่า กระเทียมที่ได้รับปริมาณน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักหัวกระเทียม (11.32 กรัม/หัว) สูงกว่ากระเทียมที่ได้รับน้ำปกติ (6.44 กรัม/หัว) และได้รับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ (7.03 กรัม/หัว) และ 25 เปอร์เซ็นต์ (6.30 กรัม/หัว) ตามลำดับ อาจเนื่องมากจากกระเทียมเป็นพืชที่ไม่ได้ต้องการน้ำมากประกอบกับช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนทีมากอยู่แล้วเมื่อให้น้ำที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ อาจจะกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตในส่วนเหนือดินมากกว่าจึงมีปริมาณผลผลิตรวม/พื้นที่มากกว่าเนื่องจากน้ำหนักของส่วนลำต้นและใบ ในขณะที่การให้น้ำระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ อาจเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและสะสมน้ำหนักหัวกระเทียมที่ดีกว่า ปริมาณน้ำยังส่งผลให้ขนาดหัวกระเทียมสัมพันธ์เช่นเดียวกับน้ำหนักหัวกระเทียมอีกด้วย และเมื่อพิจารณาจำนวนกลีบกระเทียมในร่วมด้วยพบว่า จำนวนกลีบกระเทียมต่อหัวสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ได้รับ โดยกระเทียมที่ได้รับน้ำปกติมีจำนวนกลีบสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น (10.61 กลีบ/หัว) รองลงมาคือกระเทียมที่ได้รับน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ (9.63 กลีบ/หัว) 50 เปอร์เซ็นต์ (8.51 กลีบ/หัว) และ 25 เปอร์เซ็นต์ (8.65 กลีบ/หัว) ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากระเทียมที่ปลูกและได้รับปริมาณน้ำปกติทำให้ผลผลิตสดสูง แต่มีน้ำหนักหัวต่ำและมีกลีบจำนวนมาก ซึ่งน้ำหนักที่มากอาจเป็นน้ำหนักจากส่วนเหนือดินที่มีการเจริญเติบโตดีเมื่อได้รับน้ำปกติ จึงส่งผลให้มีกลีบจำนวนมากตามส่วนหนือดิน แต่กลับมีกลีบที่ขนาดเล็ก (0.60 กรัม/กลีบ) แตกต่างจากกระเทียมที่ได้รับน้ำ 75เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักหัวกระเทียมสูงกว่า ทรีตเมนต์อื่น และมีจำนวนกลีบน้อยกว่าต้นที่ได้รับน้ำปกติ แสดงให้เห็นว่ากระเทียมมีกลีบใหญ่ (1.17 กรัม/กลีบ) เมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมที่ได้รับน้ำปกติ หรือในกระเทียมที่ได้รับปริมาณน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 25 เปอร์เซ็นต์ แม้จะมีน้ำหนักหัวกระเทียมไม่แตกต่างจากกระเทียมที่ได้รับน้ำปกติ แต่มีจำนวนกลีบน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่ากลีบกระเทียมจากการได้รับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดกลีบที่ใหญ่กว่ากระเทียมที่ได้รับน้ำปกติจะมีน้ำหนักประมาณ 0.82 กรัม/กลีบ และ 0.72 กรัม/กลีบ ตามลำดับ

ในด้านปริมาณสารสำคัญในรอบการผลิตที่ 1 พบว่า กระเทียมที่ได้รับปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ($p<0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณอัลลิอิน โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะแปรผกผันกับปริมาณน้ำที่ได้รับ โดยกระเทียมที่ได้รับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (123.59 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) รองลงมาคือกระเทียมที่ได้รับน้ำ 25, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 231.92 278.32 และ 324.95 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานว่าการขาดน้ำส่งผลกระทบต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกระเทียมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความสูงต้น จำนวนใบ และน้ำหนักต้นมีค่าลดลงแต่รากกลับมีความยาวมากขึ้น เนื่องจากมีการปรับตัวหยั่งรากลึกเพื่อน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มศักยภาพในการต้านอนุมูอิสระ จะเห็นว่าพืชมีกลไกการเอาชนะกับความเครียดในระดับปานกลางได้โดยไม่มีความเสียหายร้ายแรงต่อระบบการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ยังมีการตอบสนองต่อการขาดน้ำในทางชีวเคมีที่เชื่องโยงกับกระบวนการสะสมของสารอินนูลิน กรดอะมิโนบางชนิด ลดการสะสมปริมาณซูโครสในใบ แล้วเคลื่อนย้ายไปสะสมในส่วนหัวใต้ดินแทน (Habuš Jerčić et al., 2023) เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกให้ผลสอดคล้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยการได้รับน้ำลดลงทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Wakchaure et al. (2023) ได้กล่าวว่าการขาดน้ำในหัวหอมใหญ่เป็นปัญหาต่อปริมาณผลผลิตและการเก็บรักษาคุณภาพในระยะยาว ซึ่งความเครียดจากการขาดน้ำนั้นจะส่งผลให้เกิดการส่งสัญญาณต่าง ๆ ภายในเซลล์ มีการสร้างและสะสมสารเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นกลไกการป้องกันตัวของพืชภายใต้สภาวะเครียด เช่น TSS โปรตีน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม เป็นต้น โดยเมื่อได้รับน้ำ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (0.21 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด) ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารฟีนอลิกรวม (0.18 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด) รองลงมา และการได้รับน้ำปกติมีปริมาณน้อยที่สุด (0.15 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด) การได้รับน้ำในปริมาณที่ต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณสารอัลลิอินโดยมีค่าระหว่าง 5.82-6.59 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด เมื่อพิจารณาปริมาณสารสำคัญในกระเทียมในภาพรวมแล้วพบว่า กระเทียมที่ปลูกในรอบที่ 1 ที่ได้รับปริมาณน้ำลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ของการให้น้ำปกติจะทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในกระเทียมเพิ่มมากกว่าต้นที่ได้รับน้ำปกติ 45.2 เปอร์เซ็นต์ และยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกระเทียมปกติโดยมีฤทธิ์เพิ่มขึ้น 2.63 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมที่ได้รับน้ำปกติ แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณอัลลิอิน

รอบการผลิตที่ 2 อยู่ในช่วงวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2564 – 8 เมษายน พ.ศ. 2565 (ฤดูผลิตกระเทียมปี) ผลการทดลองพบว่าการให้น้ำระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตสด มีปริมาณผลผลิตระหว่าง 0.32-0.45 กิโลกรัม/ตารางเมตร ซึ่งปริมาณผลผลิตในรอบที่ 2 มีปริมาณน้อยกว่ารอบที่ 1 เนื่องจากเก็บเกี่ยวผลผลิตช้า เนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวนมีพายุฤดูร้อนเข้าในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตทำให้อากาศร้อนอบอ้าวและชื้นสัมพันธ์กับรายงานสภาพอากาศใน **Table 3** อุณหภูมิสูงสุด 44.35 ความชื้นสูงสุด 95.35 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องเลื่อนการเก็บเกี่ยวออกไป และก่อนหน้าพายุฤดูร้อนเข้า สภาพอากาศในช่วงดังกล่าวมีอุณหภูมิในช่วงเดือนที่ใกล้เก็บเกี่ยวสูงส่งผลให้กระเทียมเข้าสู่การพักตัวเร็วขึ้น (แก่เร็ว) ทำให้ส่วนเหนือดินแห้งไวน้ำหนักผลผลิตจึงลดลงแตกต่างจากรอบที่ 1 ที่เข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวช้า อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตมีแนวโน้มลดลงแปรผันตามปริมาณน้ำที่ได้รับซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับรอบที่ 1 เมื่อพิจารณาน้ำหนักหัวกระเทียมพบว่าการให้น้ำที่แตกต่างกันส่งผลต่อน้ำหนักหัวกระเทียม โดยในรอบการผลิตที่ 2 การได้รับน้ำปกติ (100

เปอร์เซ็นต์) จะทำให้มีน้ำหนักหัวกระเทียมสูงที่สุด 8.87 กรัม/หัว และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกระเทียมที่ได้รับน้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักหัวกระเทียม 8.65 กรัม/หัว รองลงมาได้แก่กระเทียมที่ได้รับน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักหัวกระเทียม 8.12 และ 7.05 กรัม/หัว ตามลำดับ เมื่อพิจารณาน้ำหนักหัวกระเทียมในกลุ่มที่ได้รับปริมาณน้ำปกติในรอบที่ 2 จะมีน้ำหนักหัวมากกว่ากระเทียมในรอบที่ 1 แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักผลผลิตรวมที่หายไปไม่มีผลต่อน้ำหนักหัวกระเทียม อย่างไรก็ตามการซื้อขายกระเทียมโดยทั่วไปเป็นการชั่งน้ำหนักสดผลผลิตที่รวมทั้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน ดังนั้นการเก็บเกี่ยวช้า (แก่จัด) ส่วนเหนือดินหายไปถึงแม้ว่าส่วนหัวกระเทียมจะมีน้ำหนักย่อมส่งผลกระทบต่อราคาจำหน่าย จำนวนกลีบกระเทียมในรอบผลิตที่ 2 มีจำนวนผลผลิตสูงกว่ารอบที่ 1 และมีแนวโน้มการตอบสนองต่อการได้รับปริมาณน้ำสอดคล้องกับรอบที่ 1 คือ จำนวนกลีบกระเทียมจะแปรผันตามปริมาณน้ำที่ได้รับ โดยกระเทียมที่ได้รับน้ำปกติมีจำนวนกลีบกระเทียมสูงที่สุด มีจำนวน 12.20 กลีบ/หัว รองลงมาได้แก่ การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีจำนวนกลีบ 10.73 9.81 และ 8.25 กลีบ/หัว ตามลำดับ

ปริมาณสารสำคัญในรอบที่ 2 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกระเทียมที่ผลิตในรอบที่ 2 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่ารอบที่ 1 และการให้น้ำแปรผกผันกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยแปลงที่ได้รับน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในขณะที่การได้รับน้ำ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 423.52, 456.98 และ 494.66 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในรอบการผลิตที่ 2 พบว่า การให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้กระเทียมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด มีค่า 0.56 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด แตกต่างจากการได้รับน้ำที่ระดับอื่นๆ ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าระหว่าง 0.12-0.14 กรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักสด เมื่อพิจารณาปริมาณอัลลิอิน พบว่าการให้น้ำที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อปริมาณสารอัลลิอินในกระเทียมทั้งสองรอบการผลิต มีปริมาณสารระหว่าง 5.33-6.15 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด

**สรุป**

ระยะปลูกมีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตรวม คุณภาพผลผลิต ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิก แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณสารอัลลิอินทั้ง 2 รอบการผลิต ผลผลิตส่วนที่นำไปบริโภคในส่วนของน้ำหนักหัวกระเทียมแปรผันตามระยะปลูก แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอกลิกสัมพันธ์กับระยะปลูกแตกต่างกันออกไปตามช่วงการเพาะปลูก การปลูกระยะชิดทำให้จำนวนต้นมากจึงส่งผลให้มีผลผลิตต่อพื้นที่สูง แต่ขนาดหัวจะเล็กลง อาจจะไม่เหมาะกับการส่งเสริมให้ปลูกเพื่อทำกำไร เนื่องด้วยต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอาจไม่คุ้มค่าต่อการผลิต ขนาดหัวที่เล็กลง น้ำหนักเบา จำนวนกลีบน้อย ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ไม่เหมาะกับการมัดจุกขาย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการผลิตกระเทียมไทยคือ ระยะปลูก 12x12 เซนติเมตร ทั้ง 2 รอบการผลิต

ระดับการให้น้ำที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตในส่วนที่ใช้บริโภค (ส่วนหัวกระเทียม) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิก แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณสารอัลลิอินทั้ง 2 รอบการผลิต และให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณผลผลิตรวมที่จำหน่ายในแปลง การได้รับน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีหัวใหญ่ จำนวนกลีบน้อย ในรอบการผลิตที่ 1 แต่การได้รับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ในรอบการผลิตที่ 1 แต่รอบการผลิตที่ 2 การได้รับน้ำปกติทำให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่า และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง แต่ปริมาณสารประกอปฟีนอลิกสูงพบในการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อการผลิตกระเทียมไทยคือ การให้น้ำที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการผลิตกระเทียมในฤดูฝน (รอบการผลิตที่ 1) ในขณะที่การผลิตกระเทียมในฤดูหนาว (รอบการผลิตที่ 2) ควรให้น้ำในระดับปกติ 100 เปอร์เซ็นต์

ระยะปลูกและระดับการให้น้ำที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลผลิตกระเทียมในด้านน้ำหนัก, ขนาด และจำนวนกลีบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้ง 2 รอบการผลิต

ระยะปลูกและระดับการให้น้ำที่แตกต่างกัน มีผลต่อการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอกลิกแตกต่างกันออกไปตามช่วงการเพาะปลูก แต่กลับไม่มีผลต่อปริมาณสารอัลลิอินในหัวกระเทียมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งสองรอบการผลิตกระเทียม

**คำขอบคุณ**

โครงการวิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ปีงบประมาณ พ.ศ.2564 ภายใต้โครงการ การเพิ่มปริมาณผลผลิตกระเทียมโทนโดยใช้เทคนิคการเขตกรรมและสารควบคุมการเจริญเติบโต

**Table 1** Garlic yields and yield components in different planting spaces for 2 crops

| Parameter | Total yield per area ($Kg/m^2$) | | Bulb weight (g) | | Bulb size (mm) | | Clove no. per bulb | | $EC_{50}$ (mg/ml) | | Phenolic ($g_{GAE}/g_{fw}$) | | Alliin ($mg/g_{fw}$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] |
| 3x3 cm | 1.76 a | 0.66 | 2.24 c | 4.94 b | 19.43 c | 24.40 c | 4.21 c | 4.23 c | 278.87 a | 353.73 b | 0.149 | 0.116 b | 4.515 | 5.538 |
| 6x6 m | 1.76 a | 0.50 | 3.17 b | 6.14 a | 20.85 b | 26.10 b | 6.76 b | 6.43 b | 334.30 b | 329.46 a | 0.145 | 0.145 a | 5.659 | 6.101 |
| 12x12 cm | 1.26 b | 0.50 | 7.26 a | 6.45 a | 29.22 a | 28.19 a | 12.06 a | 8.93 a | 387.35 c | 334.55 ab | 0.172 | 0.136 a | 5.215 | 6.282 |
| **F-test** | * | ns | * | * | ** | ** | * | * | ** | * | ns | * | ns | ns |
| **C.V.(%)** | 13.00 | 31.74 | 22.43 | 28.76 | 9.17 | 11.07 | 35.75 | 28.00 | 8.77 | 4.77 | 60.47 | 15.42 | 21.72 | 12.14 |

[1/] first crop production 20 November 2021 – 4 March 2022, [2/] second crop production 15 December 2021 – 8 April 2022

*, ** indicate significant difference among planting spaces at P<0.05 and P<0.01, respectively and ns indicates not significant differences

**Table 2** Garlic yields and yield components in different irrigation levels for 2 crops.

| Parameter | Total yield per area ($Kg/m^2$) | | Bulb weight (g) | | Bulb size (mm) | | Clove no. per bulb | | $EC_{50}$ (mg/ml) | | Phenolic ($g_{GAE}/g_{fw}$) | | Alliin ($mg/g_{fw}$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] | C1[1/] | C2[2/] |
| 100% | 1.12 | 0.45 | 6.44 b | 8.87 a | 27.01 c | 30.49 a | 10.61 a | 12.20 a | 324.95 d | 384.67 a | 0.146 c | 0.143 b | 6.084 | 5.929 |
| 75% | 1.05 | 0.40 | 11.32 a | 8.12 b | 28.73 a | 29.40 b | 9.63 b | 10.73 b | 278.32 c | 423.52 b | 0.177 b | 0.120 b | 5.958 | 6.151 |
| 50% | 1.00 | 0.37 | 7.03 b | 7.05 c | 27.84 b | 28.03 c | 8.51 c | 9.81 c | 123.59 a | 456.98 bc | 0.212 a | 0.560 a | 5.823 | 6.136 |
| 25% | 0.95 | 0.32 | 6.30 b | 8.65 a | 27.17 bc | 30.52 a | 8.65 c | 8.25 d | 231.92 b | 494.66 c | 0.211 a | 0.134 b | 6.595 | 5.329 |
| **F-test** | ns | ns | * | * | ** | ** | * | * | ** | * | * | * | ns | ns |
| **C.V.(%)** | 11.01 | 26.16 | 57.60 | 28.44 | 14.04 | 12.13 | 20.47 | 18.51 | 9.47 | 7.05 | 22.75 | 80.80 | 15.24 | 23.48 |

[1/] first crop production 20 November 2021 – 4 March 2022, [2/] second crop production 15 December 2021 – 8 April 2022

*, ** indicate significant difference among planting spaces at P<0.05 and P<0.01, respectively and ns indicates not significant differences

**Table 3** Air temperature, relative humidity, and light conditions during plant growth in the field

| | | rainy season (C1[1/]) | | | | | winter season (C2[2/]) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| parameter | Month | November | December | January | February | March | December | January | February | March | April |
| PPFD | min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (μmol/m²/s) | average | 324 | 459 | 408 | 211 | 223 | 459 | 408 | 211 | 264 | 226 |
| | max | 343 | 2266 | 1967 | 1152 | 1009 | 2266 | 1967 | 1152 | 2201 | 2221 |
| Air | min | 30.6 | 16.4 | 14.5 | 15.6 | 18.8 | 16.4 | 14.5 | 15.6 | 21.4 | 20.1 |
| Temperature | average | 30.7 | 24.4 | 23.9 | 25.7 | 29.3 | 24.4 | 23.9 | 25.7 | 30.9 | 28.0 |
| (celsius) | max | 30.9 | 39.5 | 41.1 | 43.4 | 45.7 | 39.5 | 41.1 | 43.4 | 46.1 | 42.6 |
| Relative | min | 52.9 | 35.9 | 34.2 | 32.7 | 31.9 | 35.9 | 34.2 | 32.7 | 34.7 | 39.3 |
| Humidity | average | 53.9 | 73.9 | 77.3 | 74.8 | 72.0 | 73.9 | 77.3 | 74.8 | 71.0 | 73.1 |
| (%) | max | 55.0 | 94.8 | 99.1 | 97.1 | 96.5 | 94.8 | 99.1 | 97.1 | 95.9 | 94.8 |

[1/] first crop production 20 November 2021 – 4 March 2022, [2/] second crop production 15 December 2021 – 8 April 2022

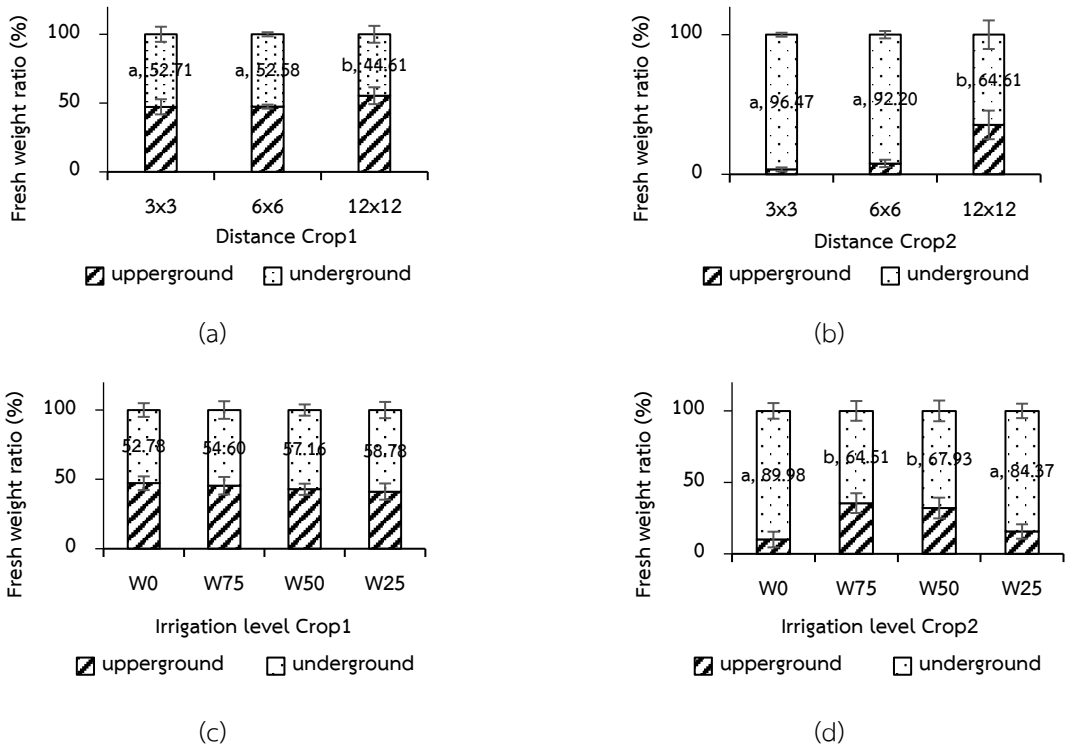



**Figure 1** Graph represents fresh weight ratio between upper ground and underground garlic under different experiments and crop production periods (a) Experiment 1 Planting space Crop 1; (b) Experiment 1 Planting space Crop 2; (c) Experiment 2 Irrigation levels Crop 1; (d) Experiment 2 Irrigation levels Crop 2 by the first crop production started on 20 November 2021 – 4 March 2022 and the second crop production started on 15 December 2021 – 8 April 2022

**เอกสารอ้างอิง**

กนกพร หมีแก้ว. 2553. การวิเคราะห์การจัดการธุรกิจค้าส่งกระเทียมในจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่โดยใช้ตัวแบบห่วงโซ่แห่งคุณค่า. วิทยานิพนธ์ ปริญญาบริหารธุรกิจ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

กรมวิชาการเกษตร. 2556. องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น Smart officer พืชผัก เห็ด. สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, นนทบุรี.

กรมวิชาการเกษตร. 2563. สถานการณ์กระเทียม. แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/hort/wpcontent/uploads/2020/07/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8 %81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%81%E0%B8%A3 %E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1_%E0 %B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%B2%E0%B8%84%E0%B8%A1-63.pdf. ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2566.

พิษณุ สุขแก้ว. 2555. ผลของธาตุอาหารอายุเก็บเกี่ยวและสภาพการเก็บรักษาต่อปริมาณอัลลิซินในกระเทียม *(Allium sativum* L.). วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

รติยา ธุวพาณิชยานันท์ และสมเกียรติ ปรัชญาวรากร. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการศึกษาหาแนวทางการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับผลิตกระเทียมผง (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

อรสา ดิสถาพร และจิราภา จอมไธสง. 2551. การศึกษาแนวทางการบริหารจัดการสินค้ากระเทียม สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร. หน้า 11-15

Ahmed, I., M.A. Khan, N. Khan, N. Ahmed, A. Waheed, F. Y. Saleem, S. Khan, and S. Aslam. 2017. Impact of plant spacing on garlic rust (Puccinia allii) bulb yield and yield component of garlic (Allium sativum). Pakistan Journal of Agricultural. 30(4): 380-385.

Block, E., S. Naganathan, D. Putman, and S.H. Zhao. 1993. Organosulfur chemistry of garlic and onion: recent results. Pure and applied chemistry. 65(4): 625-632.

Farbman, K.S., E.D. Barnett, G.R. Bolduc, and J. Klein. 1993. Antibacterial activity of garlic and onions: a historical perspective. Pediatr Infect DisJ 12:613–614.

Fakhar, F., A. Biabani, M. Zarei, and A.N. Moghadam. 2019. Effects of cultivar and planting spacing on yield and yield components of garlic (Allium sativum L.). Italian Journal of Agronomy. 14(2). 108-113.

Ghodke, P., P. Andhale, U. Gijare, A. Thangasamy, Y. Khade, V. Mahajan, and M. Singh. 2018. Physiological and biochemical responses in onion crop to drought stress. Int J Curr Microbiol App Sci. 7(1): 2054-2062.

Habuš Jerčić, I., A. Bošnjak Mihovilović, A. Matković Stanković, B. Lazarević, S. Goreta Ban, D. Ban, N. Major, I. Tomaz, Z. Banjavćić, and S. Kereša. 2023. Garlic ecotypes utilise different morphological, physiological and biochemical mechanisms to cope with drought stress. Plants. 12(9): 1824.

Hirata, S., M. Abdelrahman, N. Yamauchi, and M. Shigyo. 2016. Characteristics of chemical components in genetic resources of garlic Allium sativum collected from all over the world. Genetic resources and crop evolution. 63: 35-45.

Ichikawa, M., J. Yoshida, N. Ide, T. Sasaoka, H. Yamaguchi, and K. Ono. 2006. Tetrahydro-β-carboline derivatives in aged garlic extract show antioxidant properties. The Journal of nutrition. 136(3): 726-731.

Jonkers, D., I.V. Dooren, C. Thijs, E. Dorant, G. Hageman, and E. Stobberingh. 1999. Antibacterial effect of garlic and omeprazole on Helicobacter pylori. J Antimicrob Chemother 43:837–839.

Kim, G.-H., Y. Duan, S.-C. Lee, and H.-S. Kim. 2016. Assessment of antioxidant activity of garlic (Allium sativum L.) peels by various extraction solvents. 한국유화학회지, 33(1): 204-212.

Kondo, S., K. Tsuda, N. Muto, and S. Nakatani. 2002. Changes in antioxidant activity during fruit development in citrus fruit. Horticultural Research (Japan).

Kyung K.H. 2012. Antimicrobial properties of Allium species. Curr Opin Biotechnol. 23:142–147.

Martins, N., S. Petropoulos, and I.C. Ferreira. 2016. Chemical composition andbioactive compounds of garlic (Allium sativum L.) as affected by pre- and post-harvest conditions. A review. Food Chemistry. 211, 41-50.

Mujica-Rivero, H., M.P. de Camacaro, and M.E. Sanabria. 2015. Efecto de la densidad de siembra y la nutrición potásica sobre los componentes de crecimiento en ajo morado. Agronomía Trop, 65(3-4):139-149.

Müller, L., S. Gnoyke, A.M. Popken, and V. Böhm. 2010. Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. LWT-Food Science and Technology. 43(6): 992-999.

Muneer, N., M. Hussain, M.J. Ahmad, N. Khan, N. Hussain, and B. Hussain. 2017. Effect of planting density on growth, yield and quality of garlic at Rawalakot, Azad Kashmir. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 10(1): 42-51.

Nguyen, B., B. Wehr, T. O'Hare, H. Hong, N. Menzies, and S. Harper. 2019. The relationship between bulb yield and allicin concentration in garlic varieties. Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings. 36(1): 28.

Nurzynska-Wierdak, R., and G. Zawislak. 2014. Herb yield and bioactive compounds of tarragon Artemisia dracunculus L.) as influenced by plant density. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus, 13(2).

Rybak, M.E., E.M. Calvey, and J.M. Harnly. 2004. Quantitative determination of allicin in garlic: supercritical fluid extraction and standard addition of alliin. J Agric Food Chem 52:682–687.

Selim, M.A., E.M. Fawzy, E.M. Abd El-Rahman, R.S.A. Hady, M.S. Badr, and E.F.A. Hamed. 2020. Evaluation of the effect of some medicinal plants on cultured Trichomonas Vaginalis. The Journal of Infection in Developing Countries. 14(7): 793-799.

Taha, N.M., S.H. Abd-Elrahman, and F.A. Hashem. 2019. Improving yield and quality of garlic (Allium sativum L.) under water stress conditions. Middle East J. Agric. Res, 8(1): 330-346

Wakchaure, G.C., P.S. Khapte, S. Kumar, P.S. Kumar, L. Sabatino, and P. Kumar. 2023. Exogenous Growth Regulators and Water Stress Enhance Long-Term Storage Quality Characteristics of Onion. Agronomy, 13(2): 297.

Yousefv, P., Y. Sohrabi, G. Heidari, W. Weisany, and A. Mastinu. 2022. Salicylic acid stimulates defense systems in allium hirtifolium grown under water deficit stress. Molecules, 27(10), 3083.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การวิเคราะห์ฟลาโวนอยด์ในละอองเรณูของมะเขือเทศที่ได้รับความเครียดจากความร้อน

# Analysis of flavonoids in tomato pollen under heat stress

**ราชิญา ทับจันทร์[1] , อัจฉรา แพมณี[2] และ เจนจิรา ดวงจิต[1*]**

**Rachiya Thabchan[1], Atchara Paemanee[2] and Janejira Duangjit[1*]**

[1]*ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900*
[1]*Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand*
[2]*ศูนย์โอมิกส์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120*
[2]*National Omics Center (NOC), National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Pathum Thani 12120, Thailand*

**บทคัดย่อ:** ในปัจจุบันพืชเกิดความเครียด ซึ่งมีสาเหตุมาจากภาวะโลกร้อนสามารถแสดงอาการทางกายภาพ อย่างเช่น การม้วนใบ, การชราภาพ, การเปลี่ยนสี, การงอกเมล็ดลดลง, การเจริญเติบโตของพืชช้าลง และการลดผลผลิต และเช่นเดียวกันกับในมะเขือ-เทศที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอยู่ในช่วง 19°C ถึง 25°C อุณหภูมิที่สูงกว่านี้เพียงเล็กน้อยอาจส่งผลให้เกิดผลกระทบที่ร้ายแรง คือ การทำให้คุณภาพของละอองเรณูลดลงซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลงตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเทคโนโลยีเมตาโบโล-มิกส์เพื่อศึกษาสารเมตาโบไลต์ในอับเรณูและละอองเรณู เพื่อให้มีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับสารที่เกี่ยวข้องกับความทนทานต่ออุณหภูมิสูงในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ในมะเขือเทศ 2 พันธุ์ปลูกที่เจริญในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่ พันธุ์ปลูกทนร้อน (Heat tolerance: HT) และไม่ทนร้อน (Heat intolerance: HI) ปลูกที่สภาพแวดล้อมปกติและในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 42 °C นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีประสิทธิภาพสูง (Vanquish UHPLC) ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวิเคราะห์มวล (Q-Exactive HF-X Orbitrap MS, Thermo Scientific) จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์สารด้วยด้วยโปรแกรม Compounds discoverer โดยเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล mzCloud Search, Predicted compounds, Chemspider, mzVault, และ Metabolika จากนั้นนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis: PCA) หรือการวิเคราะห์แบบจัดกลุ่ม (cluster analysis) แล้วพบว่าสารในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ 4 ชนิด ได้แก่ genistein, kaempferol, naringenin, และ quercetin ที่มีปริมาณสูงในละอองเรณูที่ได้รับอุณหภูมิสูง

**คำสำคัญ :** ความเครียด; เทคโนโลยีเมตาโบโลมิกส์; มะเขือเทศ; ฟลาโวนอยด์; ละอองเรณู

**Abstract:** At present, the stress in plants caused by global warming can manifest in physical symptoms such as leaf curling, senescence, discoloration, reduced seed germination, slow plant growth, and a reduction in productivity. The same is true for tomatoes, where the optimum growing temperature ranges from 19°C to 25°C. Even slightly higher temperatures can have disastrous consequences, reducing the quality of pollen and resulting in a decrease in yield. Therefore, this research uses metabolomics to study and comprehend the metabolites in the pollen and anthers. To more thoroughly understand the components associated with high-temperature tolerance in tomato male reproductive organs, two cultivars that grown in different environments are included: heat-tolerant (HT) and heat-intolerant (HI) cultivars. These cultivars can be grown in normal environmental conditions and in controlled greenhouse conditions with a maximum temperature of 42°C. The analysis was conducted using the highly efficient Ultra Performance Liquid Chromatography (Vanquish UHPLC) connected to a mass analyzer (Q-Exactive HF-X Orbitrap MS, Thermo Scientific). The obtained results were further analyzed using the Compounds Discoverer software, which was compared with databases such as mzCloud Search, Predicted compounds, Chemspider, mzVault, and Metabolika. After conducting the analysis using principal component analysis (PCA) or cluster analysis, it was found that the substances in the flavonoid group included four types: genistein, kaempferol, naringenin, and quercetin. These substances were found to have high levels in the particles exposed to high temperatures.

**Keywords:** stress; metabolomics; tomato; flavonoid; pollen

## บทนำ

มะเขือเทศจัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae ซึ่งมีมากกว่า 3,000 สายพันธุ์ ประกอบด้วยพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากมาย เช่น มันฝรั่ง มะเขือม่วง พิทูเนีย ยาสูบ พริก พืชในวงศ์นี้มีความโดดเด่นในด้านความหลากหลายทางสัณฐานวิทยา (Weese and Bohs,

* Corresponding author: janejira.d@ku.th

2007) มะเขือเทศอุดมไปด้วยวิตามินเอ (ไลโคปีน) และวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคมะเร็ง โรคหัวใจ และหลอดเลือด (Rao and Agarwal, 2000) มะเขือเทศเป็นพืชผักที่นิยมนำมาบริโภค และใช้ในทางอุตสาหกรรมจึงนิยมนำมาเป็นพืชผักที่ปลูกอย่างแพร่หลายเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากมันฝรั่ง (FAOSTAT 2005; http://faostat.fao.org )

ความเครียดจากสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการผลิตพืชผลทั่วโลก (Mittler, 2006) เช่นเดียวกับในมะเขือเทศที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 19 °C ถึง 25 °C (Hurd and Cooper, 1970) นอกจากนี้ความเครียดจากอุณหภูมินี้มีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลไม้ เช่น การแตกของผล การเกิดโรคก้นผลเน่า ผลไม่สุก (Abdul-baki, 1991) การผลิตมะเขือเทศเกิดได้จากการปฏิสนธิของไข่ของเพศเมียและละอองเรณูของเพศผู้ ซึ่งการพัฒนาของละอองเรณูเกิดขึ้นภายในดอกบริเวณอับเรณู (Honys et al., 2006) อับเรณูถือเป็นเนื้อเยื่อค้ำจุนที่ให้ละอองเรณูที่มีเมตาบอไลต์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาของเรณู (Pacini, 1996) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการอยู่รอดของมะเขือเทศภายใต้ความเครียดจากความร้อน และละอองเรณูนับเป็นจุดอ่อนที่สุด เนื่องจากมีความเสี่ยงต่ออุณหภูมิสูง ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตมะเขือเทศลดลง (Bokszczanin et al., 2013)

โดยปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีเมตาโบโลมิกส์ (Metabolomics Technology) มาใช้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีภายในละอองเรณู โดยผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบข้อมูลการวิเคราะห์สารเมตาโบไลต์โดยรวม เรียกว่า “เมตาโบโลม” (metabolome) (Wishart and D.S., 2008) ซึ่งเป็นเคมีวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูง เพื่อให้ได้ข้อมูลเมตาโบโลมตามที่ต้องการและการประมวลผลข้อมูลที่ได้ด้วยเทคนิคทางเคโมเมตริกซ์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หารูปแบบและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลเมตาโบโลมระหว่างตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติหลายตัวแปร (Skov et al., 2014) โดยเทคนิคทางเคมีวิเคราะห์ที่นิยมนำมาใช้ในการศึกษาทางเมตาโบโลมิกส์ ได้แก่ นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (Trimigno et al., 2015; Laghi et al., 2014) และ แมสสเปกโทรเมตรี ซึ่งนิยมใช้ร่วมกับเทคนิคการ แยกสาร เช่น แก๊สโครมาโตรกราฟฟี/แมสสเปกโทรเมตรีหรือ ลิควิดโครมาโตกราฟฟี/แมสสเปกโทรเมตรี (Herrero et al., 2011; Castro-Puyana and Herrero, 2013) โดยสามารถวิเคราะห์สารเมตาบอไลต์แบบไม่จำเพาะเจาะจง จึงสามารถลดขั้นตอนและความยุ่งยากในการเตรียมตัวอย่างและมีความละเอียดสูงจึงให้ข้อมูลครอบคลุมชนิดของสารที่เป็นองค์ประกอบจำนวนมากในรูปแบบของเมตาโบโลม หรือลายพิมพ์เมตาโบไลต์ (Cuadros-Rodríguez et al., 2016) ซึ่งต้องอาศัยการประมวลผลด้วยเทคนิคทางเคโมเมตริกซ์ (Ren et al., 2015) เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลเมตาโบโลมระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติหลายตัวแปร เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก หรือการวิเคราะห์แบบจัดกลุ่ม (Ebbels, 2011)

ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีบทบาทในการพัฒนาพืชในฐานะ ROS scavengers และอาจทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมภายใต้ความเครียดจากสิ่งแวดล้อม สารกลุ่มนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ เช่น ฟลาโวนอล ฟลาโวน ไอโซฟลาโวน และแอนโทไซยานิน (Agati et al., 2012; Brunetti et al., 2013) เป็นต้น ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการงอกของละอองเกสรและกระตุ้นการยืดตัวของหลอดละอองเรณู โดยละอองเรณูส่วนใหญ่จะมีการสะสมของฟลาโวนอลในระดับที่สูงมาก (Wiermann and Gubatz, 1992) จากการวิเคราะห์ทางพันธุกรรม ละอองเรณูมีฟลาโวนอลตั้งแต่กำเนิดเป็นสปอโรไฟต์ (sporophyte) โดยฟลาโวนอยด์ถูกสังเคราะห์ในชั้นเฉพาะของเซลล์สารอาหารที่พบในอับละอองเรณูที่เรียกว่าทาพีตัม (tapetum) และปล่อยเข้าไปในช่องอับละอองเรณู (locule) จนพัฒนาเป็นแกมีโตไฟต์เพศผู้ (male gametophyte) (Vogt and Taylor 1995; Xu et al., 1996) ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้นำเทคโนโลยีเมตาโบโลมิกส์เพื่อศึกษาสารเมตาโบไลต์ในอับเรณูและละอองเรณู เพื่อให้มีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับสารที่เกี่ยวข้องกับความทนทานต่ออุณหภูมิสูงในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ในมะเขือเทศ 2 พันธุ์ปลูกที่เจริญในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่ พันธุ์ปลูกทนร้อน (Heat tolerance: HT) และไม่ทนร้อน (Heat intolerance: HI) ปลูกที่สภาพแวดล้อมปกติและในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 42 °C.

## วิธีการศึกษา

### ตัวอย่างและสารเคมี

นำละอองเกสรของมะเขือเทศ 2 พันธุ์ปลูก ได้แก่ มะเขือเทศ SNP008 (Seedathip 4) และ SNP045 (Sun Cherry) ที่มีความมีชีวิตของละอองเรณูในสภาวะร้อนอยู่ที่ 68.3% และ 9.25% ตามลำดับ โดยปลูกพันธุ์ปลูกละ 3 ต้นในสภาพแวดล้อมปกติและในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 42 °C และอับละอองเรณูมะเขือเทศถูกเก็บจากมะเขือเทศที่ระยะ P (polarized microspore) จากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 °C และนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dry) (Paupière et al.,(2017c), น้ำปราศจากไอออน (deionized water LC-MS grade) (Sigma-Aldrich, Canada), Acetonitrile LC-MS grade (J. T Baker, USA), Methanol LC-MS grade (J. T Baker, USA), Formic acid LC-MS grade (Fisher chemical, Belgium)

### การเตรียมสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน

เตรียมเมทานอล 70% โดยปริมาตร โดยมีสารมาตรฐาน 2 ตัว ได้แก่ 4-Chloro-L-Phenylalanine (Sigma-aldrich, Germany) เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับใช้เป็นตัวทำละลาย เติมตัวทำละลายที่เตรียมไว้ใส่ในตัวอย่างละอองเรณูมะเขือเทศในอัตราส่วน 8 ไมโครลิตรต่อมิลลิกรัม บดย่อยตัวอย่างด้วยเครื่องทิชชูไลเซอร์ (TissueLyser II, QIAGEN, Germany) ที่ 25 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 15 นาที นำไปสั่นสะเทือนด้วยคลื่นอัลตราโซนิค 10 นาที จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 17,000 g 10 นาที แล้วเก็บสารละลายส่วนบน แล้วนำไปเจือจาง 2 เท่า ทำการกรองสารละลายด้วย filter 0.22 µm แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมทรี (Mass spectrometry) ระบบ Q Exactive™ HF-X Hybrid Quadrupole-Orbitrap

**การวิเคราะห์สารด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมทรี**

การวิเคราะห์เมตาโบไลต์ในตัวอย่างละอองเรณูของมะเขือเทศ ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี่ประสิทธิภาพสูง Ultra Performance Liquid Chromatography (Vanquish UHPLC) ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวิเคราะห์มวล (Q-Exactive HF-X Orbitrap MS, Thermo Scientific) ที่ต่อเข้ากับคอลัมน์โครมาโตกราฟี ชนิด C18 Hypersil GOLD™ Vanquish (Particle size 1.9 µm C18 LC Column 100 x 2.1 mm, Thermo Scientific) อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส มีเฟสเคลื่อนที่ A (mobile phase A) คือ น้ำที่มีกรดฟอร์มิก 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเฟสเคลื่อนที่ B (mobile phase B) คือ อะซิโตไนไตรล์ที่มีกรดฟอร์มิก 0.1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการไหลเท่ากับ 350 ไมโครลิตรต่อนาที UHPLC gradient เริ่มด้วย mobile phase B เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นเพิ่มความเข้มข้น mobile phase B ไปจนถึง 90 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 10 นาที และคงไว้ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 นาที และลดความเข้มข้นของ mobile phase B เป็น 5 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 0.5 นาที และคงไว้ 6.5 นาที มวลของสารได้รับการวิเคราะห์ด้วย Full MS/dd-$MS^2$ mode (Top n)

**การวิเคราะห์สารด้วยโปรแกรม Compounds discoverer**

ในการวิเคราะห์นี้จะใช้ Compounds discoverer สำหรับคาดการณ์ชนิดของสารเคมีองค์ประกอบ โดยเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล mzCloud Search, Predicted compounds, Chemspider, mzVault, และ Metabolika

**ผลการศึกษา**

จากการทดลองพบว่าสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบจากการศึกษาเมตาโบโลมิกส์แบบไม่จำเพาะเจาะจงมี 4 ชนิด ได้แก่ เจนิสติน (genistein), แคมพ์เฟอรอล (kaempferol), นารินเจนิน (naringenin) และ เควอซิทิน (quercetin) ผู้ศึกษาพบว่าสารที่มีการเพิ่มขึ้นในอับละอองเรณูเมื่อต้นมะเขือเทศได้รับความเครียดจากความร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส ได้แก่เจนิสตินอันจะเห็นได้ว่าสารชนิดนี้มีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้นมากทั้งใน HI42 และ HT42 เมื่อเทียบกับ HI และ HT โดยที่ HI42 มีปริมาณของเจนิสตินสูงกว่า HT42 นอกจากนั้นพบว่า แคมพ์เฟอรอล, นารินเจนิน, และเควอซิทิน มีปริมาณสูงกว่าใน HI เมื่อเทียบกับ HT โดยที่นารินเจนิน และเควอซิทินมีปริมาณลดลงในอับละอองเรณูเมื่อต้นมะเขือเทศได้รับความเครียดจากความร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส และในทางตรงกันข้ามแคมพ์เฟอรอลมีปริมาณสูงขึ้นในอับละอองเรณูที่ได้รับความเครียดจากความร้อนใน HI

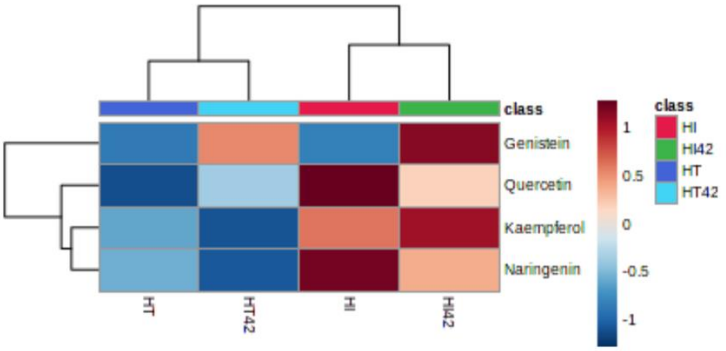



**Figure 1** Heatmap showing the differences in levels of flavonoid in pollen grain of tomato a color-coded bar represents the value of the metabolite intensity in pollen samples. Colored based on changes of metabolites, red represents high correlation whereas blue represents low correlation.

**วิจารณ์**

เจนิสตินเป็นไอโซฟลาโวน (isoflavone) ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเกิด tyrosine kinase ซึ่งส่งผลให้ไม่เกิดการงอกและการเจริญของหลอดละอองเรณู โดยที่เจนิสตินทำให้เกิดการจัดระเบียบใหม่ (reorganization) ของแอกตินในหลอดละอองเรณูซึ่งส่งผลเสียต่อการงอก (Zi et al., 2007) จะเห็นได้ว่าเมื่อมะเขือเทศได้รับความเครียดจากความร้อนไม่ว่าจะเป็นในพันธุ์ทนร้อนหรือไม่ก็ตาม ล้วนแต่ส่งผลให้เจนิสตินมีปริมาณที่มากขึ้นทำให้ยับยั้งการเกิด tyrosine kinase ซึ่งส่งผลเสียต่อการเจริญของละอองเรณูและส่งผลให้ผลผลิตของมะเขือเทศลดลงในสภาวะร้อน

นารินเจนินเป็นฟลาวาโนน (flavanone) ที่มีรายงานว่าช่วยในการป้องกัน sporopollenin ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของผนังละอองเรณูส่วนที่เรียกว่า sexine จากความเครียดจากสิ่งแวดล้อม เช่น การทำลายเซลล์จากรังสียูวีบี (UV-B) (Xue et al., 2023) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยไม่พบการรายงานของนารินเจนินที่เกี่ยวข้องกับภาวการณ์เจริญอื่น ๆ ของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ในพืช นอกจากนี้ก็ยังพบว่าเควอซิทินโดยเฉพาะในรูปแบบของ quercetin diglycoside มีคุณสมบัติพิเศษในการปกป้องละอองเรณูจากความเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) (Impe et al., 2020) และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการงอกของละอองเรณูของมะเขือเทศ (Karapanos et al., 2015) ถึงแม้ว่าผลจากการทดลองนี้จะแสดงแนวโน้มว่าสารทั้งสองชนิดมีปริมาณลดลงใน HI เมื่อประสบกับความเครียดจากความร้อน แต่ไม่ได้มีการทดสอบว่าความแตกต่างของสารเหล่านี้ในสองสภาวะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด

เนื่องจากแคมพ์เฟอรอลเป็นฟลาโวนอยด์ในกลุ่มอไกลโคน Mo et al. (1992); Vogt et al. (1994) ซึ่งจากการทดลองพบว่ามีปริมาณมากขึ้นใน HI เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานที่ว่าแคมพ์เฟอรอล ช่วยเพิ่มความมีชีวิตของละอองเรณูในหลอดทดลอง และการตอบสนองของละอองเรณูต่อฟลาโวนอยด์จากภายนอกนั้นสามารถเกิดได้อย่างรวดเร็วเมื่อใช้แคมพ์เฟอรอลเพียง 0.4 μM (Mo et al., 1992; Vogt et al., 1995) แม้ว่าฟลาโวนอยด์จะสะสมก่อนการเจริญเต็มที่ของละอองเรณู แต่หลักฐานทางชีวเคมีและเนื้อเยื่อวิทยาทั้งหมดบ่งชี้ว่าแคมพ์เฟอรอลทำหน้าที่เมื่องอกเท่านั้น (Deboo et al., 1995; Pollak et al., 1993; Pollak et al., 1995)

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ภายใต้โครงการ “การสืบหายีนต้านทานโรคเหี่ยวเขียวและใบหงิกเหลือง และลักษณะทนร้อน โดยใช้ GWAS และการพัฒนาระบบปฏิบัติการตรวจสอบจีโนไทป์แบบประสิทธิภาพสูงในมะเขือเทศ” ขอขอบคุณ ผศ.ดร.เจนจิรา ดวงจิต อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย และ ดร.อัจฉรา แพมณี นักวิจัยศูนย์โอมิกส์แห่งชาติ สวทช. ที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

**สรุป**

จากการนำเทคโนโลยีเมตาโบโลมิกส์เพื่อศึกษาสารเมตาโบไลต์แบบไม่เฉพาะเจาะจงในอับเรณูและละอองเรณูพบว่าสารในกลุ่มฟลาวโวนอยด์ที่ตรวจพบ ได้แก่ เจนิสติน, แคมพ์เฟอรอล, นารินเจนิน และ เควอซิทิน โดยที่เจนิสตินเพิ่มปริมาณสูงขึ้นมากทั้งใน HI42 และ HT42 เมื่อเทียบกับ HI และ HT เป็นอันแสดงให้เห็นว่าสภาวะเครียดส่งผลให้เจนิสตินซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิด tyrosine kinase ซึ่งส่งผลลบต่อการงอกและการเจริญของหลอดละอองเรณูมีปริมาณมากขึ้น และเป็นปัจจัยในการลดผลผลิตมะเขือเทศในสภาวะร้อน

**เอกสารอ้างอิง**

Abdul-Baki, A. A. 1991. Tolerance of Tomato Cultivars and Selected Germplasm to Heat Stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6), 1113-1116.

Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S., and Tattini, M. 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. Plant Science, 67–76.

Bokszczanin, K. L., and Fragkostefanakis, S. 2013. Perspectives on deciphering mechanisms underlying plant heat stress response and thermotolerance. Front. Plant Sci.

Brunetti, C., Ferdinando, M. D., Fini, A., Pollastri, S., and Tattini, M. 2013. Flavonoids as Antioxidants and Developmental Regulators: Relative Significance in Plants and Humans. International Journal of Molecular Sciences.

Castro-Puyana, M., and Herrero, M. 2013. Metabolomics approaches based on mass spectrometry for food safety, quality and traceability. TrAC Trends in Analytical Chemistry.

Cuadros-Rodríguez, L., Ruiz-Samblás, C., Valverde-Som, L., Pérez-Castaño, E., and González-Casado, A. 2016. Chromatographic fingerprinting: An innovative approach for food 'identitation' and food authentication – A tutorial. Analytica Chimica Acta.

Deboo, G. B., Albertsen, M. C., and Taylor, L. P. 1995. Flavanone 3-hydroxylase transcripts and flavonol accumulation are temporally coordinate in maize anthers. the plant journal, 703-713.

Ebbels, T. a. 2011. Statistical data analysis in metabolomics. Handbook of statistical systems biology, 163-180.

Herrero, M., Simó, C., García-Cañas, V., Ibáñez, E., and Cifuentes, A. 2011. Foodomics: MS-based strategies in modern food science and nutrition. Mass Spectrometry Reviews, 49-69.

Honys, D., Reňák, D., and Twell, D. 2009. Male Gametophyte Development and Function. Global sciences books, 1465–1478.

Hurd, R. G., and COOPER, A. J. 2015. The Effect of Early Low Temperature Treatment on the Yield of Single-Inflorescence Tomatoes. Journal of Horticultural Science, 19-27.

Impe, D., Reitz, J., Köpnick, C., Rolletschek, H., Börner, A., Senula, A., and Nagel, M. 2020. Assessment of Pollen Viability for Wheat. Frontiers in Plant Science.

Karapanos, I. C., Fasseas, C., and Passam, C. M. 2015. Factors affecting the efficacy of agar-based substrates for the study of tomato pollen germination. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 631-638.

Laghi, L., Picone, G., and Capozzi, F. 2014. Nuclear magnetic resonance for foodomics beyond food analysis. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 93-102.

Mittler, R. 2005. Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends in Plant Science, 15-19.

MO, Y., NAGELt, C., and TAYLOR, L. P. 1992. Biochemical complementation of chalcone synthase mutants defines a role for flavonols in functional pollen. Plant Biology, 7213-7217.

Pacini, E. 1996. Types and meaning of pollen carbohydrate reserves. Sexual Plant Reproduction.

Paupière, M. J., Müller, F., Li, H., Rieu, I., Tikunov, Y. M., Visser, R. G., and Bovy, A. G. 2017. Untargeted metabolomic analysis of tomato pollen development and heat stress response. Plant Reprod.

Pollak, P. E., T. Vogt, Y. M., and Taylor, L. P. 1993. Chalcone Synthase and Flavonol Accumulation in Stigmas and Anthers of Petunia hybrida. Plant Physiology, 102: 925-932.

Pollak, P. E., Hansen, K., and Taylor, J. D. 1995. Conditional male fertility in maize. Sexual Plant Reproduction.

Rao, V., and Agarwal, S. 2013. Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. Journal of the American College of Nutrition, 563-569.

Ren, S., Hinzman, A. A., Kang, E. L., and Lu, R. D. 2015. Computational and statistical analysis of metabolomics data. Metabolomics, 1492–1513.

Skov, T., Honoré, A. H., Jensen, H. M., Næs, T., and Engelsen, S. B. 2014. Chemometrics in foodomics: Handling data structures from multiple analytical platforms. Trends in Analytical Chemistry, 71-79.

Trimigno, A., Marincola, F. C., Dellarosa, N., Picone, G., and Laghi, L. 2015. Definition of food quality by NMR-based foodomics. Current Opinion in Food Science, 99-104.

Vogt, T., Pollak, P., Tarlyn, N., P, L., and TayloP. 1994. Pollination- or Wound-Induced Kaempferol Accumulation in Petunia Stigmas Enhances Seed Production. the plant cell.

Vogt, T., and Taylor, L. P. 1995. Flavonol 3-O-glycosyltransferases associated with petunia pollen produce gametophyte-specific flavonol diglycosides. Plant Physiology, 903–911.

Weese, T. L., and Bohs, L. 2007. A Three-Gene Phylogeny of the Genus Solanum (Solanaceae). Systematic Botany, 445–463.

Wiermann, R., and Gubatz, S. 1992. Pollen Wall and Sporopollenin. International Review of Cytology, 35-72.

Wishart, D. S. 2008. Metabolomics: applications to food science and nutrition research. Trends in Food Science & Technology, 482-493.

Xu, P., Vogt, T., and Taylor, L. P. 1996. Uptake and metabolism of flavonols during in-vitro germination of Petunia hybrida (L.) pollen. planta.

Xue, J.-S., Qiu, S., Jia, X.-L., Shen, S.-Y., Shen, C.-W., Wang, S., . . . Yang, Z.-N. 2023. Stepwise changes in flavonoids in spores/pollen contributed to terrestrial adaptation of plants. Plant Physiology, 627–642.

Zi, H., Xiang, Y., Li, M., Wang, T., and Ren, H. 2007. Reversible protein tyrosine phosphorylation affects pollen germination and pollen tube growth via the actin cytoskeleton. PROTOPLASMA Printed in Austria.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ความเครียดจากความร้อนที่ส่งผลต่อลักษณะการสืบพันธุ์ของมะเขือเทศ

## Heat stress affecting reproductive traits of tomato

**คฑาวุธ ประเสริฐ[1] และ เจนจิรา ดวงจิต[1*]**
**Khathawut prasert[1] and Janejira duangjit[1*]**
*[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900*
*[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand*

**บทคัดย่อ:** มะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum*) เป็นพืชสวนที่สำคัญที่ทำหน้าที่โมเดลในการศึกษาพืชวงศ์มะเขือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลมะเขือเทศ คือระหว่าง 21 ถึง 30 °C อย่างไรก็ตามผลกระทบจากภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลต่อการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์และท้ายที่สุดส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของมะเขือเทศลดลง การวิจัยครั้งนี้ประเมินความทนทานต่อความเครียดจากความร้อนในพันธุ์มะเขือเทศและลักษณะการสืบพันธุ์ของมะเขือเทศที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่มีความร้อน ในมะเขือเทศจำนวน 257 หมายเลขรับ ที่ประกอบด้วย มะเขือเทศเชอรี่ มะเขือเทศสีดา และมะเขือเทศผลใหญ่ ทำการทดลองแบบ RCBD ณ คณะเกษตร กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ ในระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2563 โดยมะเขือเทศได้รับความร้อนที่ 42 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมงในช่วงกลางวัน (10:00–16:00 น.) ในโรงเรือน ผลการวิจัยพบว่า โดยรวม จำนวนละอองเรณูลดลงถึง 39 % ความมีชีวิตของละอองเรณูลดลงถึง 31 % และการติดผลลดลงถึง 80 % และทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศในชุดควบคุมที่ไม่ได้รับความร้อน เมื่อพิจารณาโดยใช้เกณฑ์การติดผลสามารถเลือกมะเขือเทศได้ 3 หมายเลขรับที่ดีที่สุดในสามกลุ่ม ได้แก่ SNP002 SNP027 SNP215 สำหรับมะเขือเทศเชอรี่ มะเขือเทศสีดาและมะเขือเทศผลใหญ่ ตามลำดับ
**คำสำคัญ**: การติดผล; มะเขือเทศ; ความเครียดจากความร้อน; ความมีชีวิตของละอองเรณู; จำนวนละอองเรณู

**ABSTRACT:** Tomato (*Solanum lycopersicum*) is an important horticultural model for the study of the *Solanum*. The optimum average daily temperature for tomatoes is between 21 and 30 °C. However, the effects of global warming have led to a steady rise in average temperatures. This will affect the growth of gamete cells and eventually lead to a decline in tomato production. This study evaluated the heat stress resistance of tomato varieties and the reproductive characteristics of tomatoes in response to the thermal environment. Two hundred fifty-seven varieties of tomatoes were selected from various sources, the three types are cherry tomatoes, Seeda tomatoes, and table tomatoes. RCBD experiments were conducted at the Faculty of Agriculture, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, from January to March 2020. The tomatoes were grown in heated condition at 42 °C for 6 hours during the day (10 am – 4 pm) in greenhouse conditions. The results found that pollen number was reduced by 39 percent, pollen viability was reduced by 31 percent and fruit-set was reduced by 80 percent and all traits were statistically significantly different compared to tomatoes in the unheated condition. When consider fruiting criteria, three tomato varieties were selected, the best among the three were SNP002, SNP027, and SNP215 for cherry tomatoes, Seeda tomatoes and table tomatoes, respectively.
**Keywords:** fruit set; tomato; heat stress; pollen number; pollen viability

## บทนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculenturm* Mill) จากการรายงานของ (Faostat, 2021) พบว่าทั่วโลกมีผลผลิตมะเขือเทศมากว่า 189.7 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 67.1 พันล้านเหรียญสหรัฐ สำหรับประเทศไทยมะเขือเทศเป็นพืชเศรษฐกิจทั้งเพื่อใช้บริโภคผลสดและเพื่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรมอาหาร มะเขือเทศมีถิ่นกำเนิดในแถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชล้มลุกอายุประมาณ 1 ปี สามารถเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบและออกดอกได้ดี ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสมประมาณ 6.0-6.8 อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือ

* Corresponding author: janejira.d@ku.th

เทศอยู่ระหว่าง 21 และ 24 °C แต่การเพาะปลูกพืชชนิดนี้ในเขตร้อน ส่งผลให้พืชถูกสัมผัสกับอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และความร้อนมีผลอย่างมากต่อการพัฒนาระบบสืบพันธุ์และสรีรวิทยาในมะเขือเทศ

สภาวะอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มทำให้อัตราการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสง และการติดผลของพืชผักหลายชนิดลดลงในสภาพแปลงปลูกจริงในธรรมชาตินั้น อุณหภูมิตอนกลางวันในช่วงฤดูร้อนอาจเพิ่มขึ้นไปได้สูงประมาณ 43.5 °C (Bokszczanin et al., 2013) จึงไม่น่าแปลกใจที่การปลูกพืชในฤดูร้อนมักประสบกับปัญหาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพของผลผลิต (Asseng et al., 2011) ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาผลกระทบของสภาวะโลกร้อน ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีจึงมีความเป็นไปได้สูงที่ปัญหาเหล่านี้จะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นงานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของสภาวะอุณหภูมิสูง ต่อการเจริญเติบโตของพืชและการศึกษาหนทางแก้ไข ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการรักษาเสถียรภาพทางการเกษตรของประเทศไทยในอนาคต

แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาในระยะยาว คือการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์มะเขือเทศที่ทนร้อน อย่างไรก็ตามการคัดเลือกสายพันธุ์ทนร้อนแบบดั้งเดิมนั้นใช้วิธีการหาสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ในพื้นที่ปลูกสภาพธรรมชาติที่มีอากาศร้อน ในการทดลองนี้เป็นการค้นหามะเขือเทศที่มีคาดว่าจะสามารถใช้เป็นพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์ที่ดีในการสร้างลูกผสมต่อไปในอนาคตโดยพิจารณาจำนวนละอองเรณู ความมีชีวิตของละอองเรณู และการติดผล

**อุปกรณ์และวิธีการ**

พืชทดลองมะเขือเทศที่เลือกนำมาทดสอบประกอบด้วย ประเทศทั้งหมด 257 สายพันธุ์ คือ มะเขือเทศสีดา มะเขือเทศเชอรี่ และมะเขือเทศผลใหญ่ โดนจะใช้พีทมอสในการเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้างอกและมีอายุ 30 วัน จึงนำออกปลูกโดยใช้ดินผสม จะประกอบไปด้วย แกลบดิบ 1 ส่วน แกลบดำ 1 ส่วน มะพร้าวสับ 1 ส่วน ดิน 1 ส่วน และ มูลไก่ 1 ใน 4 ส่วน โดยนำวัสดุทั้งหมดคลุกเคล้าให้เข้ากัน แนะนำใส่กระถาง 6 นิ้ว หลังจากย้ายต้นมะเขือเทศลงกระถางเรียบร้อยแล้วนำไปวางไว้ในแปลงโดยที่ยังไม่นำเข้าไปในโรงเรือนร้อนในทันที เมื่อรดน้ำเช้าและเย็นและให้ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 จนต้นมะเขือเทศออกดอกช่อแรกแล้ว จึงตัดดอกช่อแรกออกให้หมด ก่อนนำไปวางในแปลงปลูกและโรงเรือนที่มีอุณหภูมิ 42 °C เป็นเวลา 6 ชั่งโมงต่อวัน ตั้งแต่เวลา 10.00 - 16.00 น. เพื่อให้ต้นมะเขือเทศได้รับความเครียดจากความร้อนและศึกษาผลกระทบจากความร้อนต่อมะเขือเทศ โดยทำการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวน ณ คณะเกษตร กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ ในระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2563 และทำการเก็บผลการทดลอง ได้แก่ จำนวนละอองเรณู เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณูโดยใช้จำนวนละอองเรณูเป็นตัวตั้ง และจำนวนการติดผล

**ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง**

เมื่อพิจารณาจำนวนละอองเรณู จากการทดสอบปริมาณของละอองเรณูที่ได้รับอุณหภูมิสูงในแต่ละสายพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่ปลูกในสภาวะปกติ พบว่าละอองเรณูลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญจากผลกระทบที่ได้รับจากอุณหภูมิสูงขึ้น จากผลกระทบที่เกิดจากการได้รับอุณหภูมิสูงจึงทำให้ปริมาณละอองเรณูลดลงถึง 39% และพบความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่สามารถให้ปริมาณละอองเรณูที่ดีที่สุดของ มะเขือเทศสีดา คือ SNP003, SNP006และ SNP008 มะเขือเทศเชอรี่ คือ SNP31, SNP032 และ SNP37 และมะเขือเทศผลใหญ่ คือ SNP92, SNP93-2 และ SNP94 สอดคล้องกับงานวิจัยในพืชชนิดอื่น ๆ เช่น Teng et al. (2022) ที่ทำการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รายงานว่าความเครียดจากความร้อนสามารถลดประสิทธิภาพของละอองเรณูและทำให้อัตราการผสมเกสรล้มเหลวเพิ่มขึ้น ละอองเรณูโดยทั่วไปมีความเปราะบางจากความเครียดจากความร้อน อันจะเห็นได้จากตัวอย่างในข้าวสาลีที่ได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่า 30°C ระหว่างการออกดอกทำให้จำนวนละอองเรณูในลดลงอย่างมาก (Bheemanahalli et al., 2019) ในข้าวโพดที่ได้รับความร้อนที่สูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมไป 3°C ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดในลักษณะของละอองเรณู (Hou et al.2020) นอกจากนี้ Djanaguiraman et al. (2018) รายงานว่าพื้นผิวของละอองเรณูข้าวฟ่างเหี่ยวเฉาเมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน

จากการทดสอบร้อยละความมีชีวิตของละอองเรณูจากมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิสูงในแต่ละสายพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่ปลูกในสภาวะปกติ พบว่าความมีชีวิตละอองเรณูลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญจากผลกระทบที่ได้รับจากอุณหภูมิสูงขึ้น จากผลกระทบที่เกิดจากการได้รับอุณหภูมิสูงจึงทำให้ปริมาณความมีชีวิตละอองเรณูลดลงถึง 31% และพบความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่มีร้อยละความมีชีวิตของละอองเรณูที่ดีที่สุดของมะเขือเทศสีดา คือ SNP011, SNP008 และ SNP003มะเขือเทศเชอรี่ คือ SNP031, SNP133 และ SNP119 และมะเขือเทศผลใหญ่ คือ SNP253, SNP193-2 และ SNP194 ผลการทดลองส่วนนี้สอดคล้องกับพลประชา, (2016) ที่รายงานว่าภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงทำให้การมีชีวิตของละอองเรณู (pollen viability) ของข้าวสายพันธุ์สินเหล็กลดลง โดยร้อยละความมีชีวิตของละอองเรณูในสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 86.76% และลดลงเมื่อเหลือเพียง 30.4% อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง 42 °C ซึ่งพบว่าร้อยละความมีชีวิตของละอองเรณูลดลงถึง 56.36%

จากการทดลองการติดผลของมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิสูงในแต่ละสายพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่ปลูกในสภาวะปกติ พบว่าการติดผลลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ จากผลกระทบที่เกิดจากการได้รับอุณหภูมิสูงจึงทำให้ปริมาณการติดผลลดลงถึง 80% จากผลกระทบที่ได้รับจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น และพบความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่ติดผลดีที่สุด ของมะเขือเทศสีดา คือ SNP002, SNP008 และ SNP013 มะเขือเทศเชอรี่ คือ SNP027, SNP069 และ SNP080และมะเขือเทศผลใหญ่ คือ SNP215, SNP219 และ SNP221 แนวโน้มของการติดผลที่ลดลงเมื่อได้รับความเครียดจากความร้อนสอดคล้องกับการศึกษาของ Gisbert et al. (2023) ที่ทำการทดลองในพริกไทย ซึ่งพบว่าสภาวะร้อนส่งผลให้การติดผลลดลง เมื่ออุณหภูมิกลางวันและกลางคืนสูงกว่า 34/21°C ส่งผลกระทบอย่างมากทำให้การติดผลลดลง 71.8% เมื่อเทียบกับสภาวะปกติ

**Table 1** Mean of three phenotypic traits from 257 accessions of tomato in the germplasm when compared between control (unheated) condition and heated condition

| Measured phenotype | UC | HC |
|---|---|---|
| Pollen number | 40933.0±33187.0 | 24862.2*±22124.6 |
| Pollen viability | 77.2±14.3 | 53.6*±18.6 |
| Fruit set | 72.6±25.0 | 14.0*±12.8 |

Mean±SD, *significantly different, UC: unheated condition, HS: heated condition

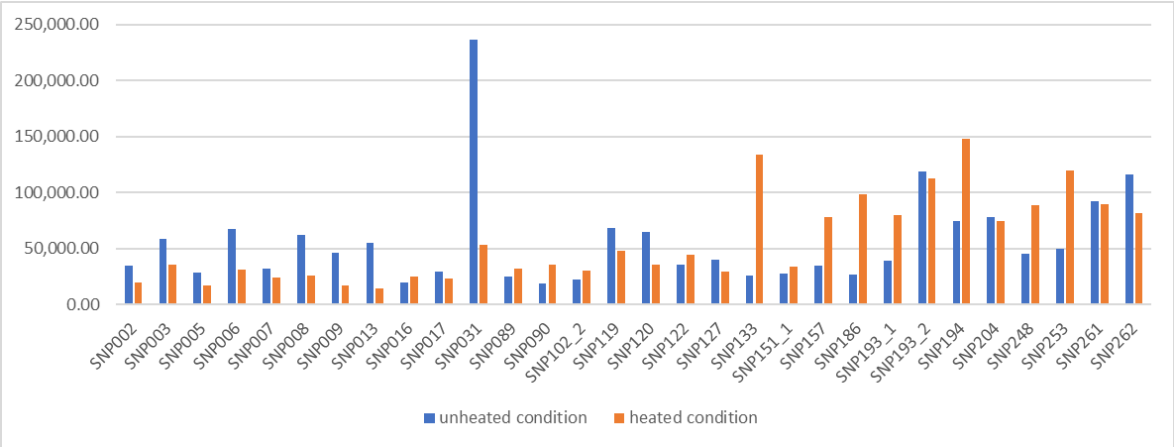



**Figure 1** The graph shows the pollen counts of the top 10 flowers in both unheated and heated conditions

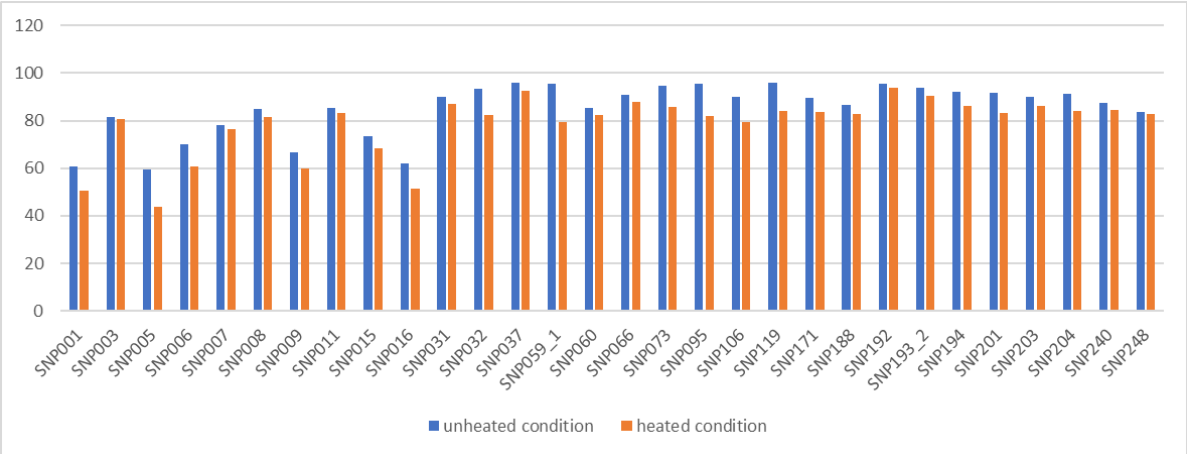



**Figure 2** The graph shows the percentage viability of the top 10 pollen grains in the unheated and heated conditions

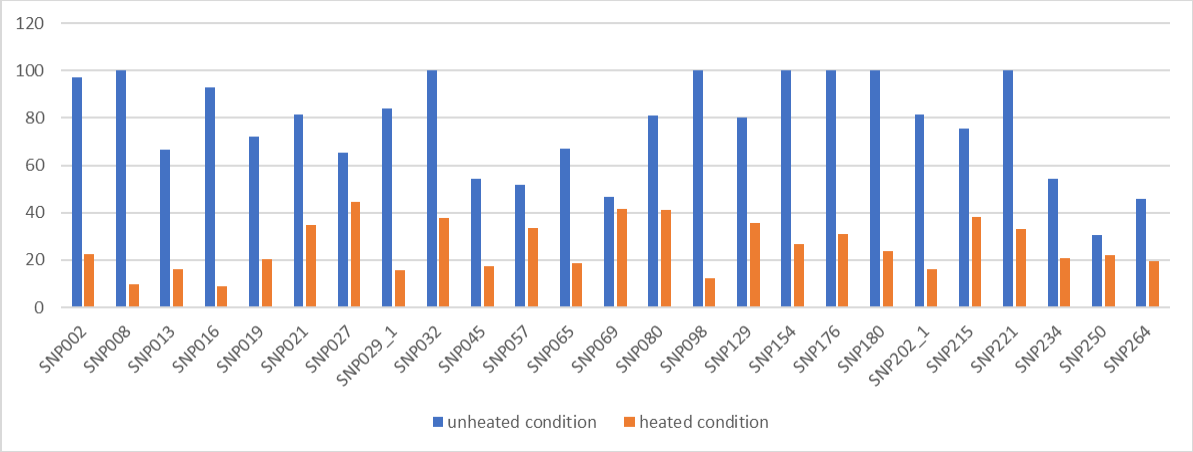



**Figure 3** The graph shows the percentage Fruit set of the top 10 in the unheated and hot conditions

## สรุป

จากการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ของมะเขือเทศ ทั้งหมด 257 สายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาวะอุณหภูมิสูง 42 °C เห็นได้ว่าเมื่อได้ต้นมะเขือเทศได้รับอุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่องจะส่งผลกระทบกับ ปริมาณจำนวนละอองเรณู ความมีชีวิตของละอองเรณู และการติดผล โดยเฉลี่ยแล้วจะลดลง 39%, 31% และ 80% ตามลำดับ จากการทดลองการแสดงออกของฟีโนไทป์ทั้งหมด จึงค้นพบสายพันธุ์ ที่สามารถทนร้อนได้ดีของมะเขือเทศสีดา มะเขือเทศเชอรี่ และมะเขือเทศผลใหญ่ คือ SNP002, SNP027 และ SNP215 ตามลำดับ

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ภายใต้โครงการ “การสืบหายีนต้านทานโรคเหี่ยวเขียวและใบหงิกเหลือง และลักษณะทนร้อน โดยใช้ GWAS และการพัฒนาระบบปฏิบัติการตรวจสอบจีโนไทป์แบบประสิทธิภาพสูงในมะเขือเทศ”

ขอขอบคุณ อาจารย์เจนจิรา ดวงจิต อาจารย์ที่ปรึกษาที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขงานวิจัย เพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

พลประชา วงศ์ชาลี. การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวทนร้อนในระยะสืบพันธุ์ระหว่างคู่ผสมสินเหล็กกับ Mu9962. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กำแพงแสน.

Asseng S, Foster I, and Turner N C. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. Glob Change pp.17:997-1012.

Bheemanahalli, Bheemanahalli R, Sunoj V S J, Saripalli G, Prasad P V V, Balyan H S, Gupta P K, Grant N, Gill K S, and Jagadish S V K. 2019. Quantifying the impact of heat stress on pollen germination, seed set, and grain illing in spring wheat. Crop Science, pp. 684-696

Bokszczanin K L, Fragkostefanakis S. Pollen thermotolerance initial training network (SPOT-ITN) Consortium. 2013. Perspectives on deciphering mechanisms underlying plant heat stress response and thermotolerance. Front Plant Sci 4: 315. doi 10.3389%2Ffpls.2013.00315

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. Worldwide tomato production. Available: https://www.tomatonews.com. Accessed Jan.25, 2023.

Gisbert Mullor G, Yaiza Gara Padilla G, Ángeles Calatayud A, Galarza S L. 2023. Rootstock-mediated physiological and fruit set responses in pepper under heat stress. Scientia Horticulturae. Available: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111699.

Djanaguiraman M, Peruma R l, Jagadish S V K, Ciampitti I A, Welti R, Prasad P V V. 2018. Sensitivity of sorghum pollen and pistil to high-temperature stress. Plant Cell Environment. pp. 1065-1082

Mullor R G, Padilla Y G, Calatayud A, and LópezGalarza S. 2022. Rootstock mediated physiological and fruit set responses in pepper under heat stress. Scientia Horticulturae. 309: 111-123

Hou X, Yuanyuan W, Shoubing H, Xin D, Hongbin T, Pu W. 2020. Effect of high temperature during flowering on pollen development and seed setting rate of maize (*Zea mays* L.). Journal of China Agricultural University. pp. 10-16

Teng L, Xue peng Z, Qing L, Jin L, Yuan-quan C, and Peng S. 2022. Yield penalty of maize (*Zea mays* L.) under heat stress in different growth stages: A review. Journal of Integrative Agriculture. pp. 2465-2476

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของความเข้มข้น IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงที่ไม่สะสมซัลเฟอร์ต่อการงอกของเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

# Effects of IAA (indole-3-acetic) concentration from purple non-sulfur photosynthetic bacteria extract on seed germination of okra

**Vob Men[1*], พิทักษ์ พุทธวรชัย[1,2], ปาริฉัตร กลีบเนตร[1], เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1], ธนวุฒิ พรหมบัญชาชัย[3] และ อภิชาติ ชิดบุรี[1,2]**

**Vob Men[1*], Pitak Puttawanchai[1,2], Parichat Gleepnet[1], Piengpim Chidburee[1], Thanawut Prombunchachai[3] and Aphichat Chidburee[1,2]**

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[1]*Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*
[2]*สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[2]*Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*
[3]*ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 65000*
[3]*Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Midical Scicence, University of Phayao, Phayao Province, 56000, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) ต่อการงอกของเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว โดยทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของ IAA (PNSB) คือ 0 (น้ำเปล่า), 10, 20 และ 30 มก./ล. ที่ระยะเวลาการแช่เมล็ด 5ชม. เปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดทันที (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD; Complete Randomize Design) มี 5 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ (1 ซ้ำ 10 เมล็ด) ทำการเพาะเป็นเวลา 4 วัน พบว่า เมล็ดกระเจี๊ยบที่แช่ใน 20 และ 30 มก./ล. IAA (PNSB) มีร้อยละของการงอกมากที่สุด (ร้อยละ 2.16±0.30 และ 0.15±0.03 ตามลำดับ) ความยาวราก, ความยาวของต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และจำนวนเส้นเส้นผ่าศูนย์กลางของรากไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**คำสำคัญ:** แบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์; การงอกของเมล็ด; กระเจี๊ยบเขียว

**Abstract:** This study aimed to investigate the effect of IAA (indole-3-acetic) from purple non-sulfur photosynthetic bacteria extract (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) on okra seed germination. The IAA (PNSB) concentrations, including 0 (water), 10, 20, and 30 mg/L, were applied for 5 hrs. soaking period; these treatments were compared with soaking (control). Complete randomized design (CRD) was 5 treatments with 5 replicates. (1 replicate, 10 seeds) for 4 days. The result showed that okra seeds drenched in 20 and 30 mg/L IAA (PNSB) had the highest germination percentage (2.16±0.30 and 0.15±0.03%, respectively). The root length, plant length, and root diameter were not statistically different.

**Keywords:** purple non-sulfur photosynthetic bacteria; seed germination; okra

## บทนำ

กระเจี๊ยบเขียว *(Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) เป็นผักส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย โดยจากการรายงานของสกุลกานต์ และ สรพงค์ (2558) พบว่ากระเจี๊ยบเขียวในประเทศไทยมีการส่งออกในรูปฝักสดจำนวน 2,161.5 ตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออกถึง 301,313,389 บาท กระเจี๊ยบเขียวแช่แข็งจำนวน 1,560.05 ตัน มูลค่าการส่งออก 107,582,244 บาท จากข้อมูลจะเห็นว่ากระเจี๊ยบเขียวคือผักที่น่าสนใจและกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น แล้วกระเจี๊ยบเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และยังประกอบด้วยสารอาหารที่สำคัญอีกมากมาย (Bello and Aminu, 2017) พื้นที่ปลูกรวมทั้งหมดในปี 2559 ประมาณ 170,103 ไร่ มีผลผลิตรวม

* Corresponding author: men_vo66@live.rmutl.ac.th

236,968 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560) กระเจี๊ยบเขียวสามารถปลูกได้ตลอดปีในประเทศไทย เนื้อที่เพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวรวมทั้งประเทศ 3,536 ไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี 1,816 ไร่ ราชบุรี 547 ไร่ นครปฐม 357 ไร่ และ กาญจนบุรี 189 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ปัจจุบันมีการศึกษาการนำแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมกำมะถันมาใช้เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งในแบคทีเรียสังเคราะห์แสง ซึ่งมักพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม มาใช้ทางการเกษตร ปศุสัตว์ เช่น เลี้ยงกุ้ง, สุกรและการเพาะเมล็ด เพื่อช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เช่น สามารถบำบัดน้ำเสียได้หลายประเภท เช่น การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปยางและน้ำเสียจากถั่วเหลืองโดยสามารถลดค่า BOD และค่า COD ได้ถึง 90 -95.7 % (ดวงพร, 2545) เป็นกลุ่มที่น่าสนใจสำหรับใช้เป็นแหล่งผลิต EPS เนื่องสามารถผลิต EPS ได้มากในสภาวะการเพาะเลี้ยงที่มีแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนหลายชนิด แม้ในสภาวะที่แตกต่างกัน เช่น Photo organotroph และ Chemoorganotroph รวมถึงยังสามารถใช้แสง ธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานและมีความสามารถลดกิจกรรมของสารอนุมูลอิสระเช่น Superoxide และ Hydroxyl radical ได้อีกด้วย (โตมร และพุทธพร, 2020)

ผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวประสบปัญหาด้านปริมาณผลผลิตตกต่ำ ทำให้ผลผลิตที่ได้มามีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานตามความต้องการของตลาดต่างประเทศทำให้เกิดปัญหาต่อเกษตรกรเป็นจำนวนมากจึงต้องให้หน่วยงานของภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการสร้างรายได้จากการปลูกกระเจี๊ยวเขียวของเกษตรกรต้องมีแนวทางในการจัดการอบรมให้ความรู้ตั้งแต่การปลูกไปจนถึงแนะนำทางด้านการส่งเสริม การตลาด เป็นการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการผลิตกระเจี๊ยวเขียวที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานในการส่งออก และยังจะส่งเสริมด้านการเกษตรอย่างครบวงจร ได้ตั้งเป้ายกระดับรายได้ของเกษตรกรอย่างยั่งยืน เพื่อสนองทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงได้มีแนวคิดในการปรับปรุงพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว เพื่อให้ได้ผลผลิตและเมล็ดพันธุ์ที่ดี ต้นไม่สูงมากทำให้เก็บเกี่ยวสะดวก มีความต้านทานโรคและแมลงได้ดี (ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี 98/2559) แต่ในปัจจัยกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ส่งผลให้เมล็ดมีอัตราการงอกต่ำ รากและต้นอ่อนไม่สมบูรณ์เกิดความเสียหายทำให้ต้นกล้างอกไม่สม่ำเสมอ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2555)

เมล็ดพันธุ์ คือปัจจัยสำคัญของการปลูกพืช เมื่อเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต้นกล้าที่งอกจะมีพัฒนาการการเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง ซึ่งคุณภาพที่ดีของต้นกล้าหลังการงอกนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลไปจนถึงการได้มาซึ่งผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพสูงด้วยเช่นกัน (Powell, 2009) ในปัจจุบันการงอกของเมล็ดพันธุ์ เป็นกระบวนการที่เมล็ดพันธุ์ได้รับปัจจัยการงอกที่เหมาะสมทั้งในส่วนของความชื้นออกซิเจนและอุณหภูมิที่เหมาะสม แล้วกระตุ้นให้ต้นอ่อนที่อยู่ในระยะพักเจริญเติบโตแทงทะลุส่วนเปลือกเมล็ดพันธุ์ออกมา (วัลลภ, 2540) กระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชจะเริ่มต้นจากเอ็มบริโอของเมล็ดที่สมบูรณ์โดยไม่มีระยะการพักตัวของเมล็ดมาขัดขวางเมื่อได้รับปัจจัยที่เหมาะสมจะเริ่มงอกรากแรกและสร้างต้นอ่อนแล้วเติบโตเป็นต้นกล้า (Rajjou et al., 2012) วิธีการเพาะ วัสดุเพาะ อุณหภูมิ การให้แสงสว่างรวมถึงวิธีการพิเศษหรือ วิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บางชนิดก่อน การทดสอบความงอกที่เหมาะสำหรับเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดได้ถูกกำหนดไว้ในกฎการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์สากลทั้งนี้ยังไม่มีวิธีการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว (ISTA, 2016) ในธรรมชาติส่วนใหญ่จะพบออกซินในรูปของ Indole-3-acetic acid (IAA) และยังพบว่ามีสารสังเคราะห์ ที่มีคุณสมบัติคล้ายกับ IAA ถูกนำมาใช้เร่งการเกิดรากและเพิ่มจำนวนรากซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า เมื่อย้ายปลูกได้แก่ Indole-3-butyric acid (IBA) และ Alpha-naphthalene acetic acid (NAA) (พัชรา, 2554) เมล็ดพันธุ์จะส่งผลกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ และไปทำให้เกิดพลังงานเพิ่มมากขึ้นจากกระบวนการหายใจและเมล็ดพันธุ์จะช่วยให้เมล็ดมความพรอมในการงอกในสภาพแวดล้อมทำให้เหมาะสมโดยการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ (นภาพรและพีระยศ, 2561)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีการนำ IAA สามารถช่วยเร่งอัตราการงอกของรากแรกเกิดของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมสภาพได้ โดยทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ IAA (PNSB) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) ต่อการงอกของเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว

**อุปกรณ์และวิธีการ**

โดยทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของ IAA (PNSB) คือ 0 (น้ำเปล่า), 10, 20 และ 30 มก./ล. ที่ระยะเวลาการแช่เมล็ด 5 ชม. เปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดทันที (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD; Complete Randomize Design) มี 5 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ (1 ซ้ำ 10 เมล็ด) การศึกษาประสิทธิภาพแบคที่เรียสังเคราะห์ IAA (PSB) ในการส่งเสริมการงอกและการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบเขียว

<u>การศึกษาประสิทธิภาพแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB)</u>

การเตรียมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB) นำเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB) ปริมาณ 81 มก/ล เอามาคำนวณตามกรรมวิธีและนำไปวัดค่าปรับ pH 5.7 นำเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบที่แช่และไม่แช่ IAA (PNSB) มาทำด้วยวิธี Top of paper (TP) ตามกฎของการทดสอบความงอก สากล (ISTA, 2016) โดยการเพาะเมล็ดละ 250 เมล็ด ทั้งหมด 5 ซ้ำ เป็นเวลา 5 ชม. แล้วนำมาเก็บไว้ในที่ไม่มีแสงไปจนถึงเวลา 2 วัน ทำการเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอก และความยาวราก (ซม.)

<u>การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ความงอกรากของเมล็ดพันธุ์เมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ</u>

นับเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบที่แช่และไม่แช่ IAA (PNSB) จำนวน 5 ซ้ำ 250 เมล็ด โดยนับจำนวนเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกและวัดความยาวราก (ซม.) เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination, เปอร์เซ็นต์) ทำการตรวจนับต้นกล้าปกติ ตามหลักการ ประเมินความงอกของ (ISTA, 2016) แล้วนำค่าที่ได้ มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร Germination (เปอร์เซ็นต์) = (จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก จำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด) ×100 และค่าเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ และเมล็ดไม่งอกทำการตรวจนับจำนวนต้นกล้าผิดปกติ และ เมล็ดสดไม่งอกทุกวันแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของแต่ละกรรมวิธี

<u>การวัดความยาวรากและเส้นผ่าศูนย์กลางของราก</u>

การวัดความยาวราก เมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการที่มีอายุ 2, 3 และ 4 วัน หลังการเพาะจำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 10 เมล็ด โดยวัดจากโคนรากจนถึงปลายรากและมีการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางราก (4 วัน)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของการตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์และการวัดความยาวรากและการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางราก โดยวิเคราะห์ผลตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม Minitab 22 วิธี Tukey HSD

**ผลการทดลองและวิจารณ์**

ผลทดลอง พบว่า โดยการแช่เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวทุกกรรมวิธีระยะเวลา 5 ชม. ความเข้มข้นของ IAA (PNSB) ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เมล็ดงอกรากเร็วขึ้นและมีการงอกรากมากกว่าเมล็ดที่เพาะทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยความยาวรากเมื่ออายุ 2 วัน แต่การใช้ความเข้มข้นของ IAA (PNSB) อัตราที่แตกต่างกันทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใช้น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที ในแต่ละกรรมวิธีจะเห็นได้ว่าการใช้จะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกรากเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่ทำการตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ **(Table 1)** การเพิ่มขึ้นของการงอกรากอาจเนื่องมาจากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (IAA (PNSB); purple non-sulfur photosynthetic bacteria) ที่สามารถกระตุ้นการงอก การยืดยาวของของเซลล์และการงอกของรากให้โผล่พ้นเปลือกหุ้มได้เร็ว (Salisbury and Ross, 2000)

จากการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวอายุ 3 วัน หลังการใช้ IAA (PNSB) ในสภาพห้องปฏิบัติการให้เปอร์เซ็นต์ความต่ำกว่ากรรมวิธีที่การใช้น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่ **(Table 2)** โดยการ IAA (PNSB) ที่อัตรา 0 (แช่ด้วยน้ำเปล่า) และเมล็ดที่ IAA (PNSB) 10 และ 20 มล/ล มีความงอกและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่การใช้น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นประมาณ 10-15% และเมื่อตรวจสอบในทดลอง พบว่าคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่การใช้น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่

การวัดความยาวของรากและเส้นผ่าศูนย์กลางความยาวของรากจากเมล็ดเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวอายุ 4 วัน ที่การใช้น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เมล็ดที่น้ำเปล่าและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่งอกให้เปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่าและความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ **(Table 3)** และเมื่อวัดความยาวรากพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่เพาะทันที่ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่า แต่ความยาวของรากและเส้นผ่าศูนย์กลางความยาวของรากน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่การใช้ IAA (PNSB) ที่อัตรา 10, 20, และ 30 มล./ล. ส่งผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวรากเพิ่มขึ้นจากเมล็ดพันธุ์ที่ใช้น้ำเปล่าร้อยละ 10 นอกจากนี้มีลักษณะของรากที่ไม่แตกต่างกัน **(Figure 1)**

**Table 1** Percentages of seed germination and root length to coaching time 5-hour germination on 2 days

| IAA (PNSB) (mg/L) | Seed Germination (%) | Root length (cm) |
|---|---|---|
| 0 (water) | 74.55±9.71 | 0.06±0.01b[1/] |
| 10 | 78.18±2.23 | 0.30±0.07a |
| 20 | 78.18±1.82 | 0.07±0.01b |
| 30 | 74.55±5.45 | 0.06±0.01b |
| Control | 72.73±8.13 | 0.05±0.01b |
| F-test | ns | ** |
| CV% | 4.42 | 66.53 |

**: significantly different at p≤0.01. ns= not significantly. Mean±S.E., n= 10

[1/]Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p≤0.01 by Tukey HSD.

**Table 2** Percentages of seed germination and root length to coaching time 5 hours germination on 3 days

| IAA (PNSB) (mg/L) | Seed Germination (%) | Root length (cm) |
|---|---|---|
| 0 (water) | 98.18±1.82 | 0.13± 0.010 |
| 10 | 87.27±4.64 | 0.15± 0.008 |
| 20 | 87.27±2.23 | 0.15± 0.007 |
| 30 | 92.73±3.40 | 0.14± 0.004 |
| Control | 90.91±2.87 | 0.12± 0.006 |
| F-test | ns | ns |
| CV% | 7.71 | 2.65 |

ns = not significantly. Mean±S.E., n= 10

**Table 3** Percentages of seed germination, root length and root diameter to coaching time 5 hours germination on 4 days

| IAA (PNSB) (mg/L) | Seed Germination (%) | Root length (cm) | Root Diameter (mm) |
|---|---|---|---|
| 0 (water) | 96.36±2.23 | 2.05±0.09 | 0.03± 0.0200 |
| 10 | 90.91±2.87 | 2.14±0.03 | 0.01± 0.0004 |
| 20 | 92.73±1.82 | 2.14±0.07 | 0.03± 0.0200 |
| 30 | 87.27±6.17 | 2.14±0.07 | 0.01± 0.0002 |
| Control | 90.91±4.07 | 2.16±0.13 | 0.01± 0.0002 |
| F-test | ns | ns | ns |
| CV% | 9.20 | 1.91 | 33.25 |

ns = not significantly. Mean±S.E., n= 10

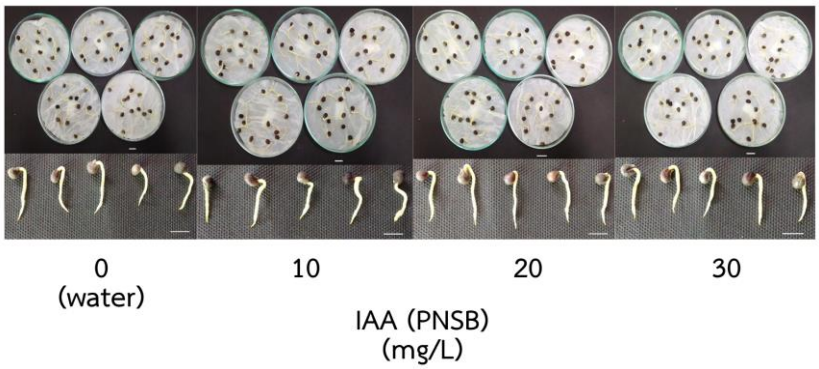



**Figure 1** Characteristics of to seeds coaching time 5 hours in different concentrations of IAA (PNSB) germination on 4 days. Bar= 1 cm.

**สรุป**

การแช่เมล็ดพันธุ์ระยะเวลา 5 ชม.จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB) ต่อการงอกของเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว โดยทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของ IAA (PNSB) ทำให้เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวมีความงอกและความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้แช่น้ำเปล่า โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ความเข้มข้นของ IAA (PNSB) อัตรา 20 มล./ล มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ใช้ความเข้มข้นของ IAA (PNSB) อัตรา 10 และ 30 มล./ล นอกจากนี้แช่เมล็ดพันธุ์ ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกรากดี

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร.ล้านนา) และภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

ณัฐชญา สายคำวงศ์ และบุญมี ศิริ. 2562. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ หลังการเคลือบร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และอายุเก็บรักษา วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2562: 37 (1): 165-178

ดวงพร คันธโชติ. 2545. ศักยภาพของการใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการบ าบัดน้ำทิ้ง จากการแปรรูปน้ำยางพารา. ภาคจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แหล่งข้อมูล: https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream

โตมร นุ่นแก้ว และพุทธพร แก้วมีศร. 2020. การผลิตและศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระของ Exopolymeric substances จากแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ *Rhodopseudomonas palustris* PP803 Naresuan Phayao Journal Faculty of Medicine, Princess of Naradhiwas University, Mueang, Narathiwat Province, 96000

นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. วารสารเกษตรพระวรุณ 15(1): 17-30.

พัชรา ลิมปนะเวช. 2554. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://elsd.ssru.ac.th/ ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2566

วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่สงขลา, 212 หน้า

สกุลกานต์ สิมลา และสรพงค์ เบญจศรี. 2558. การประเมินลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวในจังหวัดมหาสารคาม. แก่นเกษตร. 43: 894-899.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2555. ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์. 2554-2559. ปทุมธานี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. กระเจี๊ยบเขียว: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูก ปี 2554–2559. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข้อมูล การผลิตสินค้าเกษตร_ผัก/27335/TH-TH

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/ตารางแสดงรายละเอียดกระเจี๊ยบเขียว ปี2561. แหล่งข้อมูล : http://www.oae.go.th//assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/ green bean

Bello, B.O., and D. Aminu. 2017. Genetic relationships among okra (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) cultivars in Nigeria. Acta agriculturae Slovenica. 109: 251-260.

International Seed Testing Association. 2016 International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association, Switzerland. 284

Powell, A. A. 2009. What is seed quality and how to measure it? pp. 142-149. In Proceeding to the 2nd world seed conference. Rome: FAO Headquarters.

Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, K., Bally, J., Job, C., and Job, D. 2012. Seed germination and vigor. Annual Review of Plant Biology 63: 507-533

Salisbury, F., and C. Ross. 2000. Fisiología de las plantas. A. Alonso. Primera Edición. Editorial Paraninfo Thomson learning. España, p. 988.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของสารสกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้งต่อการงอกของเมล็ดกัญชา (*Cannabis sativa* L.)

# Effect of chitosan extract from shrimp shell on cannabis (*Cannabis sativa* L.) seed germination

**ปริญดา แข็งขัน[1*], เอกรินทร์ สารีพัว[1], ศราวุฒิ ไททะนุ[1], อนันท์ จันทร์ดม[1] และ รสจนา ฉิมงาม[1]**
**Parinda Khaengkhan[1*], Eakrin Sareepua[1], Sarawut Thaithanu[1], Anan Chundom[1] and Rojana Chimngam[1]**
[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ 46000*
[1] *Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University, Kalasin 46000 Thailand*

**บทคัดย่อ:** กัญชาเป็นพืชที่ให้สารสำคัญทางยาโดยมีปริมาณสาร cannabinoids มากในช่อดอก นอกจากนี้ในเมล็ดกัญชามีปริมาณน้ำมันสูงที่สามารถนำไปสกัดน้ำมันกัญชาเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ซึ่งปริมาณน้ำมันในเมล็ดกัญชานี้เป็นสาเหตุให้เมล็ดสูญเสียความงอกเร็วเมื่อเก็บรักษาในภาพอุณหภูมิสูงและเก็บเป็นเวลานาน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารสกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้งต่อการงอกของเมล็ดกัญชาและการเจริญของต้นกล้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) มี 6 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) น้ำกลั่น (ควบคุม) 2) ใช้สารสกัดไคโตซาน 2,000 ppm 3) ใช้สารสกัดไคโตซาน 4,000 ppm 4) ใช้สารสกัดไคโตซาน 6,000 ppm 5) ใช้สารสกัดไคโตซาน 8,000 ppm และ 6) ใช้สารสกัดไคโตซาน 10,000 ppm ผลการทดลองพบว่า การใช้สารสกัดไคโตซานความเข้มข้นต่างกัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีการงอก ความสูงต้น ความยาวราก และน้ำหนักสดของต้นกล้ามีความแตกต่างกันทางสถติ (P<0.01) โดยการแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 6,000 8,000 และ 10,000 ppm ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด การแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีผลทำให้ดัชนีการงอกและความสูงต้นกล้าในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 สูงสุด การแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 4,000 และ 6,000 ppm ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวรากสูงสุด และการใช้สารสกัดไคโตซาน 8,000 ppm ส่งผลให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดสูงสุด ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นกล้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าการกระตุ้นการงอกด้วยสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ดกัญชาก่อนเพาะเมล็ด เนื่องจากมีผลส่งเสริมทั้งการงอกของเมล็ด ความแข็งแรง และการเจริญของต้นกล้าได้เป็นอย่างดี
**คำสำคัญ:** ไคโตซาน; การเตรียมความพร้อมเมล็ด; ความแข็งแรงของต้นกล้า; ส่งเสริมการงอก; กัญชา

**ABSTRACT:** Cannabis is a plant that contains a high concentration of cannabinoids in its inflorescence and hence supplies vital medicinal compounds. In addition, hemp seeds, there is a high oil content that can be used to extract cannabis oil for medical use. The high oil content in hemp seeds because seed deteriorate and lose their germination rapidly when stored at high temperatures for a long time. The purpose of this study was to determine how chitosan extract from shrimp shells affected cannabis seeds germination and seedling growth. An experiment was carried out in Randomized complete block design (RCBD) with 4 replications 6 treatments. There were conducted six procedures, each with four replications, and they were as follows: 1) Control: distilled water 2) 2,000 ppm 3) 4,000 ppm 4) 6,000 ppm 5) 8,000 ppm and 6) 10,000 ppm of chitosan extract solution. The result showed that chitosan extract at different concentration were significant on seedling germination percentage, germination index, seedling length, root length, and fresh weight (P<0.01). Seed priming with chitosan extract concentrations 2,000, 6,000, 8,000, and 10,000 ppm resulted in the highest germination percentage. Soaking seeds with 2,000 ppm chitosan extract at first and second weeks, resulted in the highest germination index and seedling length. The best results that plant has the longest root length were obtained by soaking seeds in 4,000 and 6,000 ppm chitosan extract. Using 8,000 ppm chitosan extract resulted in the seedling with the highest fresh weight. The seedling dry weight did not

[*] Corresponding author: pkparinda@gmail.com

significant. In conclusion, using chitosan extract at 2,000 ppm is a suitable concentration for cannabis seed priming treatment before sowing due to it improves seed germination, vigor, and seedling growth.
**Keywords:** chitosan; seed priming; seedling vigor; cannabis

**บทนำ**

กัญชา (Cannabis, Marijuana) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Cannabis sativa* L. subsp. Indica (Lam.) E. Small & Cronquist (ปวีณา, 2562) เป็นพืชล้มลุกปีเดียวที่อยู่ในวงศ์ Cannabidaceae มีลำต้นตั้งตรง สูง 0.9-1.5 เมตร มีขนสีเขียวอมเทาและไม่ค่อยแตกกิ่งก้าน ใบเป็นใบเดี่ยวรูปฝ่ามือ เรียงสลับ ขอบใบเว้าลึกจนถึงจุดโคนใบมี 5-7 แฉก แต่ละแฉกรูปยาวรี กว้าง 0.3-1.5 เซนติเมตร ยาว 6-10 เซนติเมตร โคนและปลายใบสอบ (oblanceolate leaf) ขอบจักฟันเลื่อย แผ่นใบมีสีเขียวถึงเขียวจัด ด้านบนสีเขียวเข้มกว่าด้านล่าง ดอกแยกเพศต่างต้น ออกเป็นช่อกระจุกตามง่ามใบและปลายกิ่ง ช่อดอกและใบของต้นเพศผู้เรียงตัวกันห่าง ๆ ต่างจากต้นเพศเมียที่เรียงชิดกัน มีเกสรเพศผู้ 5 อัน ดอกมีขนาดเล็ก ดอกเพศเมียมีกลีบเลี้ยงหุ้มไม่มีกลีบดอก รังไข่อยู่เหนือวงกลีบ มี 1 ช่อง มีโอวูล (ovule) 1 เม็ด ผลเป็นแบบผลแห้งเมล็ดล่อน เล็กเรียบสีน้ำตาล ปัจจุบันพบสารสำคัญในกัญชามากกว่า 545 ชนิด และในจำนวนนี้มากกว่า 100 ชนิด ถูกระบุว่าเป็นไฟโตแคนนาบินอยด์ (phytocannabinoids) โดยมีสารประกอบหลัก คือ Tetrahydrocannabinol (THC) และ Cannabinol (CBN), Cannabidiol (CBD), Cannabichromene (CBC), Cannabigerol (CBG) เป็นต้น (พราว และคณะ, 2564)

ในอดีตกัญชาจัดเป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 แต่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 424) พ.ศ. 2564 เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 ได้ปลดล็อกกัญชา-กัญชงจากบัญชียาเสพติดให้โทษ รวมถึงการอนุญาตให้นำใบซึ่งไม่มียอดหรือช่อดอกติดมาด้วย กิ่ง ก้าน ราก เปลือก ลำต้น เส้นใย ที่นำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ การศึกษาวิจัยผลิตภัณฑ์สุขภาพ รวมทั้งให้ประชาชนสามารถใช้ส่วนต่าง ๆ ของกัญชา-กัญชง ไปประกอบอาหาร ทำยารักษาโรคได้ ใบกัญชาเป็นส่วนประกอบหนึ่งของกัญชาที่มีสารสำคัญในกลุ่ม Cannabinoids อยู่โดยสารที่เป็นที่รู้จักกันดี คือ THC CBD และ CBN ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ กระตุ้นระบบประสาท ฮอร์โมน และภูมิคุ้มกันต่าง ๆ มีการใช้ประโยชน์ของใบกัญชาในการประกอบอาหาร เพื่อให้ได้รสชาติที่ดีขึ้น (สรเพชร และคณะ, 2564) การขยายพันธุ์กัญชาทำโดยการปักชำและการใช้เมล็ด วิธีการปักชำจะทำให้ได้ต้นเหมือนเดิม แต่ได้ต้นกัญชาปริมาณน้อยกว่าการใช้เมล็ด ส่วนการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดมักจะพบปัญหาเมล็ดไม่งอก งอกไม่สม่ำเสมอ และใช้เวลาในการงอกนาน ทั้งนี้เนื่องจากกัญชามีดอกเป็นดอกช่อ การบานของดอกไม่พร้อมกันจึงทำให้การเจริญเติบโตและการสุกแก่ของเมล็ดในช่อดอกจะไม่เท่ากัน รวมถึงอาจเกิดจากปริมาณน้ำมันในเมล็ดกัญชาที่เป็นสาเหตุให้เมล็ดสูญเสียความงอกเร็วเมื่อเก็บรักษาในภาพอุณหภูมิสูงและเก็บเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม การกระตุ้นความงอกของเมล็ดด้วยการทำ seed priming เป็นเทคนิคในการปรับปรุงความงอกของเมล็ด โดยแช่เมล็ดในสารละลายเฉพาะชั่วระยะเวลาหนึ่งก่อนนำไปเพาะเมล็ด วิธีการดังกล่าวจะช่วยส่งเสริม การเจริญเติบโตของต้นกล้า และทำให้เมล็ดมีความทนทานต่อภาวะเครียดได้มากขึ้น (Bewley and Black, 1982; Paparella et al., 2015)

ไคโตซานเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติที่ได้จากอนุพันธ์ของไคตินที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกแข็งหุ้ม จุลินทรีย์ หรือโครงสร้างแข็งของสัตว์จำพวกแมลง กุ้ง ปูแกนหมึก หรือผนังเซลล์ของรา มีการนำเอาไคโตซานมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิดในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นอาหารเสริมเพื่อลดคอเลสเตอรอลและไขมันในเส้นเลือด ด้านการแพทย์เภสัชกรรม ปศุสัตว์ สิ่งทอ สิ่งแวดล้อม และด้านการเกษตร (อินทร์ธัชว์ และคณะ, 2558) รวมถึงมีการนำไคโตซานมาใช้ในการกระตุ้นการเจริญของพืช การศึกษาในพืชหลายชนิดพบว่าไคโตซานมีผลทั้งด้านบวกและด้านลบต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเข้มข้น วิธีการใช้ และชนิดของพืช มีรายงานว่าไคโตซานช่วยเพิ่มการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของเมล็ดบอลลูน (*Platycodon grandifloras*) โดยการส่งเสริมการพัฒนาของรากและยอด เพิ่มการดูดซึมน้ำ(Liu et al., 2022) และช่วยป้องกันเชื้อโรคในเมล็ดเปปเปอร์มิ้นท์ (Szczeonek et al., 2006) และจากรายงานการวิจัยการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซาน พบว่าสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น (บัวคำ และคณะ, 2563) อย่างไรก็ตามการตอบสนอองของพืชแต่ละชนิดต่อความเข้มข้นของไคโตซานที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อการงอกของเมล็ดและคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของต้นกล้าพืชที่แตกต่างกัน งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของสารสกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้งต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้ากัญชาโดยวิธีการทำ seed priming ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดไคโตซานที่แตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นแนวทางนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการงอกของเมล็ดและความแข็งแรงของต้นกล้ากัญชาในการผลิตต้นกล้ากัญชาที่แข็งแรงและมีคุณภาพต่อไป

**วิธีการศึกษา**

นำเมล็ดกัญชาพันธุ์หางกระรอกภูพานจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกกัญชาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข โดยวิสาหกิจชุมชนร่วมมือกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาโก อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ มาศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการระหว่างเดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนตุลาคม 2565 ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD โดยมี 6 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ประกอบด้วยกรรมวิธีที่ 1 คือ น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารสกัดไคโตซาน 2,000 ppm กรรมวิธีที่ 3 ใช้สารสกัด ไคโตซาน 4,000 ppm กรรมวิธีที่ 4 ใช้สารสกัดไคโตซาน 6,000 ppm กรรมวิธีที่ 5 ใช้สารสกัดไคโตซาน 8,000 ppm และกรรมวิธีที่ 6 ใช้สารสกัดไคโตซาน 10,000 ppm โดยเทสารละลายไคโตซานตามกรรมวิธีทดลองปริมาตร 30 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลอง ปิดฝาให้สนิทและแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง (พิจิตรา และคณะ, 2564) จากนั้นนำเมล็ดออกมาผึ่งให้แห้งก่อนนำไปทดสอบความงอกมาตรฐานของเมล็ดกัญชาตามกฎการทดสอบความงอก (ISTA, 2018) โดยวิธีเพาะแบบ between paper (BP) ชนิด roll paper บันทึกข้อมูลดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน (%) = $\frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}}$ X 100

ดัชนีการงอก (ต้น/วัน) = ผลรวมของ [ $\frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$ ]

ความสูงต้นกล้า (seedling length) วัดหลังจากเพาะเมล็ด 7 และ 14 วัน

ความยาวราก (root length) วัดหลังจากย้ายกล้า 14 วัน น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นกล้า (seedling fresh weight and dry weight) วัดจากต้นกล้าที่เพาะในถาดเพาะกล้าอายุ 14 วัน โดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 5 ต้นต่อซ้ำ ชั่งน้ำหนักสด (กรัม) แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 °C ระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำออกมาชั่งน้ำหนักแห้ง (กรัม)

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (analysis of variance) ของลักษณะที่ศึกษาตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 10

**ผลการศึกษา**

จากการศึกษาการทำ seed priming เพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดกัญชาในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 0 2,000 4,000 6,000 8,000 และ 10,000 ppm มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) พบว่าการกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 6,000 8,000 และ 10,000 ppm ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอก 100 % ซึ่งสูงกว่าเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 82.50 % ที่ 7 วันหลังเพาะ **(Table 1)** ส่วนดัชนีการงอกของเมล็ดกัญชามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) การแช่เมล็ดพันธุ์ในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีผลทำให้ดัชนีการงอกของเมล็ดสูงสุดคือ 17.71 ต้นต่อวัน รองลงมาคือ ใช้สารสกัดไคโตซาน 4,000 6,000 8,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีดัชนีการงอกเท่ากับ 15.5 14.58 13.36 และ 12.85 ต้นต่อวัน ตามลำดับ **(Table 1)**

จากการศึกษาผลของสารสกัดไคโตซานต่อความสูงของต้นกล้ากัญชาอายุ 7 และ 14 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยพบว่า ในต้นกล้าอายุ 7 วัน การแช่เมล็ดกัญชาในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีผลทำให้ความสูงของต้นกล้าสูงสุดเท่ากับ 6.90 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น รองลงมาคือสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 10,000 8,000 6,000 และ 4,000 ppm ในต้นกล้าอายุ 14 วันการแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีผลทำให้ความสูงของต้นกล้าสูงสุดเท่ากับ 11.90 เซนติเมตร รองลงมาคือสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 6,000 10,000 8,000 และ 4,000 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น **(Table 1)** ส่วนลักษณะความยาวรากของต้นกล้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยพบว่า การกระตุ้นการงอกด้วยการแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 4,000 และ 6,000 ppm ส่งผลให้ต้นกล้ามีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงสุด คือ 6.05 และ 5.79 เซนติเมตร ตามลำดับ การแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 8,000 10,000 และ 2,000 ppm ค่าเฉลี่ยความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นการงอกต้นกล้ามีความยาวรากต่ำสุด คือ 2.90 cm ที่ 14 วันหลังย้ายลงถาดหลุมเพาะกล้า **(Table 1)**

**Table 1** Effects of chitosan extract from shrimp shells on germination percentage, germination index seedlings length at first and second weeks and seedling root length after 14 days of cannabis.

| Seed treatment | Germination (%) | Germination index | Seedling length (cm) | | Root length (cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 7 days | 14 days | |
| Distilled water (control) | 82.50 b | 7.57 d | 2.27 c | 4.52 b | 0.0325 b |
| Chitosan extract 2,000 ppm | 100.00 a | 17.71 a | 6.90 a | 11.90 a | 0.7225 a |
| Chitosan extract 4,000 ppm | 99.00 a | 14.58 bc | 4.04 b | 8.85 a | 0.6725 a |
| Chitosan extract 6,000 ppm | 100.00 a | 15.15 b | 4.22 b | 9.80 a | 0.6525 a |
| Chitosan extract 8,000 ppm | 100.00 a | 13.36 bc | 4.34 b | 9.11 a | 0.7450 a |
| Chitosan extract 10,000 ppm | 100.00 a | 12.83 c | 5.17 b | 9.39 a | 0.5925 a |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 5.34 | 9.85 | 7.39 | 3.89 | 3.17 |

Means in the same column followed by the different letters are significantly different by LSD (p< 0.01, **)

นอกจากนี้ ผลของสารสกัดไคโตซานต่อน้ำหนักสดของต้นกล้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการใช้สารสกัดไคโตซานทุกความเข้มข้นส่งผลให้น้ำหนักสดของต้นกล้าสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (P<0.01) โดยการใช้สารสกัดไคโตซาน 8,000 ppm ส่งผลให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดสูงสุดคือ 0.7450 กรัมต่อต้น เมื่อเทียบกับเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่นซึ่งมีน้ำหนักสดเท่ากับ 0.0325 กรัมต่อต้นส่วนผลของสารสกัดไคโตซานต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใช้สารสกัดไคโตซาน 8,000 ppm ส่งผลให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 0.0148 กรัมต่อต้น **(Table 2)**

**Table 2** Effects of chitosan extract from shrimp shells on fresh weight and dry weight of cannabis seedlings

| Seed treatment | Seedling fresh weight (g/plant) | Seedling dry weight (g/plant) |
|---|---|---|
| Distilled water (control) | 0.0325 b | 0.0123 |
| Chitosan extract 2,000 ppm | 0.7225 a | 0.0100 |
| Chitosan extract 4,000 ppm | 0.6725 a | 0.0135 |
| Chitosan extract 6,000 ppm | 0.6525 a | 0.0125 |
| Chitosan extract 8,000 ppm | 0.7450 a | 0.0148 |
| Chitosan extract 10,000 ppm | 0.5925 a | 0.0130 |
| F-test | ** | ns |
| C.V. (%) | 3.17 | 2.44 |

Means in the same column followed by the different letters are significantly different by LSD (p< 0.01, **)
ns; not significantly different (p>0.01)

**วิจารณ์**

จากการศึกษาผลของสารสกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้งต่อการงอกของเมล็ดกัญชา พบว่า การแช่เมล็ดกัญชาในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 4,000 6,000 8,000 และ 10,000 ppm ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Ya-jing et al. (2009) ที่รายงานว่าการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารไคโตซานที่มีความเข้มข้น 0.25, 0.50 และ 0.75% (w/v) ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอก ความยาวต้น ความยาวราก เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชุดควบคุม และยังสอดคล้องกับ บัณฑิตา และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดแพงพวยลูกผสม

พบว่าสารละลายไคโตซานส่งเสริมให้เมล็ดแพงพวยมีค่าดัชนีความเร็ว เปอร์เซ็นต์การงอกดีกว่าไม่แช่สารละลายไคโตซาน และการแช่สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 20 และ 40 mg/l ส่งเสริมให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของต้นกล้าสูงชี้ให้เห็นว่าพืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อสารละลายไคโตซานความเข้มข้นแตกต่างกัน อาจเนื่องจากเมล็ดพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสะสมในเมล็ดต่างกัน ในเมล็ดกัญชามีอาหารสะสมจำพวกแป้งและไขมัน โดยมีน้ำมัน 29-34% (Mölleken and Theimer,1997) การแช่เมล็ดในไคโตซานช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก ในถั่วลิสง (Zhou et al., 2002) เนื่องจากไคโตซานมีผลกระตุ้นการกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส กรดจิบเบอเรลลิก (GA3) และกรดอินโดลอะซิติก(IAA) ซึ่งเป็นฮอร์โมนในเมล็ดที่ทำให้เกิดกิจกรรมการงอก นอกจากนี้ บัวคำ และคณะ (2563) ศึกษาผลของไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญของต้นกล้าพริกขี้หนูสวน พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีผลให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด เมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วสุดและมีค่าความเร็วในการงอกสูงที่สุด จากผลการศึกษานี้ การแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีผลทำให้ดัชนีการงอกและความสูงต้นกล้าที่ 7 และ 14 วัน สูงสุด และพบว่าการแช่เมล็ดในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 4,000 และ 6,000 ppm ส่งผลให้ต้นกล้ามีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากการแช่เมล็ดจะส่งผลให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น เนื่องจากผ่านการดูดน้ำในระยะแรกทำให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ และมีการสร้าง mRNA ทำให้เกิดการสลาย (break down) อาหารสะสมโดยเอนไซม์ จนเข้าสู่ระยะที่สอง (lag phase) ซึ่งเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเมล็ด มีการย่อยสลายสารอาหารโมเลกุลใหญ่เป็นโมเลกุลเล็กเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการงอกและเคลื่อนย้ายอาหารสะสมไปยังจุดเจริญ หากแช่เมล็ดเป็นระยะเวลาที่นานจะทำให้เข้าสู่ระยะที่สามของการดูดน้ำทำให้ radicle งอกได้ (Copeland and McDonald, 2001) และสอดคล้องกับงานทดลองของ Liu et al. (2022) ที่ทำการแช่เมล็ดในไคโตซานพบว่ามีผลส่งเสริมการงอกของเมล็ดบอลลูน (*Platycodon grandifloras*) ได้ดี ไคโตซานสามารถปรับปรุงอัตราการงอก และดัชนีการงอก รวมทั้งความยาวของ cotyledon และ radicle ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) และการแช่เมล็ดในไคโตซาน 0.15–0.20% สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของใบ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้น *P. grandiflorus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## สรุป

สารสกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้งสามารถส่งเสริมการงอกของเมล็ดกัญชาได้โดยการแช่เมล็ดกัญชาในสารสกัดไคโตซานความเข้มข้น 2,000 ppm มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดกัญชาก่อนเพาะเมล็ด เนื่องจากมีผลส่งเสริมทั้งการงอกของเมล็ด ความแข็งแรงของเมล็ด และการเจริญของต้นกล้าได้เป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง


บัณฑิตา ยงค์, วัชรา ทะมะละ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2550. ผลของสารละลายไคโตซานต่อเมล็ดแพงพวยลูกผสม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38(6) ฉบับพิเศษ: 193-196.

บัวคำ แก้วบัว, ประนอม ยังคำมั่น, อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ และสุเทพ วัชรเวชศฤงคาร. 2563. ผลของไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญของต้นกล้าพริกขี้หนูสวน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 38(4): 441-448.

ปวีณา ยะปัญญา. 2562. กัญชง (hemp). วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า. 36 3: 258-260.

พราว ศฺภจฺฉิยาฏฺตร, ศราฺฐธ ระดาพงฺษ์, ตฺฎิญาฺฎิ สาฺฎฺด, ณฐฎฺทร หาญฎิจ, ฎฺญชฺฎิญา ภารเขจร, ปฏิภาณ พริ้มพราย, ฎิเชฐ ฎฺญฺฎฺฎิ, ศฺฎิวรรณ ฎฺยสมฺฎรฺฎฺฎนฺฎ์, ฎฺฐพงฺษ์ ฎิฎฺย และพรฺฎฺย ฎินเจฺฎิญโภไคย. 2564. การศึกษาความเป็นฎิษของสารสฎัดฎัญชาฎันธุ์ไทยต่อเซลฎ์เพาะเลี้ยงปกติ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 63(3): 478-489.

สรเพชร มาสุด, ธนวัฒน ทองจีนม กรวิชญ สมคิด, ภาณุวิชญ พูลทรัพย, ปภาวดี สุฉันทบุตร, กชพร โชติมโนธรรม, ทิพวรรณ ปรักมานนท, ราตรี พระนคร, วรรณวิภา พินธะ, พิเชฐ บัญญัติ และศิริวรรณ ชัยสมบูรณพันธ์. 2564. ปริมาณสารแคนนาบินอยดในระยะการเจริญเติบโตที่แตกตางกันของใบกัญชาพันธุ์ไทย. วารสารกรมวิทยาศาสตรการแพทย์. 63(3): 524-540.

อินทร์ธัชว์ ศรีบุตต์ วีรยุทธ สีหานู และอนันต์สิทธิ์ มีเพียร. 2558. ผลของอัตราไคโตซานที่ผสมกับดินปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศในถาดหลุมเพาะ. แก่นเกษตร. 43(ฉบับพิเศษ 1): 906-910.

Bewley, J.D., and M. Black. 1982. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Volume 2: Viability, Dormancy, and Environmental Control. New York: Springer-Verlag. 375 p.

Copeland, L.O., and M.B. McDonald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. 4th edition. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers. 467 p.

International Seed Testing Association. 2018. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. Zurich, Switzerland.

Liu, H., Zheng, Z., Han, X., Zhang, C., Li, H., and Wu, M. 2022. Chitosan soaking Improves seed germination of *Platycodon Grandiflorus* and enhances Its growth, photosynthesis, resistance, yield, and quality. Horticulturae. 943: 1-13.

Mölleken, H., and Theimer, R. R. (1997). Survey of minor fatty acids in Cannabis sativa L. fruits of various origins. Journal of the International Hemp Association. 4(1): 13-17.

Paparella, S., S.S. Araujo, G. Rossi, M. Wijayasinghe, D. Carbonera, and A. Balestrazzi. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant Cell Reports. 34: 1281-1293.

Szczeponek, A., Mazur, S., and Nawrocki, J. 2006. The usage of chitosan in protection of some peppermint and lemon balm pathogens. In Polish Chitin Society. Monograph XI, 193–200

Ya-jing, G., Jin, H., Xian-ju, W., and Chen-xia, S. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zheijang University Science B. 10: 427-433

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของวัสดุพอกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดอินทรีย์

# Effects of filler materials on quality of organic lettuce seeds

**สุวรรณา แก่นนาคำ[1], สุกัญญา เอี่ยมลออ[1] และ วิศณีย์ โพธิ์หล้า[1*]**

**Suwanna Kaennakham[1], Sukanya Aiamla-or[1] and Wissanee Pola[1*]**

[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000*

[1] *Department of School of Crop Production Technology, Institute of Agriculture Technology, Suranaree University of Technology, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000*

**บทคัดย่อ:** การพอกเป็นเทคนิคเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดที่กำลังเป็นที่นิยมในเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็ก เทคนิคดังกล่าวจึงเหมาะกับเมล็ดผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) โดยเฉพาะเมล็ดที่ผลิตจากระบบเกษตรแบบอินทรีย์ที่มีมูลค่าค่อนข้างสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวัสดุพอกที่พัฒนามาจากวัตถุดิบทางอินทรีย์ ได้แก่ ดินเบา (DE) แคลเซียมคาร์บอเนต (CC) และมูลไส้เดือน (SVC) ตามอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าในผักสลัดอินทรีย์ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ กรีนโอ๊ค (GO) เรดโอ๊ค (RO) มินิคอส (MC) และแก้วญี่ปุ่น (JP) โดยมีวัสดุประสานเป็นกัมอราบิกที่ความเข้มข้น 5% ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี (1) เมล็ดไม่พอก (ชุดควบคุม) (2) เมล็ดพอกด้วยสูตรที่ 1 (20% DE + 20% CC + 60% SVC) และ (3) เมล็ดพอกด้วยสูตรที่ 2 (40% DE + 60% SVC) จากผลการทดลอง พบว่า การงอกของเมล็ดผักสลัดอินทรีย์ทั้ง 4 พันธุ์ ที่พอกด้วยสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างจากเมล็ดที่ไม่พอก ยกเว้นเมล็ดกรีนโอ๊คพอกด้วยสูตรที่ 3 งอกได้ต่ำที่สุด การพอกทุกสูตร ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักสลัดทั้ง 4 พันธุ์ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดไม่พอก รวมทั้งค่าดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าแตกต่างจากเมล็ดควบคุม การพัฒนาวัสดุพอกเมล็ดแบบอินทรีย์ทั้ง 2 สูตร สามารถนำมาพอกเมล็ดผักสลัดได้ โดยไม่ส่งผลเสียต่อการงอกและยังทำให้การเจริญของต้นกล้าดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพื่อประเมินต้นทุนและประสิทธิภาพของวัสดุพอกในระหว่างการเก็บรักษาควรมีการศึกษาต่อไป

**คำสำคัญ:** วัสดุพอกอินทรีย์; เมล็ดสลัด; เทคนิคการพอก

**ABSTRACT:** Pelleting is a technique to upgrade the quality of seed that is being popular in small seeds. Therefore, this technique is suitable for lettuce (*Lactuca sativa* L.), particularly the seeds produced by organic system in which a high market value. This study aims to demonstrate filler materials as developed from organic matters such as diatomaceous earth (DE), calcium carbonate (CC), and solid vermicompost (SVC) in different ratios on seed germination and seedling growth in organic lettuce seeds for 4 varieties including Green Oak (GO), Red Oak (RO), Mini Cost (MC), and Japanese Kaew (JP). A binding solution was prepared by 5% gum arabic. Consisted of 3 treatments: (1) non-pelleted seed (control), (2) pelleted seed with formula 1 (20% DE + 20% CC + 60% SVC), and (3) pelleted seed with formula 2 (40% DE + 60% SVC). Results displayed that the germination of the 4 organic lettuce seeds as pelleted by 2 and 3 formulas was not significantly different with the non-pelleted seed, except Green Oak seed pelleted by the formula 3 as a low germination. All pelleting formulas in the 4 organic lettuces caused a higher seedling growth rate and dried weight matter than the non-pelleted seed. The seedling vigor index had no different compared to the control seed. The development of organic filler material for 2 formulas can apply to the lettuce seeds without a negative effect on seed germination and improve the seedling growth. Nevertheless, the study to evaluate the costs and the efficiency of the filler materials during storage should be an education ongoing further.

**Keywords:** organic filler material; lettuce seeds; pelleting technique

## บทนำ

ในปัจจุบันผักสลัดอินทรีย์ ถือเป็นผักรับประทานสดที่สำคัญสำหรับกลุ่มคนรักษาสุขภาพ เนื่องจากกระแสดังกล่าวจึงทำให้ตลาดมีความต้องการผักสลัดอินทรีย์ค่อนข้างสูงทั้งในไทยและต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ผักสลัดอินทรีย์มีข้อจำกัดของกระบวนการผลิต

* Corresponding author: wissanee@sut.ac.th

ที่ค่อนข้างยุ่งยากและต้องใช้ความประณีตในการผลิตสูง เนื่องจากทุกขั้นตอนต้องปราศจากสารเคมีสังเคราะห์ ทั้งปุ๋ย ยากำจัดศัตรูพืช และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่าง ๆ ดังนั้น การใช้เมล็ดพันธุ์จำเป็นต้องเลือกใช้เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ที่ผลิตในระบบอินทรีย์ก่อนเบื้องต้น ตามข้อกำหนดเกษตรอินทรีย์มาตรฐานสากล ปี พ.ศ. 2548 (คริษฐ์สพล, 2558) ทำให้ในปัจจุบัน ตลาดด้านเมล็ดพันธุ์ผักสลัดอินทรีย์กำลังได้รับความนิยม ทำให้ตลาดทางด้านนี้กำลังเติบโตมากขึ้น และส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ผักสลัดอินทรีย์มีมูลค่าค่อนข้างสูง ดังนั้น การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์โดยเฉพาะกลุ่มของผักสลัด จึงจะเป็นอีกหนึ่งภาคธุรกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนจำเป็นต้องร่วมกันรับผิดชอบผลิตและจัดจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ให้กับเกษตรกรทั้งในและต่างประเทศ เมล็ดพันธุ์ที่ดีถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับในการเพาะปลูก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่ดีและมีคุณภาพทั้งทางด้านอัตราการงอกสูง เมล็ดพันธุ์แข็งแรง ทำให้เกษตรกรสามารถเพาะปลูกพืชผักได้อย่างมีคุณภาพและได้ปริมาณผลผลิตที่สูงขึ้น สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์ภายในประเทศไทยยังมีจำนวนค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านเมล็ดพันธุ์มาประยุกต์ใช้กับเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ร่วมกับการเพิ่มธาตุอาหารยังมีอยู่อย่างจำกัด เช่น การพอกเมล็ดพันธุ์ (seed pelleting) ซึ่งเป็นเทคนิคการยกระดับคุณภาพที่เหมาะสมกับเมล็ดขนาดเล็ก ได้แก่ เมล็ดพันธุ์สลัด ดังนั้น ในงานทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุพอกสำหรับใช้กับเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ โดยได้นำวัตถุดิบที่มาตรฐานเกษตรอินทรีย์กำหนดให้ใช้ได้ รวมทั้งหาได้ง่าย ราคาไม่แพง มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาวัสดุพอกมาจากวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติที่สามารถพอกเมล็ดได้โดยไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพของเมล็ด

**วิธีการศึกษา**

เมล็ดพันธุ์ผักสลัดอินทรีย์จากเกษตรกรนิคมเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ กรีนโอ๊ค (green oak; GO) เรดโอ๊ค (red oak; RO) มินิคอส (mini cos; MC) และสลัดแก้วญี่ปุ่น (Japanese Kaew; SL) เตรียมวัสดุพอก (pelleting materials) สูตรอินทรีย์ ประกอบด้วย ดินเบา (diatomaceous earth; DE) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate; CC) และมูลไส้เดือน (solid vermicompost; SVC) (CertAll., 2019) จำนวน 3 กรรมวิธี ได้แก่ (T1) เมล็ดไม่พอก (ชุดควบคุม), (T2) เมล็ดพอกด้วย 20% DE + 20% CC + 60% SVC และ (T3) เมล็ดพอกด้วย 40% DE + 60% SVC โดยใช้เครื่องช่วยพอกเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กสำหรับห้องปฏิบัติการ รุ่น KSC-01 บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล ประเทศไทย โดยมี 5 % กัมอราบิกเป็นวัสดุประสาน จากนั้นลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่พอกให้เหลือ 6 ± 2 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับค่าเริ่มต้น จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์อินทรีย์หลังการพอกในสภาพห้องปฏิบัติการ ดังนี้ ตรวจสอบความงอกด้วยวิธีมาตรฐาน (ISTA, 1999) แบบ Top of paper (TP) ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม สำหรับการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยการวัดค่าดัชนีความงอก (germination index; GI) และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (meantime to germination; MTG) และการวัดเจริญเติบโตของต้นกล้า (ความยาวราก/ยอด และน้ำหนักแห้ง) ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Base Authorized User Version 29

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**ผลของวัสดุพอกต่อคุณภาพการงอกของเมล็ดพันธุ์สลัดอินทรีย์**

ลักษณะปรากฏของเมล็ดเบื้องต้น พบว่า เมล็ดที่ยังไม่พอกที่ 100 เมล็ด มีน้ำหนักเท่ากับ 0.10 กรัม เมื่อนำเมล็ดมาพอกด้วยสูตรที่ 1 และ 2 จะได้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.11 และ 1.44 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดที่พอกจะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่าของเมล็ดไม่พอก และคุณสมบัติการละลายน้ำของเมล็ดที่พอกด้วยสูตรที่ 1 และ 2 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 และ 5.2 วินาที ตามลำดับสอดคล้องกับการรายงานของ Qiu et al. (2020) ที่พอกเมล็ด red clover และ perennial ryegrass ด้วยวัสดุพอกที่พัฒนามาจากการผสมระหว่าง soy flour (SF): DE: micronized vermicompost (MVC) และ concentrated vermicompost extract (CVE) ที่อัตราส่วนแตกต่างกันโดยใช้เวลาละลายน้ำประมาณ 4.4 – 6.4 วินาที จาก **Table 1** พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่พอกจากทั้ง 2 สูตรมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกที่ประเมินใน 4 วันแรก (1$^{st}$ count) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่พอกอยู่ระหว่าง 89.5 – 98.5 เปอร์เซ็นต์ โดยในเมล็ดสลัดกรีนโอ๊ค มินิคอส และแก้วญี่ปุ่น ที่พอกด้วยสูตรที่ 1 และ 2 ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของวันแรกต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดชุดควบคุม ($P$ >

0.05) ซึ่งมีความงอกอยู่ระหว่าง 49.5 – 90.5 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสลัดเรดโอ๊ค ที่พอกด้วยสูตรที่ 2 ยังมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงเท่ากับชุดควบคุม (93.0 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม เมื่อประเมินความงอกในวันสุดท้าย (final count) เมล็ดสลัดทุกพันธุ์ที่พอกด้วยวัสดุพอกทั้ง 2 สูตร สามารถงอกได้สูงเท่ากับเมล็ดไม่พอก ซึ่งมีความงอกอยู่ระหว่าง 85.0 – 99.5 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสลัดกรีนโอ๊คยังคงมีความงอกต่ำที่สุดเมื่อพอกด้วยสูตรที่ 2 (74.0 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่าวัสดุพอกจากทั้ง 2 สูตร ไม่มีผลกระทบในทางลบกับการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัด แม้ว่าในช่วง 4 วันแรกจะงอกได้ช้ากว่าเมล็ดที่ไม่เพาะ สำหรับการวัดความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ เพื่อประเมินความสามารถของการแทงรากและต้นอ่อนจากเทคนิคการพอก ซึ่งบ่งชี้ด้วยค่าดัชนีการงอก (GI) หรือจำนวนต้นปกติที่งอกในแต่ละวัน และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MTG) ที่จะใช้เวลางอกน้อยในกลุ่มของเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรง จากผลการทดลอง **(Table 1)** พบว่า การพอกเมล็ดสลัดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คด้วยวัสดุพอกสูตรที่ 1 ทำให้ค่า GI สูงไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่การพอก แต่การพอกด้วยสูตรที่ 2 กับเมล็ดสลัดทั้งสองพันธุ์ทำให้ค่า GI ต่ำที่สุด ในขณะที่ การพอกจากทั้ง 2 สูตรกับเมล็ดสลัดมินิคอสและแก้วญี่ปุ่น ทำให้ค่า GI ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดไม่พอก เมื่อพิจารณาระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MTG) พบว่า มีความสอดคล้องกับค่า GI โดยการพอกด้วยสูตรที่ 2 กับสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และมินิคอส ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดไม่พอก และที่พอกด้วยสูตรที่ 1 ยกเว้นสลัดแก้วญี่ปุ่นที่ให้ค่า MTG เท่ากันทุกกรรมวิธี ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ จักรพงษ์ และบุญมี (2557) ในการทดสอบวัสดุพอก calcium carbonate กับเมล็ดพันธุ์ยาสูบยังคงให้เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างจากเมล็ดที่ไม่ผ่านการพอก อย่างไรก็ตาม จากภาพรวมของการประเมินความสามารถด้านการงอกจากการพอกเมล็ดด้วยสูตรสารพอกเมื่อเทียบกับเมล็ดชุดควบคุมที่ไม่ได้พอก แสดงให้เห็นว่าการพอกด้วยวัสดุพอกสูตรที่ 1 ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้สูงและยังคงความแข็งแรงของเมล็ดได้ดีกว่าการพอกด้วยสูตรที่ 2

**Table 1** Percentage of seed germination and seedling growth of the pelleted-lettuce seeds for 4 varieties withorganic filler materials**.**

| Lettuces | Treatments | Germination (%G) | | Speed of germination | | Root length (cm) | Shoot length (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1st | Final | GI | MTG | | |
| **Green oak** | T1: Non-pelleted | 89.5±2.2a | 91.0±1.0a | 17.5±1.5a | 2.6±0.2b | 6.0±0.5a | 2.2±0.4b |
| | T2: Pelleted-formula 1 | 76.0±5.1b | 85.0±4.4a | 14.9±1.4a | 3.1±0.3b | | 3.1±0.1a |
| | T3: Pelleted-formula 2 | 49.5±10.6c | 74.0±5.1b | 10.4±1.9b | 3.9±0.6a | 4.0±0.2c | 3.1±0.2a |
| | *P* (> 0.05) | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| **Red oak** | T1: Non-pelleted | 98.5±0.9a | 99.5±0.9 | 20.4±0.2a | 2.5±0.1b | 6.4±0.5 | 3.0±0.3 |
| | T2: Pelleted-formula 1 | 85.5±6.4b | 99.5±0.9 | 19.5±0.5a | 2.6±0.1ab | 6.5±0.2 | 3.5±0.1 |
| | T3: Pelleted-formula 2 | 93.0±2.2a | 99.0±1.7 | 17.8±1.0b | 2.9±0.2a | 5.7±1.8 | 4.1±1.4 |
| | *P* (> 0.05) | ** | ns | ** | * | ns | ns |
| **Mini Cos** | T1: Non-pelleted | 96.0±2.4a | 98.0±1.4 | 19.5±a | 2.8±0.2b | 7.5±1.0 | 3.2±0.3 |
| | T2: Pelleted-formula 1 | 90.5±3.8ab | 97.0±1.7 | 15.8±1.7b | 3.0±0.2b | 6.5±0.2 | 3.5±0.5 |
| | T3: Pelleted-formula 2 | 87.0±4.4b | 95.5±3 | 15.7±0.7b | 3.4±0.1a | 6.5±0.5 | 3.6±0.1 |
| | *P* (> 0.05) | * | ns | ** | ** | ns | ns |
| **Japanese Kaew** | T1: Non-pelleted | 94.0±2.8a | 98.0±2.4 | 19.4±0.5a | 2.7±0.1 | 7.6±0.2 | 3.6±0.2 |
| | T2: Pelleted-formula 1 | 83.5±4.3b | 95.0±5.4 | 16.5±1.4b | 3.0±0.2 | 6.7±0.5 | 4.6±1.0 |
| | T3: Pelleted-formula 2 | 83.5±3.3b | 93.5±1.7 | 16.8±0.6b | 2.9±0.2 | 7.0±0.4 | 3.9±0.2 |
| | *P* (> 0.05) | ** | ns | ** | ns | ns | ns |

Means followed by the same letters within the *column (a-e)* of each lettuce variety are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($p > 0.05$). The abbreviation represented the formula 1 (20% DE + 20% CC + 60% SVC), formula 2 (40% DE + 60% SVC), germination index (GI), and mean time to germination (MTG).

**ผลของวัสดุพอกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าของผักสลัดอินทรีย์**

จากการการเพาะเมล็ดสลัดที่พอกด้วยวัสดุพอกทั้ง 2 สูตร เมื่อวัดความยาวต้นและรากของผักสลัดเรดโอ๊ค มินิคอส และแก้วญี่ปุ่น **(Table 1)** พบว่า วัสดุพอกที่พัฒนาขึ้น 2 สูตรนั้น ไม่ทำให้ความยาวของส่วนลำต้นและรากเพิ่มขึ้นได้แตกต่างจากเมล็ดไม่พอก ยกเว้นสลัดกรีนโอ๊คที่พอกด้วยวัสดุพอกสูตรที่ 1 และ 2 ทำให้ความยาวของลำต้นสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดชุดควบคุม ตรงข้ามกับความยาวรากที่วัสดุพอกทำให้รากสั้นกว่าเมล็ดไม่พอก อย่างไรก็ตาม การพอกด้วยวัสดุพอกสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ในผักสลัดเรดโอ๊ค มินิคอส และแก้วญี่ปุ่น ทำให้ต้นกล้ามีค่าน้ำหนักแห้ง **(Figure 1A)** และอัตราการเจริญเติบโต **(Figure 1B)** สูงไม่แตกต่างกัน แต่ทั้ง 2 สูตรทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่พอก ยกเว้นพันธุ์กรีนโอ๊คที่ไม่แตกต่างกัน

ทั้ง 3 กรรมวิธี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Qiu et al. (2020) ที่ได้พัฒนาวัสดุพอกจากการผสมระหว่าง SF: DE: MVC:CVE ในเมล็ด red clover ช่วยให้ต้นกล้ามีความยาวราก ดัชนีการเจริญเติบโต และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ได้สูงมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก ในทำนองเดียวกับ Amirkhani et al. (2019) ที่ได้พัฒนาวัสดุพอกจากการผสมระหว่าง SF: MVC ในเมล็ดบล็อกโคลี สามารถเพิ่มความยาวราก น้ำหนักแห้ง และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าได้

จากการพัฒนาวัสดุพอกที่มีส่วนประกอบของมูลไส้เดือน (vermicompost) ซึ่งเป็นอินทรียวัตถุและเป็นสารกระตุ้นทางชีวภาพที่สำคัญในการทำเกษตรในระบบอินทรีย์ เนื่องจากเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช Amirkhani et al. (2019) รายงานผลการวิเคราะห์องค์ประกอบไนโตรเจนของมูลไส้เดือนที่ใช้เป็นสูตรพอกเมล็ด ซึ่งมีส่วนประกอบของไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2 - 3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนประมาณ 6 - 7 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียประมาณ 20 – 199 ไมโครกรัมต่อกรัม และมีไนเตรท+ไนไตรท์ประมาณ 3442 – 6560 ไมโครกรัมต่อกรัม ขึ้นอยู่กับชนิดของมูลไส้เดือนที่นำมาทดสอบ นอกจากนี้ยังมีการรายงานของ อารีรัตน์ และ นิวัฒน์ (2560) มูลไส้เดือนดินจะประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน 1.80 - 2.05 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์คาร์บอน 20.43 - 30.31 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.32 - 1.93 เปอร์เซ็นต์ โปแทสเซียม 1.28 - 1.50 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 3.0 - 4.5 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.4 - 0.7 เปอร์เซ็นต์ โซเดียม 0.02 - 0.30 เปอร์เซ็นต์ กำมะถัน 0.40 เปอร์เซ็นต์ สังกะสี 0.028 - 0.036 เปอร์เซ็นต์ แมงกานีส 0.40 เปอร์เซ็นต์ ทองแดง 0.0027-0.0123 เปอร์เซ็นต์ โบรอน 0.0034-0.0075 เปอร์เซ็นต์ และ อลูมิเนียม 0.071 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของดินเบาเป็นวัสดุดูดซับมีความเฉื่อยอุ้มน้ำและมีรูพรุนที่ทำให้ดินหายใจได้ และเป็นส่วนผสมของอิฐเบา นำมาใช้ในขบวนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร และสามารถนำมาใช้เป็นสารกำจัดแมลงได้ด้วย (Subramanyam and Roesli, 2000; กรมวิชาการเกษตร, 2007) แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นอนินทรียสารที่เกิดจากการทับถมของตะกอนคาร์บอเนตในแหล่งน้ำธรรมชาติ มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีสมบัติเฉพาะ ไม่เป็นพิษ และมีความเสถียรทางเคมี (พิสมัย และอรุณ, 2546) วัตถุดิบที่นำมาใช้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวัสดุพอกที่พัฒนามาจากวัตถุดิบทางอินทรีย์ ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าค่อนข้างสูง

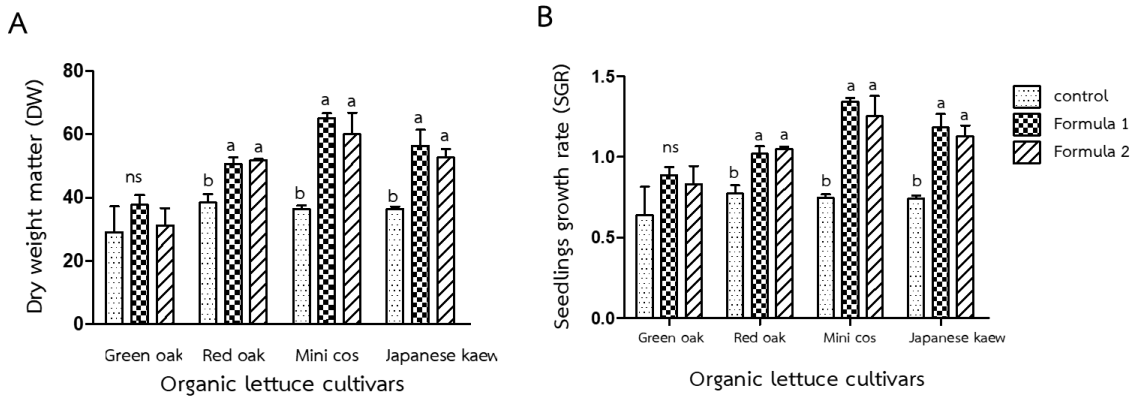



**Figure 3** The Dry weight matter (A) and seedling growth rate (B) of the pelleted seeds of 4 lettuce varieties including Green Oak, Red Oak, Mini Cos, and Japanese Kaew with the organic filler materials. The different letters (a-b) within each lettuce variety are a significant difference among treatment according to Duncan's Multiple Range Test ($p > 0.05$).

## สรุป

จากการพัฒนาวัตถุดิบอินทรีย์มาเป็นวัสดุพอกจำนวน 2 สูตร สามารถนำมาพอกเมล็ดพันธุ์สลัดอินทรีย์ทั้ง 4 พันธุ์ได้โดยไม่ส่งผลเสียต่อการงอกและยังทำให้การเจริญของต้นกล้าดีขึ้น จากผลการทดสอบสามารถแนะนำให้ใช้วัสดุพอกด้วยสูตรที่ 1 เพื่อช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วในการงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้ดีกว่าสูตรที่ 2 อย่างไรก็ตาม สำหรับการทดสอบวัสดุพอกในเชิงลึก รวมกับการประเมินความสามารถของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วยวัสดุพอกดังกล่าว ยังอยู่ในระหว่างการดำเนินการของนักวิจัยต่อไป

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา และศูนย์เครื่องมือ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย (รหัสโครงการ R2207202) และสถานที่ทำวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

กรมวิชาการเกษตร. 2007. สาระน่ารู้: การผลิตพืชอินทรีย์. แหล่งข้อมูล:www.doa.go.th/learning/organic/product.html – 72k. ค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2566.

คริษฐ์สพล หนูพรหม. 2558. การผลิตผักอินทรีย์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี23. 6: 960–965.

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2557. ผลของชนิดสารพอกเมล็ดต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ.แก่นเกษตร. 43: 289-291.

พิสมัย เลิศวัฒนะพงษ์ชัย และอรุณ คงแก้ว. 2551. กรรมวิธีการผลิตแคลเซียมคาร์บอเนตในเชิงพาณิชย์. กรมวิทศาสตร์บริการ. 161: 34.

อารีรัตน์ แดงกระจ่าง และนิวัฒน์ แดงกระจ่าง. 2560. โรงงานปุ๋ยหลังบ้ าน. เกษตรอภิรมย์. 17: 46-48.

Amirkhani, M., Mayton, H.S., Netravali, A.N., and Taylor, A.G. 2019. A Seed Coating Delivery System for Bio-Based Biostimulants to Enhance Plant Growth. Sustainability. 11, 5304; doi:10.3390/su11195304.

ISTA. 1999. International Rules for Seed Testing. Seed Science and technology**.** Glattbrugg. Switzerland.

Subramanyam, Bh., Roesli,. 2000. Inert Dusts. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum,D.W. (Eds.), Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, pp.321-380.

Yi Qiu, Masoume Amirkhani, Hilary Mayton, Zhi Chen, and Alan G. Taylor. 2020. Biostimulant Seed Coating Treatments to Improve Cover Crop Germination and Seedling Growth. Agronomy. 10: 154. Available: https://doi.org/10.3390/agronomy10020154. Accessed July.23, 2023.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การประเมินและคัดเลือกพันธุ์กัญชง CBD และ Superfood type สำหรับเกษตรกรของมูลนิธิโครงการหลวง

# Evaluation and selection of CBD and superfood type hemp varieties for Royal Project Foundation farmers

**วชิระ เกตุเพชร[1*], พีรวุฒิ วงศ์สวัสดิ์[2], ประภัสสร ทิพย์รัตน์[3], สิริสุภาพร คำสุกดี[1], ชนากาณ ศรีเมือง[1] และ ศศิเทพ ชัยชม[1]**

Wachira Ketpet[1*], Pherawut Wongsawad[2], Prapatsorn Tipparat[3], Sirisupaporn Khamsukdee[1], Chanakan Srimaueng[1], and Sasithep Chaichom[1]

[1] *มูลนิธิโครงการหลวง, จ.เชียงใหม่ ประเทศไทย 50100*
[1]*Royal Project Foundation, Chiang Mai, Thailand, 50100*
[2]*ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จ.เชียงใหม่ ประเทศไทย 50200*
[2]*Department of Biology, Faculty of Science Chiang Mai University, Thailand 50200*
[3]*ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่, จ.เชียงใหม่, 50180*
[3]*Regional Medical Sciences Center 1 Chiang Mai.*

**บทคัดย่อ:** การประเมินและคัดเลือกกัญชง พันธุ์ CBD และ Superfood type ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ 1) การประเมินและคัดเลือกกัญชง พันธุ์ CBD type โดยประเมินพันธุ์ 10 พันธุ์ ผลการทดลองพบว่าพันธุ์ EHFGP#8 เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตและให้ปริมาณสาร CBD มากที่สุด โดยมีน้ำหนักช่อดอกรวม/ต้นมากที่สุด 754.00 กรัม มีจำนวนช่อดอก/ต้นมากที่สุด 16.87 ช่อดอก/ต้น มีความยาวช่อ 36.11 ซม. และมีปริมาณสาร CBD มากที่สุด 8.97% w/w ของน้ำหนักแห้งจึงเป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตและปริมาณสาร CBD มากที่สุด สำหรับการศึกษาผลของพันธุ์และระยะเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญของกัญชงพันธุ์ CBD type พบว่าพันธุ์ EHFGP#1 ที่เก็บเกี่ยวระยะช่อดอกสุกแก่ที่ 100% ให้ปริมาณ CBD สูงที่สุด 11.49% w/w ของน้ำหนักแห้ง แต่เมื่อพิจารณาในด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตประกอบ พบว่าพันธุ์ EHFGP#8 เป็นพันธุ์ที่ให้ทั้งผลผลิตและปริมาณ CBD สูงจึงเหมาะสำหรับเป็นพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรผลิตเชิงพาณิชย์ 2) การประเมินและคัดเลือกกัญชง พันธุ์ Superfood type โดยประเมินพันธุ์ 16 พันธุ์ ผลการทดลองพบว่าพันธุ์ RPF6 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด ให้ผลผลิตเมล็ดต่อต้นสูงที่สุด ที่ 254.3 กรัม และให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดสูงที่ 17.47% และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด ที่ 93.3% จึงเป็นพันธุ์ที่ควรแนะนำให้เกษตรกรผลิต
**คำสำคัญ:** ประเมิน; คัดเลือก; CBD; superfood; กัญชง

**ABSTRACT**: Evaluation and selection of hemp cultivars, CBD and Superfood types, consisted of two activities: 1) evaluation and selection of CBD-type hemp: after evaluating 10 cultivars, EHFGP#8 gave the highest total inflorescence weight per plant (754.00 grams), the highest number of inflorescences per plant (16.87 inflorescences per plant), the longest inflorescence length of 36.11 cm, and the highest CBD content of 8.97% w/w by dry weight. Even though, mature inflorescences at 100% of EHFGP#1 yielded the highest CBD content of 11.49% w/w by dry weight. However, by considering their growth, yield and high CBD content, EHFGP#8 was suitable for commercial cultivation. 2) Evaluation and selection of superfood type hemp: 16 cultivars were evaluated. The results showed that RPF6 was the highest-yielding cultivar. It gave the highest seed yield per plant at 254.3 grams, the highest extracted oil percentage at 17.47%, and the highest germination percentage at 93.3%. Therefore, this cultivar should be recommended to the farmers for seed production.
**Keywords:** evaluation; selection; CBD; superfood type; hemp

[*] Corresponding author: wachiraketpet@hotmail.co.th

**บทนำ**

มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ได้วิจัยและปรับปรุงพันธุ์กัญชงให้มีปริมาณสารเสพติดต่ำมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรสามารถปลูกได้ไม่ผิดกฎหมายและได้วิจัยจนปัจจุบันสามารถขึ้นทะเบียนพันธุ์กับกรมวิชาการแล้ว จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ RPF1- RPF8 นอกจากนี้รัฐบาลยังสนับสนุนให้พัฒนากัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ในอนาคต (สถาบันอาหาร, สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ และสถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2564) ดังนั้นจึงควรศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกกัญชงแบบครบวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับส่งเสริมและพัฒนาการผลิตกัญชงให้เป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ของประเทศสำหรับเกษตรกรที่สนใจ เนื่องจากที่ผ่านมาการปลูกกัญชงในประเทศไทยเป็นการปลูกเพื่อผลิตเส้นใย เมล็ดพันธุ์ และเมล็ดบริโภค เท่านั้น (สาริตาและรัตญา, 2561, รัตญา, 2562) ส่วนการปลูกพันธุ์ CBD type และ Super food type เพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์หรืออุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูงเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่และมีข้อมูลด้านงานวิจัยประเมินพันธุ์และคัดเลือกกัญชงพันธุ์ CBD และ Super food type ในประเทศไทยค่อนข้างจำกัด ซึ่งในต่างประเทศจะมีการทดสอบพันธุ์ในสถานีวิจัยก่อนเพื่อลดความเสี่ยง ทำให้เกษตรกรเกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนและได้รับผลตอบแทนที่ดี (Darby, 2019) ปัจจุบันมีหลายบริษัทได้นำเข้าเมล็ดพันธุ์กัญชงเพื่อจำหน่ายซึ่งมีทั้งพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในโรงเรือนและกลางแจ้ง (Drotelff, 2021) โดยส่วนใหญ่ข้อมูลพันธุ์จากแคตตาล็อคที่ให้มามักจะแตกต่างไปจากการปลูกจริง รวมทั้งยังไม่มีข้อมูลเชิงวิชาการที่สามารถให้คำแนะนำเรื่องพันธุ์สำหรับเกษตรกรได้ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสายพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ ทั้งพันธุ์ CBD และ Super food type ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่สูงของเกษตรกรมูลนิธิโครงการหลวงเพื่อผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

**วิธีการศึกษา**

**1) การประเมินพันธุ์และคัดเลือกกัญชง พันธุ์ CBD type**

ปลูกทดสอบที่หน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง สถานีเกษตรหลวงอินทนนนท์ ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2566 โดยใช้กิ่งปักชำจากการเพาะเมล็ดพันธุ์ลูกผสมทางการค้า CBD type ที่จำหน่ายในประเทศไทย จำนวน 9 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์จากบริษัทลีนแอนยังจำกัด จำนวน 8 พันธุ์ (EHFGP#1-#8) บริษัทแคนาติกซ์ เอเชีย จำกัด จำนวน 1 พันธุ์ (CBD Charlotte’s Angel) และพันธุ์ลูกผสมของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) (CD1) 1 พันธุ์เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (CK) รวม 10 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design ; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ มี 10 กรรมวิธี ทำการปลูกกัญชงพันธุ์ CBD type ให้แสงเป็นเวลา 12 ชม./วัน ตั้งแต่เวลา 18:00-06:00 น. เพื่อเตรียมความพร้อมให้ต้นกัญชงมีทรงพุ่มเจริญเติบโตและแข็งแรงเต็มที่ หลังจากนั้นจึงงดให้แสง เพื่อชักนำให้ออกดอกต่อไป บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักต้น จำนวนช่อดอก/ต้น ความยาวช่อดอกและน้ำหนักช่อดอกรวมต่อต้น วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผลการดำเนินงาน นำช่อดอกที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีไปวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญหลัก 2 ชนิด ได้แก่ Cannabidiol (CBD) และ Tetrahydrocannabinol (THC) ด้วยเทคนิค GC-FID และคำนวณปริมาณสารสำคัญต่อน้ำหนักแห้งช่อดอก

**2) ผลของพันธุ์และระยะเก็บเกี่ยวที่มีต่อปริมาณสารสำคัญของกัญชง พันธุ์ CBD-type**

ดำเนินการทดลอง ณ อาคารเมล็ดพันธุ์และสมุนไพรแปรรูป ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวง ชนกาธิเบศรดำริ และศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 ระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2565 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD (Randomize Complete Block Design) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัวอย่าง ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์กัญชง CBD type จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ EHFGP#1- #8 CBD Charlotte’s Angel และ CD-1 (CK) และปัจจัยที่ 2 ระยะเก็บเกี่ยวช่อดอกสุกแก่ที่ 50% 75% และ 100% นำช่อดอกที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีไปวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญหลัก 2 ชนิด ได้แก่ Cannabidiol (CBD) และ Tetrahydrocannabinol (THC) ด้วยเทคนิค GC-FID และคำนวณปริมาณสารสำคัญต่อน้ำหนักช่อดอกแห้ง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผลการดำเนินงาน

**3) การประเมินพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ Superfood type**

ปลูกทดสอบที่หน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง สถานีเกษตรหลวงอินทนนนท์ ระหว่างเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2566 โดยเพาะเมล็ดพันธุ์ Superfood type จำนวน 16 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์จากบริษัทลีนแอนยังจำกัด จำนวน 2 พันธุ์ พันธุ์ลูกผสม Superfood ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จำนวน 6 พันธุ์ พันธุ์ลูกผสมของมูลนิธิโครงการหลวงร่วมกับสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการแล้ว จำนวน 8 พันธุ์ รวม 16 พันธุ์ ได้แก่ RPF1- RPF8 SF3- SF8 FGP-FO#2 และ FGP-FO#3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design ; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 8 กระถาง มี 16 กรรมวิธี นำพันธุ์กัญชงที่รวบรวมได้มา จากนั้นย้ายปลูกที่สถานี ฯ อินทนนท์ (บ้านขุนกลาง) บันทึกข้อมูลการ

เจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม จำนวนช่อดอก/ต้น วันที่ดอกเพศผู้ออกดอก วันที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ ขนาดเมล็ด น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้ น้ำหนักเศษใบที่หวดเอาเมล็ดออกแล้ว น้ำหนักเมล็ดลีบ เปอร์เซ็นต์น้ำมันหลังสกัดน้ำมันแล้ว จากนั้นนำเมล็ดมาลดความชื้น และนำเมล็ดกัญชงมาสกัดน้ำมัน ณ อาคารเมล็ดพันธุ์และสมุนไพรแปรรูป ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวงชนกาธิเบศรดำริ ระหว่างเดือน มีนาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2566 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำมันในแต่ละพันธุ์ และทดสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดที่หน่วยหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง สถานีเกษตรหลวงอินทนนนท์ จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 เมล็ด

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**1) การประเมินพันธุ์และคัดเลือกกัญชง พันธุ์ CBD type**

จากตารางที่ 1 **(Table 1)** พบว่าปัจจัยในด้านของพันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกลักษณะ โดยพบว่าพันธุ์ EHFGP#8 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตมากที่สุด คือ น้ำหนักช่อดอกรวม/ต้นมากที่สุด ที่ 754.00 กรัม/ต้น และปริมาณ CBD และTHC สูง โดยมี CBD 8.97% w/w ของน้ำหนักแห้งและ THC 0.28% w/w ของน้ำหนักแห้ง มีจำนวนช่อดอก/ต้น 16.87 ช่อดอก/ต้น มีความยาวช่อ 36.13 ซม. และมีการเจริญเติบโตดี คือ ความสูงมากที่สุด 139.23 ซม. ขนาดทรงพุ่มใหญ่มากที่สุด 84.73 ซม. น้ำหนักทั้งต้นมากที่สุด 1,140.20 กรัม ใกล้เคียงกับพันธุ์ EHFGP#7 ที่มีการเจริญและให้ผลผลิตดี แต่พบว่ามีปริมาณสารสำคัญน้อยกว่า คือ มีปริมาณ CBD 5.79% w/w ของน้ำหนักแห้งและ THC 0.20% w/w ของน้ำหนักแห้ง ในขณะที่พันธุ์ EHFGP#1 มีปริมาณสารสำคัญสูงที่สุด คือ มีปริมาณ CBD 10.74% w/w ของน้ำหนักแห้งและ THC 0.34% w/w ของน้ำหนักแห้ง แต่มีน้ำหนักช่อดอกรวม/ต้นน้อย ที่ 485.84 กรัม/ต้น มีจำนวนช่อดอก/ต้นน้อยกว่า (12.77 ช่อดอก/ต้น) มีความยาวช่อดอกสั้นกว่า (29.50 ซม.) ดังนั้นพันธุ์ EHFGP#8 จึงเหมาะสำหรับแนะนำให้เกษตรกรปลูก เพราะให้ผลผลิตมากที่สุด และมีการเจริญเติบโตดี อย่างไรก็ตามปริมาณสารสำคัญอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ได้แก่ พันธุ์ สิ่งแวดล้อม การตอบสนองของพันธุ์ต่อสิ่งแวดล้อม (Campbell et al., 2019) ระดับความสูงของพื้นที่ (ธมลวรรณ, 2552) สภาพการปลูกเลี้ยง ภายใต้โรงเรือน หรือกลางแจ้ง (Darby, 2018) โรคและแมลง (Darby, 2019) ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว (Prats et al., 2022) และวิธีการสกัดสารสำคัญ (Valizadehderahshan et al., 2021)

**Table 1** Mean on growth and some agronomic characters of ten varieties of CBD type after planting 120 days.

| Varieties | Plant Height (cm.)[1/] | Plant Canopy (cm.) | Plant weight (g) | Leaf weight (g.) | No. of Inflores-cences /Plant | Inflores-cence Length (cm.) | Inferes-cences weigh/ plants (g) | %CBD (%w/w dry plant) | %THC (%w/w dry plant) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EHFGP#1 | 101.93 c | 59.97 d | 691.27 cd | 97.10 de | 12.77 bc | 29.50 d | 485.87 bc | 10.74 a | 0.34 a |
| EHFGP#2 | 92.50 cd | 56.20 d | 626.27 d | 62.90 e | 12.27 c | 25.17 e | 408.53 cd | 5.25 f | 0.16 d |
| EHFGP#3 | 126.87 b | 67.23 c | 894.20 b | 147.90 bc | 13.775 b | 27.97 d | 502.10 bc | 5.81 ef | 0.17 d |
| EHFGP#4 | 82.23 d | 59.00 d | 639.13 d | 119.60 cd | 12.90 bc | 29.60 d | 420.83 cd | 6.67 d | 0.20 cd |
| EHFGP#5 | 125.97 b | 70.47 bc | 905.63 b | 156.07 bc | 13.80 b | 30.80 | 535.63 b | 5.41 f | 0.18 d |
| EHFGP#6 | 87.97 d | 58.63 d | 599.40 d | 97.70 de | 11.00 d | 22.17 f | 366.87 d | 6.31 | 0.19 cd |
| EHFGP#7 | 143.27 a | 87.63 a | 1,231.27 a | 207.93 a | 16.60 a | 34.10 | 762.33 a | 5.79 ef | 0.20 cd |
| EHFGP#8 | 139.23 a | 84.73 a | 1,140.20 a | 176.47 ab | 16.87 a | 36.13 a | 754.00 a | 8.97 b | 0.28 b |
| CBD-Charlotte's angel | 123.53 b | 74.73 b | 847.90 bc | 157.43 bc | 12.70 bc | 32.77 | 458.77 bcd | 4.39 g | 0.15 d |
| CD1 | 102.63 c | 86.97a | 836.87 bc | 154.54 bc | 12.83 bc | 28.63 d | 545.97 b | 7.33 c | 0.24 bc |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| CV (%) | 5.44 | 3.79 | 10.74 | 14.62 | 4.90 | 5.48 | 10.53 | 0.45 | 2.12 |

Note: ns, *, ** = are non-significantly difference, significantly difference at P<0.05 and P<0.01, respectively

[1/]Means within the same column followed by different letters are significantly different by DMRT

**2) ผลของพันธุ์และระยะเก็บเกี่ยวที่มีต่อปริมาณสารสำคัญของกัญชง พันธุ์ CBD type**

จากตารางที่ 2 **(Table 2)** พบว่าปัจจัยในด้านของพันธุ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ร่วมกับระยะเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณสารสำคัญ แต่ระยะเก็บเกี่ยวช่อดอกไม่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญ โดยพบว่าพันธุ์ EHFGP#1 ที่ระยะเก็บเกี่ยวที่ช่อดอกสุกแก่ 100% มี

ปริมาณสารสำคัญ CBD และ THC มากที่สุด คือ CBD 11.49% w/w ของน้ำหนักช่อดอกแห้ง และไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะเก็บเกี่ยวที่ช่อดอกสุกแก่ 75% ซึ่งมีปริมาณปริมาณสารสำคัญ CBD และ THC มากที่สุดเช่นเดียวกัน (CBD 10.86% w/w ของน้ำหนักช่อดอกแห้ง) มีการแนะนำให้เก็บเกี่ยวช่อดอกพืชสกุลนี้โดยพิจารณาจากสีของ trichomes ที่เปลี่ยนจากสีขาวขุ่นเป็นสีอำพัน (กรมวิชาการ, 2564) แต่ไม่ได้วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญจากช่อดอกในแต่ละระยะเอาไว้ จึงทำให้เสียโอกาสในการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ปริมาณสารสำคัญสูงสุดได้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาทั้งปริมาณ CBD ในน้ำหนักช่อดอกแห้งควบคู่ไปกับการเจริญและให้ผลผลิตช่อดอกด้วย สำหรับพันธุ์ EHFGP#8 ที่คัดเลือก ควรแนะนำให้เก็บเกี่ยวที่ระยะช่อดอกสุกแก่ 75% ด้วย เพราะเป็นระยะที่มีปริมาณสาร CBD สูงที่สุด (9.40%) และให้ผลผลิตสูง (754.00 กรัม/ต้น) จึงได้ผลผลิตคุ้มค่ากว่าพันธุ์ EHFGP#1 ที่มีปริมาณสารสูงแต่ให้น้ำหนักช่อดอกรวมน้อยกว่า

**Table 2** Effect of ten varieties and three harvesting stages on CBD and THC contents of CBD hemp varieties.

| Varieties | Harvesting stage | CBD (%w/w) | THC (%w/w) |
|---|---|---|---|
| EHFGP#1 | 50% | 9.89 b | 0.31 abc |
| | 75% | 10.86 a | 0.35 ab |
| | 100% | 11.49 a | 0.36 a |
| EHFGP#2 | 50% | 5.49 h-l | 0.17 efg |
| | 75% | 5.49 h-l | 0.17 efg |
| | 100% | 4.77 l | 0.14 g |
| EHFGP-3 | 50% | 6.27 f-i | 0.19 c-g |
| | 75% | 5.97 g-k | 0.18 d-g |
| | 100% | 5.19 i-l | 0.15 fg |
| EHFGP-4 | 50% | 5.36 i-l | 0.17 e-g |
| | 75% | 7.06 def | 0.20 c-g |
| | 100% | 7.59 d | 0.23 c-g |
| EHFGP-5 | 50% | 5.37 i-l | 0.17 e-g |
| | 75% | 5.11 j-l | 0.17 e-g |
| | 100% | 5.75g-l | 0.19 c-g |
| EHFGP-6 | 50% | 6.50 e-h | 0.19 c-g |
| | 75% | 5.75 d-g | 0.21 c-g |
| | 100% | 5.68 h-l | 0.18 d-g |
| EHFGP-7 | 50% | 5.70 h-l | 0.19 c-g |
| | 75% | 5.49 h-l | 0.18 d-g |
| | 100% | 6.18 f-j | 0.21 c-g |
| EHFGP-8 | 50% | 8.87 c | 0.28 a-e |
| | 75% | 9.40 bc | 0.30 a-d |
| | 100% | 8.65 c | 0.28 a-e |
| CBD-Charlotte's Angel | 50% | 4.89 k-l | 0.17 e-g |
| | 75% | 3.60 m | 0.12 g |
| | 100% | 4.69 l | 0.16 g |
| CD1 | 50% | 7.42 de | 0.23 c-g |
| | 75% | 7.39 de | 0.25 a-g |
| | 100% | 7.18 d-f | 0.24 b-g |
| F-test | Varieties | ** | ** |
| | Harvesting Stage | ns | ns |
| | Varieties x Harvesting | ** | ** |
| | CV (%) | 1.09 | 3.72 |

ns, *, ** = are non-significantly difference, significantly difference at P<0.05 and P<0.01, respectively

[1/]Means within the same column followed by different letters are significantly different by DMRT

**3) การประเมินพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ Superfood type**

จากตารางที่ 3 **(Table 3)** พบว่าปัจจัยในเรื่องของพันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เปอร์เซ็นต์ต้นเพศผู้เพศเมียและเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างทางสถิติ โดยพบว่าพันธุ์ RPF6 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด เพราะให้น้ำหนักเมล็ดต่อต้นมากที่สุด 254.3 กรัม/ต้น มีเปอร์เซ็นต์ต้นเพศผู้น้อยที่สุด 33.3% และมีต้นเพศเมียมากที่สุด 66.7% มีน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดสูงที่สุด 7.73 กรัม มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้สูง ที่ 17.47% และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด ที่ 93.3% รองลงมาเป็นพันธุ์ RPF1 ที่มีน้ำหนักเมล็ดพันธุ์สูงรองลงมา คือ 247.5 กรัม/ต้น มีความสูงต้นมากที่สุด 277.2 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ต้นเพศผู้น้อยที่สุด 41.7% และมีต้นเพศเมียมากที่สุด 58.3 % มีน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดสูง ที่ 7.67 กรัม แต่มีข้อเสีย คือ ใช้ระยะเวลาปลูกจนถึงสามารถเก็บเกี่ยวนานที่สุด 195.6 วัน เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง ที่ 91.7% แต่มีปริมาณน้ำมันที่สกัดได้น้อยกว่า ที่ 16.36% และพันธุ์ RPF5 ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้สูงที่สุด 17.50% แต่มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นน้อยกว่า ที่ 195.6 กรัม/ต้น และมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำกว่า ที่ 81.7 % ดังนั้นจึงคัดเลือกพันธุ์ RPF6 เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับแนะนำให้เกษตรกรผลิตเพื่อใช้เป็นเมล็ดบริโภคสำหรับสกัดน้ำมันและใช้ผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์จำหน่าย เพราะพันธุ์ Superfood type ที่ดีและเหมาะสมสำหรับแนะนำให้เกษตรกรปลูก ควรเป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้สูง มีต้นเพศผู้น้อยและต้องเป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง (Darby, 2022) เนื่องจากกัญชงเป็นพืชที่มีสองเพศแยกต้น (วีระชัย, 2564) ต้นเพศเมียเท่านั้นที่จะให้ผลผลิตเมล็ด การผลิตจะใช้วิธีการปลูกทั้งสองเพศแล้วจึงสางต้นเพศผู้ออก (สาริตา และรัตญา, 2561) การที่มีต้นเพศผู้น้อยจะทำให้ประหยัดแรงงานและเวลาในการสางต้นออก ในขณะเดียวกันปริมาณต้นเพศเมียมาก ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง สำหรับในเรื่องเปอร์เซ็นต์การงอกเนื่องจากเกษตรกรของมูลนิธิโครงการหลวงจะผลิตเมล็ดกัญชงทั้งเมล็ดพันธุ์และเมล็ดบริโภค ซึ่งเป็นต้นทางให้กับเกษตรกรในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศ ดังนั้นจึงควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง สำหรับการปลูกกัญชงในต่างประเทศเพื่อผลิตเมล็ดบริโภคจะใช้พันธุ์ Dioecious และ Monoecious (Drotelff, 2021) โดยปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่เหมือนพืชไร่ทั่วไป ซึ่งควรประเมินพันธุ์ใหม่จากหลายบริษัทเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าก่อนแนะนำส่งเสริมเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป (Darby; 2017; 2019; 2021; 2022) อย่างไรก็ตามกัญชงเป็นเมล็ดพันธุ์พืชควบคุมที่กรมวิชาการได้กำหนดมาตรฐานความงอกของเมล็ดกัญชงการค้าอยู่ที่ 70% ขึ้นไป (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) แต่ถ้าหากกำหนดมาตรฐานคุณภาพเปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดพันธุ์เริ่มต้นไว้ต่ำ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานวันจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลง เนื่องจากเมล็ดกัญชงมีเป็นไขมันและโปรตีนเป็นองค์ประกอบ (วีระชัย, 2564)

**Table 3** Effects of sixteen superfood-type hemp varieties on yield after planting for 150 days.

| Varieties | Plant Height (cm.)[1/] | Plant Canopy (cm.) | male plants (%) | female plants (%) | Days to harvesting (Days) | Seed weight/ plant | Average Seed Size | Hundred 100 Kernel | Seed oil content | Germi-nation Rate (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RPF1 | 277.2 a | 152.1 | 41.7 | 58.3 | 195.6 a | 247.5 a | 4.53 d | 7.67 a | 16.36 ab | 91.7 |
| RPF2 | 256.2 abc | 143.7 c | 50.0 | 50.0 | 190.9 ab | 218.3 ab | 4.17 g | 7.23 a | 16.25 ab | 90.0 |
| RPF3 | 263.6 ab | 150.0 | 54.2 | 45.8 | 183.9 ab | 193.2 ab | 4.23 fg | 7.50 a | 16.90 a | 90.0 |
| RPF4 | 246.2 bc | 145.2 bc | 45.8 | 54.2 | 195.7 a | 186.3 ab | 4.43 e | 7.73 a | 16.52 ab | 88.3 |
| RPF5 | 244.6 bc | 145.4 bc | 45.8 | 54.2 | 180.5 ab | 195.6 ab | 4.30 f | 6.57 a | 17.50 a | 81.7 |
| RPF6 | 255.0 abc | 155.2 | 33.3 | 66.7 | 188.9 ab | 254.3 a | 4.43 e | 7.73 a | 17.47 a | 93.3 |
| RPF7 | 216.1 d | 156.9 ab | 45.8 | 54.2 | 190.4 ab | 236.1 ab | 4.40 e | 6.57 a | 15.77 ab | 80.0 |
| RPF8 | 252.5 abc | 158.6 a | 54.2 | 45.8 | 185.3 ab | 215.7 ab | 4.20 g | 6.83 a | 15.76 ab | 90.0 |
| SF3 | 228.9 cd | 119.9 de | 41.7 | 58.3 | 147.3 b | 94.4 cd | 4.70 bc | 7.10 a | 16.00 ab | 81.7 |
| SF4 | 208.2 de | 118.1 ef | 41.7 | 58.3 | 151.0 ab | 144.0 bc | 4.77 ab | 7.17 a | 16.52 ab | 83.3 |
| SF5 | 180.9 ef | 106.8 fg | 66.7 | 33.3 | 151.5 ab | 186.5 ab | 4.83 a | 7.17 a | 17.07 a | 86.7 |
| SF6 | 178.1 f | 106.0 g | 41.7 | 58.3 | 157.7 ab | 181.2 ab | 4.77 ab | 7.67 a | 17.47 a | 81.7 |
| SF7 | 202.3 def | 130.7 d | 58.3 | 41.7 | 164.0 ab | 220.9 ab | 4.67 c | 7.17 a | 16.20 ab | 83.3 |
| SF8 | 213.6 d | 143.4 c | 50.0 | 50.0 | 164.0 ab | 220.6 ab | 4.63 c | 7.27 a | 17.18 a | 91.7 |
| FGP-FO#02 | 133.3 g | 31.9 h | 50.0 | 50.0 | 147.5 b | 21.3 d | 1.30 h | 4.07 b | 16.47 ab | 86.7 |
| FGP-FO#03 | 142.8 g | 28.7 i | 33.3 | 66.7 | 147.5 b | 22.7 d | 1.27 h | 4.37 b | 14.80 b | 83.3 |
| F-test | ** | ** | ns | ns | ** | ** | ** | ** | * | ns |
| CV (%) | 7.23 | 5.40 | 26.83 | 22.84 | 13.81 | 26.73 | 1.15 | 11.78 | 5.89 | 8.12 |

ns, *, ** = are non-significantly difference, significantly difference at P<0.05 and P<0.01, respectively

[1/]Means within the same column followed by different letters are significantly different by DMRT

## สรุป

การประเมินและคัดเลือกกัญชง พันธุ์ CBD และ Superfood type ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ 1) การประเมินและคัดเลือกกัญชง พันธุ์ CBD type โดยประเมินพันธุ์ 10 พันธุ์ พบว่าพันธุ์ EHFGP#8 เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตและให้ปริมาณสาร CBD มากที่สุด โดยมีน้ำหนักช่อดอกรวม/ต้นมากที่สุด 754.00 กรัม มีจำนวนช่อดอก/ต้นมากที่สุด 16.87 ช่อดอก/ต้น มีความยาวช่อ 36.11 ซม. และมีปริมาณสาร CBD มากที่สุด 8.97% w/w ของน้ำหนักแห้งจึงเป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตดีและมีสาร CBD มากที่สุด สำหรับผลของพันธุ์และระยะเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญของกัญชง พันธุ์ CBD type พบว่าพันธุ์ EHFGP#1 ที่เก็บเกี่ยวระยะช่อดอกสุกแก่ที่ 100% ให้ปริมาณ CBD สูงที่สุด 11.49% w/w ของน้ำหนักแห้ง แต่เมื่อพิจารณาในด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตและปริมาณสาร CBD สูง พบว่าพันธุ์ EHFGP#8 เป็นพันธุ์ที่ให้ทั้งการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณ CBD สูงจึงเหมาะสำหรับเป็นพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์หรืออุตสาหกรรม 2) การประเมินและคัดเลือกกัญชง พันธุ์ Superfood type โดยประเมินพันธุ์ 16 พันธุ์ พบว่าพันธุ์ RPF6 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด ให้ผลผลิตเมล็ดต่อต้นสูงที่สุด ที่ 254.3 กรัม และให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดสูง ที่ 17.47% และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด ที่ 93.3% จึงเป็นพันธุ์ที่ควรแนะนำให้เกษตรกรผลิต

## คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่สนับสนุนงบประมาณทั้งหมดในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์กรมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์และกิ่งพันธุ์ที่ใช้ในงานวิจัย สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวงชนกาธิเบศรดำริ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่วิจัย

## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐาน คุณภาพ และวิธีเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ควบคุม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2564. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 138 ตอนพิเศษ 126 ง (ลงวันที่ 11 มิถุนายน 2564)

กรมวิชาการ. 2564. คู่มือสำหรับเกษตรกรการผลิตพืชสกุลกัญชา (*Cannabis sativa* L.) กรมวิชาการ. กรุงเทพฯ. 151 หน้า.

ธมลวรรณ เนื่องกัณทา. 2552. ศักยภาพการผลิตพืชกัญชงบนพื้นที่สูงในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

รัตญา ยานะพันธุ์. 2562. คู่มือการปลูกเฮมพ์เพื่อผลิตเส้นใยภายใต้ระบบควบคุม. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. วนิดาการพิมพ์, เชียงใหม่. 24 หน้า.

วีระชัย ณ นคร. 2564. กัญชง (กัญชา) ความรู้เบื้องต้น: ชีววิทยาและเทคนิคการปลูก. บริษัทธรรมสาร จำกัด, นนทบุรี.216 หน้า

สถาบันอาหาร, สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ และสถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2564.กัญชง พืชเศรษฐกิจใหม่การใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 69 หน้า.

สาริตา ปิ่นมณี และรัตญา ยานะพันธุ์. 2561. คู่มือการผลิตเมล็ดพันธุ์เฮมพ์ภายใต้ระบบควบคุม. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. วนิดาการพิมพ์, เชียงใหม่. 62 หน้า.

Campbell, B.J., Berrada A. F., Hudalla, C., S. Amaducci and J K. McKay. 2019. Genetype x Environment Interactions of Industrial Hemp Cultivars Highlight Diverse Responses to Environmental Factors. Agrosystems, Geosciences & Environment. 1-11

Darby, H. 2017. 2017 Industrial Grain Hemp Variety Trial. University of Vermont Extension. Northwest Crop & Soil Program. 9 p.

Darby, H. 2018. 2018 Cannabidiol Hemp Indoor/Outdoor Variety Trial. University of Vermont Extension. Northwest Crop & Soil Program. 7 p.

Darby, H. 2019. 2019 Industrial Grain Hemp Variety Trial. University of Vermont Extension. Northwest Crop & Soil Program. 6 p.

Darby, H. 2019. 2019 Hemp Flower Variety Trial. University of Vermont Extension. Northwest Crop & Soil Program. 19 p.

Darby, H. 2021. 2021 Industrial Grain Hemp Variety Trial. University of Vermont Extension. Northwest Crop & Soil Program. 10 p.

Darby, H. 2022. 2022 Industrial Grain Hemp Variety Trial. University of Vermont Extension. Northwest Crop & Soil Program. 9 p.

Drotleff, L. 2021. Hemp Variety Yearbook. Hemp Industry Daily. 2nd ed. 57 p.

Prats, J.W., D.K.S. Souffront, D.S. Amoretti, K., Jayachandran. 2022. Evaluation of Effect of Harvesting Time on Tree Varieties of Industrial Hemp (*Cannabis Sativa* L). Journal of Horticulture. 9 (4: 309): 1-8.

Valizadeherakhshan, M., A. Shahbazi, M.Kazem-Rostami, M.S. Todd, A. Bhowmik and L. Wang. 2021.Extration of Cannabinoids from *Cannabis sativa* L. (Hemp)-Review. Agriculture.11 (5): 384.1-21.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของ BA (6-Benzyladenine) ร่วมกับ IAA (Indole-3-acetic acid) ในสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ต่อการเจริญของแคลลัสแคคตัสในสภาพปลอดเชื้อ

# Effects of BA (Benzyladenine) combination with IAA (Indole-3-acetic acid) in non-sulfur-accumulating purple photosynthetic bacteria extract on the growth of callus cactus under *in vitro* condition

**จิตรลดา ไชยเลิศ ,[1,3*] เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1], พิทักษ์ พุทธวรชัย[1,2] และ อภิชาติ ชิดบุรี [1,2]**

**Jitlada Chailert[1,3*], Piengpim Chidburee[1], Pitak Puttawanchai[1,2] and Aphichat Chidburee [1,2]**

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคนล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[1]*Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*
[2]*สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[2]*Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*
[3]*วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100*
[3]*Chiang Rai College of Agriculture and Technology. Chiang Rai, 57100, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของ BA (6-Benzyladenine) ร่วมกับ IAA (indole-3-acetic) ในสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) ต่อการเจริญของแคลลัสแคคตัสสายพันธุ์ลูกผสมในสภาพปลอดเชื้อ โดยศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA (1, 2 และ 4 มก./ล.) ร่วมกับ IAA (PNSB) (0.25 ,0.5 และ 1 มก./ล). เปรียบเทียบกับอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in completely randomize design; CRD) มี 10 กรรมวิธี กรรมวิธี 10 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 ชิ้นส่วน) ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า แคลลัสแคคตัสที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ความเข้มข้น 4 มก./ล.ร่วมกับ IAA (PNSB) ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. มีน้ำหนักสดมากที่สุด (1.0480±0.7606 ก.) ส่วนความสูงยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 0.04±0.13 - 0.12±0.24 ซม. และชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. ร่วมกับ IAA (PNSB) ความเข้มข้น 0.25 มก./ล. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และรวม สูงสุดคือ 0.0274±0.00, 0.0435±0.00 และ 0.0297±0.00 มก./ก. ตามลำดับ
**คำสำคัญ:** แคคตัส; ในสภาพปลอดชื้อ

**Abstract:** This research aimed to investigate the effects of BA (6-Benzyladenine) combination with IAA (indole-3-acetic acid) in the extract of purple non-sulfur photosynthetic bacteria (PNSB) on the growth of hybrid cactus species callus an under *in vitro* conditions. The study examined different concentrations of BA (1, 2, and 4 mg/L) in combination with IAA (PNSB) (0.25, 0.5, and 1 mg/L), compared to a semi-solid MS medium (control). The experimental design was factorial in a completely randomized design (CRD) with 10 treatments, each replicated 10 times (with 1 explant per replicate) over a 4-week cultivation period. The results showed that cactus callus cultured on MS medium supplemented with 4 mg/L of BA and 0.5 mg/L of IAA (PNSB) exhibited the highest fresh weight (1.0480±0.7606 g). There were no statistically significant differences in shoot height, which ranged from 0.04±0.13 to 0.12±0.24 cm. The tissue cultures grown on MS medium containing 2 mg/L BA and 0.25 mg/L IAA (PNSB) had the highest levels of chlorophyll a, b, and total chlorophyll, measuring 0.0274±0.00, 0.0435±0.00, and 0.0297±0.00 mg/g, respectively.
**Keywords:** cactus; *In vitro*

* Corresponding author: lada_antz31@hotmail.com

**บทนำ**

กระบองเพชรหรือแคคตัส (Cactus) วงศ์กระบองเพชร *Cactaceae* สกุล *Astrophytum Myriostigma* kikko cv Red เป็นต้นไม้ล้มลุกอายุหลายปีที่น่าสนใจเพราะเด่นสะดุดตาเนื่องจากมีหนามหรือตุ่มหนามปกคลุมทั่วต้น ลำต้นมีรูปร่างอวบสั้นเพราะมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ภายในดอกไม่มีก้านดอก แต่มีสีสันสดสวยและกลีบดอกบอบบาง มีวิวัฒนาการมาจากพืชปกติทั่วๆไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีความแห้งแล้งมากขึ้น พืชบางชนิดก็มีการปรับตัวเพื่อการดำรงชีวิตมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง เช่น ลดรูปของใบไปเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำ เป็นต้น กระบองเพชรเป็นพืชที่ส่วนใหญ่พบเจริญเติบโตในทะเลทรายที่มีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งและหนาวเย็นกระบองเพชรมีวิธีการในการพัฒนาตนเองเพื่อให้ดำรงชีวิตให้อยู่รอดได้ (สุทัศน์, 2555)

แคคตัสเป็นที่ต้องการทางตลาดสูง เพราะเป็นไม้ประดับที่มีความสวยงาม แต่มีการขยายพันธุ์ช้า ปกติจะขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเมล็ดหรือการปักชำ ซึ่งทำให้เสี่ยงต่อติดเชื้อหรือโรคพืช (เศรษฐมันตร์, 2557) จึงมีการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิควิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้มีจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นศาสตร์ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและมีการพัฒนาอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันมีการนำไปใช้ในด้านการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชในเชิงการค้า (สุภาวดี, 2559) โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงแคลลัส (callus) สามารถขยายพันธุ์เพื่อชักนำให้เกิดต้นพืชปริมาณมาก (ยุทธนา, 2556) และการใช้ฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนินช่วยชักนำการเพิ่มปริมาณต้นอ่อนได้ ได้แก่ ไซโตไคนิน กลุ่ม benzyladenine (BA) ซึ่งมีส่วนช่วยในการเร่งการขยายตัวของเซลล์และส่งเสริมการสร้างการเจริญของตาข้าง (สิริภัทร์, 2560) ซึ่งมีงานวิจัยศึกษาผลของความเข้มข้นของ BA และ NAA ต่อการชักนำแคลลัส และการสร้างสารแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Euphorbia milii* พบว่า ชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มก./ล. ให้การรอดชีวิตสูงสุด คือ ร้อยละ 100 (ฉัตรทริกา และคณะ, 2563) นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาผลของไซโตไคนินและออกซินต่อการเพิ่มปริมาณแคลลัสของฮาโวเทีย โดยนำแคลลัสน้ำหนักสด 0.1 ก. วางเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม BA ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 มก./ล. เพียงชนิดเดียว หรือเติมร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 1 มก./ล. หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า BA ความเข้มข้น 1 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มก./ล. ให้การเกิดแคลลัสร้อยละ 100 น้ำหนักสดแคลลัส 3.43 ก. การเกิดจุดสีเขียวร้อยละ 100 และจำนวนจุดสีเขียว 31.22 จุด ตามลำดับ (นูรมา และคณะ, 2559) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ได้ต้นพันธุ์เป็นปริมาณมาก สูตรอาหารที่นิยม คือ สูตร MS และสารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แก่ กลุ่มออกซิน (Auxin) และไซโตไคนิน (Cytokinin) โดยกลุ่มออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มของสารที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์ (Cell enlargement) การเกิดแคลลัส ยับยั้งการเกิดยอด แต่ส่งเสริมการเกิดราก สร้างบริเวณส่วนยอด ในส่วนของกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinins) เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช ช่วยกระตุ้นการเกิดยอด ยับยั้งการเกิดราก และกระตุ้นให้เกิดแคลลัสเมื่อใช้ร่วมกับออกซิน (ธราธร และคณะ, 2559) รวมถึง IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ PNSB เป็นแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งที่ใช้แสงเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน กระตุ้นรากพืช ควบคุมการแบ่งตัวและยืดตัวของเซลล์ และควบคุมการเจริญส่วนยอด ผลิตฮอร์โมนพืชใช้สำหรับการเกษตร เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร ลดการท่าลายสิ่งแวดล้อม (Laurence , 2022) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของ BA ร่วมกับ IAA ในสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ PNSB ที่มีต่อการเจริญเติบโตของแคลลัสแคคตัสในสภาพปลอดเชื้อ

**วิธีการศึกษา**

<u>การเตรียมชิ้นส่วนพืชทดลอง</u> โดยการนำแคลลัสแคคตัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำการตัดชิ้นส่วนให้มีขนาดน้ำหนักประมาณ 0.5 ก.

<u>การเตรียมอาหารทดลอง</u> ใช้อาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยเติมน้ำตาลร้อยละ 3 ร่วมกับ gellan gum ร้อยละ 0.3 และเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในแต่ละการทดลอง ปรับความเป็นกรดด่าง 5.7 แล้วนำไปผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันแบบอัตโนมัติ (Autoclave sterilizer) ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

<u>วิธีการทดลอง</u> ศึกษาผลของ BA ร่วมกับ สารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของแคลลัสแคคตัสในสภาพปลอดเชื้อ โดยศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA 1,2 และ 4 มก./ล. ร่วมกับ IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์PNSB0.25 ,0.5 และ 1 มก./ล. เปรียบเทียบกับอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomize Design; CRD) มี 10 กรรมวิธีๆ ละ 10 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 ชิ้นส่วน) ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพห้องที่มีการปรับอุณหภูมิ 22±2-3 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-80 ให้แสงที่ความเข้ม 50 ไมโครโมล/ตร.ม./ว. เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำการบันทึกได้แก่ ร้อยละการปนเปื้อน ร้อยละการเกิดยอดใหม่ จำนวนยอดใหม่ ความสูงยอด น้ำหนักสดของชิ้นส่วน และวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ หลังจากนั้นนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี HSD ที่ระดับนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรม Minitab22

**ผลการศึกษา**

พบว่า ร้อยละการเกิดยอดและจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ร้อยละ 22.22±44.10 และ 0.44±1.01 ยอดต่อชิ้นส่วน ตามลำดับ **(Table 1)** ส่วนน้ำหนักสดของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม BA 4 มก./ล. ร่วมกับ IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ 0.5 มก./ล. มีน้ำหนักสดของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 1.50±0.77 ก. ความสูงยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 0.04±0.13 - 0.12±0.24 ซม. และชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA 2 มก./ล. ร่วมกับ IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ 0.25 มก./ล. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และรวม สูงที่สุดคือ 0.0274±0.0000, 0.0435±0.0000 และ 0.0297±0.0000 ตามลำดับ **(Table 2)** นอกจากนี้ลักษณะการเกิดยอดใหม่ที่เจริญมาจากก้อนแคลลัสมีเป็นก้อนเนื้อเยื่อสีชมพู **(Figure 1)**

**Table 1** Percentage of new shoots initiation, number of new shoots per explant (shoots/explant), and fresh weight (g) of explant on MS medium add concentration different of BA combination with IAA(PNSB) for 4 weeks culture.

| BA (mg/L) | IAA (PNSB) (mg/L) | % of new shoots induction | Num. of new shoot per explant (shoots/explant) | Height of new shoots (cm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.25 | 22.22±44.10$^{ns}$ | 0.44±1.01$^{ns}$ | 0.12±0.24$^{ns}$ |
| 1 | 0.5 | 10.00±31.62 | 0.10±0.32 | 0.04±0.13 |
| 1 | 1 | 20.00±42.16 | 0.20±0.42 | 0.08±0.23 |
| 2 | 0.25 | 0.00±0.00 | - | - |
| 2 | 0.5 | 22.22±44.10 | 0.22±0.44 | 0.12±0.24 |
| 2 | 1 | 10.00±31.62 | 0.10±0.32 | 0.04±0.13 |
| 4 | 0.25 | 0.00±0.00 | - | - |
| 4 | 0.5 | 10.00±31.62 | 0.10±0.32 | 0.05±0.16 |
| 4 | 1 | 0.00±0.00 | - | - |
| 0 (control) | | 0.00±0.00 | - | - |
| BA | | ns | na | na |
| IAA (PNSB) | | ns | na | na |
| BA x IAA (PNSB) | | ns | na | na |

ns= not significantly. Mean±S.E., n= 10, - = not shoot induction, na = not analytical

$^{1/}$Values with the same letters in the column are not significantly different at p≤ 0.05

**Table 2** Height of new shoot height on MS medium added with different concentrations of BA with IAA (PNSB) for 4 weeks culture.

| BA (mg/L) | IAA (PNSB) (mg/L) | Fresh weight of explant (g) | Chlorophyll content (mg/ml) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Chlorophyll a | Chlorophyll b | Total Chlorophyll |
| 1 | 0.25 | 0.58±1.18abc$^{1/}$ | 0.0274±0.0000a$^{1/}$ | 0.0435±0.0000a | 0.0297±0.0000a |
| 1 | 0.5 | 0.26±0.17c | bt | bt | bt |
| 1 | 1 | 0.22±0.15c | 0.0030±0.0020c | 0.0044±0.001c | 0.0029±0.0000d |
| 2 | 0.25 | 0.18±0.13c | bt | bt | bt |
| 2 | 0.5 | 0.21±0.15c | bt | bt | bt |
| 2 | 1 | 0.51±0.74abc | bt | bt | bt |
| 4 | 0.25 | 0.35±0.63bc | 0.0031±0.0007c | 0.0048±0.0023c | 0.0033±0.0018cd |
| 4 | 0.5 | 1.50±0.77a | 0.01126±0.0080bc | 0.0157±0.0111bc | 0.0103±0.0060bc |
| 4 | 1 | 1.00±1.00a | 0.0173±0.0048ab | 0.0217±0.0056b | 0.0137±0.0026 b |
| 0 (control) | | 0.85±0.51ab | 0.0078±0.0033c | 0.0097±0.0040c | 0.0061±0.0023cd |
| BA | | ** | na | na | na |
| IAA (PNSB) | | ns | na | na | na |
| BA x IAA (PNSB) | | ** | na | na | na |

ns= not significantly. Mean±S.E., n= 10, bt = browning in tissue, na = not analytical

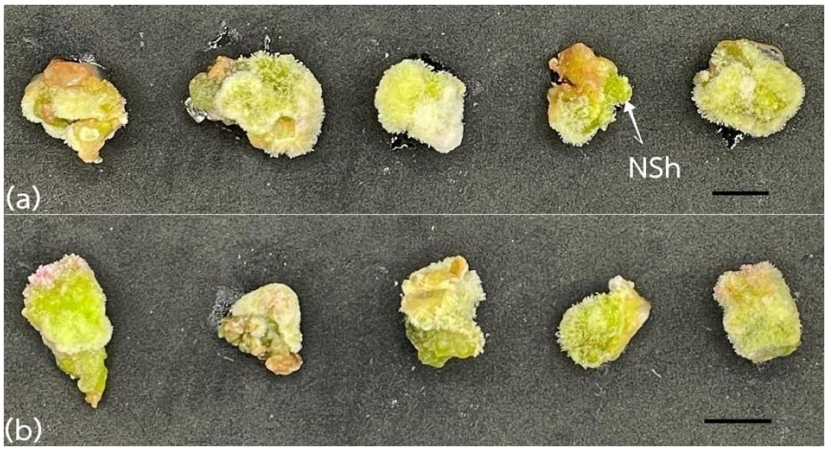



**Figure 1** Characteristics of cactus callus on MS medium added 4 mg/L BA with 1 mg/L IAA (PNSB) (a) compared with 0 mg/l (control) (b) for 4 weeks culture. Bar = 1 cm, NSh = new shoot.

**วิจารณ์**

พบว่า การเจริญและการพัฒนาเป็นยอดใหม่ของแคลลัสแคคตัสไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจาก สัดส่วนความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตมีส่วนสำคัญต่อการเจริญและการพัฒนาของเนื้อเยื่อ สอดคล้องกับรายงานของ (Monostori และคณะ, 2012) อย่างไรก็ตามการชักนำให้เกิดยอดจากส่วนของตาข้าง หรือก้อนเนื้อเยื่อแคลลัสสามารถเกิดขึ้นในรูปแบบกระบวนการพัฒนาโซมาติกเอ็มบริโอ (somatic embryogenesis) หรือการ เกิดกระบวนโซมาโคนอล (somaclonal variation) (Park and Dong-ll, 1993) นอกจากนี้การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGR, Plant Growth Regulator) สามารถช่วยชักนำและพัฒนาให้เกิดยอดใหม่ในสภาพปลอดเชื้อในวงรอบครั้งที่สองของการขยายเพิ่มจำนวนจากส่วนของชิ้นส่วนปลายยอด (Davila-Figueroa และคณะ, 2005) ในการศึกษาครั้งนี้ลักษณะของยอดใหม่ที่เกิดจากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ยาวนานขึ้น ชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงในอาหารMS ที่เติม BA 4 มก./ล. ร่วมกับ IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ 0.5 มก./ล. มีน้ำหนักสดของชิ้นส่วนสูงที่สุด ซึ่งส่วนประกอบของสูตรอาหารมีผลต่อการเจริญและพัฒนากายภาพของเนื้อเยื่อพืชแล้ว (Yildiz, 2012) ร้อยละการเกิดการปนเปื้อนแบคทีเรียมีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องด้วยเหตุที่มาจากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่ใช้ในการทดลองมีการปนเปื้อนอยู่ก่อนแล้ว แต่ยังไม่ปรากฏแสดงให้เห็น เมื่อทำการตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อไปเลี้ยงบนอาหารใหม่ของแต่ละกรรมวิธี ทำให้มีการเพิ่มปริมาณรามากขึ้น ดังนั้นควรจึงต้องมีการสังเกตชิ้นส่วนพืชทดลองให้ละเอียด ขั้นตอนการทำให้ชิ้นส่วนปลอดเชื้อนับเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (นุชจรี และคณะ, 2562)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA 2 มก./ล. ร่วมกับ IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ 0.25 มก./ล. มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และรวม สูงที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ron’zhina (2003) รายงานว่า การให้สารในกลุ่มไซโตไคนินเป็น การกระตุ้นเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจานี้ไซโตไคนินยังมีผลต่อโครงสร้างของคลอโรพลาส การทำงานของเอ็นไซม์คลอโรพลาส การสะสมรงควัตถุ และอัตราการสังเคราะห์แสง (Yaronskaya et al., 2006) กระบวนการสังเคราะห์แสง และความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งสร้างและแหล่งสะสม (source-sink relationship) ของพืช (Wang et al, 2010)

**สรุป**

จากผลการศึกษา พบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) และอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มก./ล. ร่วมกับ IAA (PNSB) ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. มีน้ำหนักสดมากที่สุด เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงแคลลัสแคคตัสในสภาพปลอดเชื้อ

**คำขอบคุณ**

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร.ล้านนา) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มทร.ล้านนา และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงราย ที่ได้สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

ฉัตรทริกา ฤทธิรงค์, สุจิรา คีรีเพ็ชร ผการัตน์, โรจน์ดวง และสุภาวดี รามสูตร. 2563. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตสารแอนโธไซยานิน จากการเพาะเลี้ยง ขึ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก. วารสารวิชชา, 39(2), 116.

ธราธร ทีรฆฐิต,ธราธร ทีรฆฐิติ ,อรนุช ลีลาพร และดร.ยินดี ชาญวิวัฒนา, 2559. คู่มือส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพืช “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ”พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 56 น.

นุชจรี ทัดเศษ, การันต์ ผึ่งบรรหาร และลลิดา อุดธา. 2562. ผลของ BA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของกล้วยหินในสภาพปลอดเชื้อและผลของวัสดุปลูก ต่อการเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ. วารสารเกษตรพระจอม เกล้า 2562 : 37 (2) : 262-273.

นูรมา มาสากี, สุรีรัตน์ เย็นช้อน และสมปอง เตชะโต. (2559). ผลของสารควบคุม การเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัสและยอดของฮาโวเทียในหลอดทดลอง. วารสารพืช ศาสตร์สงขลานครินทร์, 3(2), 76-82.

ยุทธนา สุจิรา. (2556). การเพาะเลี้ยงแคลลัส. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. (2557). ร้อยพรรณพฤกษาแคคตัส. กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์ พับลิชชิ่ง

สิริภัทร์ พราหมณีย์. (2560). เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อพืชเพื่อการขยายและปรับปรุงพันธุ์.(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทัศน์ ยกสาน. (2555). ตะบองเพชร [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.royin.go.th/th/knowledge/detail.php?ID=458. [23 กันยายน 2555].

สุภาวดี รามสูตร. (2559). ตำราการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

Ali Parsaeimehr, Elmira Sargsyan, and Katayoun Javidnia. 2010. Influence of plant growth regulators on callus induction, growth, chlorophyll, ephedrine andpseudoephedrine contents in Ephedra procera. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4(13), pp. 1308-1317.

Dávila-Figueroa CA, De La Rosa-Carrillo ML, and Pérez-Molphe-Balch E (2005). *In vitro* propagation of eight species or subspecies of Turbinicarpus (Cactaceae). In Vitro Cell. Dev. Biol., Plant. 41:540- 545.

Elena Yaronskaya, Irina Vershilovskaya Yvonne Poers, Ali E. Alawady, and Natalia Averina Bernhard Grimm (2006). Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings. 224: 700-709.

In-Suk Park, and Dong-ll Kim (1993). Significance of fresh weight to dry cell weight ratio in plant cell suspension cultures. 7,627-630 (1993).

T. Monostori, L. Tanács, and L. Mile. (2012). Studies on *In Vitro* propagation methods In cactus species Of the genera melocactus, cereus and lobivia. Institute of Plant Sciences and Environmental Protection, Faculty of Agriculture, University of Szeged (ISSN: 0567-7572) 937: pp. 255-261.

Laurence Shiva, Sundar, and Yun-Yang Chao. 2022. Potential of Purple Non-Sulfur Bacteria in Sustainably Enhancing the Agronomic and Physiological Performances of Rice. 12 (10), 2347

Mustafa Yildiz (2012). The Prerequisite of the Success in Plant Tissue Culture: High Frequency Shoot Regeneration. 10.5772/51097

Mutsumoto, T.K., and Kuehnle, A.R. 1997. Micro propagation of anthurium. In Biotechonlogy in Agriculture and Forestry (ed. Y.P.S. Bajaj). Heidelberg: springer Verlag. 40: 14-28

Ron’zhina, E. S. (2003). Effect of 6-Benzylaminopurine on The Structure of the Photosynthetic Apparatus of Faba Bean (*Vicia faba* L). Applied Biochemistry and Microbiology, 39, 411-417.

Wang H, Zhang S, Zhang W, Wei C, and Wang P. (2010). Effects of nitric oxide on the growth and antioxidant response of submerged plants *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle. Afr J Biotechnol 9: 7470–7476

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของ BA (6-benzyladenine) ร่วมกับ NAA (1-Naphthaleneacetic acid) ต่อการเพิ่มจำนวนยอดถั่วลิสงผิวดำพันธุ์นิลมณี (*Arachis hypogaea* L. 'Black') ในสภาพปลอดเชื้อ

# Effects of BA (6-benzyladenine) combination with NAA (1-Naphthaleneacetic acid) on shoot multiplication of black peanuts 'Nilmanee' (*Arachis hypogaea* L. 'Black') under *in vitro* condition

**เพชรา แซ่เฮ่อ[1,2*], เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1], พิทักษ์ พุทธวรชัย[1,2] และ อภิชาติ ชิดบุรี[1,2]**

Phetchara Saeher[1,3*], Piengpim Chidburee[1], Pitak Puttawanchai[1,2] and Aphichat Chidburee[1,2]

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคนล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[1]*Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*
[2]*สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[2]*Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*
[3]*วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100*
[3]*Chiang Rai College of Agriculture and Technology. Chiang Rai, 57100, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของ BA (6-benzyladenine) ร่วมกับ NAA (1-Naphthaleneacetic acid) ต่อการเพิ่มจำนวนยอดของถั่วลิสงผิวดำในสภาพปลอดเชื้อเพื่อการขยายพันธุ์ปริมาณมาก โดยศึกษา BA ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับการไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (control) บนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยวางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomize Design; CRD) มี 10 (3x3+1) กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 ชิ้นส่วน) เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนยอดของถั่วลิสงผิวดำเพาะที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มก./ล ร่วมกับNAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการเกิดยอดใหม่สูงสุด (ร้อยละ 80.00±42.16) และมีจำนวนยอดใหม่สูงสุด (1.10±0.87 ยอดต่อชิ้นส่วน) แต่ชิ้นส่วนยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักสดสูงสุด (2.04±0.82 ก.)
**คำสำคัญ**: เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ; สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช; การชักนำยอด

**Abstract:** This study aimed to determine the effects of BA (6-benzyladenine) combination with NAA (1-Naphthaleneacetic acid on shoot multiplication of black peanuts for micropropagation The concentrations of BA at 0.5, 1, and 2 mg/l in combination with 0.25, 0.5, and 1 mg/l of NAA were compared with non-hormone added (control) on MS semi-solid medium. Factorial in Completely Randomize Design (CRD) with 10 (3x3+1) treatments and 10 replicates (1 replicate per explant) were applied in the study. After cultured for 4 weeks the result revealed that shoots cultured on MS medium containing 4 mg/l of BA and 2 mg/l of NAA had the highest percentage of new shoots (80.00±42.16%) and the highest number of new shoots per explant (1.10±0.87 shoots per explant). On the other hand, the shoots cultured on media containing 1 mg/l of BA and 1 mg/l of NAA had the highest fresh weight (2.04±0.82 g).
**Keywords:** tissue culture; plant growth regulators; shoot induction

## บทนำ

ถั่วลิสงผิวดำ ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างมาก เนื่องจากมีประโยชน์และมีคุณค่าทางอาหาร เช่น โปรตีนร้อยละ กรดอะมิโน ร่างกายต้องการถึง 18 ชนิด วิตามินต่างๆ เช่น บี1 บี2 และ บี6 กรดไขมันไม่อิ่มตัว และแร่ธาตุอื่นๆอีก 26 ชนิด ที่เป็นประโยชน์ เช่น

* Corresponding author: Phetchara_sa65@live.rmutl.ac.th

ซีลีเนียม แคลเซียม โพแทสเซียม ทองแดง สังกระสี แมงกานีส นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ เช่นสารฟลาโวนอยด์ และแอนโธไซยานิน ปัจจุบันมีการนำเอาเมล็ดถั่วลิสงผิวดำมาทำเป็นชาดื่มเพื่อบำรุงสุขภาพ และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น ขนมขบเคี้ยว ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารหลายชนิด และทำเป็นน้ำมันถั่วลิสงผิวดำสกัดเย็น แต่พบว่ายังมีเกษตรกรผู้ปลูกน้อยไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย จึงส่งผลให้ถั่วลิสงผิวดำมีราคาสูง (นัย, 2562) โดยราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ถั่งลิสงผิวดำในประเทศไทย 100 กรัม ประมาณ 140 เมล็ด ราคา 150 เฉลี่ยอยู่ที่เมล็ดละ 1.07 บาท ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์นำเข้าจากประเทศจีน (สกายสแครปเปอร์, 2557) และเนื่องจากถั่วลิสงผิวดำเป็นพืชตระกูลถั่วที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด และเกษตรกรจะต้องจัดเก็บเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ปลูกใหม่ทุกฤดู เพราะฉะนั้นปัญหาที่สำคัญในการผลิตถั่วลิสงผิวดำในประเทศไทย คือ เมล็ดพันธุ์มีปริมาณไม่เพียงพอ และเมล็ดพันธุ์มีราคาสูง จึงทำให้เกษตรกรผู้ปลูกน้อย (ภานุพันธ์, 2549)

ด้วยเหตุนี้ได้มีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อสามารถขยายพันธุ์ได้จำนวนมากในระยะเวลาที่รวดเร็ว ด้วยการนำชิ้นส่วนของพืชไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่มีธาตุอาหาร และสารควบคุมการเจริญเติบโตอย่างเหมาะสมต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อพืชเพื่อเพิ่มจำนวน (อมรทิพย์ และอำไพพงษ์, 2559) ซึ่งได้มีงานวิจัยการทดลองการเกิดยอดหลายยอดโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน ซึ่งสามารถชักนำเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 มีร้อยละการเกิดยอดสูง (เสาวนีย์ และคณะ, 2532) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ได้ต้นพันธุ์เป็นปริมาณมาก สูตรอาหารที่นิยม คือ สูตร MS (Murashige and Skoog) และสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (plant growth regulators; PGRs) ที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แก่ กลุ่มออกซิน (auxin) และไซโตไคนิน (cytokinin) ซึ่งกลุ่มออกซิน เป็นกลุ่มของสารที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์ (cell enlargement) การเกิดแคลลัส ยับยั้งการเกิดยอด แต่ส่งเสริมการเกิดราก สร้างบริเวณส่วนยอด ในส่วนของกลุ่มไซโตไคนิน เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช ช่วยกระตุ้นการเกิดยอด ยับยั้งการเกิดราก และกระตุ้นให้เกิดแคลลัสเมื่อใช้ร่วมกับออกซิน (ธราธร และคณะ, 2558)

นอกจากนี้ได้มีศึกษาเทคนิคการขยายพันธุ์สมุนไพรด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สำหรับถ่ายทอดในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่าผลจากการศึกษาผลของ BA และ NAA ที่มีต่อต่อการแตกยอดของสมุนไพรมีผลต่อปริมาณยอด ความสูงของยอด และความยาวของราก อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงชนิดของชิ้นส่วนพืช และปริมาณความเข้มข้นของสารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (พงศ์ยุทธ และคณะ, 2560) จากประเด็นปัญหาในด้านปริมาณของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อการขยายและเพิ่มปริมาณยอดของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อถั่วลิสงผิวดำในสภาพปลอดเชื้อ

**วิธีการศึกษา**

<u>การเตรียมชิ้นส่วนพืชทดลอง</u> โดยการนำชิ้นส่วนยอดของถั่วลิสงผิวดำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมล็ดถั่วลิสงผิวดำบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ระยะเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำต้นถั่วลิสงผิวดำที่ปลอดเชื้อมาตัดชิ้นส่วนปลายยอดให้มีขนาดความยาว 1.5 ซม. ใบจำนวน 1 คู่

<u>การเตรียมอาหารทดลอง</u> ใช้อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง อาหารทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.7-5.8 และผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 °ซ ความดัน 15 ปอนด์/ตร.ม. เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

<u>วิธีการทดลอง</u> ศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA คือ 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 3 ระดับ คือ 0.25, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเปรียบเทียบกับอาหารกึ่งแข็งสูตร MS (ชุดควบคุม) โดยวางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) มี 10 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 ชิ้นส่วน) ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพห้องที่มีการปรับอุณหภูมิ 22±2-3 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-80 ให้แสงที่ความเข้ม 50 ไมโครโมล/ตร.ม./ว. เป็นเวลา 16 ชม.ต่อวัน ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำการบันทึกได้แก่ ร้อยละการเกิดยอดใหม่ จำนวนยอดใหม่ และน้ำหนักสด หลังจากนั้นนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab22

**ผลการศึกษา**

พบว่า ร้อยละการเกิดยอดใหม่ของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็ง MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการเกิดยอดใหม่มากที่สุด (ร้อยละ 80.00±42.16) และจำนวนยอดใหม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีจำนวนยอดใหม่มากที่สุด คือ (1.10±0.87 ยอดต่อชิ้นส่วน) ส่วนน้ำหนักสดของชิ้นส่วนที่เพาะบนอาหารกึ่งแข็ง MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้น้ำหนักสดชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยชิ้นส่วนมีน้ำหนักสดมากที่สุดร้อยละ2.04±0.82 และความสูงของต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็ง MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ทำให้ความสูงของยอดสูงที่สุด คือ 0.74±0.87 ส่วนจำนวนใบ (ใบต่อต้นต่อชิ้นส่วน) **(Table 1)** และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ในชิ้นส่วนพืช ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วงร้อยละ 0.70±0.82, 0.00±0.00, 0.00±0.01 และ

0.01±0.01 ตามลำดับ **(Table 2)** ลักษณะของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อถั่วลิสงผิวดำมีการเกิดยอดใหม่ และแคลลัส (callus) ในแต่ละกรรมวิธี **(Figure 1)**

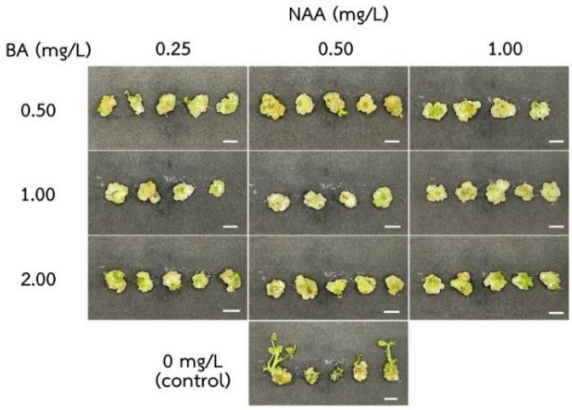



**Figure 1** Shoot induction of black peanuts 'Nilmanee' explant after cultured explant on MS medium supplemented with different concentrations of BA and NAA for 4 weeks culture. Bars = 1 cm.

**Table 1** Characteristics of black peanuts 'Nilmanee' explant after cultured on semi-solid MS medium supplemented with different concentrations of BA and NAA for 4 weeks culture.

| BA (mg/l) | NAA (mg/l) | Shoots induction (%) | Number of shoots (shoots/explant) | Fresh weight of explant (g) | Height of new shoots (cm) | Num. of leaves per plant (leaves/plant) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 (control) | | 70.00±48.30 ab[1/] | 1.00±0.82 ad | 0.67±0.80 cde | 0.74±0.87 a | 1.30±1.64[ns] |
| 1 | 0.5 | 20.00±42.16 cd | 0.30±0.67 c | 1.27±0.39 bc | 0.04±0.08 b | 0.60±0.84 |
| 1 | 1 | 60.00±51.64 abc | 1.10±1.10 a | 2.04±0.82 a | 0.31±0.25 b | 0.60±0.97 |
| 1 | 2 | 20.00±42.16 cd | 0.30±0.67 c | 0.61±0.82 cde | 0.09±0.19 b | 0.00±0.00 |
| 2 | 0.5 | 40.00±51.64 abcd | 0.50±0.71 abc | 0.51±0.71 de | 0.17±0.23 b | 0.00±0.00 |
| 2 | 1 | 10.00±31.62 d | 0.10±0.32 c | 0.39±0.52 e | 0.07±0.15 b | 0.00±0.00 |
| 2 | 2 | 30.00±48.30 bcd | 0.40±0.70 bc | 1.58±0.91 ab | 0.17±0.27 b | 0.10±0.32 |
| 4 | 0.5 | 50.00±52.70 abcd | 0.50±0.53 abc | 1.14±0.85 bcd | 0.20±0.22 b | 0.60±0.70 |
| 4 | 1 | 40.00±51.64 abcd | 0.40±0.52 bc | 1.06±0.89 bcde | 0.20±0.29 b | 0.50±0.85 |
| 4 | 2 | 80.00±42.16 a | 1.10±0.87 a | 1.57±0.72 ab | 0.34±0.20 b | 0.70±0.82 |
| BA | | * | ns | * | ns | ** |
| NAA | | ns | ns | ns | ns | ns |
| BA x NAA | | * | ** | ** | * | ns |

Data = mean±S.E. N = 10 explant/treatment. [ns] = no significant difference, *= significantly different at p≤ 0.05, **= significantly different at p≤0.01, Different letters within the column indicated statistically significant differences between the means (Tukey HSD at p≤ 0.05).

**Table 2** Chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll of black peanuts 'Nilmanee' explant after cultured on semi-solid MS medium supplemented different concentrations with BA and NAA n for 4 weeks culture.

| BA (mg/l) | NAA (mg/l) | Chlorophyll a | Chlorophyll b | Total Chlorophyll |
|---|---|---|---|---|
| 0 (Control) | | 0.0006±0.0006 | 0.0051±0.0064 | 0.0043±0.0055 |
| 1 | 0.5 | 0.0011±0.0015 | 0.0075±0.0103 | 0.0063±0.0091 |
| 1 | 1.0 | 0.0040±0.0040 | 0.0056±0.0051 | 0.0037±0.0039 |
| 1 | 2.0 | 0.0055±0.0020 | 0.0086±0.0020 | 0.0059±0.0018 |
| 2 | 0.5 | 0.0045±0.0045 | 0.0079±0.0036 | 0.0056±0.0026 |
| 2 | 1.0 | 0.0027±0.0004 | 0.0053±0.0016 | 0.0038±0.0014 |
| 2 | 2.0 | 0.0027±0.0010 | 0.0071±0.0047 | 0.0054±0.0038 |
| 4 | 0.5 | 0.0012±0.0021 | 0.0038±0.0046 | 0.0030±0.0042 |
| 4 | 1.0 | 0.0010±0.0020 | 0.0036±0.0015 | 0.0028±0.0012 |
| 4 | 2.0 | 0.0014±0.0024 | 0.0038±0.0052 | 0.0029±0.0047 |
| BA | | * | * | ns |
| NAA | | ns | ns | ns |
| BA x NAA | | ns | ns | ns |

$^{ns}$ = not significant different, - = no root formation, Data = mean±S.E., n = 10 explants/treatment

**วิจารณ์**

พบว่า ร้อยละการเกิดยอดใหม่ในชุดการทดลองอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช BA ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้น และตาข้าง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Palee (2018) ที่เติม BA บนอาหารสูตร MS สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จำนวนยอดใหม่เพิ่มขึ้นซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง เช่นเดียวกับการทดลองของแก้วลำพัน และคณะ (2563) ที่เติม NAA ร่วมกับ BA สามารถเพิ่มจำนวนต้นได้มากที่สุด และเมื่อนำชิ้นส่วนยอดของถั่วลิสงผิวดำเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีน้ำหนักมากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เนื่องจากสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช BA ที่มีส่วนช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำ ต้น และตาข้าง และ NAA ที่ช่วยกระตุ้นการเกิดรากและการเจริญของราก ทำให้ชิ้นส่วนของพืชทดลองเกิดการพัฒนาและเจริญเติบโตเป็นต้น ซึ่งรายงานผลการทดลองของ สุมิตรา และอิศร์ (2557) ที่เติม BA ร่วมกับ NAA มีผลทำให้ชิ้นส่วนของพืชมีน้ำหนักสูงที่สุด จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ความสูงของยอดที่เลี้ยงบนอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (ชุดควบคุม) มีความสูงของยอดสูงที่สุด เพราะเมื่อนำ BA ร่วมกับ NAA จะทำให้เกิดแคลลัสจำนวนมากซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตเกิดการชะลอ สอดคล้องกับ ปิยะพร และนุชมะณี (2004) ได้ทำการทดลองอิทธิพลของ NAA และ BA ในชุดการทดลองที่ไม่เติม BA ทำให้มีความสูงของยอดใหม่สูงที่สุด และจำนวนใบของชิ้นส่วนแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$<0.05) ซึ่งต่างจาก Kaviani et al. (2019) ที่ได้ทำการทดลองเติม BA ร่วมกับ NAA และ TDZ (N-phenyl-N'-1,2,3-thidiazol-5-yl urea) ทำให้มีจำนวนใบมากที่สุด

ปริมาณคลอโรฟิลล์ของเนื้อเยื่อถั่วลิสงผิวดำในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า อาหาร MS ทุกสูตรมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a คลอโรฟิลล์ b และคลอโรฟิลล์รวม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$<0.05) ซึ่ง Parsaeimehr et al. (2010) ได้ทำการทดลองอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในอาหาร MS ที่เติม NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ ไคเนติน (Kin) 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 118.4 ± 7.6 มก./ล เนื่องจากสารในกลุ่มไซโตไคนิน มีหน้าที่เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ของพืชการสร้างอวัยวะการเพิ่มขนาดของเซลล์และอวัยวะการป้องกันการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การเจริญของคลอโรพลาสต์ (พันทวี, 2532; พีรเดช, 2529)

**สรุป**

อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการเกิดยอดใหม่และจำนวนยอดใหม่มากที่สุด เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดของถั่วลิสงผิวดำในสภาพปลอดเชื้อ

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงราย สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

แก้วลำพัน สีดาวง, กฤษฎา บุราไกร, ถาวร สุภพรม, สุทธนา ปลอดสมบูรณ์ และอรัญญา พิมพ์มงคล. 2563. อิทธิพลของ NAA ร่วมกับ BA หรือน้ำตาลซูโครส ต่อการเจริญของโปรโตคอร์มเอื้องคำกิ่ว (*Dendrobium signatum* Rchb.f.) ในหลอดทดลอง. น. 116-124. ใน : การประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 16. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ธราธร ทีรฆฐิต อรนุช ลีลาพร และยินดี ชาญวิวัฒนา. 2558. คู่มือส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพืช “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ” พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ .56 หน้า.

นัย บำรุงเวช. 2562. ถั่วลิสงผิวดำ คุณค่าทางอาหารสูง ในประเทศไทยก็ปลูกได้. แหล่งข้อมูล: https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_87924. ค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2565.

ปิยะพร แสนสุข และนุชมะณี สุดดี. 2547. อิทธิพลของ NAA และ BA ต่อการเกิดแคลลัสและยอดของผักชีช้าง.วารสารวิจัย มข.9(2).31-39

พันทวี มาไพโรจน์. 2532. ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช: บทแนะนำความรู้พื้นฐาน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, อภิชาติ ชิดบุรี และพิทักษ์ พุทธวรชัย. 2560. การพัฒนาเทคนิคการขยายพันธุ์พืช พืชสมุนไพรด้วย วิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนของ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดลำปาง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ภานุพันธ์ โอภาโส. 2549. การเปรียบเทียบผลผลิตและระยะการพักตัวของถั่วลิสง 6 สายพันธุ์ใหม่. แหล่งข้อมูล: http://webpac.library.mju.ac.th:8080/mm/fulltext/thesis/2549/Panupant_Ophaso/fulltext.pdf. ค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2565.

สุมิตรา สุปินราช และอิศร์ สุปินราช. 2557. ศึกษาผลของ BA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าเอื้องผึ้งในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 19(2): 85-92.

Ali Parsaeimehr, Elmira Sargsyan, and Katayoun Javidnia. 2010. Influence of plant growth regulators on callus induction, growth, chlorophyll, ephedrine and pseudoephedrine contents in Ephedra procera. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4(13), pp. 1308-1317.

Jiraporn Palee. 2018. In vitro Shoot Cultures of *Tupistra albiflora* K. Larsen. Walailak J Sci &Tech 2020; 17(5): 405-411.

Kaviani, B. Sh. Sedaghathoor, M. R. Safari Motlagh, and S. Rouhi. 2019. 'Influence of plant growth regulators (BA, TDZ, 2-iP and NAA) on micropropagation of *Aglaonema widuri*. Iranian Journal of Plant Physiology. 9(4): 2901-2909.

Monney, M.A.D., Amissah, N., and Blay, E. (2016) Influence of BA and IBA or NAA Combinations on Micropropagation of *Cryptolepis sanguinolenta*. American Journal of Plant Sciences, 7, 572-580.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของ 6-benzyladenine (BA), Thidiazuron (TDZ) และ Adenine sulfate (AS) ต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อทองกวาวสีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ

# Effects of 6-benzyladenine (BA), Thidiazuron (TDZ) and Adenine sulfate (AS) on the *in vitro* growth and development of *Butea monosperma (Lam.)* Kuntze var. *lutea* (Witt.) Maheswari *tissue*

**ธนา ทาสี[1*], เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1], พิทักษ์ พุทธวรชัย[1,2] และ อภิชาติ ชิดบุรี[1,2]**
**Thana Thasee[1*], Piengpim Chidburee[1], Pitak Puttawanchai[1,2] and Aphichat Chidburee[1,2]**

[1] *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคนล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[1]*Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*
[2] *สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[2]*Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*

**บทคัดย่อ**: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผล 6-benzyladenine (BA), Thidiazuron (TDZ) และ Adenine sulfate (AS) ต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อทองกวาวสีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อสำหรับการขยายเพิ่มจำนวนยอด โดยศึกษาความเข้มข้นของ BA หรือ TDZ ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มก./ล. AS 40, 60 และ 80 มก./ล. เปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสาร (ชุดควบคุม) ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD; Complete Randomize Design) มี 10 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (1 ซ้ำ 1 ชิ้นส่วน) ทำการเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม TDZ 1 มก./ล.มีจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนและน้ำหนักสดของชิ้นส่วนมากที่สุด (7.00±5.20 ยอดต่อชิ้นส่วน และ 0.61±0.19 ก. ตามลำดับ) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์บีและรวมของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 2 มก./ล. และ TDZ 0.5 มก./ล. (0.04±0.02 และ 0.02±0.01 มก./ก น้ำหนักสด ตามลำดับ) และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม 2 มก./ล. BA มีมากที่สุด (0.12±0.06 มก./ก น้ำหนักสด) สำหรับความสูงของยอด (ซม.) และ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มก./ก น้ำหนักสด) ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
**คำสำคัญ:** ทองกวาวสีเหลือง; ในสภาพปลอดเชื้อ

**Abstract:** The purpose of this study was to determine the effects of 6-benzyladenine (BA), Thidiazuron (TDZ) and adenine sulfate (AS) on the in vitro growth and development of *Butea monosperma* var. lutea under conditions for multiplication. The concentrations of 0.5, 1.0 and 2.0 mg/L BA; 0.5, 1.0 and 2.0 mg/L TDZ and 40, 60 and 80 mg/L AS were compared with no additives (Control) in MS semi-solid medium. Complete randomized design (CRD) was planned; there were 10 procedures with 10 replicates each (1 replicate, 1 explant) for 4 weeks of culture. The result showed that the MS semi-solid medium added 1 mg/L TDZ had the highest number of shoots per explant and the fresh weight (7.00±5.20 shoots per explant and 0.61±0.19g ) The chlorophyll B was the highest chlorophyll content cultured on medium added 2 mg/L BA and 0.5 mg/L TDZ (0.04±0.02 and 0.02±0.01 mg/g fresh weight, respectively). The total chlorophyll of explant cultured on medium added with 2 mg/L BA was the highest (0.12±0.06 mg/g fresh weight). The shoot height (cm) and chlorophyll A (mg/g fresh weight) among all treatments showed no statistical difference.
**Keywords:** *Butea monosperma* var. *lutea*; *In vitro*

[*] Corresponding author: thana_th65@live.rmutl.ac.th

**บทนำ**

ทองกวาว (*Butea monosperma* (Lam.) Taub. เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นทั้งไม้ประดับและสมุนไพรมีทั้งดอกสีแดงส้มและสีเหลือง อยู่ในวงศ์ Fabaceae ภาคเหนือเรียกว่า กวาว ก๋าว จอมทอง จ้า จาน ทองธรรมชาติ ทองพรมชาติ ทองต้น มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อน จากประเทศอินเดีย บังกลาเทศ เนปาล ศรีลังกา เมียนมาร์ ลาว และประเทศไทย ในทางการแพทย์แผนโบราณอินเดียได้มีการใช้ส่วนรากของต้นทองกวาวมาทำประโยชน์ในการรักษาอาการท้องผูกเฉียบพลัน, เสียดท้อง, ขัดเบา, โรคผิวหนังจากการติดเชื้อเป็นต้น (อุเทน, 2558)

โดยทั่วไปแล้วต้นทองกวาวจะมีการปลูกกระจายทั่วประเทศ แต่ต้นที่มีดอกสีเหลืองจะหาได้ยากกว่า โดยทั่วไปต้นทองกวาวสีเหลืองจะขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด โดยธรรมชาติแล้วมีอัตราการงอกและรอดต่ำ และต้นทองกวาวที่เกิดจากการเพาะเมล็ดมีโอกาสที่จะไม่เสมือนต้นแม่สูงเนื่องจากมีความแปรปรวนทางพันธุกรรม ทำให้ต้นที่งอกจากเมล็ดส่วนใหญ่แล้วจะได้พันธุ์สีส้มแดง จึงทำให้ต้นทองกวาวพันธุ์สีเหลืองมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ดังนั้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาดังข้างต้นที่กล่าวมีจึงมีวิธีการเพาะขยายพันธุ์พืชด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ทำให้ได้พืชที่เสมือนต้นแม่ปลอดจากโรคและแมลง สามารถเพิ่มจำนวนพันธุ์พืชที่ต้องการในเวลาอันสั้น และยังสามารถผลิตพืชได้ตลอดทั้งปี โดยไม่ต้องคำนึงถึงสภาพดินฟ้าอากาศ (ธราธร และคณะ, 2559)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นทองกวาวสีเหลืองจะใช้ชิ้นส่วน-ยอด-และข้อ ของต้นทองกวาว ซึ่งมีความสำเร็จของการเจริญเติบโตแตกต่างกันออกไป การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้เจริญได้ จำเป็นต้องมีองค์ประกอบของสารอาหาร สารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulator) หรือฮอร์โมนร่วมด้วย ซึ่งกลุ่มที่นิยมใช้ ได้แก่ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ออกซิน เช่น 2,4-ไดคลอ-โรฟีนอกซี อะซิติคแอซิด (2,4-D), แนฟธาลีน อะซีติคแอซิด (Napthaleneacetic acid, NAA), และกลุ่ม ไซโตไคนิน เช่น ไคเนติน (Kinetin), 6-เบนซิลอะมิโน-พิวรีน (6-Benzylaminopurine,BA) (อารยา หงษ์เพชร, 2554) มีรายงานความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาข้างทองกวาวเหลืองที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Woody plant medium (WPM) ที่เติมสารลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ Plant preservative mixture (PPM) ความเข้มข้น 400 $\mu l/l$ พบว่า ชิ้นส่วนมีการปนเปื้อนน้อยที่สุด และเมื่อย้ายลงในอาหารแข็งที่มีการเติม PPM ความเข้มข้น 400 $\mu l/l$ ร่วมกับ streptomyoin ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการรอดชีวิตสูงสุด (90.8%) (ศุภณัฏฐ์,ณัฏฐธิดา และ ราฮีมา; 2563) ต่อมามีรายงานการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน BA(6-benzyladenine) กับชิ้นส่วนข้อของต้นสักที่ระดับความเข้มข้น 1.0-6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนยอดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยความเข้มข้นที่ทำให้เกิดยอดมากที่สุดคือ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (เสริมศิริ และคณะ, 2561) ต่อมา กฤษฎา และคณะ, (2564) เพาะเลี้ยงแกนเอ็มบริโอตะเคียนใบใหญ่ (*Hopea thorelii* Pierre) พืชที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ในอาหารสูตร MS ที่เติม BA NAA และ IBA พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้มีจำนวนยอดของแกนเอ็มบริโอมากที่สุด จากการศึกษาต้นทองกวาวสีเหลืองที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยังมีการพัฒนาเจริญเติบโตซึ่งต้องใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนินมาช่วยทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเสริมพัฒนาการรวดเร็วขึ้น เนื่องจากสารกลุ่มไซโตไคนิน เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีบทบาทชักนำเซลล์และเกิดยอดโดยทั่วไปแล้วสารไซโตไคนินสามารถพบได้ในพืช ได้แก่ Zeatin และ 6-isopentenyladenine (2iP) และสารไซโตไคนินสังเคราะห์ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของสารไซโตไคนินสังเคราะห์ BA, TDZ และ AS ซึ่งเป็นสารที่มีผลต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดต้นเล็กๆ จำนวนมาก มาใช้กับเนื้อเยื่อทองกวาวสีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อให้ได้ต้นจำนวนมาก ในเวลาอันสั้น (อนุพันธ์ และ ธนากร, 2550) เพื่อเป็นแนวทางการขยายพันธุ์ทองกวาวสีเหลือง ที่เป็นพืชที่มีประโยชน์และความสำคัญทางสมุนไพร อีกทั้งยังมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

**วิธีการศึกษา**

<u>การเตรียมพืชทดลอง</u> ชิ้นส่วนปลายยอดของทองกวาวสีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ ที่ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากแหล่งเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อคณะวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร.ล้านนา) ลำปาง

<u>การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ</u> ใช้อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติมสารไซโตไคนินสังเคราะห์ BA หรือ TDZ ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มก./ล. ส่วน AS ความเข้มข้น 40, 60 และ 80 มก./ล. ในแต่ละการทดลอง ปรับค่าความกรดด่าง 5.7 แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันแบบอัตโนมัติ (Autoclave sterilizer) ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

<u>วิธีการทดลอง</u> ศึกษาระดับความเข้มข้นของอาหารสูตร MS และ MS ที่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA, TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5,1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ AS ที่ระดับความเข้มข้น 40,60 และ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 10 กรรมวิธีๆ ละ 10 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 ชิ้นส่วน) ใช้ชิ้นส่วนปลายยอดของพืชทดลองทองกวาวสีเหลืองจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ตัดให้มีขนาดความยาว 0.5 ซม. แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหารในแต่ละกรรมวิธี ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และบันทึกข้อมูล ได้แก่ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์, ร้อยละของการเกิดยอด, น้ำหนักสดของชิ้นส่วน (กรัม), จำนวนยอดต่อชิ้นส่วน (ยอดต่อชิ้นส่วน), น้ำหนักสด(ก.), ความสูงยอด(ซม.), และจำนวนใบต่อชิ้นส่วน (ใบต่อชิ้นส่วน) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และรวม ตามวิธีการของ Moran (1982) หลังจากนั้นการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab รุ่น 22

เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean)±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of mean: S.E.)และ One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Fisher, exact Probability tests; Fept ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ผลการศึกษา**

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนทองกวาวสีเหลือง พบว่า ร้อยละของยอดเกิดใหม่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหาร MS เติม TDZ 1 มก./ล. มีจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนและน้ำหนักสดของชิ้นส่วนมากที่สุด (7.00±5.20 ยอดต่อชิ้นส่วน และ 0.61±0.19 ก. ตามลำดับ) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์บีและรวมของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 2 มก./ล. และ TDZ 0.5 มก./ล. (0.04±0.02 และ 0.02±0.01 มก./ก น้ำหนักสด ตามลำดับ) **(Table 1)** ความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 0.00±0.00 - 10.39±2.48 ซม. ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และรวมของชิ้นส่วนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ **(Table 2)**

**Table 1** Percentage of new shoots initiation, number of new shoots per explant (shoots/explant), and fresh weight (g) of explant on MS semi-solid medium and different concentrations of BA, TDZ and AS for 4 weeks culture.

| Types of growth regulation | Concentrations (mg/L) | % of new shoots initiation | Num. of new shoot per explant (shoots/explant) | Fresh weight of explant (g) |
|---|---|---|---|---|
| BA | 0.5 | 80.00±42.16$^{ns}$ | 2.00±0.00$^{ns}$ | 0.04±0.06b$^{1/}$ |
| BA | 1 | 50.00±52.70 | 5.33±2.08 | 0.21±0.11b |
| BA | 2 | 40.00±51.64 | 4.00±1.73 | 0.21±0.10b |
| TDZ | .05 | 80.00±42.16 | 5.00±1.41 | 0.18±0.08b |
| TDZ | 1 | 30.00±48.30 | 7.00±5.20 | 0.62±0.33a |
| TDZ | 2 | 50.00±52.70 | 3.00±0.00 | 0.25±0.13b |
| AS | 40 | 50.00±52.70 | 2.33±2.31 | 0.10±0.04b |
| AS | 60 | 80.00±42.16 | 1.00±0.00 | 0.39±0.00ab |
| AS | 80 | 40.00±51.64 | 1.67±0.58 | 0.08±0.01b |
| Non-hormone (control) | | 60.00±51.64 | 1.67±0.58 | 0.13±0.03b |

ns = no statisticalty difference (p>0.05)

$^{1/}$Values with the same letters in column are not significantly different at *p*< 0.05, Mean±SE, n=10.

**Table 2** Percentages of new shoot height (cm), Chlorophyll a, Chlorophyll b and Total Chlorophyll were grown on MS semi-solid medium and different concentrations of BA, TDZ and AS for 4 weeks culture.

| Types of growth regulation | Concentrations (mg/L) | Height of new shoots (cm) | Chlorophyll content (mg/ml) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Chlorophyll a | chlorophyll B | total chlorophyll |
| BA | 0.5 | 6.10±0.27$^{ns}$ | 0.00±0.00$^{ns}$ | 0.01±0.01b$^{1/}$ | 0.01±0.01b |
| BA | 1 | 10.39±2.48 | 0.01±0.01 | 0.00±0.01b | 0.00±0.01b |
| BA | 2 | 6.99±0.44 | 0.00±0.01 | 0.05±0.04a | 0.12±0.11a |
| TDZ | .05 | 8.47±1.31 | 0.00±0.00 | 0.02±0.03ab | 0.02±0.03b |
| TDZ | 1 | 8.71±0.21 | 0.02±0.01 | 0.00±0.01b | 0.01±0.01b |
| TDZ | 2 | 8.22±0.90 | 0.01±0.00 | 0.00±0.00b | 0.00±0.01b |
| AS | 40 | 0.52±0.90 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 b | 0.00± 0.00b |
| AS | 60 | 0.00±0.00 | 0.02±0.00 | 0.00±0.00b | 0.01±0.00b |
| AS | 80 | 4.63±8.02 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00b | 0.00±0.00b |
| Non-hormone (control) | | 0.83±1.44 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00b | 0.00±0.00b |

ns = no statisticalty difference (p>0.05)

$^{1/}$Values with same letters in column are not significantly different at p< 0.05, Mean±SE, n=10.

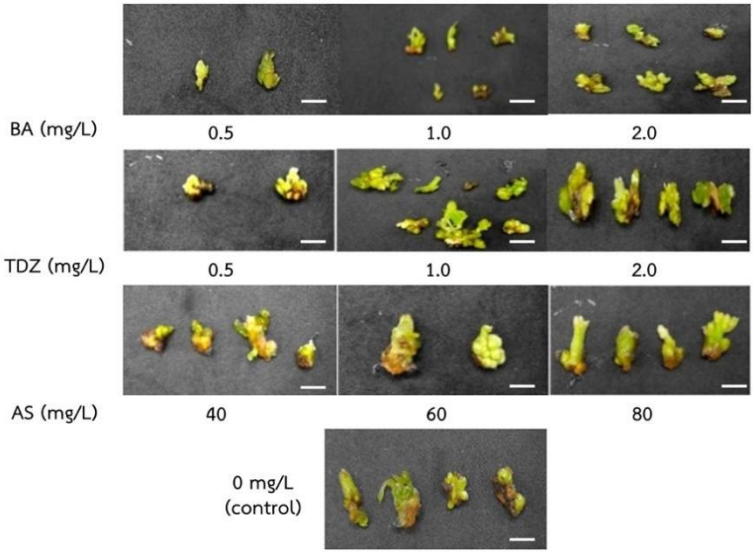



**Figure 1** Characteristics of explant were grown on MS semi-solid medium and different concentrations of BA, TDZ and AS for 4 weeks culture.

**วิจารณ์**

จากการศึกษา พบว่า การเกิดยอดใหม่ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA, TDZ และ AS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แตกต่างจากงานทดลองของ ภพเก้า และวารุต (2558) ที่ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโมกพวง พุดจีบ รักขาว และรักม่วง ในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA 4 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุด ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ 1 มก./ล. มีร้อยละการเกิดจำนวนยอดใหม่และน้ำหนักสดมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากงานทดลองของ ไพลิน และพฤทธิ์ (2563) ที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนนทรี พบว่าการชักนำยอดด้วยอาหารสูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโทไคนินสองชนิด KN และ BAP สามารถชักนำยอดได้สูงที่สุด เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของสารสังเคราะห์กลุ่มไซโตไคนินBA, TDZ และ AS มีส่วนช่วยกระตุ้นการแตกยอด มีผลต่อการเจริญของเนื้อเยื่อ สอดคล้องกับงานทดลองของ Sudhakar johnson et al. (2023) ที่ได้ทำการเพาะเลี้ยง Saussurea lappa ในอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ, BA พบว่า สูตรอาหารที่เติม TDZ มีจำนวนยอดเพิ่มมากที่สุด แตกต่างจากงานทดลองของ Sandeep et al. (2015) ที่ได้ทำการเพาะเลี้ยง *Valeriana wallichii*DC ในอาหารสูตร MS ที่เติม BA, Kn, AS และ TDZ พบว่า ในสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 3.0 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดมากที่สุด ปริมาณคลอโรฟิลล์บีและรวมของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันทางสถิติ บนอาหารเพาะเลี้ยงที่เติม BA 2 มก./ล. และ TDZ 0.5 มก./ล. (0.04±0.02 และ 0.02±0.01 มก./ก น้ำหนักสด ตามลำดับ) แตกต่างกับงานทดลองของ Karolina Nowakowska et al. (2021) ที่ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ‘Kazimierz Odnowiciel’ พบว่าสูตรอาหารที่เติม 1 2ip [$N^6$ -(2isopentenyl) adenine] และ 1 zeatin (ZEA) พบปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุด

**สรุปผลการทดลอง**

จากการศึกษา พบว่า ชิ้นส่วนเนื้อเยื่อทองกวาวสีเหลืองที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ 1 มก./ล. สามารถชักนำจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนและน้ำหนักสดของชิ้นส่วนมากที่สุด เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดทองกวาวสีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

ภพเก้า พุทธรักษ์ และวารุต อยู่คง. 2558. การขยายพันธุ์โมกพวง พุดจีบ รักขาว และรักม่วง โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ

ศุภณัฏฐ์ กาญจนวัฒนาวงศ,ณัฏฐธิดา สิงห์บำรุง และราฮีมา วาแมดีซา. 2563. การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS2 และการผลิตชิ้นส่วนปลอดเชื้อของทองกวาวสีเหลือง *ITS2* Nucleotide Sequence Analysis and Claened Culture Production of Butea monosperma var. *lutea.* วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 12(1): 173-184.

เสริมศิริ จันทร์เปรม, เยาวพรรณ สนธิกุล และสนธิชัย จันทร์เปรม. 2561. การชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อของสักในหลอดทดลอง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36(2): 126-134

อนุพันธ์ กงบังเกิด และธนากร วงษศา. 2550. ผลของไซโตไคนินต่อการเจริญและพัฒนาของต้นอ่อนกล้วยไม้ลูกผสมดอนมาลี X เอื้องปากนกแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. นครนายก. 23(2): 115-125

อารยา หงษ์เพชร. 2554. เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์. แหล่งข้อมูล: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2545_50_160_p1-4.pdf. ค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2565.

อุเทน วงศ์สถิต. 2558. การศึกษาวิเคราะห์โรคและสมุนไพรในคัมภีร์จรกสัมหิตา. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพ

Johnson, T.S., Narayan, S.B., and Narayana, D.B.A. 1997. Rapid *in vitro* propagation of *Saussurea lappa,* an endangered medicinal plant, through multiple shoot cultures. *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant* 33: 128–130.

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N,N-dimethylformamide. Journal of Plant Physiology. 69: 1376-1381.

Murashige, T., and Skoog, F. 1962 A revised medium for rapid growth and bioassays With tobacco tissue culture. Physiol Plant 15: 473-497.

Nowakowska, K., P. Anna, S. Ewa, and P. Andrzej. 2021. The effect of cytokinin on shoot proliferation, biochemical changes and genetic stability of Rhododendron ‘Kazimierz Odnowiciel’ in the in vitro cultures. Article of Plant Cell. 149: 675-684.

Sandeep, S., Vijay K Purohit., P. Prasad, and A. R. Nautiyal. 2015. Micropropagation of *Valeriana wallichii* DC. (Indian Valerian) through nodes. Indian Journal of Biotechnology. 14: 127-130.

T. Sudhakar Johnson, S. Badari Narayan, and D. B. A. Naratana. 2023.“Rapid in Vitro Propagation of Saussurea Lappa, an Endangered Medicinal Plant, through Multiple Shoot Cultures.” *In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant*, vol. 33, no. 2, 1997, pp. 128–30. *JSTOR*, http://www.jstor.org/stable/4293109. Accessed 22 Sept.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# Prediction of phytochemicals as potential herbal antioxidants in Kratom (*Mitragyna speciosa*) leaves : An *in silico* approach

**Ifwarisan Defri[1], Handoko[3], Aekkaraj Nualla-ong[2] and Rawee Chiarawipa[1*]**

[1]*Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand*
[2]*Biological Science Division, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand*
[3]*Biophysics Division, Faculty of Mathematical and Natural Science, IPB University, Bogor 16680, Indonesia*

**ABSTRACT:** Kratom (*Mitragyna speciosa*) is commonly grown in tropical regions and typically thrived under the shade of trees. It contains phytochemicals that offer numerous benefits. In this study, kratom plants grown under intercropping conditions with rubber trees (*Hevea brasiliensis*) as shade-providing plants in Songkhla province was observed. Additionally, the identification of phytochemical compounds in kratom with potential as antioxidant agent was performed through an *in silico* approach. The results found that selected nine putative compounds from 64 compounds were predicted for antioxidant agents based on the binding affinity energy obtained from molecular docking. Two compounds exhibited the lowest binding affinity energy (highest potential): apigenin with the NADPH oxidase protein target (-9.3 kcal/mol) and 3-O-caffeoylquinic acid with the xanthine oxidoreductase protein target (-9.2 kcal/mol). Further studies are necessary to enhance the understanding of kratom's antioxidant properties for potential medical and pharmaceutical applications.
**Keywords:** production; binding affinity; medicinal plant; ligand-protein; molecular docking

## Introduction

Kratom (*Mitragyna speciosa* (Korth.) Havil.) is classified as a member of the Rubiaceae family, which is the same botanical family as coffee. Intercrop production in plantations is affected by weather conditions, including Photosynthetically Active Radiation (PAR), temperature, light intensity, humidity, and rainfall. The selection of plants for intercropping should consider their growth needs, compatibility, and mutual benefits between the crops grown together. When kratom is intercropped with different plants such as rubber trees (*Hevea brasiliensis*), it can increase the diversity of phytochemical compounds in agricultural systems (Wu et al., 2016). Kratom plant contains various phytochemical compounds with pharmacological effects on humans. It also contains other phytochemical compounds such as flavonoids, terpenoids, polyphenols, saponins, and alkaloid. These compounds have potential as antioxidants and can provide other health benefits (Zhang et al., 2022). Oxidative stress arises when there is an imbalance between the production of Reactive Oxygen Species (ROS) and the body's ability to neutralize and eliminate these ROS. Oxidative stress is linked to various harmful disease in human, including cardiovascular disease, neurodegenerative disease, diabetes and cancer. Antioxidants are compounds that help protect the body's cells from damage caused by free radicals, oxidative stress, and oxidative enzymes (Aminjan et al., 2019).

The potential of kratom's phytochemicals as antioxidants can be analyzed through *in silico* testing. Computational methods and specialized software are utilized by *in silico* to predict the activities of potential antioxidant compounds in kratom. In the context of kratom's phytochemistry, *in silico* testing can be used to gain initial understanding of the antioxidant activities of the phytochemical compounds present in kratom. By using molecular docking techniques, the phytochemical compounds in kratom can be virtually tested to see how they interact with antioxidant targets involved in the oxidative pathway. The results of *in silico* testing can provide information about the potential of these phytochemical compounds as antioxidants by examining the strength of

* Corresponding author: rawee.c@psu.ac.th

the bonds and interactions between the phytochemical compounds (ligands) and the protein targets. These simulations can provide insights into the stability of the phytochemical-antioxidant target complexes and the dynamics of conformational changes and interactions. Analysis by *in silico* can serve as a useful preliminary step in guiding further research and laboratory experiments to understand the potential of kratom's phytochemicals as antioxidants (Defri et al., 2022). The objectives of this study are to observe phytochemical compounds in kratom with potential as antioxidant agents cultivated under intercropping conditions with rubber trees as shade-providing plants and to perform an *in silico* approach to identify the specific antioxidant compounds present in kratom leaves.

## Material and method

In this study, kratom plants was conducted throught direct observations and an *in silico* approach was performed to identify phytochemical compounds in kratom that have potential as antioxidant agents.

### Observation location and material

The observation of kratom were located in the middle rows between rubber trees as shade-providing plants (intercropping condition) from January to July 2023 at 10.00 am in Sadao District, Songkhla Province, Southern Thailand with longitude 6.71878° N, 100.27560° E and altitude MSL 92 m.

### Molecular docking by *in silico* approach

Molecular docking begins with the preparation of target proteins and kratom's phytochemical (ligands). Target protein structures (NADPH oxidase-PDB ID: 5O0X, Xanthine oxidoreductase-PDB ID: 2CKJ) were downloaded from the protein data bank (https://www.rcsb.org/).These proteins were chosen for their significant role in ROS formation and oxidative stress (Panday et al., 2014; Bortolotti et al., 2021). Secondary metabolites from kratom were obtained from the knapsack database (http://www.knapsackfamily.com/) and Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases (https://phytochem.nal.usda.gov/). The next step is to use the Passonline webserver (http://way2drug.com/passonline/) to screen compounds for their potential as antioxidants using a quantitative structure-activity relationship (QSAR) approach. Then, compounds will proceed to the drug-likeness screening phase with swissADME (Daina et al., 2017) following Lipinski's principles. Cytotoxicity prediction screening using protox-II (https://tox-new.charite.de/protox_II/) followed for the compounds that passed the drug-likeness screening. Selected compounds and vitamin C as a control were used as ligands in the docking stage. Ligand preparation involved downloading 3D structures from Pubchem (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/), minimizing with Avogadro (http://avogadro.cc/) and adding hydrogen with UCSF Chimera (https://www.rbvi.ucsf.edu/chimera). The proteins and ligands were converted from "pdb" to "pdbqt" extension using Autodock tools (Morris et al., 2009) before entering the docking stage with Autodock Vina (Trott and Olson, 2010). Finally, the binding affinity energy from the docking results was obtained, and the complex (protein and ligand) was constructed using pymol (https://pymol.org/) for interaction analysis using Biovia Discovery Studio Visualizer (https://discover.3ds.com/).

## Result and discussion

### Antioxidant compound prediction in kratom by *in silico* molecular docking

The exploration of the compounds contained in kratom from the knapsack database found 64 compounds. Among these 64 compounds, 23 passed the screening for structural similarity with antioxidant compounds and free radical scavengers through the PassOnline webserver. Out of the 23 compounds, nine compounds passed the criteria for drug-likeness and toxicity screening, making them eligible for the subsequent docking stage. **Table 1** lists the drug-likeness profile, violations of Lipinski's five rules, toxicity class, and cytotoxicity for these selected nine compounds.

**Table 1** The selected compounds after going through drug-likeness screening and cytotoxicity screening

| Compound | Drug-likeness | Violations | Toxicity Class* | Cytotoxicity |
|---|---|---|---|---|
| Caffeic acid | Yes | 0 | 5 | No |
| (-)-Epicatechin | Yes | 0 | 6 | No |
| 3-O-Caffeoylquinic acid | Yes | 1 | 5 | No |
| Apigenin | Yes | 0 | 5 | No |
| Kaempferol | Yes | 0 | 5 | No |
| 3-O-beta-D-Glucopyranosyl sitosterol | Yes | 1 | 6 | No |
| Acetylursolic acid | Yes | 1 | 5 | No |
| Daucosterol | Yes | 1 | 6 | No |
| Benzyl-β-D-glucopyranoside | Yes | 0 | 5 | No |

* Interpretation of toxicity classification from ProTox-II Webserver: 1= fatal if swallowed (LD50 ≤ 5), 2= fatal if swallowed (5 < LD50 ≤ 50), 3= toxic if swallowed (50 < LD50 ≤ 300), 4= harmful if swallowed (300 < LD50 ≤ 2000), 5= may be harmful if swallowed (2000 < LD50 ≤ 5000), 6= class VI: non-toxic (LD50 > 5000).

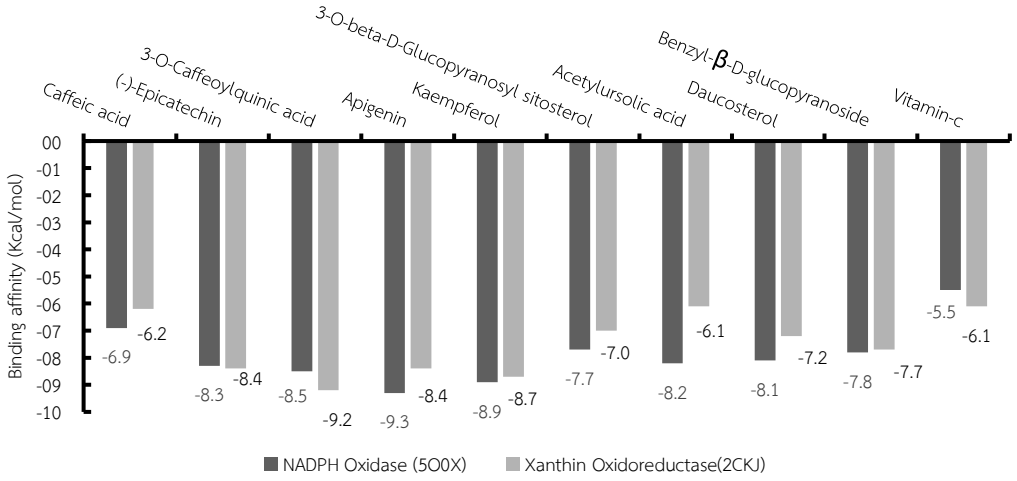
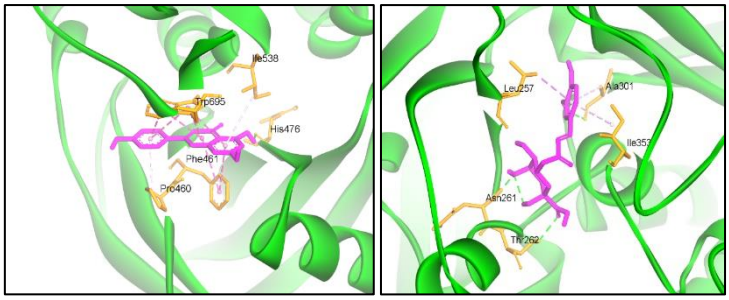



**Figure 1** Binding affinity energy results from molecular docking

**Figure 1** shows the selected nine compounds presenting a binding affinity lower than the control (vitamin C) to NADPH oxidase and xanthine oxidoreductase proteins. Nine selected compounds exhibited lower binding affinity values compared to vitamin C (control). Lower energy-binding affinity values indicate greater antioxidant potential for these compounds, reflecting the strength of their interaction with the target protein. The compounds with the lowest binding energy values were apigenin with a value of -9.3 kcal/mol **(Figure 2a)** and 3-O-Caffeoylquinic acid with a value of -9.2 kcal/mol **(Figure 2b)**.




(a) (b)

**Figure 2** Ligand-protein interactions showed: (a) Ligand apigenin had the lowest binding affinity energy (-9.3 kcal/mol) with NADPH Oxidase protein; (b) Ligand 3-O-Caffeoylquinic acid had the lowest binding affinity energy (-9.2 kcal/mol) with Xanthine Oxidoreductase protein.

Both apigenin and 3-O-Caffeoylquinic acid are known to belong to the group of flavonoids and polyphenols, their molecular structures and functional groups make them capable of donating electrons to neutralize free radicals, stabilize cellular processes, and protect cells from oxidative damage (Povichit et al., 2010). Apigenin and 3-O-Caffeoylquinic acid show very low energy binding affinity values, which means they have a strong interactions and can effectively bind to the target proteins.

Apigenin is a flavonoid compound found in various plants and it has been studied for its potential to inhibit the activity of the NADPH oxidase enzyme (Salehi et al, 2019). NADPH oxidase is an enzyme responsible for producing reactive oxygen species (ROS) within cells. ROS can cause cellular damage and are associated with various diseases, including cardiovascular and inflammatory diseases (Kopalli et al., 2022).

The similar capability is also present in 3-O-caffeoylquinic acid (also known as chlorogenic acid), a polyphenol compound found in coffee, green leaf, and various other green plants. Xanthine Oxidoreductase is an enzyme involved in the production of ROS during purine metabolism. By binding strongly to these target proteins, apigenin and 3-O-Caffeoylquinic acid may inhibit their activities, thus reducing the production of harmful ROS (Aminjan et al., 2019).

Based on **Figure 2** can be seen that the residue numbers that follow the abbreviated names of amino acids indicate the specific position of each amino acid within a protein sequence. The most common physical interactions formed between ligands and receptor proteins are hydrogen bonds and pi-alkyl interactions. The key residues for each protein are determined by analyzing the residues that frequently appear in the interactions between ligands and proteins for each compound. In NADPH Oxidase protein (PDB ID: 5O0X), Tryptophan 695 (TRP695) and Phenylalanine 461 (PHE461) are identified as key residues. In Xanthine Oxidoreductase protein (PDB ID: 2CKJ), Asparagine 261 (ASN261) and Leucine 257 (LEU257) are identified as key residues. These residues are involved in the binding site predicted using PrankWeb (Jakubec et al, 2022), suggesting that findings indicate the involvement of these residues in compound binding (binding site).

The *in silico* approach using molecular docking techniques to identify potential antioxidant compounds is a promising initial step in antioxidant research. The research on kratom's antioxidant properties is still limited and requires further investigation, such as *in vitro* and *in vivo* testing. Furthermore, further studies are necessary to comprehend the mechanisms of action of these compounds and their potential applications in pharmaceuticals and functional foods. This understanding is crucial for leveraging the benefits of using kratom in medicinal and beverage products, thus advancing its potential for further kratom production in Southern Thailand.

## Conclusion

The prediction of phytochemical compounds in kratom leaves with potential as antioxidants was conducted through an *in silico* approach, resulting in nine compounds with a potential as antioxidant agents using based on the binding affinity energy obtained from molecular docking. Among them, two compounds exhibited the lowest binding affinity energy (highest potential), namely apigenin with the protein target NADPH oxidase (-9.3 kcal/mol) and 3-O-caffeoylquinic acid with the protein target Xanthine Oxidoreductase (-9.2 kcal/mol).

## Acknowledgements

This research was supported by National Science, Research and Innovation Fund (NSRF), and Prince of Songkla University (Grant No. NAT6601310S). The authors are also grateful to the Graduate School, Prince of Songkla University.

## References

Aminjan, H.H., S.R. Abtahi, E. Hazrati, M. Chamanara, M. Jalili, and B. Paknejad. 2019. Targeting of oxidative stress and inflammation through ROS/NF-kappaB pathway in phosphine-induced hepatotoxicity mitigation. Journal of Life Science. 232:116607. DOI:10.1016/j.lfs.2019.116607.

Bortolotti, M., L. Polito, M.G. Battelli, and A. Bolognesi. 2021. Xanthine oxidoreductase: One enzyme for multiple physiological tasks. Journal of Redox Biology. 41:101882. DOI:10.1016/j.redox.2021.101882.

Daina, A., O. Michielin, and V. Zoete. 2017. SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. Scientific Reports. 3;7:42717. DOI:10.1038/srep42717.

Defri, I., N.S. Palupi, S.T. Wahyudi, and N.D. Yuliana. 2022. Antioxidant analysis of kawa daun (*Coffea canephora*) beverage by *in vitro* and *in silico* approaches. Indonesian Journal of Chemistry. 22 (2), 374–386. DOI:10.22146/ijc.69422.

Jakubec, D., P. Škoda, R. Krivák, M. Novotný, and D. Hoksza. 2022. PrankWeb 3: accelerated ligand-binding site predictions for experimental and modelled protein structures. Nucleic Acids Research. DOI:10.1093/nar/gkac389.

Kopalli, S.R., S.K. Yoo, B. Kim, S.K Kim, and S. Koppula. 2022. Apigenin isolated from *Carduus crispus* protects against $H_2O_2$-Induced oxidative damage and spermatogenic expression changes in GC-2spd sperm cells. Journal of Molecules. 27, 1777. DOI:10.3390/molecules27061777.

Morris, G.M., R. Huey, W. Lindstrom, M.F. Sanner, R.K. Belew, D.S. Goodsell, and A.J Olson. 2009. AutoDock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexiblity. Journal of Computational Chemistry. 16: 2785-91. DOI: 10.1002/jcc.21256.

Panday A, Sahoo MK, Osorio D, Batra S. 2014. NADPH oxidases: an overview from structure to innate immunity-associated pathologies. Cellular & Molecular Immunology (2014):1-19. doi:10.1038/cmi.2014.89.

Povichit, N., A. Phrutivorapongkul, M. Suttajit, C.C. Chaiyasut, and P. Leelapornpisid. 2010. Phenolic content and *in vitro* inhibitory effects on oxidation and protein glycation of some Thai medicinal plants. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. 23 (4):403–408.

Salehi, B., A. Venditti, M. Sharifi-Rad, D. Kregiel, J. Sharifi-Rad, A. Durazzo, M. Lucarini, A. Santini, E.B. Souto, E. Novellino, H. Antolak, E. Azzini, W.N. Setzer, and N. Martins. 2019. The therapeutic potential of apigenin. International Journal of Molecular Science. 15;20(6):1305. DOI: 10.3390/ijms20061305.

Trott, O., and A.J. Olson. 2010. AutoDock vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization and multithreading. Journal of Computational Chemistry. 31(2):455-461. DOI:10.1002/jcc.21334.

Wu, J., W. Liu, and C. Chen. 2016. Can intercropping with the world's three major beverage plants help improve the water use of rubber trees?. Journal of Applied Ecology. 53(6):1787-1799. DOI: 10.1111/1365-2664.12730.

Zhang, M., A. Sharma, F. Leon, B. Avery, R. Kjelgren, C.R. McCurdy, and B.J. Pearson. 2022. Plant growth and phytoactive alkaloid synthesis in kratom [*Mitragyna speciosa* (Korth)] in response to varying radiance. Public Library of Science One. 17(4):1-16. DOI: 10.1371/journal.pone.0259326.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การทดสอบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดสำหรับอบแห้งหญ้าหวาน

# Testing and Improvement of Hot Air Tray Dryer for Drying Stevia

**มานพ รักญาติ[1*], สนอง อมฤกษ์[1], พงษ์รวี นามวงศ์[1], กิตติศักดิ์ กิติรัตน์[1], นิติ ผูกจิต[1], นฤนาท ชัยรังษี[2], ศิริพร หัสสรังสี[2], ปรีชา อานันท์รัตนกุล[3] และ สรวิศ จันทร์เจนจบ[1]**

Manop Rakyat[1]*, Sanong Amaroek[1], Pongrawee Namwong[1], Kittisak Kitirat[1], Niti Pookjit[1], Naruenat Chairungsee[2], Siriporn Hassarangsee[2], Preecha Ananratanakul[3] and Sorawit Chanchenchob[1]

*[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, 235 ม.3 ต. แม่เหียะ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50100*
*[1] Chiang Mai Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, 235, Moo 3, Mae Hia, Muang , Chiang Mai, 50100*
*[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร, 225 ม. 3 ต. แม่เหียะ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200*
*[2] Office of Agricultural Research and Development Region 1, 225, Moo 3, Mae Hia, Chiang Mai 50200*
*[3] กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, 12 ม. 13 ต. คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120*
*[3] Postharvest Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, 12, Moo 13, Klong Nung, Klong Luang, Pathum Thani, 12120*

**บทคัดย่อ:** หญ้าหวานเป็นพืชที่มีสารสตีวิโอไซด์ให้ความหวาน ใช้ทดแทนน้ำตาลทราย มีแคลอรีต่ำ นำมาใช้เป็นสารให้ความหวานสำหรับอาหาร เครื่องดื่มสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่สามารถบริโภคน้ำตาลปริมาณมาก วิธีการทำแห้งหญ้าหวานปัจจุบันเกษตรกรใช้วิธีการตากแห้งโดยใช้แสงแดด และการอบแห้งโดยใช้เตาอบเชื้อเพลิงชีวมวลไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ส่งผลให้หญ้าหวานอบแห้งไม่มีคุณภาพด้านสีและสารสำคัญ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดต้นแบบจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมสำหรับอบแห้งหญ้าหวานเพื่อหาวิธีการและอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมเพื่อให้ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีคุณภาพด้านสี ความหวานและสารสำคัญ ออกแบบถาดอบแห้งเป็นแบบถาดตาข่ายโปร่งมีฝาปิด ศึกษาอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C ผลการวิจัย พบว่า เครื่องต้นแบบที่ปรับปรุงอบแห้งหญ้าหวานสดได้ครั้งละ 10.8 kg ความชื้นเริ่มต้น 82-83% wb ความชื้นสุดท้าย 11.90, 9.67, 9.21% wb ใช้เวลาอบแห้ง 535, 313 และ 241 นาที ตามลำดับ การอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 60 °C ใช้เวลาและเชื้อเพลิงอบแห้งต่ำสุด มีสารสำคัญสตีวิโอไซด์สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 °C และวิธีของเกษตรกร สีหญ้าหวานอบแห้งแต่ละอุณหภูมิให้สีไม่แตกต่างกันเป็นสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย อัตราส่วนโดยน้ำหนักก่อนและหลังอบแห้ง 4.9:1

**คำสำคัญ:** เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาด; อบแห้ง; หญ้าหวาน

**ABSTRACT:** Stevia is a plant that contains Stevioside as a sweetener. Use as a substitute for sugar, low in calories, used as a sweetener for food, drinks for those who want to control weight and diabetics who cannot consume large amounts of sugar. Method for drying stevia, farmers using heat from sunlight. And drying using a biomass oven could not control the temperature and humidity, resulting in dried stevia no quality in terms of colour and Stevioside. The purpose of this research was to test and improved a prototype hot air tray dryer from the Agricultural Engineering Research Institute for drying stevia in order to determine the appropriate drying method and temperature for drying stevia with colour quality, sweetness, Stevioside and design drying trays to be mesh trays with lids. Study drying at 40, 50 and 60 °C. The results showed that prototype was the capacity 10.8 kg of fresh stevia at a time, initial moisture content 82-83% wet basis, final moisture content 11.90, 9.67, 9.21% wet basis, drying time of 535, 313 and 241 minutes, respectively, drying stevia at 60 °C consumes the lowest amount of time and fuel and more Stevioside than the drying by farmer's method and drying at 40, 50 °C. Dried stevia at different temperatures gives the same colour as green with a slight yellow tint, ratio by weight before and after drying 4.9:1

**Keywords:** hot air dryer; drying; stevia

* Corresponding author: manop.rakyat@gmail.com

**บทนำ**

หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana Bertoni*) จัดอยู่ในวงศ์ Asteraceae เป็นพืชล้มลุกระยะยาวมีลักษณะคล้ายต้นกะเพราหรือต้นแมงลักมีสาร Stevioside ที่ให้ความหวานคล้ายน้ำตาลทรายมากและมีความหวานประมาณ 300 เท่าของน้ำตาลซูโครส นอกจากนี้ยังเป็นสารที่มีแคลอรีต่ำมากเมื่อเทียบกับน้ำตาลทรายเนื่องจากไม่ถูกย่อยให้เกิดพลังงานในร่างกาย ปัจจุบันมีการนำมาใช้เป็นสารให้ความหวานสำหรับอาหารและเครื่องดื่มบางประเภทเพื่อลดแคลอรีในอาหารและเครื่องดื่มสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักหรือผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2548)

การทำแห้ง (Dehydration) เป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมใช้ในการลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำส่วนใหญ่ในอาหารออก ทำให้อาหารแห้ง ช่วยป้องกันการเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีในอาหาร ชะลอการทำงานของเอ็นไซม์ หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมี ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย ช่วยให้เก็บได้นานขึ้น รวมทั้งยับยั้งสารพิษจากเชื้อรา การทำแห้งทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค (อาทิตยาและอมรชัย, 2557) การอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 50-60 °C เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้นของหญ้าหวานที่อุณหภูมินี้ คุณภาพของใบแห้งที่ได้ในด้านสี ความหวาน และปริมาณสารอาหารจะดีกว่าเมื่อเทียบกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C สีของหญ้าหวานอบแห้งที่ได้เป็นสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย (Samsudin and Aziz, 2013) การทำแห้งหญ้าหวานปัจจุบันเกษตรกรใช้วิธีการตากแห้งโดยใช้แสงแดด และการอบแห้งโดยใช้เตาอบเชื้อเพลิงชีวมวลไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ส่งผลให้การอบแห้งหญ้าหวานไม่ได้คุณภาพด้านสีและสารสำคัญ

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ (2561) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งลมร้อนสำหรับการอบแห้งเนื้อลำไย ลิ้นจี่ และมะข้ามป้อม **(Figure 1)** จากผลการทดสอบในการอบแห้งเนื้อลำไย ลิ้นจี่ และมะขามป้อม ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 65, 65 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบแห้ง 9.5, 10 และ 6 ชั่วโมง โดยมีอัตราผลสดต่อเนื้ออบแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10:1, 5.9:1 และ 1.46:1 ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดต้นแบบจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมสำหรับอบแห้งหญ้าหวานเพื่อหาวิธีการ อุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมให้ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีคุณภาพด้านสี ความหวาน สารสำคัญ และเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงในแต่ละอุณหภูมิ

**Figure 1** Hot air tray dryer of Agricultural Engineering Research Institute.

**วิธีการศึกษา**

1. ศึกษาข้อมูลวิธีการในการอบแห้งหญ้าหวานเพื่อให้ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีคุณภาพดี
2. ทดสอบต้นแบบเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดต้นแบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมในการอบแห้งหญ้าหวานเบื้องต้นเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงพัฒนาเครื่องต้นแบบให้สามารถอบแห้งหญ้าหวานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ทดสอบเก็บข้อมูลการอบแห้งหญ้าหวานเพื่อหาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสม โดยศึกษาการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C จนได้ความชื้นต่ำกว่า 13% wb จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกระยะเวลาในการอบแห้ง การอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน เลือกอุณหภูมิการอบแห้งที่ให้คุณภาพด้านสี ความหวาน สารสำคัญสูงสุด และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด

4. วิเคราะห์ผลการทดสอบและสรุปผลการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
แหล่งปลูกหญ้าหวาน บ้านแม่สาบ ตำบลอมลอง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
ระยะเวลาดำเนินการวิจัย เดือน ตุลาคม 2564 - กันยายน 2565

**ผลการศึกษา**

1. ศึกษาข้อมูลวิธีการเตรียมหญ้าหวานสดก่อนการอบแห้งเพื่อให้ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีคุณภาพดี

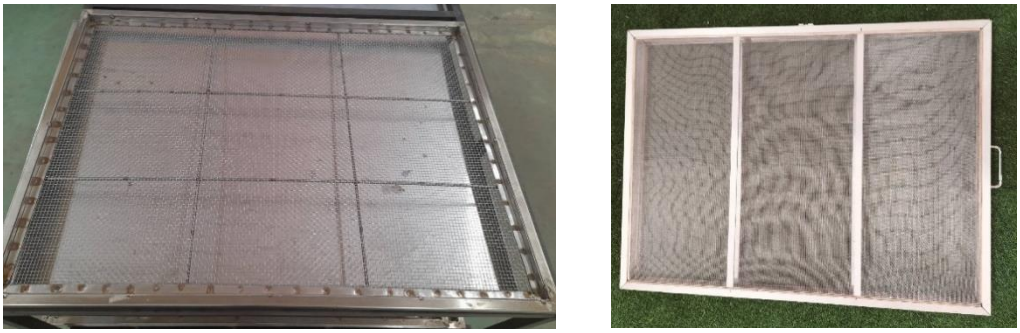
ดำเนินการศึกษาข้อมูลในการอบแห้งหญ้าหวาน บ้านแม่สาบ ตำบลอมลอง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ปลูกหญ้าหวานมากที่สุดในภาคเหนือ การแปรรูปโดยการอบแห้งหญ้าหวานทั่วไปจะมีการเตรียมหญ้าหวานสดก่อนการทำแห้ง 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ไม่เด็ดยอด ก้านหญ้าหวาน แบบที่ 2 เลือกเด็ดเอาเฉพาะยอดและใบ **(Figure 2)** จากการศึกษาผลผลิตหลังอบแห้งของเกษตรกร วิธีการแบบเลือกเด็ดเอาเฉาะยอดและใบเป็นวิธีที่ทำให้ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีคุณภาพ ตลาดต้องการและขายได้ราคาสูงกว่าแบบไม่เด็ดยอดและก้าน งานวิจัยนี้ในขั้นตอนการเตรียมหญ้าหวานสดก่อนการอบแห้งด้วยเครื่องต้นแบบเลือกใช้วิธีการที่ 2 แบบเลือกเด็ดเอาเฉพาะยอดและใบ

(a) (b)

**Figure 2** Preparation of stevia before drying, not pluck stems and shoots (a), stems and shoots were plucked (b).

2. ทดสอบต้นแบบเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดต้นแบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมในการอบแห้งหญ้าหวานเบื้องต้นเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงพัฒนาเครื่องต้นแบบให้สามารถอบแห้งหญ้าหวานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบอบแห้งหญ้าหวานด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดเดิมของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม พบว่า เครื่องที่ใช้งานถาดอบแห้งไม่เหมาะสมกับการอบแห้งหญ้าหวาน มีความเร็วลมร้อนก่อนเข้าห้องอบแห้งเฉลี่ย 6-8 m/s ทำให้หญ้าหวานอบแห้งปลิวออกจากถาดขณะอบแห้ง จึงได้ทำการปรับปรุงเครื่องต้นแบบโดยทำการปรับความเร็วรอบพัดลมลงให้มีความเร็วลมร้อนก่อนเข้าห้องอบมีความเร็วลมร้อน 3-4 m/s และออกแบบถาดอบแห้งเป็นแบบถาดตาข่ายโปร่งมีฝาปิดให้เหมาะสมกับการอบแห้งหญ้าหวาน **(Figure 3)**



(a) (b)

**Figure 3** Conventional drying tray (a) Improved drying tray (b).

3. ทดสอบเก็บข้อมูลการอบแห้งหญ้าหวานเพื่อหาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสม โดยศึกษาการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C จนได้ความชื้นต่ำกว่า 13% wb จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกระยะเวลาในการอบแห้ง การอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน เลือกอุณหภูมิการอบแห้งที่ให้คุณภาพด้านสี ความหวาน สารสำคัญสูงสุด และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด

ดำเนินการปรับปรุงเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดจนได้เครื่องที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งหญ้าหวาน จัดเรียงหญ้าหวานสดที่ผ่านการเด็ดก้านออกให้เหลือเฉพาะใบกับยอดใส่ถาดอบแห้ง และดำเนินการทดสอบเก็บข้อมูลการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C **(Figure 4)**

**Figure 4** Prepare stevia in a drying tray.

ผลการทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องต้นแบบในการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเฉลี่ย 535, 313.33 และ 241.67 นาที สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง LPG ที่ใช้ในการผลิตลมร้อน 2.42, 2.37 และ 2.32 kg หญ้าหวานก่อนอบมีความชื้นเฉลี่ย 82.25%, 82.96% และ 83.09% wb และหลังอบแห้งได้หญ้าหวานที่มีความชื้นเฉลี่ย 11.90, 9.67, 9.21% wb ตามลำดับ โดยเครื่องต้นแบบสามารถอบแห้งหญ้าหวานสดได้ครั้งละ 10.80 กิโลกรัม **(Table 1)**

**Table 1** Results of drying of stevia at 40, 50 and 60 °C

| Temp. (°C) | Drying time (min) | LPG consumption (kg) | Stevia (kg) | | Moisture content (%wb) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Before drying | After drying | Before drying | After drying |
| 40 | 535.00±5.00 | 2.42±0.08 | 10.80 | 2.24±0.006 | 82.25±0.45 | 11.90±0.38 |
| 50 | 313.33±7.64 | 2.37±0.06 | 10.80 | 2.22±0.006 | 82.96±0.52 | 9.67±0.69 |
| 60 | 241.67±7.64 | 2.32±0.03 | 10.80 | 2.20±0.008 | 83.09±3.17 | 9.21±0.67 |

คุณภาพด้านสีของหญ้าหวานในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C โดยสีของหญ้าหวานอบแห้งที่ได้จากการอบด้วยเครื่องต้นแบบในแต่ละอุณหภูมิให้สีไม่แตกต่างกันเป็นสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย **(Figure 5)**

**Figure 5** The color of stevia after drying by the prototype, Dying at 40 °C (a), 50 °C (b) and 60 °C

ผลการวิเคราะห์สารสำคัญสตีวิโอโซด์ (Stevioside) ซึ่งเป็นสารบ่งชี้ความหวานของตัวอย่างหญ้าหวานหลังการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนต้นแบบที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C เปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกรโดยใช้เตาอบเชื้อเพลิงชีวมวล ส่งตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ **(Table 2)**

**Table 2** Results of Stevioside analysis of stevia samples.

| Treatment | Simple | Stevioside (g/100g) |
|---|---|---|
| 1 | 40 °C | 3.56 |
| 2 | 50 °C | 4.88 |
| 3 | 60 °C | 6.05 |
| 4 | Farmer method | 3.99 |

จาก **Table 2** ผลการตรวจวิเคราะห์สารสำคัญสตีวิโอโซด์ของตัวอย่างหญ้าหวาน พบว่า การอบแห้งหญ้าหวานด้วยใช้เครื่องต้นแบบฯ ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C พบปริมาณสารสำคัญสตีวิโอโซด์ 3.56, 4.88 และ 6.05 g/100g ตามลำดับ ส่วนการอบแห้งด้วยวิธีของเกษตรกรโดยใช้เตาอบเชื้อเพลิงชีวมวล พบว่า มีปริมาณสารสำคัญสตีวิโอโซด์ 3.99 g/100g ซึ่งต่ำกว่าการอบแห้งโดยการใช้เครื่องต้นแบบที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C แต่สูงกว่าการอบแห้งโดยใช้เครื่องต้นแบบที่อุณหภูมิ 40 °C

**วิจารณ์**

ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบในการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 40 °C ใช้เวลาอบแห้งเฉลี่ย 535 นาที สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการผลิตลมร้อน (LPG) ครั้งละ 2.42 kg หรือ 60.5 บาท (คิดค่าแก๊ส 25 บาท/กิโลกรัม) ได้หญ้าหวานอบแห้งเฉลี่ย 2.24 kg คิดเป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิง 27.00 บาทต่อกิโลกรัมแห้ง ก่อนอบแห้งหญ้าหวานมีความชื้นเฉลี่ย 82.25% wb หลังอบแห้งได้หญ้าหวานความชื้นเฉลี่ย 11.90% wb การอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 50 °C ใช้เวลาอบแห้งเฉลี่ย 313.33 นาที สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงครั้งละ 2.37 kg หรือ 59.25 บาท ได้หญ้าหวานอบแห้งเฉลี่ย 2.22 kg คิดเป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิง 26.68 บาทต่อกิโลกรัมแห้ง ก่อนอบแห้งหญ้าหวานมีความชื้นเฉลี่ย 82.96% wb หลังอบแห้งได้หญ้าหวานความชื้นเฉลี่ย 9.67% wb และการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 60 °C ใช้เวลาอบแห้งเฉลี่ย 214.67 นาที สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงครั้งละ 2.32 kg หรือ 58.00 บาท ได้หญ้าหวานอบแห้งเฉลี่ย 2.20 kg คิดเป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิง 26.36 บาท ต่อกิโลกรัมแห้ง ก่อนการอบแห้งหญ้าหวานมีความชื้นเฉลี่ย 83.09% wb ได้หญ้าหวานหลังอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 9.21% wb โดยความชื้นหญ้าหวานอบแห้งที่ได้มีค่าอยู่ระหว่า 9-12% wb จะเห็นว่าการอบแห้งโดยใช้เครื่องต้นแบบที่อุณหภูมิ 60 °C ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้นกว่าที่อุณหภูมิ 40 และ 50 °C ถึง 320.33 และ 98.66 นาที ตามลำดับ จึงทำให้ใช้เชื้อเพลิงและมีต้นทุนการอบแห้งที่น้อยกว่าตามไปด้วย ผลการวิเคราะห์สารสำคัญสตีวิโอโซด์ตัวอย่างหญ้าหวาน การอบแห้งหญ้าหวานด้วยเครื่องต้นแบบเครื่องที่อุณหภูมิ 60 °C มีปริมาณสาระสำคัญสูงถึง 6.05 g/100g ซึ่งมีค่าสูงกว่า การอบแห้งด้วยเครื่องต้นแบบที่อุณหภูมิ 40, 50 °C และมีค่ามากกว่าการอบแห้งด้วยวิธีของเกษตรกรโดยใช้เตาอบเชื้อเพลิงชีวมวลถึง 2.06 g/100g โดยค่าความหวานในตัวอย่างหญ้าหวานอบแห้งจะมีค่าสูงตามปริมาณสารสตีวิโอโซด์ ส่วนสีของหญ้าหวานอบแห้งในแต่ละอุณหภูมิให้สีไม่แตกต่างกันมากเป็นสีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย

## สรุป

การทดสอบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดสำหรับอบแห้งหญ้าหวานในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงเครื่องให้เหมาะสมกับการอบแห้งหญ้าหวานโดยทำการปรับปรุงถาดอบแห้งจากถาดตะแกรงเป็นแบบถาดตาข่ายโปร่งมีฝาปิด ข้อดี คือ ลมร้อนในห้องอบแห้งสามารถผ่านกระจายได้ดี ช่วยไม่ให้หญ้าหวานปลิวออกนอกถาดขณะอบแห้ง ห้องอบแห้งหญ้าหวานใช้ความเร็วลมร้อน 3-4 m/s ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบในการอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 60 °C ใช้ระยะเวลา และต้นทุนการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 °C และมีปริมาณสารสตีวิโอโซด์สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 °C และวิธีของเกษกรกรโดยใช้เตาอบเชื้อเพลิงชีวมวล ส่วนคุณภาพด้านสีให้ค่าไม่แตกต่างกัน วิธีการเตรียมหญ้าหวานก่อนอบแห้งแบบเลือกเด็ดเอาเฉพาะยอดและใบเป็นวิธีที่ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีคุณภาพมากกว่าการอบแห้งทั้งยอด ใบและก้าน การอบแห้งหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 60 °C มีอัตราส่วนโดยน้ำหนักหญ้าหวานก่อนและหลังอบแห้ง 4.9:1 ได้หญ้าหวานอบแห้งที่มีความชื้นเฉลี่ย 9.21% wb โดยมีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง 26.36 บาทต่อกิโลกรัมแห้ง

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. เอกสารแผ่นพับวิชาการ หญ้าหวาน. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน, เชียงใหม่.

สนอง อมฤกษ์, มานพ รักญาติ, ธีรศักดิ์ โกเมศ และประพัฒน์ ทองจันทร์. 2561. การทดสอบและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบเอนกประสงค์สำหรับอบแห้งลำไย ลิ้นจี่ และมะขามป้อม น. 33. ใน: การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 17.คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อาทิตยา พัฒนิบูลย์ และอมรชัย อาภรณ์วิชานพ. 2557. เทคโนโลยีการอบแห้ง. Technology Promotion. 41(234): 64-67.

Samsudin, A., and Aziz, I.A. 2014. Drying of Stevia leaves using laboratory and pilot scale dryer. Journal of Tropical Agriculture and Food Science. 41(1): 137-147.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การศึกษาคุณสมบัติเสียงเคาะทุเรียนเพื่อประเมินความอ่อนแก่ของทุเรียน

# Study on knocked acoustic properties for durian maturity determination

**ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร[1*], ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์[1], พงษ์รวี นามวงศ์[2] และ สุรชาติ ระย้าทอง[1]**

Preedawan Chaisrichonlathan[1*], Chusak Chavapradit[1], Pongrawee Namwong[2] and Surachart Rayathong[1]

[1] *กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร พหลโยธิน คลองหลวง ปทุมธานี 12120*

[1] *Post-harvest Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute, Pathumthani 12120, Thailand*

[2] *ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร จ.เชียงใหม่, 50100*

[2] *Chiang Mai Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, Chiang Mai 50100*

**บทคัดย่อ:** น้ำหนักแห้งหรือเนื้อแห้งถูกนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดของทุเรียนเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ วิธีหาน้ำหนักแห้งแบบมาตรฐานเป็นวิธีแบบทำลายและใช้เวลาทดสอบนาน คุณสมบัติเสียงเคาะทุเรียนเพื่อประเมินความอ่อนแก่ของทุเรียนเป็นที่ยอมรับของผู้ประกอบการแผงค้าทุเรียน วัตถุประสงค์ของโครงการคือการศึกษาคุณสมบัติเสียงเคาะทุเรียนเพื่อประเมินความอ่อนแก่ของทุเรียนเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องมือวัดความอ่อนแก่ของทุเรียนด้วยคลื่นเสียงต่อไป ในการทดลองใช้หัวเคาะทำจากวัสดุ Teflon เสียงเคาะถูกส่งผ่านไมโครโฟน ไปสู่วงจรกรอง วงจรขยาย และวิเคราะห์หาความอ่อนแก่ของผลทุเรียนด้วยค่าแอมพลิจูดแบบพีคทูพีกและพื้นที่ใต้กราฟเสียงของความสัมพันธ์แอมพลิจูดกับเวลาที่เกิดจากการเคาะผลทุเรียน การทดลองศึกษาคุณสมบัติเสียงเคาะกับทุเรียนหมอนทองในระยะทุเรียนอ่อนถึงแก่ที่มีปัญหา คือ ระยะหลังดอกบาน 4 ระยะ ได้แก่ 60 วัน 80 วัน 100 วัน และ 115 วัน ระยะละ 80 ผล รวมเป็น 320 ผล โดยทุเรียนเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลองในวันที่ 1 , 3 และ 5 ผลการทดลองพบว่า ค่าแอมพลิจูดแบบพีคทูพีกมีค่า ต่ำ สูง และ ปานกลาง สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ ส่วนค่าพื้นที่ใต้กราฟเสียงของความสัมพันธ์แอมพลิจูดกับเวลามีค่า น้อย ปานกลาง มาก สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ สอดคล้องกับลักษณะเสียงสูง เสียงโปร่งใส และเสียงต่ำ สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ทุเรียน; เสียงเคาะ; น้ำหนักแห้ง

**ABSTRACT:** Dry weight or dry matter is benefited as an objective maturity index of durian for quality improvement and consumer protection by the National Bureau of Agricultural Commodities. The dry weight determination standard method is destructive and time consuming. The maturity of durian fruit can either be determined by the acoustic knock method which is accepted by durian retailers. The objective of the project is to study acoustic knock sound properties for durian maturity determination and the acoustic durian maturity meter will be further developed. In an experiment, teflon-head hammer provides knocking force on a durian fruit, the acoustic knock sound from microphone receiver was filtered, amplified and analyzed by appropriated circuits. Peak-to-peak amplitude and the area under the curve of relationship between the amplitude and time were achieved and 60, 80, 100, 115 days after flowering of Mon thong durian with an amount of 80 fruits per stage, 320 fruits in total, were tested. Durian samples were harvested and knock test on the days 1, 3 and 5 after harvest. The experimental results showed that peak-to-peak amplitude values were the low, the high, and the medium and area under curve of relationship between the amplitude and time were low, medium, and high for the immaturity durian, softness with of crispy texture on outside and soft on inside flesh durian and mushy flesh durian, respectively. It corresponds to the characteristics of high-pitched, mid tone and low voice sound for the immaturity durian, soften with crispy texture on outside and soft on inside flesh durian and mushy flesh durian, respectively.

**Keywords:** durian; acoustic knock sound; dry weight

[*] Corresponding author: jasmine.1100@hotmail.com

**บทนำ**

ทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยพืชหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิต 8.67 แสนไร่ มีผลผลิต 12.17 แสนตัน มีการส่งออกรวม 9.25 แสนตัน มีมูลค่า 119.15 พันล้านบาท โดยส่งออกในรูป ผลสด แช่แข็ง อบแห้ง และผลผลิตแปรรูปอื่นๆ เป็นต้น ประเทศไทยส่งออกทุเรียนกว่าร้อยละ 24 % ที่เหลือบริโภคภายในประเทศ ซึ่งมีปริมาณการบริโภคภายในประเทศถึง 2.20 แสนตัน หากคิดราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 50 บาท มูลค่าของทุเรียนบริโภคภายในประเทศมีมูลค่า 11.02 พันล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566)

ปัญหาทุเรียนอ่อนซึ่งเป็นทุเรียนด้อยคุณภาพปะปนเข้ามาในตลาดภายในประเทศและตลาดส่งออกต่างประเทศยังคงเป็นปัญหาสำคัญในการคัดแยกคุณภาพทุเรียน ซึ่งเกิดจากหลายปัจจัย อาทิเช่น เจ้าของสวนรุ่นใหม่บางรายขาดความชำนาญในการแยกระดับความสุกแก่ของทุเรียน การตัดขายทุเรียนต้นฤดูได้ราคาจำหน่ายสูง การจ้างคนตัดแบบเหมาสวน ฯลฯ รวมทั้งสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้ลักษณะภายนอกของทุเรียนเหมือนทุเรียนที่แก่ได้ที่แล้วแต่เนื้อภายในของทุเรียนพัฒนาระดับความแก่ไม่ทันกับลักษณะภายนอก ทำให้การพิจารณาทุเรียนด้วยลักษณะภายนอก เช่น สีผล สีร่องทุเรียน เคาะฟังเสียง ของผู้มีความชำนาญมีความแม่นยำลดลง เกิดปัญหาเป็นห่วงโซ่ทั้งระบบ ผู้ค้าทุเรียนภายในประเทศประสบปัญหาเมื่อผ่าทุเรียนแล้วผู้บริโภคไม่รับซื้อ หรือผู้บริโภคซื้อทุเรียนทั้งลูกไปผ่าเองก็ไม่สามารถรับประทานได้เนื่องจากเป็นทุเรียนอ่อนที่ภายนอกมีลักษณะเหมือนทุเรียนสุก การซื้อขายทุเรียนที่แผงค้าปลีกทุเรียนผู้ขายจะใช้ไม้ติดเทปล่อนที่ปลายไม้เคาะผลทุเรียนเพื่อประเมินเสียงที่ได้ยิน หากเสียงมีลักษณะแน่นๆ คล้ายการเคาะวัสดุทึบคาดกว่าจะเป็นทุเรียนอ่อน หากประเมินเสียงที่ได้ยินมีลักษณะเป็นวัสดุมีโพรงหรือมีช่องว่างระหว่างเปลือกกับเนื้อคาดว่าจะเป็นทุเรียนแก่หรือสุก หากมีช่องว่างมากจะเป็นทุเรียนสุก จากนั้นผู้ขายจะกรีดเปลือกทุเรียนเพื่อประเมินเนื้อภายในอีกครั้ง วัตถุประสงค์ของโครงการคือการศึกษาคุณสมบัติเสียงเคาะทุเรียนเพื่อประเมินความอ่อนแก่ของทุเรียนเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องมือวัดความอ่อนแก่ของทุเรียนด้วยคลื่นเสียงต่อไป

**วิธีการศึกษา**

ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ผลสด จากแหล่งผลิตภาคตะวันออก จังหวัดจันทบุรี ผลผลิตปี 2564 เก็บเกี่ยวที่ระยะหลังดอกบาน 4 ระยะ ได้แก่ 60, 80, 100 และ 115 วัน ระยะละ 80 ผล รวมเป็น 320 ผล โดยทุเรียนเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวในวันที่ 1 , 3 และ 5

ทุเรียนตัวอย่างถูกนำมาทดลองเคาะบันทึกเสียง โดยใช้หัวเคาะทำจากวัสดุ Teflon เสียงเคาะถูกส่งผ่านไมโครโฟน ไปสู่วงจรกรอง วงจรขยาย ดัง **Figure 1** และวิเคราะห์หาความอ่อนแก่ของผลทุเรียนด้วยค่าแอมพลิจูดแบบพีคทูพีกและพื้นที่ใต้กราฟเสียงของความสัมพันธ์แอมพลิจูดกับเวลาที่เกิดจากการเคาะผลทุเรียน

หลังการทดลองเคาะบันทึกเสียงแล้ว ทุเรียนตัวอย่างถูกนำมาทดสอบวัดน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน โดยผ่าทุเรียนตามแนวขวางของผล **(Figure 2)** แล้วนำเนื้อจากผลส่วนกลางทั้งหมดมาซอยละเอียด ไม่ใช้เมล็ดทุเรียน คลุกเคล้าให้เข้ากัน (Figure 3) แล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน ตัวอย่างจำนวน 60 กรัม จากแต่ละส่วน รวมเป็น 3 ซ้ำ จากตัวอย่างทุเรียนแต่ละผล นำเข้าอบแห้งในตู้อบแบบลมร้อน (Air Oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างแห้งจะคงที่ ทำการชั่งหาน้ำหนักสุดท้าย หรือน้ำหนักเนื้อแห้ง แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อแห้ง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

**Figure 1** Experimental of acoustic knock sound properties for durian maturity determination

**Figure 2** Cutting durian fruit for % dry weight measurement by standard determination method.

(A) (B)

**Figure 3** % dry weight measurement by standard determination method; (A) chopped durian samples and (B) samples drying using oven

**ผลการศึกษา**

ผลการทดลองพบว่าลักษณะเสียงของทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ เป็นดัง **Figure 4 – Figure 5** และจาก Table 1 พบว่าค่าแอมพลิจูดแบบพีคทูพีกมีค่า ± 0.25, ± 1.00 และ ±0.75 แอมพลิจูด หรือมีค่า ต่ำ สูง และ ปานกลาง สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ ส่วนค่าพื้นที่ใต้กราฟเสียงของความสัมพันธ์แอมพลิจูดกับเวลามีค่า น้อย ปานกลาง มาก สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ สอดคล้องกับลักษณะเสียงสูง เสียงโปร่งใส และเสียงต่ำ สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ

ทุเรียนอ่อนพันธุ์หมอนทองมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแห้ง (%DM) น้อยกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ ทุเรียนแก่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแห้ง 32 ทุเรียนกรอบนอกนุ่มในมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแห้ง 39 เปอร์เซ็นต์ ทุเรียนเละมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแห้งมากกว่า 42 เปอร์เซ็นต์ **(Figure 7)**

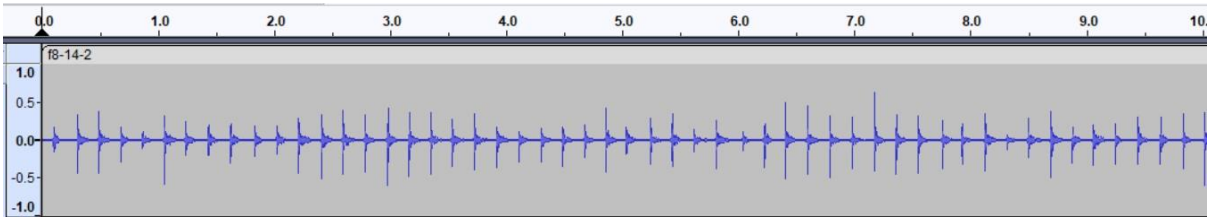



**Figure 4** Characteristics of immaturity durian knocking sound

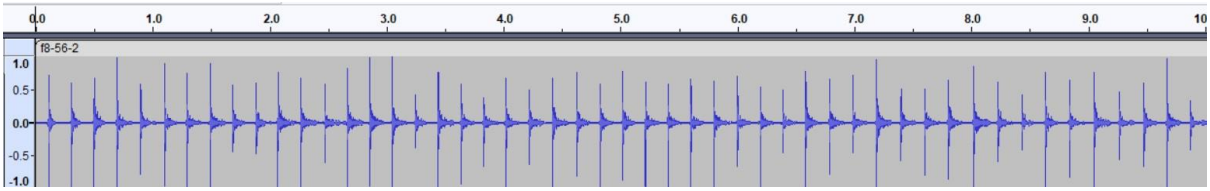



**Figure 5** Characteristics of soften with crispy texture on outside and soft on inside flesh durian knocking sound

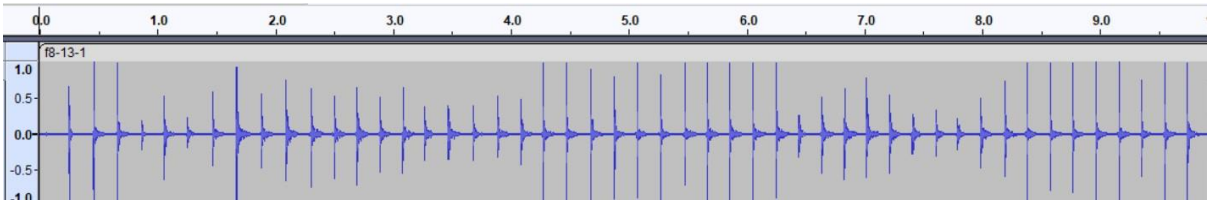



**Figure 6** Characteristics of mushy flesh durian knocking sound

**Table 1** Experimental results of durian after harvest, 5 days, stored at room temperature.

| Peak-to-peak amplitude values | Area under curve of relationship between the amplitude and time | Characteristics of flesh durian | Characteristics of durian knocking sound |
|---|---|---|---|
| Low | Low | Immaturity durian | high-pitched |
| High | Medium | Soften with crispy texture on outside and soft on inside flesh durian | mid tone |
| Medium | High | mushy flesh durian, | low voice sound |

**Figure 7** Characteristics of immaturity durian, maturity durian and soften with crispy texture on outside and soft on inside flesh durian

**วิจารณ์**

ผลการทดลองสอดคล้องกับการเคาะฟังเสียงโดยผู้มีความชำนาญ และสอดคล้องกับเทคโนโลยีการประเมินความแน่นเนื้อของลูกแพร์ด้วยการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเสียง (Ding et al., 2020) คณะผู้วิจัยจะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแอมพลิจูด (Peak-to-peak amplitude) และ พื้นที่ใต้กราฟ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทราบขอบเขตจำกัดของลักษณะเนื้อทุเรียนที่แตกต่างกันต่อไป

**สรุป**

การทดลองเคาะทุเรียนและบันทึกเสียง ทำให้ทราบว่าค่าแอมพลิจูดแบบพีคทูพีกมีค่า ต่ำ สูง และ ปานกลาง สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ ส่วนค่าพื้นที่ใต้กราฟเสียงของความสัมพันธ์แอมพลิจูดกับเวลามีค่า น้อย ปานกลาง มาก สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ สอดคล้องกับลักษณะเสียงสูง เสียงโปร่งใส และเสียงต่ำ สำหรับทุเรียนอ่อน ทุเรียนกรอบนอกนุ่มใน และทุเรียนเละ ตามลำดับ

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ในการสนับสนุนทุนวิจัยโครงการการศึกษาวิจัยระบบตรวจวัดความสุกแก่ของทุเรียนด้วยคลื่นเสียงสำหรับผู้ค้าปลีกทุเรียนภายในประเทศ ซึ่งบทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการดังกล่าว

**เอกสารอ้างอิง**

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.3-2556. เรื่องทุเรียน. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 131 ตอนพิเศษ 31 ง. วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2557 แหล่งที่มา: https://www.acfs.go.th/standard/download/DURIAN_new.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2566.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566. ข้อมูลการส่งออกผลิตภัณฑ์ทุเรียน. แหล่งที่มา: https://oae.go.th/view/1/siteunderconstruction/TH-TH. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2566.

Ding, C., Wu, H., Feng, Z., Wang, D., Li, W., & Cui, D. 2020. Online assessment of pear firmness by acoustic vibration analysis. Postharvest Biology and Technology, 160, 1–8.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การยืดอายุเก็บรักษาทุเรียนหมอนทองตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยซองบรรจุ 1-methylcyclopropene

# Enhancing shelf life of fresh-cut durian cv. Monthong (*Durio zibethinus*) by using 1-methylcyclopropene as a sachet

**พงศ์รพี วิจิตรคุณานันท์[1] และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท[1*]**

**Phongrapi Wichitkunanan[1] and Peerasak Chaiprasart[1*]**

[1] *สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย*

[1] *Center of Excellence in Postharvest Technology, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand*

**บทคัดย่อ:** ผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากรับประทานได้ง่าย รวดเร็ว ไม่ยุ่งยาก โดยเฉพาะทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากในประเทศจีนและสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตาม ทุเรียนตัดแต่งมักประสบปัญหาการสุกอย่างรวดเร็ว ทำให้มีอายุเก็บรักษาไม่เพียงพอต่อการขนส่งเมื่อไปถึงปลายทาง ซึ่งมีลักษณะเนื้อเละ มีกลิ่นเปรี้ยว รวมไปถึงการเน่าเสีย ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคเมื่อไปถึงปลายทางด้วยสารชะลอการสุกแก่ ได้แก่ 1-Methylcyclopropene; 1-MCP (0.03%) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผลการทดลองพบว่า ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP ที่จำนวน 2 และ 4 ซอง ชะลอการสุกแก่ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยรักษาความแน่นเนื้อได้ดี ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีพู ชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน มีการเน่าเสียเล็กน้อย และเป็นที่ยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสในระดับดี (การชิม) โดยมีอายุเก็บรักษานาน 20 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุเก็บรักษาเพียง 12 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลการทดลองเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นว่า 1-MCP มีประสิทธิภาพในการชะลอการสุกแก่ในทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการส่งออกเชิงพาณิชย์ได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ 1-MCP ต้องคำนึงถึงความเข้มข้นอย่างเหมาะสมของทุเรียนที่แตกต่างในแต่ละสายพันธุ์

**คำสำคัญ:** ทุเรียนหมอนทอง; สารชะลอการสุกแก่; คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

**ABSTRACT:** Fresh-cut fruits have gained immense popularity due to their convenience and ready-to-eat produce growing consumer demand. Particularly popular in China and the US is fresh-cut durian. However, fresh-cut durian had a short post-harvest life and challenging transportation was limited when they arrived, soften, sour odor, and decay. This study explores the application of 1-Methylcyclopropene; 1-MCP (0.03%) in fresh-cut durian and its significant results indicate that the 1-MCP treated group of 2 and 4 sachets showed a significant in maintaining ripening process, maintaining fruit softening, pulp color, TSS, suppressed respiration rate and ethylene production. The 1-MCP treated group of 2 and 4 sachets showed the lowest disease incidence and were accepted by panelists at a good level (taste) in sensory evaluation with a shelf life of 20 days, while the control had a shelf life of only 12 days, stored at 5 °C. These results indicate that 1-MCP applications successfully prolonged shelf-life of fresh-cut durian and can be applied in the commercial export industry. Although the application of 1-MCP in fresh-cut durian shows excellent promise, further research is necessary to optimize the treatment conditions and dosage for different durian varieties.

**Keywords:** 'Monthong' durian; 1-MCP; post-harvest quality

## บทนำ

ประเทศไทยมีชื่อเสียงในการส่งออกผลไม้สดโดยเฉพาะทุเรียนหมอนทองซึ่งเป็นผลไม้ที่ส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของไทย ได้รับการขนานนามว่าเป็นราชาของผลไม้เมืองร้อน โดยเมื่อสุกแล้วจะมีรสชาติหวานอร่อย เนื้อสัมผัสละเอียด มีกลิ่นหอมที่มีเอกลักษณ์ เนื้อพู

* Corresponding author: peerasakc@gmail.com

มีสีเหลืองทอง เอกลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ทุเรียนหมอนทองเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากจากลูกค้าชาวต่างชาติรวมไปถึงการบริโภคภายในประเทศอีกด้วย ทุเรียนเป็นผลไม้สำคัญที่มีมูลค่าสูงทางเศรษฐกิจ ในปี 2564 ทุเรียนผลสดมีมูลค่าการส่งออกกว่า 1 แสนล้านบาท ผลผลิตมากกว่าร้อยละ 60 ถูกส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ เช่น จีน สาธารณรัฐเกาหลี มาเลเซีย และยุโรป แต่ยังมีตลาดใหม่อีกหลายแห่งที่น่าสนใจและควรได้รับการพัฒนาสนับสนุนให้มีการส่งออกทุเรียนจากไทยเพิ่มมากขึ้น เช่น สหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีความเป็นผู้นำทางเศรษฐกิจโลกและมีขนาดใหญ่

ปัญหาสำคัญในการส่งออกทุเรียนทั้งผล คือ ระยะเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือเก็บเกี่ยวทุเรียนอ่อนหรือทุเรียนที่สุกจนเกินไป ทุเรียนผลสดที่จะทำการส่งออกจะต้องได้เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาสมที่อายุ 120 วันหลังจากดอกบานโดยประมาณ ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยวก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการจัดการภายในแปลงปลูกนอกจากนี้ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วยเครื่องบินสูงและผลแตกขณะขนส่งหรือระหว่างการวางจำหน่าย ณ ประเทศปลายทาง ทุเรียนผลสดแม้จะมีราคาต่ำกว่าทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภค แต่ผู้บริโภคก็ไม่สามารถทราบได้ว่าเนื้อพูที่อยู่ในผลนั้นจะมีคุณภาพดีหรือไม่ ลักษณะที่ปรากฏเป็นอย่างไร รวมไปถึงทุเรียนผลสดมักจะมีอายุเก็บรักษาสั้นเนื่องจากทุเรียนมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่สูงส่งผลให้กระบวนการพัฒนาการสุกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างขนส่งหรือเก็บรักษา จึงต้องหาวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อคัดเลือกทุเรียนผลสดที่ระยะสุกแก่อย่างเหมาะสมสำหรับการส่งออกทางเครื่องบินและเลือกใช้เทคนิคหลังการเก็บเกี่ยวอย่างเหมาะสมด้วยสารชะลอการสุกแก่เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา รักษาคุณภาพพูเนื้อ และลดอัตราการเน่าเสีย โดย 1-methylcyclopropene (1-MCP) เป็นเป็นสารที่ไม่มีพิษ ไม่มีไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม มีสูตรโครงสร้างพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนคล้ายคลึงกับก๊าซเอทิลีน ($C_4H_6$) แข่งขันการทำงานของเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกแก่ของผลไม้ในระดับเอนไซม์และการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้ผลไม้มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (Li et al., 2020) จากการทดลองที่ผ่านมาผลทุเรียนหมอนทองรมด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500 ppb นาน 12 ชั่วโมง ประสบความสำเร็จในการยืดอายุเก็บรักษาได้เพิ่มขึ้น 9 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยลดการเปลี่ยนแปลงสีพูเนื้อ ความแน่นเนื้อ การสะสมปริมาณน้ำตาล และการผลิตเอทิลีน (Thongkum et al., 2018) การรมด้วย 1-MCP ถึงแม้จะเป็นวิธีที่สามารถยืดอายุเก็บรักษาเนื้อพูทุเรียนไว้ได้ดี แต่มีข้อสังเกต คือ การรมเป็นวิธีการที่ใช้ระยะเวลานาน และใช้พื้นที่เป็นจำนวนมากในระดับอุตสาหกรรม

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพพูเนื้อ และลดอัตราการเน่าเสียด้วยวิธีที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ไม่มีสิ่งเจือปนหรือสารพิษตกค้าง และได้มาตรฐานสากลในทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคสำหรับการส่งออกด้วยสารชะลอการสุกแก่แบบบรรจุซอง (1-methylcyclopropene; 1-MCP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็นที่ 5 องศาเซลเซียส หากปัญหาดังกล่าวได้รับการแก้ไขและสามารถนำไปใช้ได้จริง จะสามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้นแก่เกษตรกร เพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันของผู้ประกอบการส่งออก อันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

**วิธีการศึกษา**

เก็บเกี่ยวทุเรียนหมอนทองอายุ 120 วันหลังจากดอกบาน จากสวนเกษตรกร ตำบลทับช้าง อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ที่ได้รับมาตรฐานการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม โดยผลต้องปราศจากโรคและแมลง จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพแบบไม่ทำลายผลผลิตที่ระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยคัดเลือกผลที่มีน้ำหนักแห้งเปลือกมากกว่า 28 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเครื่อง NIR Spectrometer (F750, Felix, USA) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจจากการทดสอบสมการ (Coefficient of Determination, validation $R^2$) เท่ากับ 0.86 ต่อมาจึงขนส่งทุเรียนผลสดมายังโรงงานคัดบรรจุ เริ่มด้วยการล้างทำความสะอาดผลทุเรียนด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 2 นาที ผึ่งจนแห้งสนิท จากนั้นปอกเปลือกเพื่อแยกพูเนื้อออกจากผล ห่อพูเนื้อด้วยกระดาษกูร์เมต์สีขาว รองกล่องด้วยแผ่นดูดซับความชื้น และบรรจุลงกล่องให้มีน้ำหนัก 500 กรัม/กล่อง จากนั้นจึงบรรจุสารชะลอการสุกแก่แบบบรรจุซอง หรือ 1-methylcyclopropene; 1-MCP (0.03%, Fresco®, Extico Co., Ltd., Thailand) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 เปอร์เซ็นต์ โดยวิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ 2 วัน จนหมดสภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และอัตราการเน่าเสีย วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งกรรมวิธีออกเป็น 4 กรรมวิธี ได้แก่ ชุดควบคุม (control) บรรจุซอง 1-MCP จำนวน 1 (M1), 2 (M2) และ 4 (M4) ซอง ตามลำดับ

**ผลการศึกษา**

ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคทุกกรรมวิธี (control, M1, M2 และ M4) มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.54 – 3.08 เปอร์เซ็นต์ **(Figure 1A)** และยังพบว่าในวันที่ 18 จนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ทุเรียน

ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ได้รับ 1-MCP มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคมีความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 10 ถึงวันที่ 16 โดยทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 2 และ 4 ซอง มีความแน่นเนื้อสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ **(Figure 1B)** ซึ่งความแน่นเนื้อผลค่อนข้างคงที่และจะลดลงในวันที่ 18 ถึงวันที่ 20 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.08 – 3.49 นิวตัน ความสว่างเนื้อพู (L* values) ของทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคในวันแรกของการเก็บรักษาไปจนถึงวันที่ 8 พบว่า มีความสว่างเนื้อพูไม่แตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 2A)** ในวันที่ 12 ถึงวันที่ 16 ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 2 และ 4 ซอง มีแนวโน้มรักษาความสว่างได้มากกว่าทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 1 ซอง ค่าสีแดงเนื้อพู (a* values) ในชุดควบคุมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 8 ถึงวันที่ 10 **(Figure 2B, 2C)** เช่นเดียวกับค่าสีเหลืองเนื้อพู (b* values) ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 4 ซอง ชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดได้อย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 6 ถึงวันที่ 14 อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดระหว่างทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 2 และ 4 ซอง **(Figure 2D)** อัตราการหายใจผลของทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคแสดงในภาพ 3A พบว่าทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 4 ซอง ลดอัตราการหายใจได้อย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 4, 8 และ 10 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 1 และ 2 ซอง มีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ภายหลังวันที่ 14 ของการเก็บรักษา ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 2 และ 4 ซอง มีอัตรากายหายใจไม่แตกต่างกัน การผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ถูกพบในชุดควบคุม ภายหลังวันที่ 8 ของการเก็บรักษา การผลิตเอทิลีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 3B)** ทุเรียนตัดแต่งทุกกรรมวิธีไม่พบการเน่าเสียที่เกิดจากเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษาไปจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา **(Figure 3C)** ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคเริ่มแสดงอาการเน่าเสียในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา และจะเพิ่มขึ้นตามอายุเก็บรักษา และพบว่าทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 2 และ 4 ซอง มีอัตราการเน่าเสียไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษานาน 20 วัน เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส

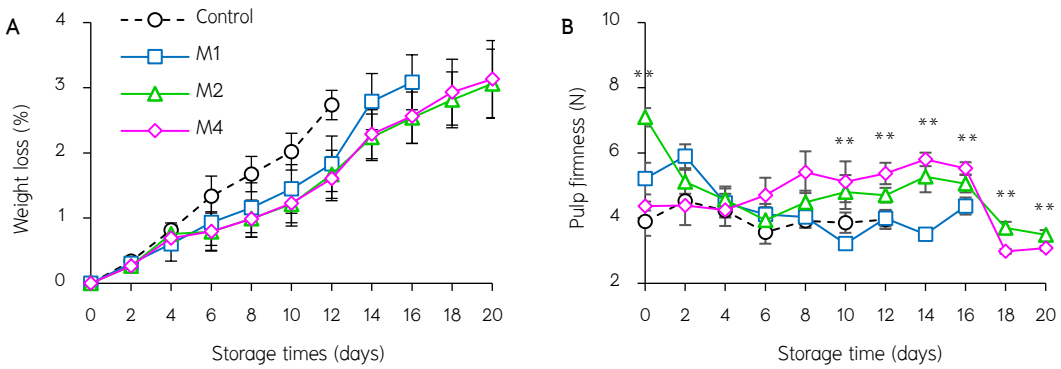



**Figure 1** Weight loss (A) and pulp firmness (B) of fresh cut durian cv. Mon Thong treated with 1-MCP at 0.03% for 1 (M1), 2 (M2), and 4 (M4) sachets, whereas control as a non-treated.They were kept at 5 °C for 20 days, 80 – 90 %RH. Asterisks (*) indicate significant differences during storage (* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$).

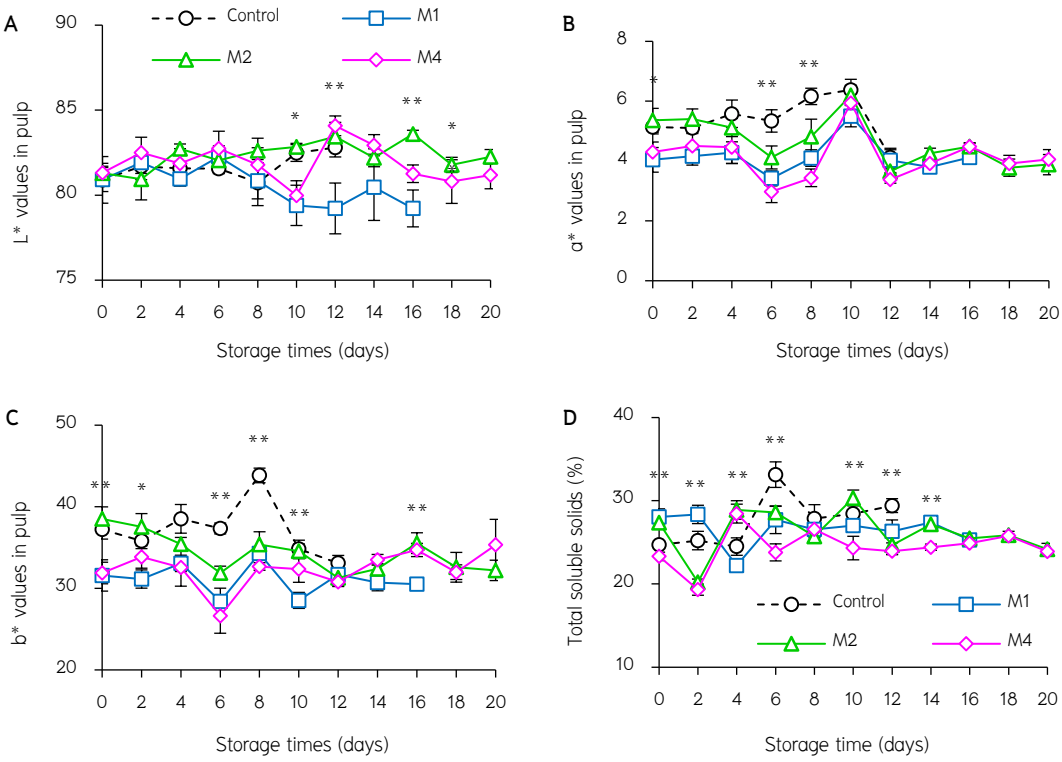
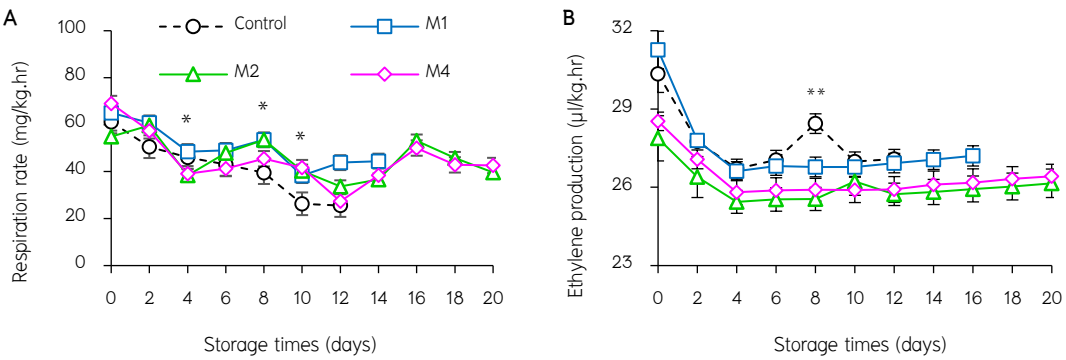



**Figure 2** L* values (A), a* values (B), b* values (C), and total soluble solids (D) of fresh cut durian cv. Mon Thong treated with 1-MCP at 0.03% for 1 (M1), 2 (M2), and 4 (M4) sachets, whereas control as a non-treated. They were kept at 5 °C for 20 days, 80 – 90 %RH. Asterisks (*) indicate significant differences during storage (* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$).



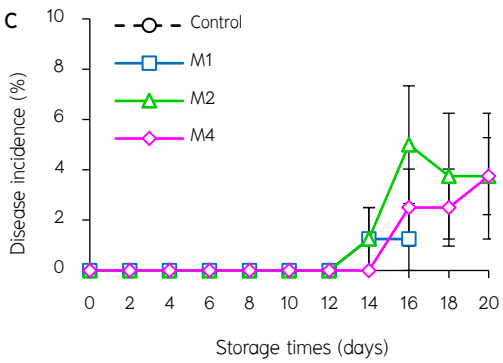




**Figure 3** Respiration rate (A), ethylene production (B), and disease incidence (C) of fresh cut durian cv. Mon Thong treated with 1-MCP at 0.03% for 1 (M1), 2 (M2), and 4 (M4) sachets, whereas control as a non-treated. They were kept at 5 °C for 20 days, 80 – 90 %RH. Asterisks (*) indicate significant differences during storage (* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$).

**วิจารณ์**

ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 4 ซอง มีความแน่นเนื้อสูงระหว่างเก็บรักษา การทดลองยืดอายุผลทุเรียนด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 nL $L^{-1}$ เปรียบเทียบกับผลทุเรียนที่ไม่ผ่านการรม พบว่า ผลทุเรียนที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP มีความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุมในวันที่ 3 ถึงวันที่ 18 (Amornputti et al., 2014) ผลทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีช้ากว่าชุดควบคุมในด้านของสีเหลือง สีแดง และความสว่าง สอดคล้องกับการทดลองในกล้วย (Zhu et al., 2015) และลูกแพร (Li et al., 2016) ชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ทุเรียนที่ยืดอายุด้วย 1-MCP มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ (Ratanachinakorn et al., 2017) และยังพบว่าทุเรียนที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดควบคุม (Pereira et al., 2013; Zhu et al., 2015) 1-MCP ขัดขวางการทำงานเอทิลีนโดยไปยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอทิลีน (Li et al., 2020) ส่งผลให้กระบวนการสุกเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และยืดอายุเก็บรักษาของทุเรียนได้ในที่สุด

**สรุป**

ผลทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคยืดอายุด้วย 1-MCP จำนวน 2 และ 4 ซอง มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด เป็นระยะเวลา 20 วัน โดยรักษาความแน่นเนื้อได้ดี ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีพู ชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ลดอัตราการหายใจ มีอัตราการเน่าเสียต่ำ ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 12 วัน การใช้ 1-MCP แบบบรรจุซองสามารถนำมาประยุกต์ใช้เชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากใช้ได้ง่ายและประหยัดเวลา

**คำขอบคุณ**

โครงการวิจัยได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ตลอดจนขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และสถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวรที่เอื้อเฟื้อสถานที่ บุคลากร และอุปกรณ์สำหรับการดำเนินการวิจัย

**เอกสารอ้างอิง**

Amornputti, S., Ketsa, S., and van Doorn, W.G. 2014. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life of durian fruit. Postharvest Biology and Technology. 97: 111–114.

Li, G., Jia, H., Li, J., Li, H., and Teng, Y. 2016. Effects of 1-MCP on volatile production and transcription of ester biosynthesis related genes under cold storage in “Ruanerli” pear fruit (*Pyrus ussuriensis* Maxim.). Postharvest Biology and Technology. 111: 168–174.

Li, L., Shuai, L., Sun, J., Li, C., Yi, P., Zhou, Z., He, X., Ling, D., Sheng, J., Kong, K.-W., Zheng, F., Li, J., Liu, G., Xin, M., Li, Z., and Tang, Y. 2020. The Role of 1-Methylcyclopropene in the regulation of ethylene biosynthesis and ethylene receptor gene expression in *Mangifera indica* L. (Mango Fruit). Food Science and Nutrition. 8(2): 1284–1294.

Pereira, M.E.C., Tieman, D.M., Sargent, S.A., Klee, H.J., and Huber, D.J. 2013. Volatile profiles of ripening West Indian and Guatemalan-West Indian avocado cultivars as affected by aqueous 1-methylcyclopropene. Postharvest Biology and Technology. 80: 37–46.

Ratanachinakorn, B., Sujarittaweesuk, U., and Jangchud, A. 2007. Effect of 1- methylcyclopropene on ripening of durian. Agricultural Science Journal. 38(5) (Suppl.): 136–139.

Thongkum, M., Imsabai, W., Burns, P., McAtee, P.A., Schaffer, R.J., Allan, A.C., and Ketsa, S. 2018. The effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on expression of ethylene receptor genes in durian pulp during ripening. Plant Physiology and Biochemistry. 125: 232–238.

Zhu, X., Shen, L., Fu, D., Si, Z., Wu, B., Chen, W., and Li, X. 2015. Effects of the combination treatment of 1-MCP and ethylene on the ripening of harvested banana fruit. Postharvest Biology and Technology. 107: 23–32.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การพัฒนาชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกหลังการลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลมเพื่อการส่งออก

# Development on Cutting Dendrobium Orchid Detecting Set after Moisture Removal with Wind Tunnel Type Machine for Export

**พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์[1*], คุรุวรรณ์ ภามาตย์[1], บัณฑิต จิตรจำนงค์[1], อนุสรณ์ สุวรรณเวียง[1], ราเชนทร์ ภูซ้ายศรี[1], ตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์[2], อนุชา เชาว์โชติ[2], อุทัย ธานี[2], อาธร พรบุญ[2], นิรุต บุญญา[2] และ ธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต[3]**

Puttinun Jarruwat[1*], Kuruwan Pramart[1], Bundit Jitjumnong[1], Anusorn Suvanweing[1] Rachen Phusaisri[1], Tinnasit Kaisinburasak[2], Anucha Chaochot[2], Uthai Thani[2] , Athon Pornboon[2], Nirut Bunya[2] and Thanawat Thipchit[3]

*[1]ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร 27 หมู่ 1 ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000*
*[1]Chanthaburi Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, 27 M.1 T.Phlabphra, A.Muang, Chanthaburi, 22000.*
*[2]สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900.*
*[2]Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, 50 Phahonyothin road, Ladyao, Jatuchak, Bangkok, 10900.*
*[3]ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร 1 หมู่ 5 ต.คันธุลี อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี 84170*
*[3]Suratthani Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, 1 M.5 T.Khanthuli, A.Thachana, Suratthani, 84170.*

**บทคัดย่อ:** พัฒนาชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก หลังจากลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม เป็นการรับประกันคุณภาพสินค้ากล้วยไม้ก่อนทำการบรรจุหีบห่อและขนส่งสู่ผู้บริโภค ชุดเครื่องมือตรวจสอบประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วนคือ ชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้เริ่มต้น ชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้หลังจากลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม และชุดระบบควบคุมการตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก ชุดชั่งน้ำหนักทั้ง 2 ส่วน ใช้อุปกรณ์โหลดเซลล์ขนาด 5 ก.ก. ทำหน้าที่วัดน้ำหนัก ซึ่งติดตั้งที่ด้านล่างของแผ่นรองรับกล้วยไม้ทำจากวัสดุอะคริลิคใส ชุดระบบควบคุมใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 R3 16 bit เป็นหน่วยประมวลผล ใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณค่าน้ำหนักกล้วยไม้เป็น Bluetooth แบบไร้สาย (wireless) และใช้หน่วยแสดงผลเป็นจอ LCD สำหรับแสดงผลค่าน้ำหนักกล้วยไม้ ผลค่าวิเคราะห์แสดงในรูปแบบหลอด LED และอุปกรณ์ออดสัญญาณ บันทึกข้อมูลต่างๆและผลการวิเคราะห์ในอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (SD card) ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในกล่องควบคุม ผลการทดสอบช่วงนอกฤดูฝนพบว่า ชุดเครื่องมือต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 1,600 ช่อ/ชั่วโมง ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3.39 กิโลวัตต์ ผลการตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้หลังลดความชื้นพบว่า มีกล้วยไม้ที่แห้งได้มาตรฐานเฉลี่ย 96% กล้วยไม้ที่ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ 2% และกล้วยไม้ที่ถูกคัดออก 2% ในขณะที่ผลการทดสอบช่วงในฤดูฝนพบว่า ชุดเครื่องมือต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 800 ช่อ/ชั่วโมง ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 6.39 กิโลวัตต์ ผลการตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้หลังลดความชื้นพบว่า กล้วยไม้ที่แห้งได้มาตรฐานเฉลี่ย 94% กล้วยไม้ที่ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ 3% และกล้วยไม้ที่ถูกคัดออก 3% ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า การลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีเดิมคือใช้พัดลมอุตสาหกรรม มีต้นทุนค่าใช้จ่าย 0.53 บาทต่อช่อ ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมและชุดตรวจสอบกล้วยไม้ต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า คือ 0.30 บาทต่อช่อ ชุดเครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 207,360 ช่อต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.26 ปี

**คำสำคัญ:** ชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก; เครื่องลดความชื้นแบบอุโมงค์ลม; การส่งออก

* Corresponding author: putjar2001@yahoo.com

**ABSTRACT:** Developed on cutting dendrobium orchid quality detecting set after moisture removal with wind tunnel type machine for guarantee the product quality before packaging and transporting to consumers. The prototype set consisted of 3 parts: the initial orchid weighing scale set, the orchid weighing scale set after moisture removal with wind tunnel type machine and the cutting dendrobium orchid detecting control system set. The both orchid weighing scale were used 5 kg load cell device to measure the weight which was installed at the bottom of orchid support acrylic plate. The detecting control system set was used the Arduino Mega 2560 R3 16 bits microcontroller device as a processor, signal transmit device of the orchid weight as bluetooth wireless and LCD screen display to show the orchid weight. The analysis results were showed in LED lamps and buzzer, saved all data in SD card which installed in the control box. The test results in off rainy season were showed 1,600 orchid bunches/hour capacity and 3.39 kw of total electric power consumption. The results of orchid quality detection after moisture removal were showed average 96% quality pass, 2% need to be brought back to same process and 2% were brought to eliminate. While the test results in rainy season found that the prototype had capacity 800 orchid bunches/hour and using 6.39 kw of total electric power. The results of orchid quality detection after moisture removal were showed average 94% quality pass, 3% need to be brought back to same process and 3% were brought to eliminate. The result of economically analysis engineering of conventional method was cost 0.53 bath/orchid bunch while the prototype method was lower cost than at 0.30 bath/orchid bunch. The machine set had the break even point when remove moisture out of orchid 207,360 bunches/year and the payback period was approximately 0.26 years.
**Keywords:** cutting dendrobium orchid detecting set; wind tunnel type moisture removal machine; export

---

**บทนำ**

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายและแวนดา ผลผลิตกล้วยไม้ที่ผลิตเพื่อส่งออกมีประมาณ 49% ส่วนอีก 51% เป็นการผลิตเพื่อใช้ในประเทศ โดยเป็นกล้วยไม้ที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานการส่งออก ปัจจุบันสามารถนำรายได้เข้าประเทศมูลค่าไม่น้อยกว่าปีละ 2,000 ล้านบาท มีพื้นที่ปลูกมากกว่า20,000ไร่ มีเกษตรกรกว่า 2,500 ราย และผู้ส่งออกกว่า 300 ราย โดยเป็นการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายเพื่อตัดดอกประมาณร้อยละ 90 ของกล้วยไม้ทั้งหมด ประเทศคู่ค้าที่สำคัญได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เวียดนาม อินเดีย และประเทศในสหภาพยุโรป เช่น อิตาลี และเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น กล้วยไม้จึงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ (สุภา, 2547) โดยในปี พ.ศ.2565 ประเทศไทยมีการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกเป็นปริมาณ 17,095 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,069 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2565)

ปัจจุบันหลังจากเก็บเกี่ยวกล้วยไม้ตัดดอกจากแปลงผลิตแล้ว เกษตรกรจะล้างทำความสะอาดและจุ่มกล้วยไม้ลงในสารละลายเคมีเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรู หลังจากนั้นจะนำกล้วยไม้ตัดดอกวางผึ่งลมบนโต๊ะให้แห้ง หรือใช้พัดลมอุตสาหกรรมเป่าลมเพื่อลดความชื้นกล้วยไม้ โดยเป็นการนำความชื้นที่บริเวณผิวของกล้วยไม้ออก แต่ไม่ได้เป็นการดึงความชื้นที่อยู่ภายในกล้วยไม้ออก ซึ่งใช้เวลานานและเกิดปัญหาไม่สามารถลดความชื้นกล้วยไม้ได้หมดโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ เน่าเสียจากเชื้อราและโรคพืชอื่นๆ อันเกิดระหว่างการขนส่ง รวมถึงพื้นที่ตั้งโต๊ะสำหรับวางกล้วยไม้และปริมาณพัดลมที่ใช้จำเป็นต้องมีเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณกล้วยไม้ที่ผลิตได้และส่งออก จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการเพื่อลดความชื้นที่ติดมากับกล้วยไม้ออกไปให้ได้หมด สะดวกและรวดเร็ว โดยกล้วยไม้ไม่สูญเสียคุณภาพ พุทธธินันทร์และคณะ (2553) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมสำหรับนำมาทดแทนการใช้พัดลม เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ศึกษาปริมาณลมที่เหมาะสมและระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งสภาพอากาศมีความชื้นสูง เพื่อให้ได้กล้วยไม้ที่สะอาด ไม่มีความชื้น พร้อมทำการบรรจุและขนส่งสู่ผู้บริโภค สามารถลดระยะเวลาการไล่ความชื้นออกจากกล้วยไม้ตัดดอกได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พัดลมอุตสาหกรรม โดยคุณภาพของกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้นไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน คณะผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยวิจัยและพัฒนาชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความชื้นของกล้วยไม้ตัดดอกหลังจากลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม ใช้ตัวชี้วัดเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของกล้วยไม้ คือกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้น มีน้ำหนักเท่ากันหรือแตกต่างไม่เกินค่าความผิดพลาดที่ตั้งไว้ 3 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักกล้วยไม้แห้ง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้จากการทดสอบร่วมกับผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ เพื่อเป็นการรับประกันคุณภาพของกล้วยไม้ตัดดอกที่ผ่านการลดความชื้นทุกช่อ ก่อนทำการบรรจุหีบห่อและขนส่งผู้บริโภค

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. พัฒนาชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความชื้นของกล้วยไม้ตัดดอกหลังจากลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม เพื่อรับประกันคุณภาพของกล้วยไม้ตัดดอกที่ทำการส่งออกสู่ผู้บริโภค

**วิธีการศึกษา**

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย</u>

1.เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 2.เครื่องวัดความเร็วรอบ 3.เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า 4.สายวัดและไม้บรรทัด 5.เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ 6.นาฬิกาจับเวลา

<u>วิธีการดำเนินงานวิจัย</u>

1. สำรวจเก็บข้อมูลวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ตัดดอกในโรงคัดบรรจุที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม
3. ทดสอบชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้นเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์ 4. นำชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้น ไปทดสอบร่วมกับเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบ
อุโมงค์ลม และศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่โรงคัดบรรจุกล้วยไม้ของผู้ประกอบการส่งออก โดยมีปัจจัยที่ศึกษาคือ การลดความชื้นกล้วยไม้ตัดดอกในช่วงนอกฤดูฝน และในฤดูฝน ค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้ตัดดอก (ช่อ/ชั่วโมง) ความแม่นยำในการตรวจสอบ (%) ปริมาณกล้วยไม้ตัดดอกที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ (%) ปริมาณกล้วยไม้ตัดดอกที่มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ (%) และปริมาณกล้วยไม้ตัดดอกที่มีการเสื่อมสภาพต้องคัดแยกออก (%)
5. วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
6. จัดทำรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

<u>สถานที่ดำเนินการวิจัย</u>

1. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จ.กรุงเทพมหานคร
2. สวนกล้วยไม้ บริษัทกล้วยไม้ไทย จำกัด ต.บัวงาม อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี

**ผลการศึกษา**

1. การสำรวจวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ตัดดอกในโรงคัดบรรจุที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

สำรวจเก็บข้อมูลวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ตัดดอกในโรงคัดบรรจุที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งใช้พัดลมอุตสาหกรรมในการเป่าลดความชื้นกล้วยไม้ที่วางอยู่บนโต๊ะ **(Figure 1)** โดยระยะเวลาในการลดความชื้นขึ้นอยู่กับความชื้นในดอกกล้วยไม้และฤดูกาล ในช่วงฤดูฝนกล้วยไม้มีความชื้นสูง ต้องใช้เวลาในการลดความชื้นนานหลายชั่วโมงหรือข้ามคืน และในช่วงที่มีการส่งออกกล้วยไม้ปริมาณมาก ต้องใช้พื้นที่มากและต้องเพิ่มจำนวนพัดลมมากขึ้นตามไปด้วย

**Figure 1** Orchid moisture removal with fan and the large quantities of orchid exported duration

2. การออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้ตัดดอก

ออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้ตัดดอก **(Figure 2)** หลังการลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม **(Figure 3)** โดยใช้ปัจจัยด้านน้ำหนักของกล้วยไม้ตัดดอกเป็นเกณฑ์การพิจารณา ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1. ชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้เริ่มต้น ก่อนนำกล้วยไม้ตัดดอกแช่สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง 2. ชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้หลังจากลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม 3. ชุดระบบควบคุมการตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก โดยชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้ทั้ง 2 ส่วน มีขนาด 0.45x0.45x0.72 เมตร (กว้างxยาวxสูง) มีอุปกรณ์โหลดเซลล์ขนาด 5 ก.ก. สำหรับวัดน้ำหนักกล้วยไม้ ซึ่งติดตั้งที่ด้านล่างของแผ่นรองรับน้ำหนักกล้วยไม้ทำจากวัสดุอะคริลิคใส ชุดระบบควบคุมการตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก ใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 R3 16 bit เป็นหน่วยประมวลผล และใช้หน่วยแสดงผลเป็นจอ LCD สำหรับแสดงผลค่าน้ำหนักกล้วยไม้และผลค่าวิเคราะห์ พร้อมทั้งส่งสัญญาณ (Digital Output) เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบหลอด LED โดยข้อมูลน้ำหนักกล้วยไม้ตัดดอกก่อนและหลังลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลม จะถูกบันทึกและเปรียบเทียบประมวลผลโดยชุดระบบควบคุม เพื่อตรวจสอบว่ากล้วยไม้ตัดดอกช่อนั้น ที่ผ่านการลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลมมีความชื้นเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ กล้วยไม้ที่มีความชื้นเกินเกณฑ์จะถูกนำกลับไปลดความชื้นอีกครั้ง กล้วยไม้ที่ถูกลดความชื้นมากเกินไป (น้ำหนักช่อกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้นด้วยเครื่องอุโมงค์ลมมีค่าน้อยกว่าก่อนเข้าเครื่อง) จะถูกคัดแยกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น และกล้วยไม้ที่มีความชื้นอยู่ในเกณฑ์จะถูกนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งออกสู่ผู้บริโภคต่อไป

**a.** initial orchid weighing scale before soaking in substance

**b.** orchid weighing scale after moisture removal with wind tunnel type machine and detecting control system

**Figure 2** Cutting orchid detecting set (a,b)

**Figure 3** Orchid moisture removal wind tunnel type machine

3. ทดสอบชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้นเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์

ทำการทดสอบชุดต้นแบบในการตรวจสอบการลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้เบื้องต้นที่โรงปฏิบัติการของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี **(Figure 4)** ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าสามารถใช้งานและตรวจสอบการลดความชื้นกล้วยไม้ได้ดี โดยมีความ

แม่นยำในการตรวจสอบ 95% ซึ่งค่าความผิดพลาด 5% ที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการบันทึกค่าของชุดระบบควบคุมที่รับสัญญาณมาจากอุปกรณ์วัดน้ำหนัก ซึ่งได้รับสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขชุดต้นแบบให้สมบูรณ์ โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์กรองสัญญาณเพิ่มเติมภายในตู้ควบคุมเพื่อลดสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อมดังแสดงใน **Figure 5** และปรับปรุงในส่วนของชุดสายไฟสัญญาณการส่งข้อมูลจากชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้เริ่มต้น ไปยังระบบประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบกล้วยไม้ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในกล่องควบคุมของชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้หลังการลดความชื้นด้วยเครื่องอุโมงค์ลม โดยปรับปรุงให้เป็นการส่งสัญญาณแบบไร้สาย (wireless) เพื่อความปลอดภัยจากการถูกผู้ปฏิบัติงานเดินมาเตะสายสัญญาณให้เสียหาย, แก้ไขปัญหาระดับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในสายกรณีมีสายสัญญาณที่ยาว และแก้ไขปัญหาสัญญาณรบกวนที่เข้ามาในสาย การรับ-ส่งสัญญาณ ใช้สัญญาณ Bluetooth มีการเข้ารหัสป้องกันการเชื่อมต่อ และตรวจสอบความผิดพลาดของการส่งสัญญาณ โดยมีระยะทางการเชื่อมต่อสัญญาณได้ไกลถึง 30 เมตร นอกจากนั้นได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศแวดล้อม บันทึกข้อมูลต่างๆในอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (SD card) เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ จากนั้นทำการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้เบื้องต้นอีกครั้ง ผลการทดสอบพบว่าชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกมีความแม่นยำ 100% สามารถนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ที่โรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ได้ **(Figure 6)**

**Figure 4** Pretest of cutting orchid detecting set

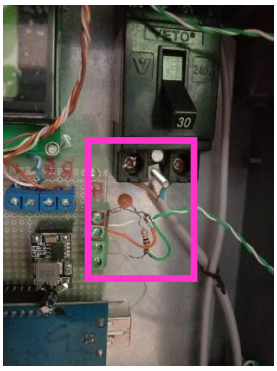


**Figure 5** The reduced noise filter

**Figure 6** The prototype machine in packaging house

4. ทดสอบชุดเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้ตัดดอกหลังการลดความชื้นด้วยเครื่องอุโมงค์ลม เปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่โรงคัดบรรจุกล้วยไม้ส่งออก

ในการทดสอบตั้งค่าเกณฑ์การยอมรับด้านความชื้นช่อดอกกล้วยไม้ 3 กรัม ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้จากการทดสอบร่วมกับผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ โดยกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นและมีน้ำหนักเท่ากันหรือแตกต่างไม่เกินค่าความผิดพลาดที่ตั้งไว้ 3 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักกล้วยไม้แห้ง ระบบจะแสดงที่หลอดไฟ LED สีเขียว ซึ่งแสดงว่า สามารถนำกล้วยไม้นั้นไปเข้าสู่การบรรจุภัณฑ์และกระบวนการอื่นก่อนขนส่งสู่ผู้บริโภค ถ้าน้ำหนักของกล้วยไม้หลังลดความชื้นมากกว่าน้ำหนักแห้งก่อนลดความชื้นเกิน 3 กรัม ระบบจะแสดงผลในรูปแบบหลอดไฟ LED สีน้ำเงิน ซึ่งแสดงผลว่าต้องนำกล้วยไม้นั้นไปทำการลดความชื้นอีกครั้ง และหากน้ำหนักของกล้วยไม้หลังลดความชื้นน้อยกว่าน้ำหนักแห้งก่อนลดความชื้นเกิน 3 กรัม ระบบจะแสดงผลในรูปแบบหลอดไฟ LED สีแดง ซึ่งแสดงผลว่ากล้วยไม้นั้นถูกดึงความชื้นออกมากเกินไป และเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมสภาพก่อนกำหนด จำเป็นต้องคัดออก

ผลการทดสอบนอกฤดูฝน อุณหภูมิแวดล้อม 33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 58% เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมและชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้มีความสามารถในการทำงาน 1,600 ช่อ/ชั่วโมง ความเร็วลมในการลดความชื้น 3 เมตร/วินาที อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3.39 กิโลวัตต์ ใช้แรงงานในการปฏิบัติงาน 4 คน และชุดตรวจสอบมีความแม่นยำในการตรวจสอบกล้วยไม้หลังลดความชื้น 100% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ตาชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม

2 ตำแหน่ง ในการตรวจสอบ และจากการตรวจสอบกล้วยไม้หลังการลดความชื้นด้วยชุดเครื่องมือตรวจสอบต้นแบบ พบกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นและแห้งได้มาตรฐานเฉลี่ย 96% กล้วยไม้ที่ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ 2% และกล้วยไม้ที่ถูกคัดออก 2% ผลการทดสอบทั้งหมดแสดงไว้ใน **Table 1** และ **Table 2**

ผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการเดิม (การใช้พัดลม) นอกฤดูฝน พบว่ามีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้นอกฤดูฝน 240 ช่อ/ชั่วโมง ความเร็วและอุณหภูมิลมในการลดความชื้น 3-7 เมตร/วินาที ขึ้นอยู่กับระยะห่างของกล้วยไม้ที่วางบนโต๊ะกับพัดลมอุตสาหกรรม และ 33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 0.73 กิโลวัตต์ และใช้แรงงานในการปฏิบัติงาน 2 คน ผลการทดสอบแสดงไว้ใน **Table 1**

ผลการทดสอบในฤดูฝน อุณหภูมิแวดล้อม 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 85% เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมและชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้มีความสามารถในการทำงาน 800 ช่อ/ชั่วโมง ความเร็วลมในการลดความชื้น 3 เมตร/วินาที อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 6.39 กิโลวัตต์ (รวมชุดฮีทเตอร์ไฟฟ้า) ใช้แรงงานในการปฏิบัติงาน 4 คน และชุดตรวจสอบมีความแม่นยำในการตรวจสอบกล้วยไม้หลังลดความชื้น 100% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ตาชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ในการตรวจสอบ และจากการตรวจสอบกล้วยไม้หลังการลดความชื้นด้วยชุดเครื่องมือตรวจสอบต้นแบบ พบกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นและแห้งได้มาตรฐานเฉลี่ย 94% กล้วยไม้ที่ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ 3% และกล้วยไม้ที่ถูกคัดออก 3% ผลการทดสอบทั้งหมดแสดงไว้ใน **Table 1** และ **Table 2**

ผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการเดิม (การใช้พัดลม) ในฤดูฝน พบว่ามีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้นอกฤดูฝน 80 ช่อ/ชั่วโมง ความเร็วและอุณหภูมิลมในการลดความชื้น 3-7 เมตร/วินาที ขึ้นอยู่กับระยะห่างของกล้วยไม้ที่วางบนโต๊ะกับพัดลมอุตสาหกรรม และ 29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 0.73 กิโลวัตต์ และใช้แรงงานในการปฏิบัติงาน 2 คน ผลการทดสอบแสดงไว้ใน **Table 1**

**Table 1** The test results of orchid moisture removal method

| Topic of test | The results of off rainy season | | The results of rainy season | |
|---|---|---|---|---|
| | Fan method | prototype machine method | Fan method | prototype machine method |
| Air temperature (°C), Moisture content (%) | 33 °C, 58% | 33 °C, 58% | 29 °C, 85% | 29 °C, 85% |
| Working temperature (°C) | 33 °C | 33 °C | 29 °C | 40 °C |
| Air velocity (m/s) | 3-7 | 3 | 3-7 | 3 |
| Orchid moisture removal time (min) | 30 | 7.50 | 90 | 15 |
| Moisture removal capacity (bouquets/hr) | 240 | 1,600 | 80 | 800 |
| Power consumption (Kilowatts) | 0.73 | 3.39 | 0.73 | 6.39 |
| Working time (Hrs/day) | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Labor (men) | 2 | 4 | 2 | 4 |

**Table 2** The cutting dendrobium orchid detecting results after moisture removal with wind tunnel type machine

| Topic of test | The results of off rainy season | The results of rainy season |
|---|---|---|
| Orchids passed quality control | 96% | 94% |
| Orchids bringed reprocess again | 2% | 3% |
| Orchids sorted out | 2% | 3% |

5. วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ทั้งในช่วงนอกฤดูฝนและในฤดูฝน ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าการใช้ชุดตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกร่วมกับเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมสามารถลดระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พัดลมอุตสาหกรรม ทำให้มีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้มากกว่า ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า การลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีใช้พัดลมอุตสาหกรรมมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 0.53 บาทต่อช่อ ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมและชุดตรวจสอบกล้วยไม้ต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.23 บาทต่อช่อ คือ 0.30 บาทต่อช่อ ชุดเครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 207,360 ช่อต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.26 ปี

**วิจารณ์**

ชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก สามารถนำไปใช้ในโรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการส่งออกร่วมกับเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมที่ได้มีการวิจัยมาก่อนหน้านี้ ทดแทนการใช้พัดลมอุตสาหกรรมเป่าลดความชื้นกล้วยไม้บนโต๊ะ ซึ่งจะเป็นการรับประกันคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้ที่ผ่านกระบวนการลดความชื้นที่แห้งได้มาตรฐาน ไม่เกิดการเน่าเสียหรือเกิดโรคระหว่างการขนส่งสู่ผู้บริโภค และสามารถนำชุดเครื่องต้นแบบนี้ไปประยุกต์ใช้ในการลดความชื้นไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆที่มีการส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศ

**สรุป**

ชุดเครื่องมือตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ 3 ส่วนคือ ชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้เริ่มต้น ก่อนจุ่มน้ำยาป้องกันโรคแมลงและเข้าเครื่องลดความชื้นแบบอุโมงค์ลม ชุดชั่งน้ำหนักกล้วยไม้หลังจากลดความชื้นด้วยเครื่องแบบอุโมงค์ลมแล้ว และชุดระบบควบคุมการตรวจสอบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก โดยผลการตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้หลังลดความชื้นในช่วงนอกฤดูฝน พบว่ากล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นและแห้งได้มาตรฐานเฉลี่ย 96% กล้วยไม้ที่ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ 2% และกล้วยไม้ที่ถูกคัดออก 2% ผลการตรวจสอบคุณภาพกล้วยไม้หลังลดความชื้นในช่วงฤดูฝน พบว่ากล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นและแห้งได้มาตรฐานเฉลี่ย 94% กล้วยไม้ที่ต้องนำกลับไปลดความชื้นใหม่ 3% และกล้วยไม้ที่ถูกคัดออก 3% ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า การลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีใช้พัดลมอุตสาหกรรมมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 0.53 บาทต่อช่อ ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมและชุดตรวจสอบกล้วยไม้ต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.23 บาทต่อช่อ คือ 0.30 บาทต่อช่อ ชุดเครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 207,360 ช่อต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.26 ปี

**คำขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสวนกล้วยไม้ บริษัทกล้วยไม้ไทย จำกัด สำหรับการให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับทดสอบ และการอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆระหว่างการดำเนินงาน จนทำให้งานศึกษาวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์, ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์, คุรุวรรณ ภามาตย์, ยงยุทธ คงซ่าน, สากล วีริยานันท์และ วัชรี วิทยวรรณกุล. 2553. การวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลม. เอกสารเรื่องเต็มโครงการวิจัยประจำปี 2553 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 32 หน้า.

สุภา สุขเกษม. 2547. เอกสารวิชาการกล้วยไม้. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 152 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการส่งออกดอกกล้วยไม้สดของประเทศไทยปี 2565. แหล่งข้อมูล: https://impexpth.oae.go.th/export. ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2566

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL KAJ

# ผลของการปลิดช่อดอกร่วมกับการให้สารสะสมอาหารทางใบและสารกระตุ้นการออกดอกต่อช่อดอกใหม่และการติดผลในการผลิตมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองล่าฤดู

# Effects of inflorescence removal with foliar fertilization and flowering stimulants on new inflorescences and fruit set in delayed harvesting of 'Namdokmai Sithong' mango production

**คณิตา สุกใส, ศุภฤกษ์ ไชยา, ดวงฤทัย ดวงบาล และ ฉันทลักษณ์ ติยายน***

Kanita Suksai, Supalerk Chaiya, Doungruthai Doungbal and Chantalak Tiyayon*

*ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่*

*Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai*

**บทคัดย่อ:** มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองนิยมปลูกเพื่อส่งออก มะม่วงล่าฤดูขายได้ในราคาที่สูงกว่ามะม่วงในฤดู การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปลิดช่อดอกร่วมกับสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอกต่อการเกิดช่อดอกใหม่และการติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ แบ่งเป็น 4 กรรมวิธี มี 5 บล็อก (แถว) โดยพ่นสารหลังการปลิดช่อดอกที่ระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้ 1) กรรมวิธีควบคุม (ไม่พ่นสาร) 2) พ่นสารกระตุ้นการออกดอก (โพแทสเซียมไนเตรท 150 กรัม สาหร่ายสกัด 15 มิลลิลิตร และไทโอยูเรีย 15 กรัม ในน้ำ 16 ลิตร) ประมาณ 2 สัปดาห์หลังปลิดช่อดอก 3) พ่นสารสะสมอาหาร (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต 25 กรัม สาหร่ายสกัด 15 มิลลิลิตร และแคลเซียมโบรอน 15 มิลลิลิตร ในน้ำ 16 ลิตร) 2 ครั้ง เมื่อ 1 สัปดาห์หลังปลิดช่อดอกและครั้งที่สองห่างจากครั้งแรก 10 วัน และ 4) พ่นสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอก บันทึกขนาดช่อดอกเดิมและช่อดอกใหม่ การเกิดช่อดอกชุดใหม่และการติดผล โดยต้นมะม่วงที่ใช้ในการศึกษามีอายุ 7 ปี ทำการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ผลการทดลองพบว่าต้นมะม่วงทั้ง 4 กรรมวิธีมีการแทงช่อดอกใหม่ 31.0, 28.5, 33.0 และ 28.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และติดผลถึงระยะห่อผล 3.3, 4.2, 5.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขนาดของช่อดอกและสัดส่วนเพศดอกของช่อดอกชุดใหม่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการพ่นสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอกไม่มีผลต่อการแทงช่อดอกใหม่และการติดผลของต้นมะม่วงที่ได้รับการปลิดช่อดอกที่ระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** ช่อดอก; การติดผล; โพแทสเซียมไนเตรท; ไทโอยูเรีย; โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต

**ABSTRACT:** 'Namdokmai Sithong' mango is popular for export. Late season mangoes get higher price than on season. The objective of this experiment was to study the effect of foliar fertilization and flowering stimulant on 'Namdokmai Sithong' mango production. The experimental design was randomized complete block design (RCBD) with 4 treatments, 5 blocks (row), by spraying the substance after inflorescence removal at 100% bloom, i.e., 1) control (not sprayed), 2) spraying flowering stimulants 2 weeks after inflorescence removal, 3) spraying foliar fertilization 2 times at 1 week interval after inflorescence removal, and 4) spraying foliar fertilization and flowering stimulants. Growth phase, new set of inflorescences, and fruit set were recorded. This experiment was conducted during February to July 2020 on 7 years old mango plants. The mango plants produced new inflorescence 31.0, 28.5, 33.0, and 28.0 percent, respectively. Percentage of fruit setting at the bagging stage were 3.3, 4.2, 5.0, and 5.0 percent, respectively. The size and sex ratio of new inflorescences were not different statistically. The results showed that spraying foliar fertilizer and flowering stimulants did not affect new inflorescence occurrence and fruit set of mango plants which inflorescences were removed.

* Corresponding author: chantalak@gmail.com

**Keywords:** inflorescence; fruit set; potassium nitrate; thiourea; monopotassiumphosphate

**บทนำ**

มะม่วงเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เนื่องจากสามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก นอกจากนี้ยังแปรรูปไว้สำหรับรับประทานหรือจำหน่ายในช่วงนอกฤดูกาลผลิตได้ ตลาดส่งออกหลักของมะม่วงผลสด คือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย และลาว (ธวัชชัย และรุ่งทิพย์, 2553) โดยมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อส่งออก การผลิตมะม่วงล่าฤดูเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของมะม่วงให้แก่เกษตรกร เนื่องจากมะม่วงในฤดูกาลมีปริมาณมากทำให้มีราคาต่ำ โดยการผลิตมะม่วงล่าฤดูสามารถใช้เทคนิคหลายอย่างร่วมกัน เช่น การตัดแต่งกิ่งช้าเพื่อเลื่อนเวลาแตกใบชุดใหม่และการออกดอกติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (ศรัญญา, 2554) การปลิดช่อดอกจะทำให้ระยะเวลาการสร้างตาดอก การแตกยอดใหม่ และการออกดอกเลื่อนออกไปจากเดิม ดังการศึกษาของ Issarakraisila and Considine (1991) ที่พบว่าการปลิดช่อดอกมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride สามารถเลื่อนการออกดอกชุดใหม่ไปได้ 5-6 สัปดาห์ และการปลิดช่อดอกมะม่วงในฤดูในเดือนมีนาคมส่งผลให้มะม่วงพันธุ์ Bobbilipunasa, Neelum และ Royal Special ออกดอกนอกฤดูได้ (Kulkarni and Rameshwar, 1989) การฉีดพ่นสารสะสมอาหารทางใบ ได้แก่ โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) สาหร่ายสกัด และแคลเซียมโบรอน และสารกระตุ้นการออกดอก (สารเปิดตาดอก) ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (13-0-46) สาหร่ายสกัด และไทโอยูเรีย เป็นวิธีการที่เกษตรกรใช้ในระยะก่อนออกดอก (ธวัชชัยและรุ่งทิพย์ (2552); ธวัชชัยและฉันทลักษณ์ (2553); ธวัชชัยและฉันทลักษณ์ (2560)) เพื่อให้ยอดที่ปลิดช่อดอกมีการสะสมอาหารพร้อมที่จะเกิดช่อดอกชุดใหม่ ซึ่งจะช่วยในการเพิ่มผลผลิตมะม่วงล่าฤดู ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปลิดช่อดอกร่วมกับสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอกต่อการเกิดช่อดอกใหม่และการติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองล่าฤดู

**วิธีการศึกษา**

ทำการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 กับต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุ 7 ปี จำนวน 20 ต้น ในสวนมะม่วงของเกษตรกร อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) ทำการทดลองจำนวน 5 บล็อก (แถว) ปลิดช่อดอกในระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ (ดอกบานถึงปลายช่อ) ในวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2563 โดยปลิดช่อดอกออกทั้งต้น แล้วพ่นสารกระตุ้นการออกดอกและสารสะสมอาหารตามกรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่พ่นสาร (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารกระตุ้นการออกดอก (โพแทสเซียมไนเตรท (13-0-46) 150 กรัม สาหร่ายสกัด 15 มิลลิลิตร ไทโอยูเรีย 15 กรัม ในน้ำ 16 ลิตร) ประมาณ 2 สัปดาห์หลังปลิดช่อดอก

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารสะสมอาหาร (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) 25 กรัม สาหร่ายสกัด 15 มิลลิลิตร ธาตุอาหารเสริมแคลเซียมโบรอน 15 มิลลิลิตร ในน้ำ 16 ลิตร) 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อ 1 สัปดาห์หลังปลิดช่อดอกและครั้งที่สองห่างจากครั้งแรก 10 วัน

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอกร่วมกันโดยพ่นระยะเวลาตามกรรมวิธีที่ 2 และ 3

บันทึกการเปลี่ยนแปลงของยอดมะม่วง ความกว้างและความยาวของช่อดอกเดิมก่อนการปลิดช่อดอกและช่อดอกใหม่ที่เกิดหลังการปลิดช่อดอกที่ให้กรรมวิธีการพ่นสารต่าง ๆ จำนวนดอกและเพศดอก และการติดผล จาก 40 ยอดต่อต้น วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**ผลการศึกษา**

ความกว้างและความยาวของช่อดอก

คุณภาพช่อดอกก่อนการปลิดช่อดอกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์แสดงใน **Table 1** และ **Table 2** ต้นมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีความกว้างและความยาวของช่อดอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความกว้างของช่อดอกก่อนการปลิดเฉลี่ย 16.85 ถึง 18.36 เซนติเมตร ความกว้างของช่อดอกหลังการปลิดเฉลี่ย 8.32 ถึง 21.15 เซนติเมตร ความยาวของช่อดอกก่อนการปลิดเฉลี่ย 31.59 ถึง 36.63 เซนติเมตร และความยาวของช่อดอกหลังการปลิดเฉลี่ย 19.64 ถึง 32.55 เซนติเมตร **(Table 1)** โดยการทดลองนี้ได้วัดขนาดช่อดอกก่อนการปลิดเพื่อให้ทราบว่าต้นมะม่วงที่ได้รับการสุ่มให้กรรมวิธีต่าง ๆ มีช่อดอกที่ขนาดไม่ต่างกันเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเพื่อเปรียบเทียบกับขนาดช่อดอกชุดใหม่

**Table 1** Inflorescence size of ‘Namdokmai Sithong’ mango before and after inflorescence removal

| Treatment | Size (cm) |
|---|---|

| | Width | | Length | |
|---|---|---|---|---|
| | Before | After | Before | After |
| Control | 16.88 | 21.15 | 36.63 | 22.59 |
| Flower stimulation spraying | 18.36 | 9.79 | 31.75 | 32.55 |
| Foliar fertilization spraying | 16.85 | 8.32 | 33.06 | 19.64 |
| Flower stimulation and foliar fertilization spraying | 17.22 | 15.94 | 31.59 | 23.74 |
| P-value | 0.756 | 0.703 | 0.688 | 0.569 |

จำนวนดอกและสัดส่วนเพศดอก

จากผลการทดลอง การปลิดช่อดอกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ระยะดอกบาน100 เปอร์เซ็นต์ พร้อมกับการพ่นสารกระตุ้นการออกดอกกับสารสะสมอาหารต่อจำนวนดอกและสัดส่วนเพศดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าดอกสมบูรณ์เพศ ดอกตูม และจำนวนดอกรวมในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นเปอร์เซ็นต์ โดย 95ก่อนปลิดช่อดอก ช่อดอกเดิมในกรรมวิธีควบคุม (ไม่พ่นสาร) กรรมวิธีที่พ่นสารกระตุ้นการออกดอก กรรมวิธีที่พ่นสารสะสมอาหาร และกรรมวิธีที่พ่นสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอก มีดอกสมบูรณ์เพศ 231.6 ถึง 267.6 ดอก ดอกตูม, 108.5 ถึง 150.5 ดอก และจำนวนดอกรวม 1488.2 ถึง 1650.2 ดอกต่อช่อ ในส่วนของจำนวนดอกเพศผู้ ช่อดอกจากต้นที่จะได้รับการพ่นสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอกมีจำนวนดอกเพศผู้ 1263.6 ดอก ซึ่งไม่ต่างจากต้นที่จะได้รับการพ่นสารกระตุ้นการออกดอกและต้นจะที่ได้รับการพ่นสารสะสมอาหารที่มี 1235.5 และ 1148.1 ดอกตามลำดับ แต่มากกว่าดอกเพศผู้ในกรรมวิธีควบคุมที่มี 1088.2 ดอก และสัดส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศของกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่จะพ่นสารกระตุ้นการออกดอก กรรมวิธีที่จะพ่นสารสะสมอาหาร และกรรมวิธีที่จะพ่นสารสะสมอาหารร่วมกับสารกระตุ้นการออกดอกมีค่า 4.2:1, 4.6:1, 5.0:1 และ 4.7:1 ตามลำดับ **(Table 2)**

**Table 2** Flower number and sex ratio of mango flowers before inflorescence removal

| Treatment | Male flower* | Perfect flower$^{ns}$ | Bud flower$^{ns}$ | Total flower$^{ns}$ | Male:Perfect flower |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | 1088.2 b | 261.7 | 150.5 | 1500.4 | 4.2:1 |
| Flower stimulation spraying | 1235.5 a | 267.2 | 116.4 | 1619.1 | 4.6:1 |
| Foliar fertilization spraying | 1148.1 ab | 231.6 | 108.5 | 1488.2 | 5.0:1 |
| Flower stimulation and foliar fertilization spraying | 1263.6 a | 267.6 | 119.0 | 1650.2 | 4.7:1 |
| P-value | 0.0003 | 0.180 | 0.065 | 0.176 | |

* Means followed by different letters within the column indicate significant different at P<0.05
ns Not significantly different

การเกิดช่อดอกชุดใหม่

การเกิดช่อดอกชุดใหม่ของต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่า ต้นมะม่วงทั้ง 4 กรรมวิธี มีจำนวนช่อดอกชุดใหม่ที่ระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีช่อดอกชุดใหม่ 28 ถึง 33 เปอร์เซ็นต์ **(Table 3)**

**Table 3** New inflorescence occurrence from mango plants which inflorescences were removed

| Treatment | New inflorescence (%) |
|---|---|
| Control | 31.0 |
| Flower stimulation spraying | 28.5 |
| Foliar fertilization spraying | 33.0 |
| Flower stimulation and foliar fertilization spraying | 28.0 |
| P-value | 0.246 |

ช่อดอกใหม่หลังปลิดช่อดอกในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่พ่นสารกระตุ้นการออกดอก กรรมวิธีที่พ่นสารสะสมอาหาร และกรรมวิธีที่พ่นสารสะสมอาหารร่วมกับสารกระตุ้นการออกดอกมีจำนวนดอกเพศผู้ 3.3, 18.0, 8.8, และ 13.8 ดอก ตามลำดับ มีดอกสมบูรณ์เพศ35.3, 52.0, 24.0 และ 59.2 ดอก ตามลำดับ มีดอกตูม 53.1, 58.8, 51.2 และ 58.7 ดอก ตามลำดับ จำนวนดอกรวม 39.4, 69.9, ดอก ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 72.9 และ 35.7 0.1:1 และสัดส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศ, 0.3:1, ตามลำดับ 0.2:1 และ 0.5:1 **(Table 4)**

**Table 4** Flower number and sex ratio of mango flowers after inflorescence removal

| Treatment | Male flower | Perfect flower | Bud flower | Total flower | Male:Perfect flower |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | 3.3 | 35.3 | 53.1 | 91.7 | 0.1:1 |
| Flower stimulation spraying | 18.0 | 52.0 | 58.8 | 128.8 | 0.3:1 |
| Foliar fertilization spraying | 8.8 | 24.0 | 51.2 | 84.0 | 0.4:1 |
| Flower stimulation and foliar fertilization spraying | 13.8 | 59.2 | 58.7 | 131.7 | 0.2:1 |
| **P-value** | 0.000 | 0.511 | 0.369 | 0.671 | |

การติดผลและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

การติดผลในช่อดอกชุดใหม่ในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่พ่นสารกระตุ้นการออกดอก กรรมวิธีที่พ่นสะสมอาหาร และกรรมวิธีที่พ่นสารสะสมอาหารร่วมกับสารกระตุ้นการออกดอกเท่ากับ 17.0 ถึง 34.0 เปอร์เซ็นต์ของยอดที่ศึกษา (40 ยอดต่อต้น) และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 3.3 ถึง 5.0 เปอร์เซ็นต์ของยอดที่ศึกษา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Table 5)**

**Table 5** Fruit set and harvestable fruit from new inflorescence of 'Namdokmai Sithong' mango after inflorescence removal and sprayed with different substances

| Treatment | Fruit set from studied shoot (%) | Harvested fruit from studied shoot (%) |
|---|---|---|
| Control | 17.0 | 3.3 |
| Flower stimulation spraying | 34.0 | 4.2 |
| Foliar fertilization spraying | 21.5 | 5.0 |
| Flower stimulation and foliar fertilization spraying | 17.0 | 5.0 |
| **P-value** | 0.748 | 0.199 |

**วิจารณ์ผลการทดลอง**

จากการศึกษาผลของการปลิดช่อดอกร่วมกับการพ่นสารสะสมอาหารทางใบและสารกระตุ้นการออกดอกต่อช่อดอกใหม่และการติดผลในการผลิตมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองล่าฤดู พบว่าความกว้างและความยาวของช่อดอก จำนวนเพศดอกโดยรวม สัดส่วนเพศดอก และการติดผล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ามะม่วงล่าฤดูในกรรมวิธีควบคุม (ไม่พ่นสาร) กรรมวิธีที่พ่นสารกระตุ้นการออกดอก กรรมวิธีที่พ่นสะสมอาหาร และกรรมวิธีที่พ่นสารสะสมอาหารร่วมกับสารกระตุ้นการออกดอก มีปริมาณช่อดอกชุดใหม่น้อยกว่าในฤดูกาลมาก การศึกษาการทำให้ดอกมะม่วงร่วงด้วยสารเอทธิฟอนของ นิสสา และ ธวัชชัย (2552) พบว่าช่อดอกที่เกิดขึ้นใหม่มีขนาดใกล้เคียงกับช่อดอกเดิมและจำนวนดอกต่อช่อน้อยกว่าช่อดอกเดิมแต่ก็มีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนดอกของช่อดอกเดิมก่อนทำให้ดอกร่วง การทดลองของนิสสาและธวัชชัยได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนช่อดอกใหม่เกิดช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคมซึ่งยังมีช่วงที่อุณหภูมิอากาศค่อนข้างเย็น ต่างกับในการทดลองนี้ซึ่งดำเนินการปลิดช่อดอกกลางเดือนกุมภาพันธ์และดอกชุดใหม่แทงช่อดอกในช่วงต้นเดือนมีนาคมซึ่งอากาศเริ่มร้อนมากแล้วจึงอาจทำให้ช่อดอกใหม่มีจำนวนดอกน้อย

ต้นมะม่วงที่ได้รับการปลิดช่อดอกมีการเกิดช่อดอกชุดใหม่อีกครั้งในระยะดอกบาน 100% หลังการปลิดช่อดอก 4 สัปดาห์ ในวันที่ 7 มีนาคม 2563 และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วง 20-24 สัปดาห์หลังการปลิดช่อดอกในวันที่ 27 มิถุนายนถึง 25 กรกฎาคม 2563 ซึ่งตรงกับข้อมูลของ ธวัชชัย (2556) ที่กล่าวว่า การเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะม่วงล่าฤดูเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนไปจนเดือนกรกฎาคม

นอกจากนี้การพ่นสารทางใบ คือ ชุดสารสะสมอาหาร ได้แก่ โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) สาหร่ายสกัด และแคลเซียมโบรอน และสารกระตุ้นการออกดอก ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (13-0-46) สาหร่ายสกัด และไทโอยูเรีย ร่วมกับการ

ปลิดช่อดอกที่ระยะดอกบาน100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่ส่งผลต่อขนาดของช่อดอกและสัดส่วนเพศดอกของช่อดอกชุดใหม่ ในขณะที่ อภิชาติ (2553) ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า การพ่นโพแทสเซียมไนเตรทเป็นวิธีการที่ให้ผลดีในการเร่งให้มะม่วงออกดอกได้ก่อนและหลังฤดูกาล สามารถกระตุ้นให้มะม่วงออกดอกอย่างมีประสิทธิภาพและออกดอกได้อย่างสม่ำเสมอ ในกรณีของงานทดลองนี้ ต้นมะม่วงในกรรมวิธีที่ได้รับการพ่นโพแทสเซียมไนเตรทมีการเกิดช่อดอกใหม่ 28.5 เปอร์เซ็นต์ (จาก 40 ยอดที่ศึกษา) ซึ่งถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับช่อดอกมะม่วงในฤดู และในจำนวนของช่อดอกใหม่มีการติดผลเพียง 3.3 ถึง 5.0 เปอร์เซ็นต์ของยอดที่ศึกษา การติดผลน้อยอาจเกิดจากกรณีเช่นการศึกษาของ รัตนาวรรณ (2532) อ้างโดย จิรัชญา (2542) ที่พบว่าอุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียสมีผลทำให้เกสรเพศผู้ตาย และธวัชชัย (2556) กล่าวว่า ช่อดอกที่ได้รับการปรับเลื่อนให้ออกล่าช้าแล้วดอกบานในเดือนเมษายน มีโอกาสได้รับความเสียหายจากอุณหภูมิที่สูงในฤดูร้อน หรือพายุฝนต้นฤดู ซึ่งในทางการค้าแม้ว่าการปลิดช่อดอกในฤดูออกเพื่อให้เกิดช่อดอกชุดใหม่ทำให้ได้ผลผลิตล่าฤดูที่มีราคาสูงแต่ก็ไม่คุ้มค่ากับผลผลิตที่มีปริมาณน้อยกว่าในฤดูกาลมาก

**สรุปผลการทดลอง**

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการพ่นสารสะสมอาหารและสารกระตุ้นการออกดอกไม่มีผลต่อการแทงช่อดอกใหม่และการติดผลของต้นมะม่วงที่ได้รับการปลิดช่อดอกที่ระยะดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ การปรับเวลาและจำนวนครั้งในการพ่นสารสะสมอาหารร่วมกับการให้ปุ๋ยทางดินอาจช่วยให้มะม่วงที่ได้รับการปลิดช่อดอกออกดอกชุดใหม่และติดผลล่าฤดูมากขึ้นจึงยังต้องมการศึกษาทดลองต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**


จิรัชญา ช่อมะม่วง. 2542. การศึกษาความงอกและละอองเกสรในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4, เขียวเสวย และโชคอนันต์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ. 2556 การผลิตล่าฤดู. น. 345-357. *ใน* ธวัชชัย รัตน์ชเลศ วิลาวัลย์ คำปวน และ ธีรนุช เจริญกิจ (ผู้รวบรวม). มะม่วง การผลิตและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา, เชียงใหม่.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และฉันทลักษณ์ ติยายน. 2553. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 3 วิสาหกิจชุมชุนกลุ่มส่งออกมะม่วงตำบลโป่งตาลอง. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 105 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และฉันทลักษณ์ ติยายน. 2560. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 2 วิสาหกิจชุมชนชมรมผู้ปลูกมะม่วงจังหวัดเชียงใหม่ พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 93 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และรุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2552. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 1 ชมรมผู้ปลูกมะม่วงอำเภอเนินมะปราง. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 88 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และรุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2553. พัฒนามะม่วงไทยก้าวไกลสู่มะม่วงโลก. งานประชาสัมพันธ์และบริการวิชาการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 148 หน้า.

นิสสา หวานเสนาะ และธวัชชัย รัตน์ชเลศ. 2552. ประสิทธิผลของเอทธิฟอนเพื่อชักนำการหลุดร่วงของช่อดอดกมะม่วงน้ำดอกไม้. วารสารเกษตร 25(2): 115-124.

รัตนาวรรณ วิเศษ. 2532. การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อการติดผลและการใช้สารเคมี ควบคุมการติดผล และการหลุดร่วงของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 49 หน้า.

ศรัญญา ใจพะยัก. 2554. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อการเก็บเกี่ยวล่าฤดู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 120 หน้า.

อภิชาติ ศรีสอาด. 2553. 8 เซียน มะม่วงนอกฤดู. บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

Issarakraisila, M., and J.A. Considine. 1991. Studies on induction of secondary Inflorescences by deblossoming to delay flower in mango trees. Acta Horticulturae 291: 198-206.

Kulkarni, V.J., and A. Rameshwar. 1989. Effect of deblossoming and defruiting on off-season flowering and fruiting in mango (Mangifera indica L.). Scientia Horticulturae 39(2): 143-148.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของการห่อผลต่อคุณภาพของลิ้นจี่พันธุ์ นพ. 1

# Effects of fruit bagging on qualities of lychee cv. Nakhon Phanom 1 (*Lichi chinensis* cv. Nakhon Phanom 1)

**ชัชวาล แสงฤทธิ์[1*], สุรชัย นามิ่ง[1] และ ฉัตรพงษ์ พลขันธ์[1]**

**Chadchawarn Sangrit[1*], Surachai Naming[1] and Chatphong PhonKhan[1]**

*[1] Section of Plant Science Faculty of Agriculture and Technology Nakhon Phanom [1] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม 103 ต. ขามเฒ่า อ. เมือง จ. นครพนม 48000*
*University 103, Khamtao, Muang, Nakhon Phanom, 48000*

**บทคัดย่อ:** การห่อผลเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น ลดการเข้าทำลายของแมลง และเพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพของผลผลิต ลิ้นจี่ นพ. 1 ซึ่งเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญที่ขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ของจังหวัดนครพนม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุการห่อผลที่แตกต่างกันต่อคุณภาพผลผลิตของลิ้นจี่ พันธุ์ นพ.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ.ๆ 10 ช่อ อายุประมาณ 30-45 หลังติดผล โดยทำการเปรียบเทียบ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ไม่ห่อผล ห่อผลด้วยถุงพลาสติกขาวขุ่น กระดาษคาร์บอน ถุงใยผ้าสีขาว กระดาษขาวผิวมัน กระดาษขาว (เปิดก้น) และถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองไม้ผล สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม ผลการศึกษา พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อการพัฒนาของเมล็ด แต่พบว่า การห่อผลด้วยวัสดุถุงใยผ้า และกระดาษขาวผิวมัน มีคุณภาพการบริโภคโดยรวมดีที่สุด คือ มีขนาดผล (น้ำหนักต่อผล ความกว้าง และความยาว) ความหนาเนื้อ และน้ำหนักเนื้อ แต่อย่างไรก็ตาม การไม่ห่อผล หรือการห่อผลด้วยกระดาษขาว (เปิดก้น และถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) ให้ค่าสารละลายของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids, TSS) สูงที่สุด ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุห่อผลที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพการบริโภคของลิ้นจี่พันธุ์ นพ. 1 ได้
**คำสำคัญ:** สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์; คุณภาพผล; ไม้ผลกึ่งหนาว

**ABSTRACT:** Bagging had been reported to aid in improving fruit quality and prevent insect infestation, which that is enhancing the fruit quality of the Geographic indication (GI) of lychee cv. `Nakhon Phanom 1`. The present study aimed to compare the effects of different type of bagging materials on the fruit qualities of lychee cv. `Nakhon Phanom 1`. Randomized complete block design (RCBD) was used and replicated 3 times with 10 clusters/treatment at 30-45 days after fruit set. 7 treatments were designed: 1) no bagging (control), 2) white plastic bag, 3) carbon bag, 4) white net bag, 5) white glossy bag, 6) white bag (bottom-opened), and 7) brown bag (back colour inside). Lychee experimental field of the department of plant science at Nakhon Phanom University was caried out. The results revealed that all bagging materials were not significant of seed size. The white net bag and the white glossy bag had good qualities, i.e., fruit size (fruit weight, width and length of fruit), flesh thickness and flesh weight. However, the control, white bag (bottom-opened), and brown bag (back colour inside) gave the highest total soluble solids (TSS). Therefore, situate bagging materials can be used as a supplement to increase some fruit qualities of lychee cv. `Nakhon Phanom 1`.
**Keywords:** geographical indication; fruit quality; sub-tropical fruit

## บทนำ

ลิ้นจี่ (Lychee, Lichi; *Litchi chinensis*) เป็นพืชเศรฐกิจที่สำคัญของไทย มีพื้นที่เพาะปลูกที่สำคัญในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ที่ให้ผลผลิตทั้งประเทศ ในปี 2565 รวมประมาณ 99,942 ไร่ และยังเป็นผลไม้ที่มีการส่งออกไปยังต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่า 27 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศไทย มีหลากหลายพันธุ์ พันธุ์ที่ได้รับความนิยม เช่น ฮงฮวย จักรพรรดิ ค่อม เป็นต้น ผลผลิตจะมีในช่วงเดือน เมษายน-มิถุนายน และด้วยความโดดเด่นของลักษณะเด่นของลิ้นจี่ มีผลสีแดง เนื้อขาว ฉ่ำน้ำ รสชาติเปรี้ยวอมหวานจึงเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งยังสามารถแปรรูปในลักษณะที่หลากหลาย เช่น ลิ้นจี่กระป๋อง เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น

* Corresponding author: chdhort@npu.ac.th

ลิ้นจี่ นพ. 1 เป็นลิ้นจี่พันธุ์เบา ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทำการคัดเลือกจากการกลายพันธุ์ มีลักษณะเด่น คือ ให้ผลผลิตในช่วงเดือนเมษายน มีรสหวานอมเปรี้ยว ไม่ฉ่ำน้ำ ขนาดของผลใหญ่ 3.65 – 4.40 เซ็นติเมตร น้ำหนักผลประมาณ 26.82 กรัมต่อผล จำนวน 33 - 38 ผลต่อกิโลกรัม อัตราส่วนของเนื้อ:เปลือก:เมล็ด 5:0.8:1 สีของเปลือกผลเมื่อแก่จัดสีแดงเรื่อ หนามทู่ รูปร่างของผลทรงไข่ ไหล่ของผลกว้าง ลิ้นจี่ นพ. 1 เป็นไม้ผลที่มีชื่อสียงของจังหวัดนครพนม และจดทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดนครพนม (GI) นอกจากนี้ยังปลูกได้ดีในพื้นที่ใกล้เคียง เช่น สกลนคร หนองคาย เลย มุกดาหาร และอุบลราชธานี จะออกดอกในเดือนธันวาคม และเก็บเกี่ยวได้ในเดือนเมษายน จะติดผลได้ดีในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 2 สัปดาห์ ราคาสำหรับเกษตรกรกิโลกรัมละ 100-150 บาท อายุต้นลิ้นจี่ 4 ปี สามารถให้ผลผลิตได้ 8 กิโลกรัม/ต้น/ปี และสามารถให้ผลผลิตได้มากกว่า 50 กิโลกรัมต่อต้น เมื่ออายุมากกว่า 10 ปี สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การผลิตลิ่นจี่ประมาณ 3,529 ไร่ เฉพาะในจังหวัดนครพนมมีพื้นที่การเพาะปลูกคิดเป็นร้อยละ 80 ของพื้นที่การผลิตทั้งหมดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในปีการผลิต 2565 นครพนมมีพื้นที่การผลิตลิ้นจี่ รวม 2,401 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองนครพนม ประมาณ 1,830 ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วง 3-5 ปีที่ผ่านมา พื้นที่การผลิตลิ้นจี่จังหวัดนครพนมประสบปัญหาผลผลิตมีความผันผวนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (ผลผลิตปี 2565 เฉลี่ย 1,918 ตัน) (สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม, 2566; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) นอกจากนี้คุณภาพของลิ้นจี่ นพ.1 ยังเป็นปัญหาในระบบการผลิตโดยรวม ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ปัจจัยการผลิตราคาสูง ดอกร่วง หนอนเจาะขั้วผล เนื้อผลบาง เนื้อผลไม่สมบูรณ์ และการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น ซึ่งผลผลิตจะสูญเสีย ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสียจากขั้นตอนการคัดคุณภาพ (ตกเกรด ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์) การห่อผล (bagging) เป็นอีกวิธีการที่ช่วยให้คุณภาพของลิ้นจี่ดีขึ้น ลดการรบกวนจากแมลง (แมลงวันผลไม้) โรคบางชนิด (Fumuro and Gamo, 2001) นอกจากนี้การห่อผลยังทำให้การรักษาอุณภูมิบริเวณผิวผลมีความสม่ำเสมอส่งผลต่อความหนาของเปลือก สีเปลือก (Hu *et al.*, 2001) ยังมีผลต่อการพัฒนาของเนื้อผล ความหวาน (Amarante *et al.*, 2002) อีกทั้งการห่อผลยังสามารถป้องกันสารเคมีที่ใช้ภายในแปลง มีรายงานการห่อผลในลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย สามารถทำให้ผลผลิตของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยดีขึ้นในระดับที่น่าพอใจ (วีรเดช และพิทยา, 2550) แต่อย่างไรก็ตาม ในการห่อผลในลิ้นจี่ นพ. 1 ยังไม่ได้รับความนิยมจากเกษตรกร รวมทั้งยังไม่มีวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการห่อผล จึงทำให้ผลผลิตในบางช่วงเกิดความเสียหาย และไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาวัสดุที่เหมาะสมต่อผลผลิตและคุณภาพของการผลิตลิ้นจี่ นพ. 1

## วิธีการศึกษา

### การเลือกและห่อผลลิ้นจี่

ทำการคัดเลือกต้นลิ้นจี่พันธุ์ นพ. 1 จากแปลงทดลอง โดยต้นลิ้นจี่มีขนาดทรงพุ่ม ประมาณ 5 เมตร มีการจัดการการให้ปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น ระยะในการเลือกผลสำหรับการทดลอง โดยเลือกผลลิ้นจี่ในระยะติดผล อายุ 30-45 วัน (ความกว้างผลประมาณ 15 มิลลิเมตร) ทำการเลือกช่อผลลิ้นจี่ที่มีจำนวน 5 ผลต่อช่อขึ้นไป ใช้กรรไกรตัดแต่งช่อผลและใบ โดยตัดแต่งผลลิ้นจี่ที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์ ผลไม่สม่ำเสมอ ไม่ได้คุณภาพ และเป็นโรคออก และเลือกช่อผลที่อยู่ภายนอกทรงพุ่ม ทำการรวบช่อผลสอดเข้าถุงและปิดปากถุงด้านบนแล้วมัดให้เรียบร้อย ตามชนิดของถุง

### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Completely Block Design, RCBD) โดยมี 7 กรรมวิธี (Treatment) จำนวน 3 ซ้ำ (ต้น) (Replication) รวมเป็น 21 หน่วยทดลอง ซ้ำละ 10 ห่อต่อกรรมวิธี โดยทำการทดลองที่ หมวดไม้ผล สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม ช่วงเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน 2564 มีกรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 (T1) ไม่ห่อผล (ควบคุม); กรรมวิธีที่ 2 (T2) ห่อผลด้วยถุงพลาสติกขาวขุ่น; กรรมวิธีที่ 3 (T3) ห่อผลด้วยกระดาษคาร์บอน; กรรมวิธีที่ 4 (T4) ห่อผลด้วยถุงใยผ้า; กรรมวิธีที่ 5 (T5) ห่อผลด้วยถุงกระดาษสีขาว; กรรมวิธีที่ 6 (T6) ห่อผลด้วยถุงกระดาษสีขาวเปิดก้น และกรรมวิธีที่ 7 (T7) ห่อผลด้วยกระดาษสีน้ำตาล (ด้านในสีดำ)

### การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บบันทึกข้อมูลผลของลิ้นจี่พันธุ์ นพ.1 หลังจากห่อผลแล้ว 45 วัน **(Figure 1)** โดยสุ่มลิ้นจี่ 10 ผลต่อกรรมวิธี ได้แก่ น้ำหนักของผล ขนาดของผล ความหนาเปลือก ขนาดเมล็ด น้ำหนักของเนื้อ น้ำหนักของเมล็ด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid; TSS)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษา ตามแผนการทดลอง Randomized Completely Block Design, (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant difference (LSD) ด้วยโปรแกรม STATISTIC version 8

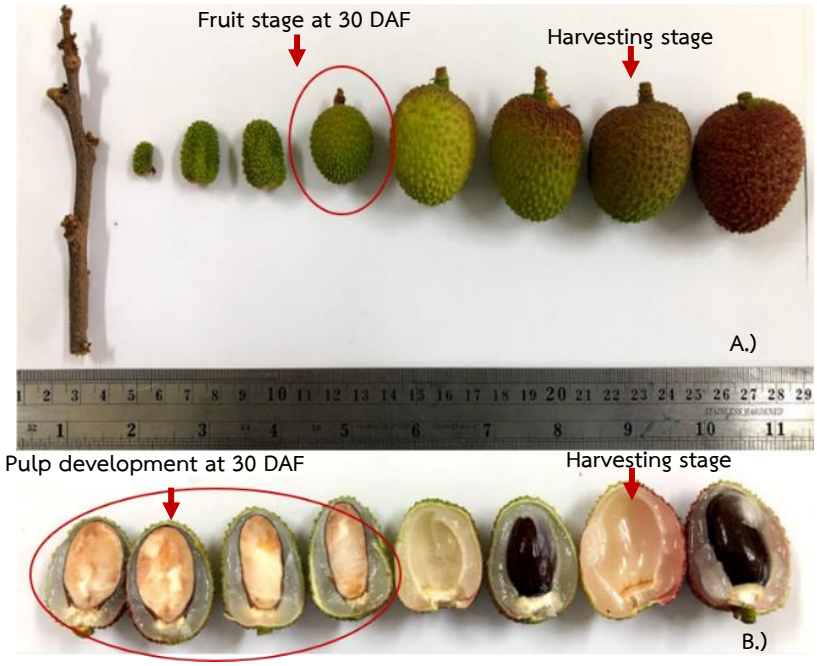



**Figure 1** Fruit stage at 30 days after fruit setting (DAF) of lychee cv. Nakhon Phanom 1; A) Fruit development (flowering to harvesting stage), and B) flesh development at 30 DAF to harvesting stage

**ผลการศึกษา**

จากการทดลองชนิดของถุงห่อผลลิ้นจี่ พันธุ์ นพ. 1 ทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกขาวขุ่น กระดาษคาร์บอน ถุงใยผ้า ถุงกระดาษสีขาว ถุงกระดาษเปิดก้น กระดาษน้ำตาล (ด้านในสีดำ) โดยทำการห่อผลที่ระยะติดผลหลัง 30 วัน พบว่า ทุกลักษณะที่ทำการบันทึก มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ยกเว้นลักษณะของเมล็ด คือ น้ำหนักและขนาดของเมล็ด ดังนี้

น้ำหนักผล พบว่า ลิ้นจี่ที่ห่อด้วย ถุงกระดาษคาร์บอน ถุงใยผ้า และกระดาษขาวผิวมัน มีน้ำหนักผลเฉลี่ยสูงสุด ประมาณ 35.30-38.87 กรัมต่อผล เมื่อเปรียบเทียบวัสดุอื่นที่ห่อผล คือ ไม่ห่อผล (ควบคุม) ถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) กระดาษขาวเปิดก้น และถุงพลาสติกขาวขุ่น (13.28 21.98 22.19 และ 23.89 กรัมต่อผล ตามลำดับ) เช่นเดียวกับขนาดผล พบว่า การห่อผลด้วยกระดาษคาร์บอน ถุงใยผ้า และกระดาษขาวผิวมัน ผลของลิ้นจี่มีการพัฒนาสูงสุด (ขนาดใหญ่ที่สุด) มีความกว้างเฉลี่ย เท่ากับ 39.10 40.48 และ 40.03 มิลลิเมตร ตามลำดับ และความยาวผลเฉลี่ย เท่ากับ 46.25, 46.55 และ 40.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดผลที่ใหญ่กว่าการไม่ห่อผล (ควบคุม) ในส่วนของเมล็ด พบว่า วัสดุห่อผลที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการพัฒนาขนาดของเมล็ดลิ้นจี่ นพ.1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย เท่ากับ 4.48 กรัมต่อเมล็ด ความกว้าง และยาวเมล็ดเมล็ด เฉลี่ย เท่ากับ 17.17 และ 30.61 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ความหนาของเปลือก พบว่า เปลือกของลิ้นจี่จากการทดลอง มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.16 มิลลิเมตร โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการห่อผล ทั้ง 7 กรรมวิธี โดยลิ้นจี่ที่ห่อด้วยกระดาษคาร์บอนมีความหนาของเปลือกสูงสุด (2.40 มิลลิเมตร) รองลงมาคือ ผลที่ห่อด้วย ถุงพลาสติกขาวขุ่น ถุงใยผ้า กระดาษขาวผิวมัน กระดาษขาว (เปิดก้น) (1.62, 1.76, 1.80 และ 1.55 มิลลิเมตร ตามลำดับ) และผลที่ห่อด้วยถุงพลาสติกขาวขุ่น ถุงใยผ้า กระดาษขาวผิวมัน กระดาษขาว (เปิดก้น) มีเปลือกหนาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ค่าระหว่าง 1.55-1.80 มิลลิเมตร) ทั้งนี้ผลลิ้นจี่ที่ห่อด้วยถุงใยผ้าและกระดาษขาวผิวมัน ส่งผลให้ลิ้นจี่มีเนื้อที่หนามากสุด เฉลี่ย 9.45 และ 8.91 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือการห่อด้วยกระดาษคาร์บอน (7.63 มิลลิเมตร) **(Figure 2)** เช่นเดียวกับลักษณะน้ำหนักเนื้อ พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ห่อด้วย กระดาษขาวผิวมัน ส่งผลให้ลิ้นจี่มีน้ำหนักเนื้อสูงสุด เฉลี่ย 25.14 กรัมต่อผล รองลงมา คือ ถุงใยผ้า มีน้ำหนักเนื้อ เฉลี่ย 24.23 กรัมต่อผล และกระดาษคาร์บอน (20.98 กรัมต่อผล) ส่วนวัสดุอื่น ๆ ที่ห่อผล มีผลต่อน้ำหนักเนื้อเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (ไม่ห่อผล, ถุงพลาสติกขาวขุ่น, กระดาษขาว (เปิดก้น และ ถุงน้ำตาล (ด้านในเปิดก้น) (ค่าเฉลี่ยระหว่าง 11.27-13.15 กรัมต่อผล) ค่า Total soluble solid (TSS; °brix) พบว่า ลิ้นจี่ที่ห่อผลด้วย กระดาษขาว (เปิดก้น) ถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) และการไม่ห่อผล มีผลทำให้ค่า

TSS ของลิ้นจี่สูงที่สุด เฉลี่ย 19.63, 19.58 และ 18.42 %brix ตามลำดับ และวัสดุอื่น ๆ ได้แก่ ถุงพลาสติกขาวขุ่น กระดาษน้ำตาล (คาร์บอน) ถุงใยผ้า และกระดาษขาวผิวมัน มีค่า TSS ไม่แตกต่างกัน อยู่ระหว่าง 17.15-17.52 °brix **(Table 2)**

**Figure 2** Appearance of pericarp, pulp and seed with seven treatments at 45 days after bagging of lychee cv. Nakhon Phanom 1; A) No bagging (control), B) White plastic bag, C) Carbon bag, D) White net bag, E) White glossy bag, F) White bag (bottom-opened), and G) Brown bag (back colour inside)

**วิจารณ์**

จากการทดลอง พบว่า การห่อผลด้วยวัสดุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการพัฒนาของเมล็ดลิ้นจี่ นพ. 1 ซึ่งขนาด (กว้างและยาวเมล็ด) (11.33 และ 8.68 มิลลิเมตร) และน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 27.10 กรัมต่อผล แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยภายนอกไม่มีผลต่อการพัฒนาของเมล็ดลิ้นจี่ แต่พบว่า วัสดุห่อผลที่ต่างกันทำให้คุณภาพของลิ้นจี่ นพ. 1 ต่างกัน ซึ่งการห่อผลลิ้นจี่ด้วยกระดาษคาร์บอน ถุงใยผ้า และกระดาษขาวผิวมัน ผลจะมีขนาดผลที่ใหญ่กว่าการไม่ห่อและห่อด้วยถุงพลาสติกขาวขุ่น กระดาษขาว(เปิดก้น) และถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) โดยช่อผลที่ไม่ห่อผล (ควบคุม) จะมีขนาดเล็กที่สุด (13.28 กรัม) ทั้งนี้การเพิ่มขนาดของผลเกิดจากการเพิ่มในส่วนของการพัฒนาเนื้อผล ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกวัสดุที่ห่อผล ด้วยการจัดการผลผลิตด้วยการห่อผลจะมีผลดีผลต่อผลผลิตที่อยู่ภายในต้น หรือทรงพุ่ม สามารถรักษาความชื้นในผลไว้ได้ดีกว่าการไม่ห่อผล เนื่องจากลดปัญหาการคายน้ำของผลที่ได้รับแสงโดยตรง อีกทั้งลดปัญหาอาการไหม้ของผิวผล (sun burned) เนื่องจากความเข้มแสงสูงเกินไป (Tombesi *et al*., 1993) นอกจากนี้พบว่า วัสดุกระดาษคาร์บอน และกระดาษขาวผิวมัน เป็นวัสดุที่สามารถสะท้อนความร้อนได้ดี ส่วนวัสดุชนิดถุงใยผ้า ที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะโปร่ง ระบายอากาศได้ดี ทำให้อุณหภูมิบริเวณผิวต่ำกว่าวัสดุอื่น (Ali *et al*., 2021) และลักษณะถุงที่จัดทำขึ้นพิเศษที่เคลือบคาร์บอนจะสามารถพรางและสะท้อนแสงได้ดีเช่นกัน ทำให้การพัฒนาของผลไม่เกิดความเครียดจากความร้อนสะสม ผลลิ้นจี่มีการพัฒนาได้อย่างเต็มที่ (วุฒิเดช และพิทยา, 2550) ซึ่งทำให้ผลผลิตและคุณภาพของลิ้นจี่ นพ.1 อยู่ในระดับดี โดยองค์ประกอบของคุณภาพผล (ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ น้ำหนักเนื้อ) พบว่า มีความสอดคล้องกับขนาดของผล โดยเปลือกของลิ้นจี่ นพ. 1 หนาที่สุด เมื่อห่อด้วยกระดาษคาร์บอน ซึ่งอาจจะมีผลมาจากความเข้มแสงไม่เพียงพอและอุณหภูมิที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ เนื่องจากมีชั้นของกระดาษและแผ่นคาร์บอน 2 ชั้น ทำให้การพัฒนาของเปลือกผลมีอัตราที่สูงกว่าการพัฒนาเนื้อผลกว่าวัสดุอื่น และการใช้ถุงใยผ้าและกระดาษขาวผิวมัน ให้ลิ้นจี่ นพ. 1 มีเนื้อที่หนา และมีน้ำหนักมากที่สุด อาจเนื่องมากจากวัสดุดังกล่าวทำให้ปัจจัยการเจริญเติบโตที่สำคัญ เช่น แสง สามารถทะลุผ่านได้ดีกว่า ซึ่งเป็นความเข้มแสงที่เหมาะสมทำให้การพัฒนาของผลได้ค่อนข้างดี (Thorpe, 1974) นอกจากนี้ยังพบว่า การห่อผลและไม่ห่อผลมีผลต่อการสุกแก่ หรือการสังเคราะห์เม็ดสีบริเวณผิวผลได้แตกต่างกัน โดยการห่อผลจะมีการพัฒนาสีผิวผลที่ดีกว่าการไม่ห่อผล ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต เช่นเดียวกับการห่อผลในแอบเปิ้ล ทั้งนี้ยังพบว่า การใช้วัสดุที่มีสีแตกต่างกัน โดยการใช้ถุงห่อลิ้นจี่ ชนิดสีขาว (polyester) ทำให้องค์ประกอบทางเคมี และองค์ประกอบอื่น ๆ ของลิ้นจี่ ได้แก่ การแตกของผลลดลง ขนาดผลมีความแตกต่าง สัดส่วนของเนื้อผลสูงขึ้น รวมทั้งปริมาณน้ำตาลชนิด reducing sugars, non-reducing sugars ปริมาณกรดแอสคอบิค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Shama *et al.,* 2013) และเมื่อพิจารณาลักษณะองค์ประกอบของผลผลิตและคุณภาพที่ทำการทดลอง มีค่าใกล้เคียงค่าขนาดผลมาตรฐานประจำพันธุ์ที่รายงานโดย กรมวิชาการเกษตร (2558) นอกจากนั้น การห่อผลโดยใช้วัสดุต่างชนิดกัน ยังทำให้ผลลิ้นจี่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการไม่ห่อผล การห่อด้วยกระดาษขาว (เปิดก้น) และถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด (18.42 19.63 และ 19.58 °brix ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตามการห่อผลด้วยกระดาษขาว (เปิดก้น) และถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) มีแนวโน้มค่า TSS สูงกว่าการไม่ห่อผลและการห่อผลด้วยวัสดุอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ Pal *et al*. (2016) ทำการทดลองห่อผลลิ้นจี่พันธุ์ Rose Scented ก่อนเก็บเกี่ยว 14 วัน จะเพิ่มค่า TSS ได้ และ วุฒิเดช และพิทยา (2550) พบว่า การห่อผลลิ้นจี่ฮงฮวยด้วยถุงห่อผลไม้สีขาว มีปริมาณ TSS และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้สูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระดาษขาว (เปิดก้น) และถุงน้ำตาล (ด้านในสีดำ) สภาพแวดล้อมบริเวณผิวผล (microclimate) ได้รับปริมาณแสงที่พอเหมาะต่อการสังเคราะห์กรดและน้ำตาล (Ali *et al*., 2021) การสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้สังเคราะห์น้ำตาลได้มากและมีน้ำตาลสะสมที่ผลไว้มาก (Patel et al., 2020)

**สรุป**

การห่อผลลิ้นจี่พันธุ์ นพ. 1 ด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อการพัฒนาของเมล็ด แต่พบว่า การห่อผลด้วยวัสดุถุงใยผ้า และกระดาษขาวผิวมัน มีคุณภาพการบริโภคโดยรวมดีที่สุด คือ มีขนาดผล (น้ำหนักต่อผล ความกว้าง และความยาว) ความหนาเนื้อ และน้ำหนักเนื้อมีค่าเฉลี่ยสูง

**เอกสารอ้างอิง**

กรมวิชาการเกษตร.2558 การพัฒนาการผลิตลิ้นจี่พันธุ์นครพนม 1. แหล่งข้อมูลhttps://www.doa.go.th/research/showthread. ค้นเมื่อ 31 มกราคม 2564.

วุฒิเดช บุรีรักษ์ และพิทยา สรวมศิริ. 2550. ผลของการห่อช่อผลที่มีต่อการเติบโตและการสุกของผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย. วารสารเกษตร. 23(1): 1-9.

สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม. 2566. ข้อมูลด้านการเกษตร. แหล่งข้อมูล: https://nakhonphanom.doae.go.th/province/?page_id=226. ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2566.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ลิ้นจี่; เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2561–2565. แหล่งข้อมูล: https://mis-app.oae.go.th/product/%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B5%E0%B9%88 ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2566.

Ali, M. M., R., Answer, A. E., Yousef, B., Li, A., Luvisi, L. D., Bellis, A. Aprile, and F. Chen. 2021. Influence of bagging on the development and quality of fruits. Plants. 10: 1-16.

Amarante, C., N. H. Banks, and S. Max. 2002. Pre-harvest bagging improves packout and fruit quality of pears (*Pyrus communis*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 30: 93-98.

Fumuro, M., and H. Gamo. 2001. Effects of bagging on the occurrence of black stain on the skin of 'Shinsyu' persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown under film. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 70(2): 261-263.

Hofman, P.J., L G. Smith, D.C. Joyce, G.I. Johnson, and G. F. Melburg. 1995. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. Keitt) fruit influences fruit quality and mineral composition. Postharvest Biology and Technology 12: 83-91.

Hu, G., D. Chen, and P. Li. 2001. Effects of bagging on fruit coloration and phenylalanine ammonialyase and polyphenol oxidase in Feizixiao' Litchi. Acta Hort. 558: 273-278.

Pal, M., R. L. Lal, P. Nautiyal, and P. Joshi. 2016. Effect of chemicals and physical means on harvesting span, yield and quality of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cv. Rose Scented. Journal of Applied Horticulture. 18: 71-75.

Patel, D. P., D. Prahlad, and Y. K. Patel. 2020. Effect of fruit bagging on yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). International Journal of Chemical Studies. 8(5): 2191-2197.

Shah, G., S. Chand, R. Srivastava, R. Kumar, and R. Sharma. 2020. Effect of pre harvest fruit bagging on the physicochemical properties of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) CV. rose scented. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 9(1): 1812-1819.

Shama, R. R., R. K. Pal, R. Asrey, V. R. Sagar, M. R. Dhiman, and M. R. Rana. 2013. Pre-harvest fruit bagging influences fruit color and quality of apple cv. Delicious. Agricultural Sciences. 4(9): 443-448.

Thorpe, M.R. 1974. Radiant heating of apples. Journal applied ecology and Environmental research. 11: 755–760.

Tombesi, A., E. Antognozzi, and A. Palliotti. 1993. Influence of light exposure on characteristics and storage life of kiwifruit. New Zealand J. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 21: 185- 190.

**Table 1** Mean of fruit yield characterization of of lychee cv. Nakhon Phanom 1 with 7 treatments

| Treatment | Fruit weight (g.)[1] | Fruit size (mm.) | | Seed weight (g.) | Seed size (mm.) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Width | Length | | Width | Length |
| T1; No bagging (control) | 13.28b | 29.91b | 33.73b | 3.67 | 14.85 | 29.22 |
| T2; White plastic bag, | 23.89b | 33.16b | 39.41b | 4.44 | 17.04 | 29.45 |
| T3; Carbon bag | 35.30a | 39.10a | 46.25a | 5.07 | 17.57 | 30.66 |
| T4; White net bag | 38.18a | 40.48a | 46.55a | 5.38 | 17.48 | 32.72 |
| T5; White glossy bag | 38.87a | 40.03a | 46.01a | 5.84 | 17.97 | 32.43 |
| T6; White bag (bottom-opened) | 22.19b | 32.85b | 39.19b | 4.99 | 17.85 | 29.93 |
| T7; Brown bag (back colour inside) | 21.98b | 31.42b | 37.61b | 4.79 | 17.46 | 29.85 |
| **Mean** | 27.67 | 35.28 | 41.25 | 4.88 | 17.17 | 30.61 |
| **CV (%)** | 14.47 | 6.17 | 6.11 | 27.10 | 11.33 | 8.68 |
| **F-test** | ** | ** | ** | ns | ns | ns |

[1] Values within a column followed by the same letter are not significantly different, ns= not significantly different, ** = significant at *P<0.01*

**Table 2** Mean of fruit qualities characterization of of lychee cv.`Nakhon Phanom 1 with 7 treatments

| Treatment | Pericarp thickness (mm.) | Pulp thickness (mm.) | Flesh weight (g.) | Total Soluble Solid (% brix) |
|---|---|---|---|---|
| T1; No bagging (control) | 1.01c | 5.55b | 11.27c | 18.42ab |
| T2; White plastic bag, | 1.62bc | 6.80b | 12.40c | 17.22b |
| T3; Carbon bag | 2.40a | 7.63b | 20.98b | 17.15b |
| T4; White net bag | 1.76b | 9.45a | 24.23ab | 17.25b |
| T5; White glossy bag | 1.80b | 8.91a | 25.14a | 17.52b |
| T6; White bag (bottom-opened) | 1.55bc | 7.28b | 12.15c | 19.63a |
| T7; Brown bag (back colour inside) | 1.35c | 6.42b | 13.15c | 19.58a |
| **Mean** | 1.66 | 7.43 | 17.05 | 18.11 |
| **CV (%)** | 13.55 | 16.69 | 17.20 | 7.64 |
| **F-test** | ** | ** | ** | ** |

[1] Values within a column followed by the same letter are not significantly different, ** = significant at *P<0.01*

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของสาร NAA ต่อการติดผลและคุณภาพผลของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า

# Effects of NAA on fruit setting, and fruit quality of marian plum (*Bouea macrophylla*) cv. Toon Klaow

**นุชนาฏ ภักดี[1,2*], นพรัตน์ อินถา[1], มงคล ศิริจันทร์[1,2] และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท[1,2]**
**Nutchanat Phakdee[1,2*], Noppharat Intha[1], Mongkon Sirijan[1,2] and Peerasak Chaiprasart[1]**

*[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000*
*[1]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000*
*[2]สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000*
*[2]Center of Excellence in Postharvest Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000*

**บทคัดย่อ:** ศึกษาการใช้สาร NAA (Naphthyl acetic acid) ที่มีผลต่อการออกดอก ติดผล และคุณภาพมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า โดยใช้สาร NAA ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันฉีดพ่นในระยะแทงช่อดอก จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 10 วัน ดังนี้ ฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 50, 100 และ 150 ppm เปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นสาร (ชุดควบคุม) หลังจากนั้นทำการเก็บเกี่ยวผลมะยงชิดที่อายุประมาณ 85-90 วัน หลังจากดอกบาน นำมาตรวจวัดคุณภาพผล ผลการทดลองพบว่าต้นมะยงชิดเริ่มออกดอกในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ย 20-25 °C และค่า C/N ratio ในใบอยู่ในช่วง 19.94 - 22.35 ในฤดูกาลผลิต 2564/65 พบว่าการฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 100 และ 150 ppm มีความเหมาะสมในการฉีดพ่นมะยงชิดในระยะแทงช่อดอก โดยพบว่ามีความยาวช่อดอก และจำนวนผลต่อช่อมากกว่าชุดควบคุม รวมถึงคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ได้แก่ น้ำหนักผล ความกว้างผล ความแน่นเนื้อของผลรวมเปลือกและความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือกมากกว่าการไม่ฉีดพ่นสาร
**คำสำคัญ:** มะยงชิด; การออกดอก; คุณภาพ

**ABSTRACT:** Effects of NAA (Naphthyl acetic Acid) on flowering, fruit setting, and quality of Marian plum (*Bouea Macrophylla*) cv. Toon Klaow. Using different concentrations of NAA, at 50, 100 and 150 ppm, sprayed at the inflorescence protruding stage two times, 10 days apart, compared with no spraying (control). After that, Marian plum fruits were harvested for quality evaluation at 85-90 days after flowering. The results showed that the Marian plum started flowering at an average temperature of 20-25 °C and the C/N ratio in the leaves was 19.94 - 22.35. In 2021/22 production season, it was found that NAA spraying at a concentration of 100-150 ppm was appropriate for spraying Marian plum at the inflorescence protruding stage. There is a length of inflorescence and the number of fruits was more than the control. Including physical and chemical qualities such as weight, width, firmness of fruit with peel, and pulp more than without spraying.
**Keywords:** marian plum; flowering; fruit quality

## บทนำ

มะยงชิดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยผลผลิตออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – เดือนมีนาคม แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ นครนายก อ่างทอง ปราจีนบุรี นครสวรรค์ พิจิตร สุโขทัย อุตรดิตถ์ ชัยนาท กำแพงเพชร เป็นต้น แต่ปัญหาที่พบในการผลิตมะยงชิดคือ อุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนต่างกันมาก (กลางวัน 38 - 40 องศาเซลเซียส และกลางคืน 10 องศาเซลเซียส) ทำให้ดอกมะยงชิดฝ่อไม่ติดผล หากมีอุณหภูมิต่ำหรืออากาศเย็นจะช่วยให้มะยงชิดออกดอกติดผลได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแทงช่อดอก การติดผล และระยะเวลาการสุกของผลมะยงชิด คือ ถ้าอุณหภูมิต่ำและมีช่วงระยะเวลาของอุณหภูมิต่ำนานพอสมควร

จะทำให้มะยงชิดออกดอกและติดผลได้ดีขึ้น ในปัจจุบันพื้นที่ปลูกมะยงชิดประสบปัญหาจากภัยธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจากสภาพอากาศที่แปรปรวนทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย เช่น ดอกแห้ง หลุดร่วง ไม่ติดผล ผลผลิตลดลงไม่ต่ำกว่า 50% สาเหตุหลักส่วนใหญ่เกิดจากดอกบานในช่วงสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น อากาศหนาวหรือร้อนจนเกินไป มีฝนตก หรือสภาพอากาศแห้งเกินไป ทำให้การผสมเกสรไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงมีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตมาใช้ในไม้ผล โดยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ เช่น เพิ่มขนาดและความแน่นเนื้อของผล เพิ่มการพัฒนาของสีและรูปร่าง ลดจำนวนเมล็ด เพิ่มผลผลิต ลดความแปรปรวนของลักษณะ (Lawes and Woolley, 2001) ในการเพิ่มการติดผลสารกลุ่มออกซินสามารถช่วยทำให้พืชบางชนิด มีการติดผลได้ดีขึ้น และในปัจจุบันทางการเกษตรนิยมใช้ NAA หรือ 2,4-D กับไม้ผลบางชนิด เช่น มะม่วง องุ่น ส้ม และลางสาด เพื่อป้องกันการหลุกร่วงของผล (นพดล, 2537) นอกจากนี้ NAA ที่เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มของออกซิน ยังสามารถนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิต เพิ่มขนาด และน้ำหนัก เช่น การใช้สารกลุ่มออกซินกับเชอร์รีพันธุ์ Bing ในประเทศอิสราเอล พบว่า สามารถขยายขนาดและเพิ่มปริมาณผลผลิต เนื่องจากผลของออกซินกระตุ้นการทำงานโดยตรงต่อการขยายตัวของเซลล์ภายในผลเชอร์รี (Stern et al., 2007) รวมถึงยังมีการใช้สารกลุ่มออกซินกับแอปเปิลพันธุ์ Royal Gala พบว่าแอปเปิลมีการขยายขนาดของเซลล์เพิ่มขึ้น (Devoghalaere et al., 2012) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการใช้สาร NAA (Naphthyl acetic Acid) ที่มีต่อการติดผล และคุณภาพผลของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้าในระยะที่กำลังจะออกดอก สาร NAA เป็นสารออกซินสังเคราะห์ทำหน้าที่กระตุ้นการยืดตัวของเซลล์และแบ่งเซลล์ มีการเคลื่อนย้ายอย่างมีทิศทางสาร NAA ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (นพดล, 2537)

## วิธีการศึกษา

### อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการคัดเลือกต้นมะยงชิดที่มีอายุ 10 ปี มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชายพุ่ม 6-7 เมตร ซึ่งต้นมะยงชิดทั้งหมดมีการดูแลรักษาที่เหมือนกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น ทำการให้สาร NAA ระยะแทงช่อดอก จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 10 วัน ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ฉีดพ่นสาร (ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 50 ppm กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 100 ppm และกรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 150 ppm ทำการเก็บเกี่ยวผลมะยงชิดที่อายุประมาณ 85-90 วัน หลังจากดอกบาน นำมาตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพและเคมี

### การบันทึกผลการทดลอง

ดำเนินการบันทึก 1. ความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) 2. จำนวนผลต่อช่อ หลังดอกบาน 8 สัปดาห์ 3. น้ำหนักผล (กรัม) 4. ขนาดความกว้างและความยาวของผล (เซนติเมตร) 5. คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของผล ได้แก่ ความแน่นเนื้อของผลรวมเปลือกและความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือก และการวัดปริมาณ (soluble solids; SS) โดยใช้เครื่องมือ digital reflectometer 6. เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมจากกรมอุตุนิยมวิทยา 7. วัดอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ทำการเก็บใบมะยงชิดระยะก่อนออกดอก โดยเก็บตัวอย่างใบในตำแหน่งที่ 3 นับจากยอด

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน (Analysis of variances; ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s multiple-range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

## ผลการศึกษา

### สภาพแวดล้อม

ในปี 2564 พบว่าเดือนมีนาคมมีอุณหภูมิสูงที่สุดในรอบปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 36.87 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 24.40 องศาเซลเซียส รองลงมาคือเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 34.91 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 24.68 องศาเซลเซียส ในส่วนของปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ที่เดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 13.57 มิลลิเมตร รองลงมาคือเดือนเมษายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 7.59 มิลลิเมตร ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อการออกดอกและติดผลของมะยงชิด เนื่องจากอุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแทงช่อดอก การติดผล ในช่วงเดือนที่มะยงชิดออกดอกเป็นช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ในปี 2564 มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 31 – 33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 19 – 24 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าต้นมะยงชิดจะเริ่มออกดอกในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ย 20-25 °C

**อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ในใบมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า**

ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ทั้งหมดในใบมะยงชิดในระยะก่อนออกดอกอยู่ระหว่าง 19.94 – 22.35 โดยค่าเฉลี่ยของ C/N ration ในใบระยะก่อนออกดอก เท่ากับ 21.43 **(Table 1)**

**Table 1** C/N ration in leaf of Marian plum tree at pre-flowering

| | Range (Minimum – Maximum) | Mean |
|---|---|---|
| **Pre-flowering** | 19.94 – 22.35 | 21.43 |

**ความยาวช่อดอก และจำนวนผลต่อช่อของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า**

ความยาวช่อดอกของต้นมะยงชิดหลังฉีดพ่นสาร NAA ทุกกรรมวิธีมีความยาวช่อดอกอยู่ระหว่าง 6.01 – 7.89 เซนติเมตร โดยต้นมะยงชิดที่ฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีความยาวช่อดอกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.89 เซนติเมตร และต้นมะยงชิดที่ไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีความยาวช่อดอกเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 6.01 เซนติเมตร นอกจากนี้จำนวนผลต่อช่อ พบว่าต้นมะยงชิดที่ฉีดพ่นสาร NAA ทุกกรรมวิธีมีจำนวนผลต่อช่อมีจำนวนผลต่อช่ออยู่ระหว่าง 2.35 – 3.86 โดยต้นมะยงชิดที่ฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีจำนวนผลต่อช่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.86 และต้นมะยงชิดที่ไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีจำนวนผลต่อช่อเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 2.35 **(Table 2)**

**Table 2** Inflorescence length and the number of fruits per inflorescence of Marian plum (*Bouea macrophylla*) cv. Toon Klaow

| Spraying treatment | Inflorescence length (cm) | number of fruits per inflorescence |
|---|---|---|
| Control | 6.01 | 2.35 |
| NAA 50 ppm | 7.50 | 3.23 |
| NAA 100 ppm | 7.76 | 3.38 |
| NAA 150 ppm | 7.89 | 3.86 |

**น้ำหนักผลและขนาด**

น้ำหนักของผลมะยงชิดเมื่อเก็บเกี่ยวในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นมะยงชิดที่ฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm พบว่ามีน้ำหนักของผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 67.52 กรัม รองลงมาคือการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีน้ำหนักผลเท่ากับ 64.89 กรัม และต้นมะยงชิดที่ไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีน้ำหนักของผลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 57.44 กรัม **(Figure 1a, Figure 2)**

ในส่วนของขนาดของผล พบว่าความกว้างและความยาวของผลมะยงชิดเมื่อเก็บเกี่ยวในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm พบว่ามีความกว้างของผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 43 มิลลิเมตร รองลงมาคือการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีความกว้างผลเท่ากับ 42.27 มิลลิเมตร และกรรมวิธีที่ไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีความกว้างของผลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 40.69 มิลลิเมตร นอกจากนี้ความยาวของผลพบว่าการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีความยาวของผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 64.29 มิลลิเมตร รองลงมาคือการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีความยาวผลเท่ากับ 64.68 มิลลิเมตร และกรรมวิธีที่ไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีความยาวของผลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 60.92 มิลลิเมตร **(Figure 1, Figure 2)**

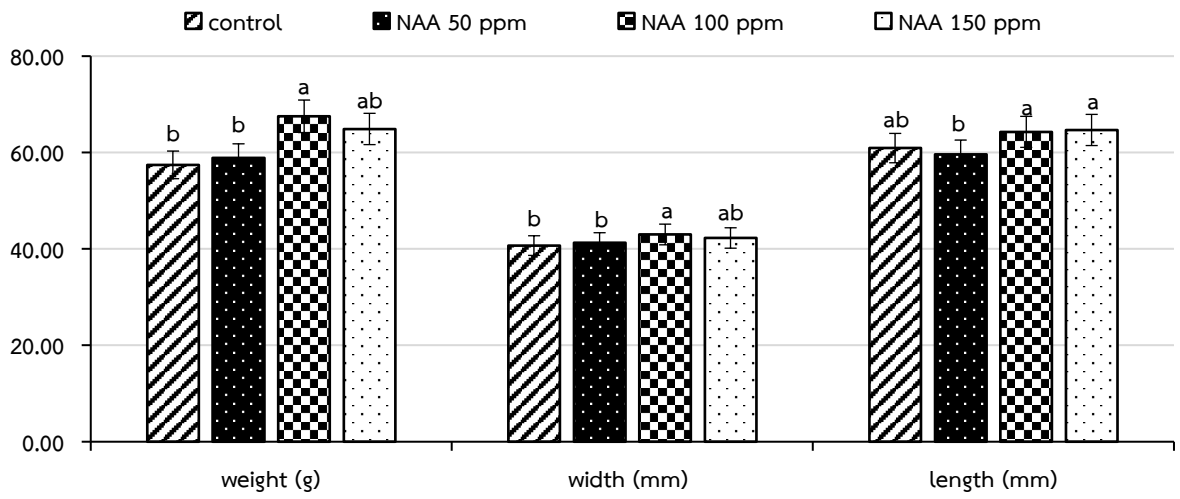



**Figure 1** Weight, width and length of Marian plum sprayed with 50, 100, and 150 ppm NAA compared with control fruits

**ความแน่นเนื้อของผลทั้งเปลือกและความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือก (kg/m$^2$)**

การฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm ทำให้ผลมะยงชิดมีความแน่นเนื้อของผลทั้งเปลือกมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.72 kg/m$^2$ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีความแน่นเนื้อของผลทั้งเปลือกเท่ากับ 0.66 kg/m$^2$ ในขณะที่การไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีความแน่นเนื้อของผลทั้งเปลือกน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.61 kg/m$^2$ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 50 และ 150 ppm ในส่วนของความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือก พบว่าการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm ทำให้ผลมะยงชิดมีความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือกมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นสาร มีค่าเท่ากับ 0.46 kg/m$^2$ รองลงมาคือการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือกเท่ากับ 0.45 kg/m$^2$ และการไม่ฉีดพ่นสาร NAA มีความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือกน้อยที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 0.38 kg/m$^2$ **(Table 3)**

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)**

ผลมะยงชิดที่ไม่การฉีดพ่นสาร NAA และการที่ฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 19.94 และ 19.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 18.27 เปอร์เซ็นต์ และการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าทุกกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 17.99 เปอร์เซ็นต์ **(Table 3)**

**Table 3** Firmness of fruit with peel, pulp firmness (kg/m$^2$) and soluble solids (TSS) of Marian plum sprayed with 50, 100, and 150 ppm NAA compared with control fruits

| Spraying treatment | firmness of peel (kg/m$^2$) | firmness of pulp (kg/m$^2$) | soluble solids (SS) |
|---|---|---|---|
| control | 0.61b | 0.38b | 19.89a |
| NAA 50 ppm | 0.64b | 0.42a | 18.27ab |
| NAA 100 ppm | 0.72a | 0.46a | 17.99b |
| NAA 150 ppm | 0.66ab | 0.45a | 19.94a |
| F-test | * | * | * |
| CV (%) | 0.07 | 0.05 | 0.02 |

* = Significant difference at P < 0.05 and ns = Non significant difference at P < 0.05

a,b,c,d = Mean in a same column followed by the different letters are significant difference by DMRT (P< 0.05)

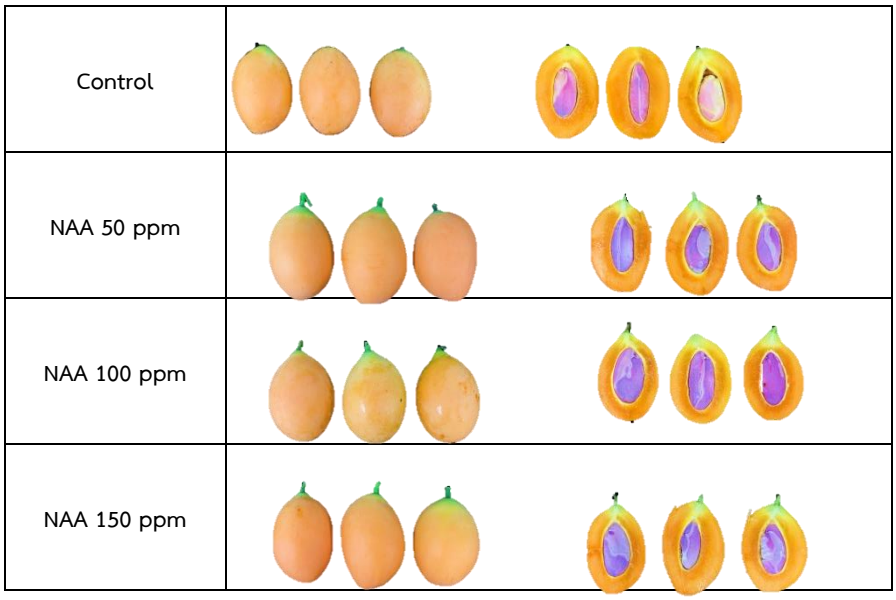



**Figure 2** Characteristics of Marian plum fruit sprayed with 50, 100, and 150 ppm NAA compared with control fruits

**วิจารณ์**

จากสภาพแวดล้อมในช่วงระยะเวลาทำการทดลองเดือนที่มะยงชิดออกดอกเป็นช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ในปี 2564 มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 31 – 33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 19 – 24 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิมีผลต่อการออกดอกและติดผลของมะยงชิด เนื่องจากอุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแทงช่อดอก การติดผล ถ้าอุณหภูมิต่ำเป็นช่วงระยะเวลานานพอสมควรจะทำให้ออกดอกและติดผลได้ดีขึ้นและภายหลังจากติดผลแล้ว ถ้าแหล่งปลูกมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจะทำให้มะยงชิดแก่เร็วขึ้น แหล่งปลูกส่วนใหญ่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 20 – 30 องศาเซลเซียส (นรินทร์, 2537) นอกจากนี้พบว่าต้นมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้าที่ได้รับสาร NAA ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีความยาวช่อดอกยาวและจำนวนผลต่อช่อมากที่สุด เท่ากับ 7.89 เซนติเมตร และ 3.86 ผลต่อช่อ ดังนั้นการใช้สาร NAA มีผลต่อการติดผลของมะยงชิดในระยะแทงช่อดอก เนื่องจาก NAA สามารถเพิ่มการติดผล เพิ่มขนาดของผล และป้องกันผลร่วง เช่น มะม่วง ส้ม องุ่น เป็นต้น (พีรเดช, 2529) และการใช้สาร NAA ในช่วงความเข้มข้น ตั้งแต่ 5-40 มก./ล. สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อต้นได้มากกว่า 70% (Alam and Khan, 2002; Maurya et al. 2013) ในส่วนของคุณภาพของผลมะยงชิด พบว่าการฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีผลต่อน้ำหนักผล ความกว้าง ความยาว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yildirim et al. (2012) มีการใช้สาร NAA ความเข้มข้น 150 มก./ล. พ่นผลส้มแล้วสามารถเพิ่มขนาดผลได้

เนื่องจากสาร NAA มีคุณสมบัติกระตุ้นการยืดยาวเซลล์และแบ่งเซลล์ และสามารถเคลื่อนย้ายผ่านเข้าไปภายในท่ออาหาร (phloem) ซึ่งมีการเคลื่อนที่ผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ พร้อมกับอาหารที่พืชสร้างขึ้นจึงช่วยส่งเสริมการดูดซึมอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและการเคลื่อนย้ายมายังผล (พีรเดช, 2537) จึงสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตได้ อีกทั้งการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชส่งผลต่อคุณภาพภายนอกและภายในของผลผลิต ในส่วนของผลมะยงชิดที่ฉีดพ่นสาร NAA มีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลทั้งเปลือกและความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือกมากกว่าผลมะยงชิดที่ไม่ฉีดพ่นสาร เนื่องจากสาร NAA ที่ไปชะลอกระบวนการสุก (สถาพร, 2542) ทำให้กระบวนการเสื่อมสภาพของเนื้อผลเกิดขึ้นช้าและมีส่วนช่วยเพิ่มความดันออสโมติกภายในเซลล์ จึงทำให้มีความแน่นเนื้อมากกว่าผลมะยงชิดที่ไม่ฉีดพ่นสาร นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะยงชิดที่ฉีดพ่นสาร NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีค่าต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร อาจเป็นเพราะ NAA ที่ไปชะลอการสุกจึงทำให้กระบวนการสุกเกิดขึ้นได้ช้า สอดคล้องกับการวิจัยการใช้สาร NAA พ่นผลบลูเบอรี่ส่งผลให้ระยะการพัฒนาผลนานขึ้นและ TSS ต่ำกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร (Sun et al., 2013)

**สรุป**

จากการทดลองการฉีดพ่นสาร NAA ต่อการติดผลและคุณภาพผลของมะยงชิดพันธุ์ทูลเกล้า พบว่า การฉีดพ่นสาร NAA ความเข้มข้น 100 และ 150 ppm มีความเหมาะสมในการฉีดพ่นมะยงชิดในระยะแทงช่อดอก โดยมีผลต่อความยาวช่อดอก และจำนวนผลต่อช่อมากกว่าชุดควบคุม รวมถึงคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ได้แก่ น้ำหนักผล ความกว้างผล ความแน่นเนื้อของผลรวมเปลือกและความแน่นเนื้อเมื่อปอกเปลือกดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นสาร

**คำขอบคุณ**

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยนเรศวร และขอขอบคุณสถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

**เอกสารอ้างอิง**

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สำนักพิมพ์ รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ พูลเพิ่ม. 2537. รวมกลยุทธ์มะปราง. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ไดนามิคการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สถาพร ดียิ่ง. 2542. ฮอร์โมนพืช. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏราชนครินทร์, ฉะเชิงเทรา.

Alam, S.M., and M.A., Khan. 2002. Fruit yield of tomato as affected by NAA spray. Asian Journal of Plant Science. 1(1): 24.

Devoghalaere, F., T. Doucen, B. Guitton, J. Keeling, W. Payne, T.J. Ling, and R. Diak. 2012. A genomics approach to understanding the role of auxin in apple (*Malus x domestica*) fruit size ontrol. BMC Plant Biology. 12(1):7

Lawes, G.S., and D.J. Woolley. 2001. The Commercial use of Plant Growth Regulators to Regulate Fruit Development. Acta Horticulture. 553: 149-150.

Maurya, S. K., B. K. Singh, A. K. Singh, V. M. Vani, and S. P. Singh. 2013. Varietal response of NAA on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Environment and Ecology. 31(1A): 209-211.

Stern, R.A., D. Stern, M. Harpaz, and S. Gazit. 2000. Applications of 2, 4, 5-TP, 3, 5, 6-TPA, and combinations thereof increase lychee fruit size and yield. HortScience. 35(4): 661-664.

Sun, Y., Z. Hou, S. Su, and J. Yuan. 2013. Effects of ABA, GA3 and NAA on fruit development and anthocyanin accumulation in blueberry. Journal of South China Agricultural University. 34(1): 6-11.

Yıldırım, B., T. Yesiloglu, M. Incesu, M. U. Kamiloglu, B. Çimen, and S. Tamer. 2012. Effects of 2,4-DP (2, 4-dichlorophenoxypropionic acid) plant growth regulator on fruit size and yield of Valencia oranges (*Citrus sinensis* Osb.). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 40(1): 55-64.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# คุณลักษณะบางประการของมะม่วงลูกผสมสายพันธุ์คัดเลือกเพื่อการส่งออก

# Performance of new hybrid selected cultivars of mangoes for export.

**ประภาพร ฉันทานุมัติ[1*], สมพงษ์ สุดเขต[1], รัชนี ศิริยาน[1], สุดใจ ล้อเจริญ[1] และ ทวีศักดิ์ แสงอุดม[2]**

Prapaporn Chantanumat[1*], Somphong Sukkhet[1], Ratchanee Siriyan[1], Sudchai Locharoen[1] and Thaveesak Sangudom[2]

[1] *ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ตำบลหนองไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000*

[1] *Sisaket Horticultural Research Center, Nong Phai, Mueang, Sisaket .33000*

[2] *สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

[2] *Horticultural Research Institute, Department of Agricultural, Chatuchak, Bangkok. 10900*

**บทคัดย่อ:** การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงลูกผสมเพื่อการส่งออกดำเนินการ ตั้งแต่ ปี 2558 โดยการสร้างลูกผสมจากพ่อแม่พันธุ์จำนวน 16 สายพันธุ์ โดยมีทั้งสายพันธุ์ไทยและสายพันธุ์ต่างประเทศ ได้สายพันธุ์ลูกผสมมากกว่า 80 สายพันธุ์ ทำการปลูกและคัดเลือกพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ในปี 2564 สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ตรงตามเกณฑ์การคัดเลือกคือ ผลมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 250 กรัม เปลือกหนาทนทานต่อการขนส่ง เปลือกมีสีเหลืองเข้ม หรือมีสีแดงปนเหลือง เนื้อสีเหลืองเข้ม หนา มีเส้นใยน้อย ความหวานไม่ต่ำกว่า 15 องศาบริกซ์ สามารถคัดเลือกได้จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ “GDM x SL3”, “DC x MHN” “IW-4 x MHN”และ “SL-1 x MHN” การให้ผลผลิตในปีที่สาม (2566) พบว่า IW-4 x MHN ให้ผลผลิตสูงสุด 40.8 กก.ต่อต้น โดยมี GDM x SL3 ให้ผลผลิตต่ำสุด 8 กก.ต่อต้น สำหรับลักษณะผล DC x MHN ให้ผลขนาดใหญ่สุด 528.72 กรัม และ SL-1 x MHN ให้ผลขนาดเล็กคือ 289.64 กรัม ส่วนของสีเปลือก IW-4 x MHN และ DC x MHN ให้สีเปลือก O - RN30B และ O - R34C ซึ่งเป็นสีโทนสีส้มถึงแดง สำหรับสีเนื้อ ทั้ง 4 สายพันธุ์มีสีเนื้อมีสีเหลืองอมส้ม ในส่วนของเปอร์เซ็นต์เนื้อ DC x MHN ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อมากที่สุด 81.7 เปอร์เซ็นต์ โดย GDM x SL3 ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อต่ำสุด 59.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความหวานนั้น SL-1 x MHN มีความหวานสูงสุดคือ 18 องศาบริกซ์ อย่างไรก็ตาม ทั้ง 4 สายพันธุ์ความหวานสูงกว่าเกณฑ์คัดเลือก การชิมผลผลิต ใช้ผู้ชิม จำนวน 10 คน โดยเป็นบุคลากรของศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ พบว่า IW-4 x MHN ชอบรวมมากที่สุด ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยมีคะแนน กลิ่นหอม มีกลิ่นขี้ใต้น้อย 80 เปอร์เซ็นต์ รสชาตหวาน 50 เปอร์เซ็นต์ มีเส้นใยน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ สรุป จากข้อมูลลักษณะผลและผลการชิมสายพันธุ์ IW-4 x MHN มีลักษณะผลผลิต ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก และคะแนนการชิมได้รับความชอบสูงสุด

**คำสำคัญ**: มะม่วงลูกผสม; สายพันธุ์คัดเลือก; คุณลักษณะ

**Abstract:** A breeding program of new hybrid mango cultivars for export were started since 2015 at the Sisaket Horticultural Research Center. More than 16 cultivars of Thai and exotic breeds were used as parent for diallel mating with reciprocal combinations. The 80 mango hybrids can be grown until fruiting process. The criteria of fruit weight more than 250 g., thick skin, resistance to transportation, and dark yellow or reddish-yellow skin, flesh color dark yellow flesh, thick flesh, low fiber flesh, total soluble solid more than 15 °Brix. Only four hybrid mangoes were selected which are “GDM-3 x SL”, “DC x MHN”, “IW-4 x MHN” and “SL-1 x MHN”. The result at the third-year production showed that the IW-4 x MHN hybrid was given a high yield of 40.8 kg. per tree while GDM x SL3 hybrid was given a of yield 8 kg. per tree. The size of mango, DC x MHN hybrid was biggest at 528.72 g. per fruit, while SL-1 x MHN hybrid was a smallest at 289.64 g per fruit. The IW-4 x MHN hybrid and DC x MHN hybrid skin colors were orange to red (O - RN30B and O - R34C), respectively. The flesh color of all four hybrids were yellow to orange. The DC x MHN hybrid had a maximum edible percentage 81.7%, while the GDM-3 x SL hybrid had a minimal percentage of 59.5%. The SL-1 x MHN hybrid had a high total soluble solid (18° Brix), however, all of the hybrids had a higher total soluble solid than the selection criteria. IW-4 x MHN hybrid was given the highest score of sensory testing, which was given 7 out of 10 sensory testers. The reasons for their favorite were a good smell, good test and low

[*] Corresponding author: p.chantanumat@live.com

fiber. In summary, from yield character and sensory testing, the IW-4 x MHN hybrid tends to promote to the mango cultivar.
**Keywords**; new hybrid mango; selection cultivars; quality performance

**บทนำ**

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีการปลูกอยู่ทั่วทุกภาคของไทย ผลผลิตมะม่วงของประเทศไทยผลิตได้มากกว่า 3 ล้านตันต่อปี ร้อยละ 96 บริโภคภายในประเทศในรูปการบริโภคผลสดทั้งมะม่วงดิบและมะม่วงสุก ส่งออกร้อยละ 4 โดยส่งออกในรูปผลสด (ผลสุกและผลดิบ) ร้อยละ 2 นอกนั้นส่งออกในรูปของมะม่วงแปรรูป ทั้งมะม่วงบรรจุภาชนะอัดลม อบแห้ง และแช่แข็ง โดยแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นโดยในปี 2561 ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดหรือแช่แข็งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 96 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 ในมะม่วงอบแห้ง เกษตรกรผู้ปลูกมีทั้งรายย่อยและรายใหญ่ สายพันธุ์ที่ปลูกมีความหลากหลายมาก เนื่องจากไทยถือเป็นแหล่งพันธุกรรมมะม่วงที่สำคัญแหล่งหนึ่ง การพัฒนาสายพันธุ์มีทั้งจากหน่วยราชการ เอกชน หรือเกษตรกรเอง ถึงแม้ว่าสายพันธุ์มะม่วงจะมีหลากหลาย แต่ตลาดก็ยังเปิดรับมะม่วงสายพันธุ์ใหม่ๆ สำหรับตลาดต่างประเทศที่เป็นตลาดมะม่วงใหม่ของไทยทั้ง สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย จากรายงานของสำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศรายงานว่าผู้บริโภคยังมีความต้องการมะม่วงบริโภคผลสดเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าไทยจะยังไม่ใช่ผู้ส่งออกสำคัญไปยังตลาดดังกล่าว เนื่องจากปัญหาการขนส่งและโรคแมลง แต่ตลาดทั้งสองก็ยังมีความสนใจในรสชาติของสายพันธุ์มะม่วงบริโภคสดของไทยทั้งทรงผลกลมง่ายต่อการบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก จากแนวโน้มตลาดดังกล่าว การปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์มะม่วงที่มีลักษณะเนื้อและรสชาติดีกว่าหรือเทียบเท่าน้ำดอกไม้ แต่เพิ่มสีสันของเปลือกให้ดึงดูดผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องด้วยพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับแต่มีจุดอ่อนหลายประการทั้งในด้านอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 16 วันเมื่อเปรียบมะม่วงพันธุ์คู่แข่งในตลาดโลก (40 วัน) ทำให้ต้องขนส่งทางอากาศซึ่งมีต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่แปรปรวนซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้ส่งออก และส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2562) การปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ที่มีลักษณะเนื้อและรสชาติดีกว่าหรือเทียบเท่าน้ำดอกไม้ แต่เพิ่มสีสันของเปลือกให้ดึงดูดผู้บริโภคมากขึ้น และพัฒนาให้อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ทนทานต่อการขนส่ง เพื่อให้สามารถลดการขนส่งทางอากาศ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ให้มะม่วงมีผิวสีแดงและมีคุณลักษณะเนื้อคล้ายคลึงกับมะม่วงน้ำดอกไม้ เป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของมะม่วงไทย ในปี 2564 ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษได้คัดเลือกลูกผสมจากผลผลิตในปีแรก ได้จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ GDH-3 x SL : DC x MHN : IW-4 x MHN : และ SL-1 x MHN (สมพงษ์ และคณะ, 2565) จึงทำการติดตามการออกดอกติดผล คุณภาพผลผลิตและทดสอบการชิมต่อไป

**อุปกรณ์และวิธีการ**

ดำเนินการสร้างลูกผสมในปี 2558 – 2562 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย โดยทำการช่วยสมเกสร (Hand pollination) แบบพบกันหมด (Diallel mating) และสลับพ่อแม่ (Reciprocal combination) สายพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 16 สายพันธุ์ ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (มะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 ที่สามารถติดผลและผลสุกแก่ได้) จำนวน 66 สายต้น นำเมล็ดมาเพาะอนุบาลจนได้ต้นกล้าและนำยอดอ่อนไปเสียบกับต้นตอมะม่วงที่มีอายุ 5 – 7 ปี ที่พร้อมให้ผลผลิต ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ทำการเก็บเกี่ยวผลและคัดผลที่มีความสม่ำเสมอจำนวน 5 ผล บันทึกข้อมูลดังนี้ สีเปลือกผล สีเนื้อผล เทียบสีกับแผ่นเทียบมาตรฐานสีพืช (Colour Chart) ของ The Royal Horticultural Society (RHS Colour Chart Sixth Edition) ขนาดผล ขนาดเมล็ด ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือก วัดด้วยเวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ดิจิตอล (Mitutoyo; Model CD-6” ASX) น้ำหนักสดของผล ชั่งด้วยเครื่องวัดน้ำหนักดิจิตอล (METTLER TOLEDO; ME1002E) ร้อยละ น้ำหนักเปลือก ร้อยละน้ำหนักเนื้อ ร้อยละน้ำหนักเมล็ด ได้จากการคำนวณร้อยละของน้ำหนักแต่ละส่วนของผล ความแน่นเนื้อทั้ง เปลือก และเนื้อผลวัดด้วยเครื่อง Penetrometer (Now; FHR-5) โดยทำการวัดผลมะม่วงจำนวน 3 จุด แต่ละจุดห่างกัน 2 เซนติเมตร (ใกล้ขั้วผล กึ่งกลางผล และใกล้ปลายผล) ความหวานวัดด้วยเครื่อง Digital refractometer (ATAGO, PR 32 alpha) และทดสอบความพึงพอใจด้วยระดับคะแนน 5 ระดับ (1=ไม่ชอบมาก, 2=ไม่ชอบ, 3=เฉย ๆ , 4=ชอบเล็กน้อย, 5=ชอบมาก) ใน ด้านการเกิดกลิ่นขี้ไต้ ด้านเส้นใย ด้านเนื้อสัมผัส และด้านรสชาติด้วยผู้ชิมที่มีความชื่นชอบการบริโภคมะม่วงสุก จำนวน 10 คน เพื่อนนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินลูกผสมสายพันธุ์คัดเลือก (สมพงษ์ และคณะ, 2565) ตามเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้ 1. ผลขนาดใหญ่ มีน้ำหนักผลไม่ต่ำกว่า 250 กรัม ซึ่งเป็นเกณฑ์น้ำหนักขั้นต่ำตามมาตรฐานสินค้าเกษตร: มะม่วง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและ

อาหารแห่งชาติ, 2558) 2. เปลือกหนา เพื่อให้ทนทานต่อการขนส่ง 3. เปลือกผลมีสีเหลืองเข้ม หรือมีสีเหลืองปนแดง 4. เนื้อเมื่อสุก มีสีเหลืองเข้ม 5. เนื้อหนา เส้นใยน้อย ไม่มีกลิ่นขี้ไต้ 6. ความหวานไม่ต่ำกว่า 15 องศาบริกซ์ (นุชนาถ และคณะ, 2547)

**ผลการวิจัย**

มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์คัดเลือก (สมพงษ์ และคณะ, 2565) ทั้ง 4 สายพันธุ์ให้ผลผลิตแบบไม่เว้นปี (Alternated bearing) โดยปีที่ 3 สายพันธุ์ Iw-4 x MHN ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 40.8 กก.ต่อต้น **(Table 2)** สำหรับน้ำหนักและขนาดผลนั้น ปีที่ 2 Iw-4 x MHN ให้น้ำหนักผลสูงสุด คือ 417.7 กรัม **(Table 1)** ซึ่งไม่แตกต่างจากน้ำหนักผลในปีที่ 3 คือ 437.9 กรัม **(Table 2)** สำหรับขนาดผลนั้น พบว่า ผลผลิตทั้ง 2 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดผล หรือขนาดของผลยังไม่นิ่งเพียงพอ **(Table 1 and Table 2)** สายพันธุ์ GDM-3 x SL ความยาวผลปีที่ 3 ยาวกว่าผลปีที่ 2 ถึง 6 ซม. ในขณะที่ความหนาผลไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ปี จึงต้องมีการเปรียบเทียบขนาดผล ทั้งความกว้าง ความยาว และความหนาของผล ในปีถัดไป สำหรับสีเปลือกนั้น พบว่า สีเหลืองอมส้ม ทั้ง 4 สายพันธุ์ และสีเนื้อ ก็เป็นสีเหลืออมส้มเช่นเดียวกัน ทั้ง 4 สายพันธุ์ คุณภาพภายในผล **(Table 3 and Table 4)** พบว่า สายพันธุ์ DC x MHN ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อสูงสุดทั้ง ปีที่ 2 และปีที่ 3 คือ 80.7 และ 81.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สายพันธุ์ที่ให้ความหนาเปลือก 0.2 ซม. ขึ้นไป คือ GDM-3 x SL และ DC x MHN สำหรับ ความหวาน หรือ TSS นั้นพบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ 15 °Brix โดย GDM-3 x SL มีความหวานสูงสุดในปีที่ 2 ที่ 21.06 °Brix และ ในปีที่ 3 Iw-4 x MHN มีความหวานสูงสุดที่ 18.6 °Brix สำหรับการทดสอบการชิม จากผู้ชิมทั้ง 8 คน **(Table 5)** พบว่า กลิ่นหอมและผู้ชิมให้คะแนนความพึงพอใจมากที่สุด คือ DC x MHN โดยได้คะแนนความชอบกลิ่นสูงสุด คือ 4.0 ความมีเส้นใย ผู้ชิมให้คะแนนความพึงพอใจทั้ง Iw-4 x MHN และ DC x MHN สำหรับความพึงพอใจในรสชาตนั้น ผู้ชิมให้คะแนน SL-1 x MHN สูงสุด

**Table 1** Average of fruit size, fruit weight and color of four mango hybrid of the second year

| Name | Fruit size (cm) | | | Fruit weight (g) | Color of mature fruit | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | width | length | thickness | | skin | Flesh |
| GDM-3 x SL | 7.04 | 10.64 | 6.29 | 392.4 | Y-O021A | O-N25C |
| DC x MHN | 7.64 | 12.44 | 6.35 | 345.7 | Y-O156A | Y-O17B |
| Iw-4 x MHN | 5.81 | 14.06 | 6.95 | 417.7 | Y-O15A | Y-O15A |
| SL-1 x MHN | 8.01 | 13.79 | 7.39 | 357.7 | Y-O23A | Y-O23B |

**Table 2** Average of yield per tree, fruit size, fruit weight and color of four mango hybrid of the third year

| Name | Yield (kg/tree) | Fruit size (cm) | | | Fruit weight (g) | Color of mature fruit | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | width | length | thickness | | skin | Flesh |
| GDM-3 x SL | 8 | 7.57 | 16.07 | 6.94 | 435.6 | Y - O21B | Y - O23B |
| DC x MHN | 27.5 | 8.22 | 15.9 | 6.91 | 528.7 | O - R34C | Y - O17B |
| Iw-4 x MHN | 40.8 | 8.14 | 10.95 | 7.67 | 437.9 | O - RN30B | Y - 13A |
| SL-1 x MHN | 15 | 6.88 | 12.38 | 6.03 | 289.6 | Y - O21B | Y - O23B |

**Table 3** Average of separate fruit fresh and skin thickness, fruit firmness and TSS of four mango hybrid of the third year

| Name | Flesh weight (g) | Skin weight (g) | flesh weight (%) | Flesh thickness (cm) | Skin thickness (cm) | Firmness (kg/cm$^2$) | | TSS (°Brix) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Unpeeled fruit | Peeled fruit | |
| GDM-3 x SL | 259 | 134.24 | 75.4 | 2.84 | 0.24 | 0.61 | 0.41 | 21.06 |
| DC x MHN | 432 | 70.4 | 80.7 | 1.94 | 0.18 | 0.76 | 0.46 | 17.53 |
| Iw-4 x MHN | 209 | 45.92 | 70.5 | 2.92 | 0.15 | 0.57 | 0.34 | 16.10 |
| SL-1 x MHN | 335 | 70.36 | 75.4 | 2.17 | 0.18 | 0.54 | 0.26 | 17.24 |

**Table 4** Average of separate fruit fresh and skin thickness, fruit firmness and TSS of four mango hybrid of the third year

| Name | Flesh weight (g) | Skin weight (g) | Flesh weight (%) | Flesh thickness (cm) | Skin thickness (cm) | Firmness (kg/cm$^2$) | | TSS (°Brix) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Unpeeled fruit | Peeled fruit | |
| GDM-3 x SL | 296 | 53.12 | 59.5 | 3.65 | 0.22 | 0.57 | 0.34 | 17.52 |
| DC x MHN | 279 | 66.2 | 81.7 | 1.92 | 0.2 | 0.8 | 0.4 | 15.38 |
| Iw-4 x MHN | 294 | 66.04 | 72.2 | 1.96 | 0.19 | 0.74 | 0.44 | 18.66 |
| SL-1 x MHN | 269 | 60.08 | 76.5 | 2.28 | 0.17 | 0.68 | 0.39 | 15.22 |

**Table 5** Satisfaction level of sensory test on flesh of forur mango hybrid of the third year

| Name | Smell | | Flesh fiber | | Taste | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Satisfaction level | | Satisfaction level | | Satisfaction level |
| GDM-3 x SL | 2.5 | Neutral | 5 | Very satisfied | 4 | Slightly satisfied |
| DC x MHN | 4.0 | Slightly satisfied | 4.0 | Slightly satisfied | 2.5 | Neutral |
| Iw-4 x MHN | 1.0 | Very dissatisfied | 4.0 | Slightly satisfied | 1.5 | Slightly dissatisfied |
| SL-1 x MHN | 1.5 | Slightly dissatisfied | 5 | Very satisfied | 5 | Very satisfied |

**วิจารณ์ผล**

ผลผลิตมะม่วงลูกผสมสายพันธุ์คัดเลือกทั้ง 4 สายพันธุ์ ยังให้ผลผลิตใน 2 ปี ยังไม่นิ่งในบางลักษณะ เช่น ขนาดผล ความหวาน เป็นต้น และมีความแตกต่างจากผลผลิตในปีที่ 1 (สมพงษ์ และคณะ, 2565) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องกลิ่นขี้ใต้ นั้น บางสายพันธุ์ คือ **SL-1 x MHN** ซึ่งในปีที่ 1 กลิ่นขี้ใต้อ่อนมาก แต่ได้กลิ่นชัดเจนมากในปีที่ 3 ทำให้ต้องมีการเก็บข้อมูลผลผลิต ในปีถัดไป รวมทั้งต้องมีการให้คะแนนความชอบโดยรวมของผู้ชิม และเพิ่มจำนวนผู้ชิมและความหลากหลายของผู้ชิมมากขึ้น

**สรุปผล**

มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์คัดเลือกทั้ง 4 สายพันธุ์คือ GDM-3 x SL, DC x MHN, Iw-4 x MHN และ SL-1 x MHN ยังผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แม้ว่าบางสายพันธุ์จะมีบางลักษณะที่น่าจะไม่ผ่านเกณฑ์ ยังต้องทำการเก็บข้อมูลผลผลิต และทดสอบชิมในปีถัดไป

**กิตติกรรมประกาศ**

คณะผู้ดำเนินงานวิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายในศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุน และร่วมมือในการดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

นุชนาถ จิตโสภา, ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์, วิสากรณ์ สุขยานุดิษฐ และนิธิวดี อรัญอนุรักษ์. 2541. ผลิตภัณฑ์มะม่วง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 55 น.

สมพงษ์ สุขเขตต์, สุดใจ ล้อเจริญ, ประภาพร ฉันทานุมัติ, รัชนี ศิริยาน, ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์ และทวีศักดิ์ แสงอุดม. 2565. การคัดเลือกมะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ด้วยลักษณะเฉพาะในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อการส่งออก. การประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 19. 24-25 พฤศจิกายน 2565. 177-184 น.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558.มาตรฐานสินค้าเกษตร: มะม่วง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.acfs.go.th/standard/download/MANGO.pdf. (15 กรกฎาคม 2566)

สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. 2563. รายงานสถานการณ์การด้านการเกษตรและข้อมูลเกษตรที่สำคัญ ประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2563. 4 หน้า.

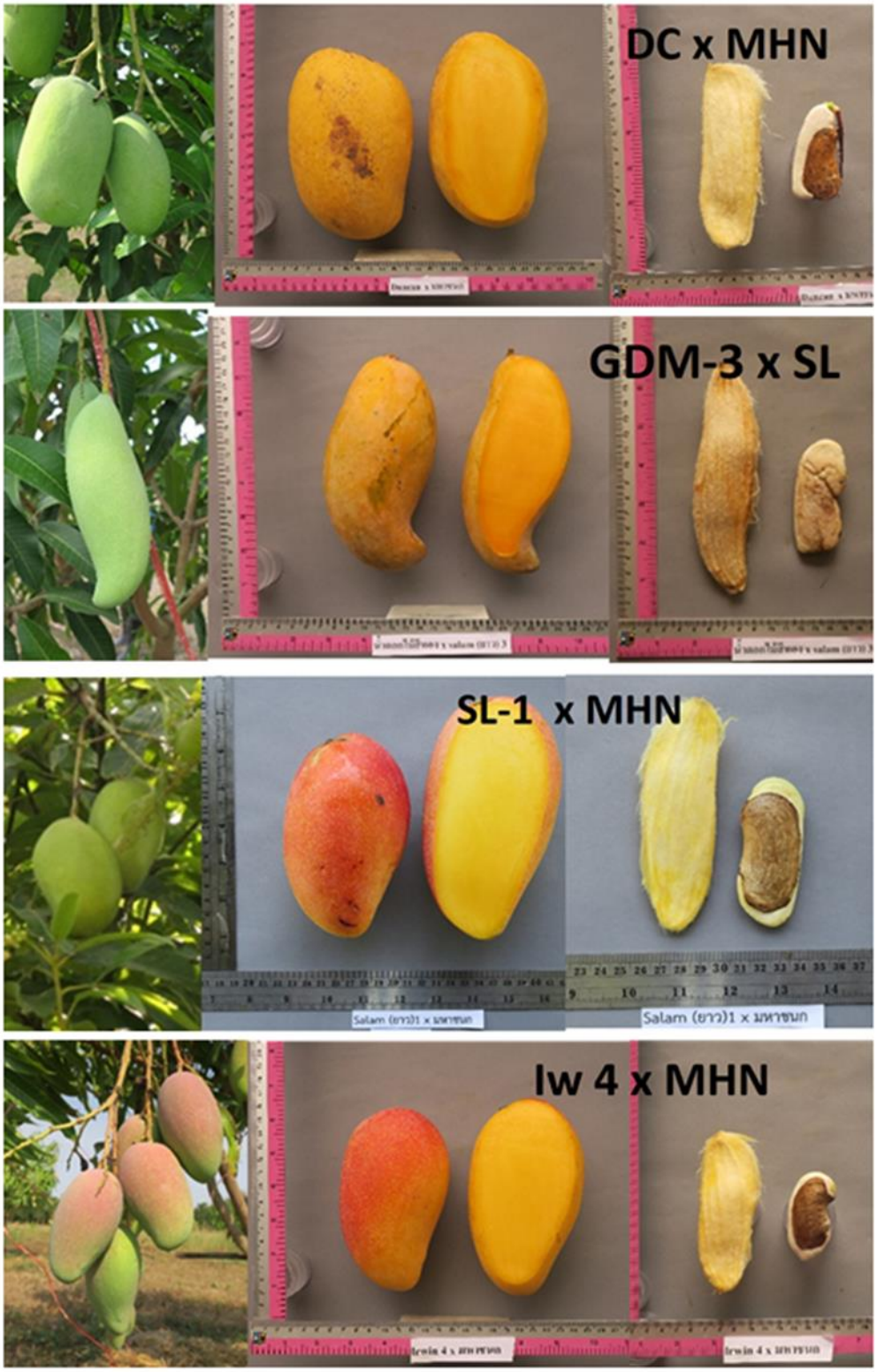



**Figure 1** Charactered of four hybrid ma

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาต่อการออกดอกและคุณภาพผลของมะละกอพันธุ์แขกดำเกษตร

# Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on flowering and fruit quality of 'Khaek Dam Kaset' papaya

**รณกร รักษ์สุภักดี[1], นพพร จรูญชนม์[1] และ เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์[1*]**

**Ronnakorn Ragsupagdee[1], Nopporn Jaroonchon[1] and Kriengsak Thaipong[1*]**

[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140*

[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

**บทคัดย่อ:** การปลิดดอกและผลที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก โดยเฉพาะในระยะดอกและผลอ่อน อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ต้นมะละกอมีดอกและผลชนิดอีลองกาตามากขึ้น รวมทั้งอาจมีผลทำให้คุณภาพผลดีขึ้นได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาต่อการออกดอกและคุณภาพผลมะละกอพันธุ์แขกดำเกษตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ได้แก่ การปลิดหรือไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตา กรรมวิธีละ 7 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น โดยปลิดดอกและผลอ่อนทุกประเภทที่ไม่ใช่อีลองกาตาออก ติดตามการออกดอกและติดผลทุกสัปดาห์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 6 เดือน นำผลเฉพาะประเภทอีลองกาตาในระยะสุกมาวิเคราะห์คุณภาพผล ซ้ำละ 5 ผล พบว่า การปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกมีผลให้ต้นมะละกอมีจำนวนดอกชนิดอีลองกาตามากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 64 ดอกต่อต้น ในขณะที่ต้นที่ไม่มีการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก มีค่าเฉลี่ย 42 ดอกต่อต้น แต่การปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก ไม่มีผลต่อคุณภาพผลโดยรวม เช่น ขนาดผล สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซี ($P > 0.05$) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ต้นมะละกอพันธุ์แขกดำเกษตรมีการออกดอกชนิดอีลองกาตามากขึ้น โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพผลแต่อย่างใด

**คำสำคัญ:** *Carica papaya*; การเพิ่มจำนวนดอก; การเพิ่มคุณภาพผล

**ABSTRACT:** Thinning of non-elongata flowers and fruits especially at young stage may be one way to promote new elongata flowers and fruits in papaya. Also, the thinning may result in better fruit quality. Therefore, the purpose of this experiment was to determine the effects of thinning in young non-elongata flowers and fruits on flowering and fruit quality of 'Khaek Dam Kaset' papaya. A completely randomized design was used with two treatments: no thinning or thinning of young non-elongata flowers and fruits with 7 replications, 1 plant each. All non-elongata flower and fruit types, except elongata type, were removed at young stage. The flowering and fruiting were weekly monitored for a period of 6 months. Only elongata fruits at ripe stage were analyzed for fruit quality, 5 fruits per replication. It was found that the thinning of non-elongata flowers and young fruits resulted in an increasing of the number of elongata flowers with an average of 64 flowers per plant. While no thinning treatment had an average of only 42 flowers per plant. However, removing young non-elongata flowers and fruits had no effects on overall fruit quality such as fruit size, flesh color, firmness, total soluble solids, and vitamin C content ($P > 0.05$). The results implied that the removal of young non-elongata flowers and fruits was one way to increase the flowering of the elongata type flower without affecting the fruit quality in 'Khaek Dam Kaset' papaya.

**Keywords:** *Carica papaya*; increasing of flower number; fruit quality enhancement

## บทนำ

มะละกอพันธุ์แขกดำเกษตรเป็นมะละกอเนื้อแดงปลอดการดัดแปรพันธุกรรม (non-genetically modified organism) คัดเลือกพันธุ์โดยนักวิจัยจากภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผลที่พัฒนาจาก

* Corresponding author: kriengsak.t@ku.ac.th

ดอกสมบูรณ์เพศชนิดอีลองกาตา ผลทรงกระบอกยาว ผลสุกเปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีส้ม เนื้อสีแดง น้ำหนักผลเฉลี่ย 1.6 กก. ความหนาเนื้อเฉลี่ย 2.7 ซม. และความแน่นเนื้อเฉลี่ย 13.8 N ซึ่งได้เผยแพร่พันธุ์ตั้งแต่ปี 2560 (เกรียงศักดิ์, 2560)

การให้ผลผลิตของมะละกอนั้น รวมทั้งพันธุ์แขกดำเกษตร ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับชนิดดอก ดอกแต่ละชนิดจะให้ผลที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยต้นเพศเมียมีเฉพาะดอกเพศเมีย ผลมีลักษณะกลม โพรงกว้าง ในขณะที่ต้นสมบูรณ์เพศสามารถมีดอกแตกต่างกันหลายชนิด ดังนี้ อีลองกาตา (elongata) มีเกสรเพศผู้ 10 อัน รังไข่ทรงกระบอกยาว ผลทรงกระบอกยาว ส่วนดอกสมบูรณ์เพศประเภทอื่น ๆ มีลักษณะดังนี้ รีดิวซ์อีลองกาตา (reduced elongata) มีลักษณะคล้ายกับดอกเพศผู้ในต้นเพศผู้ แต่มีขนาดใหญ่กว่า กลีบดอกแข็งและหนากว่า เกสรเพศเมียไม่เจริญ จึงไม่สามารถติดผลได้, คาร์เพลลอยด์อีลองกาตา (carpelloid elongata) เป็นดอกอีลองกาตาที่มีก้านเกสรเพศผู้บางอันเชื่อมติดกันกับผนังรังไข่ ทำให้รูปร่างของรังไข่บิดเบี้ยว ทำให้ผลมีลักษณะบิดเบี้ยว, เพ็นแทนเดรีย (pentandria) มีลักษณะคล้ายดอกเพศเมีย รังไข่เป็นร่อง 5 ร่อง มีเกสรเพศผู้ 5 อัน อยู่ในร่องของรังไข่พอดี ผลมีลักษณะป้อมและมีร่องลึก และคาร์เพลลอยด์เพ็นแทนเดรีย (carpelloid pentandria) เป็นดอกเพ็นแทนเดรียที่มีก้านเกสรเพศผู้บางอันเชื่อมติดกับผนังรังไข่ ทำให้รังไข่และผลบิดเบี้ยว ซึ่งผลที่พัฒนาจากดอกคาร์เพลลอยด์อีลองกาตา, เพ็นแทนเดรีย และคาร์เพลลอยด์เพ็นแทนเดรีย รวมทั้งจากดอกเพศเมียนั้นไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งจะขายได้ในราคาที่ถูกกว่าผลที่พัฒนาจากดอกอีลองกาตา (สิริกุล และคณะ, 2562)

ยีนและสภาพอากาศมีผลต่อการแสดงออกของเพศดอกมะละกอ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อชนิดดอก ชนิดผลและลักษณะผลที่สัมพันธ์กับชนิดดอก (จินดา, 2541) นอกจากนี้การจัดการควบคุมปริมาณดอกและผลที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาด้วยการปลิดทิ้ง อาจส่งผลดีต่อขนาดและคุณภาพของผลบนต้นที่เหลือ รวมทั้งชนิดดอกที่จะออกตามมาได้ เนื่องจากการปลิดดอกและผลไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกนั้น ถือเป็นการจัดการอาหารบนต้นไม่ให้ถูกส่งไปเลี้ยงให้กับส่วนที่ไม่มีความจำเป็นมากจนเกินไป ซึ่งการปลิดดอกหรือผลอ่อนนั้นจะช่วยให้ต้นไม้มีผลอยู่ในปริมาณที่พอดี ไม่เกินกำลังที่ต้นจะเลี้ยงได้ (วิจิตร, 2523) ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกต่อการออกดอกและคุณภาพผลมะละกอพันธุ์แขกดำเกษตร

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี (treatment) คือ การปลิด หรือ ไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาในมะละกอต้นสมบูรณ์เพศพันธุ์แขกดำเกษตร ที่มีอายุประมาณ 6 เดือน หลังปลูกลงแปลง จำนวนกรรมวิธีละ 7 ต้น โดยดอกและผลที่จะปลิดออกเป็นดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตา คือ รีดิวซ์อีลองกาตา, คาร์เพลลอยด์อีลองกาตา, เพ็นแทนเดรีย และ คาร์เพลลอยด์เพ็นแทนเดรีย ณ แปลงทดลองของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม 2565 โดยปลิดออกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในแต่ละสัปดาห์หากพบว่ามีดอกชุดใหม่ที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตา จะปลิดออกทั้งหมด พร้อมกับบันทึกข้อมูลจำนวนและชนิดดอกที่เกิดขึ้นใหม่และที่ถูกปลิดออกทุกสัปดาห์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งระยะเวลา 6 เดือน เป็นช่วงเวลาที่ผลชุดแรกหลังเริ่มทำการทดลองเริ่มสุกและสามารถนำมาวิเคราะห์คุณภาพผลได้ โดยวิเคราะห์ 5 ผลต่อต้น เมื่อผลชนิดอีลองกาตาเข้าระยะแต้มสีส้มแดง 5 แต้ม จะเก็บผลมาบ่มต่อจนสีแต้มส้มแดงพัฒนาจนรอบผลคิดเป็นประมาณ 80% ของพื้นที่ผิวผล จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพผล ดังนี้

น้ำหนักผลหน่วยกรัม (ก.) ด้วยเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นผ่าผลตามแนวยาวของผล วัดความยาวและความกว้างผลหน่วยเซนติเมตร (ซม.) ความยาวและความกว้างโพรงหน่วยเซนติเมตร (ซม.) ด้วยไม้บรรทัด ความหนาเปลือกหน่วยมิลลิเมตร (มม.) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ สีเปลือกและสีเนื้อ ด้วย Color reader รุ่น CR-20 (KONICA MINOLTA, China) บริเวณกลางผล ความแน่นเนื้อหน่วยนิวตัน (N) บริเวณกลางผลด้วย Fruit Firmness Tester รุ่น FT-011 (T.R., Italy) หัววัด (probe) เส้นผ่าศูนย์กลาง 11 มม. นำค่าที่ได้ในหน่วยกิโลกรัม (กก.) มาคูณด้วย 9.807 เพื่อเปลี่ยนเป็นหน่วยนิวตัน (N) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) โดยนำน้ำคั้นส่วนกลางมาวัดด้วย Pocket Refractometer รุ่น PAL-1 (ATAGO, Japan) ปริมาณวิตามินซี โดยวิธีการไตเตรทด้วยสาร 2,6-dichlorophenol indophenols กับสารสกัดตัวอย่างเนื้อมะละกอส่วนกลางผล ส่วนความหนาเนื้อ (ซม.) คำนวณจากสูตร ความหนาเนื้อ = ((ความกว้างผล – ความกว้างโพรง) – (ความหนาเปลือก × 2))/2

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

จากการทดลองปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาของมะละกอพันธุ์แขกดำเกษตร พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณดอกปกติชนิดอีลองกาตาที่ออกดอกตามมาได้ โดยมีค่าเฉลี่ย 64.3 ± 19.3 ดอก/ต้น ได้มากกว่าการที่ไม่ได้ทำการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยดอกชนิดอีลองกาตาเพียง 41.9 ± 10.8 ดอก ($P < 0.05$) **(Table 1)**

**Table 1** Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on types and number of new flowers in 'Khaek Dam Kaset' papaya

| Treatment | Elongata | Reduce elongata | Carpelloid elongata | Pentandria |
|---|---|---|---|---|
| Control | 41.9 ± 10.8 | 507.6 ± 61.9 | 19.1 ± 10.0 | 21.0 ± 8.5 |
| Thinning | 64.3 ± 19.3 | 423.1 ± 90.5 | 7.9 ± 5.9 | 11.1 ± 9.5 |
| *Prob*. of t-test | 0.02 | 0.06 | 0.03 | 0.06 |

การปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก พบผลอ่อนชนิดคาร์เพลลอยด์อีลองกาตา และ เพ็นแทนเดรีย เฉลี่ย 11.4 ± 6.9 และ 3.7 ± 2.8 ผล/ต้น ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าการไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก โดยพบผลอ่อนชนิดคาร์เพลลอยด์อีลองกาตา และ เพ็นแทนเดรีย เฉลี่ย 21.9 ± 9.3 และ 13.3 ± 9.1 ผล/ต้น ตามลำดับ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลอ่อนชนิดอีลองกาตามีจำนวนไม่แตกต่างกันระหว่างการไม่ปลิดหรือปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก เฉลี่ย 33.6 ± 9.5 และ 39.4 ± 17.2 ผล/ต้น ตามลำดับ ($P > 0.05$) **(Table 2)** เป็นเพราะว่าดอกมะละกอนั้นมีการหลุดร่วงไปตามธรรมชาติก่อนที่ดอกจะพัฒนามาเป็นผลอ่อน และจากการที่ผู้ทำงานวิจัยได้สังเกตเห็นว่าในมะละกอพันธุ์แขกดำเกษตรส่วนมากจะติดผล 1 ผลต่อ 1 ช่อ ถึงแม้จะมีดอกอีลองกาตามากกว่า 1 ดอกต่อช่อก็ตาม การหาวิธีเพิ่มการติดผลและลดการหลุดร่วงของผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ดอกอีลองกาตาที่สามารถเพิ่มจำนวนได้แล้วด้วยการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ดอกอีลองกาตาออก ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มปริมาณผลผลิตได้แล้ว ดอกอีลองกาตานี้จะพัฒนาต่อไปเป็นผลที่มีทรงกระบอกยาว เนื้อหนา ตรงกับความต้องการของตลาด และมีราคาสูงกว่าผลที่พัฒนามาจากดอกชนิดอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น ซึ่งจากงานวิจัยการใช้ Ca-B และฮอร์โมนพืชบางชนิด สามารถช่วยเพิ่มการติดผลและลดการหลุดร่วงของผลได้ในไม้ผลหลายชนิด เช่น นฤมล และคณะ (2544) พบว่าการใช้ Ca-B ร่วมกับ $GA_3$ ที่ความเข้มข้น 2.0 ml/L เป็นวิธีที่ดีในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะม่วง ทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลและจำนวนผลต่อช่อสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ภูวดล (2532) พบว่าการพ่น $GA_3$ ที่มีความเข้มข้น 25 ppm และ 50 ppm สามารถช่วยป้องกันผลร่วงในลองกองได้ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ได้ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ Ca-B และฮอร์โมนพืชบางชนิด เช่น $GA_3$ เพื่อเพิ่มโอกาสการติดผลและลดการหลุดร่วงของผลในมะละกอ ซึ่งควรมีการทดลองเพิ่มเติมต่อไป

**Table 2** Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on types and number of new fruits in 'Khaek Dam Kaset' papaya

| Treatment | New fruit number per plant during 6 months of investigation | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Elongata | Carpelloid elongata | Pentandria | Total |
| Control | 33.6 ± 9.5 | 21.9 ± 9.3 | 13.3 ± 9.1 | 68.7 ± 20.1 |
| Thinning | 39.4 ± 17.2 | 11.4 ± 6.9 | 3.7 ± 2.8 | 54.6 ± 23.9 |
| *Prob*. of t-test | 0.45 | 0.04 | 0.03 | 0.25 |

การปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกไม่ส่งผลต่อลักษณะผลทางกายภาพส่วนใหญ่ ได้แก่ น้ำหนักผล ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ **(Table 3)** ความกว้างผล ความยาวผล ความกว้างโพรง ความยาวโพรง **(Table 4)** สีเปลือก ค่า L* และ b* สีเนื้อ ค่า L*, a* และ b* **(Table 5)** โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก ($P > 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ นพดล และคณะ (2550) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพผลลำไยเพื่อเพิ่มราคาโดยการปลิดผล ซึ่งการปลิดผลอ่อนนั้นไม่มีความแตกต่างกับที่ไม่ปลิดทั้งในค่าของเปอร์เซ็นต์เนื้อและขนาดของผล

อย่างไรก็ตามพบว่าการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก ส่งผลให้สีเปลือกผลมะละกอ ค่า a* มีค่ามากกว่าการไม่ปลิดออก โดยมีค่าเฉลี่ย 22.68 ± 2.38 และ 17.78 ± 4.31 ตามลำดับ ($P < 0.05$) **(Table 5)** ซึ่งการที่มีค่าสี a* เป็นบวกนั้นบ่งบอกถึงผิวผลมะละกอในกรรมวิธีที่มีการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกมีความเป็นสีแดงมากกว่าผิวผลมะละกอในกรรมวิธีที่ไม่ปลิดออก อาจเป็นผลมาจากการมีแคโรทีนอยด์มากกว่า ซึ่งจากการสังเกตพบว่าสีผิวผลในกรรมวิธีที่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก มีความเข้มของสีส้มแดงมากกว่าผลในกรรมวิธีที่ไม่ปลิดออก เนื่องจากในกรรมวิธีที่ไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก มีจำนวนผลคาร์เพลลอยด์และเพ็นแทนเดรียมากกว่าในกรรมวิธีที่ปลิดออกอย่างชัดเจน ถึงแม้จะมีจำนวนผลรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตาม **(Table 2)** ซึ่งมะละกอเป็นไม้ผลที่มีผลขนาดใหญ่ จึงมีโอกาสที่จะเกิดการบังแสงกันเองได้ ส่งผลให้

แคโรทีนอยด์ที่เปลือกผลไม่สามารถพัฒนาได้ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับการทดลองของ ศุภชาติ (2562) ที่ได้สกัดสารสีจากใบพืชสำหรับใช้ในการศึกษาทางสรีรวิทยาของพืช พบว่าเมื่อได้รับแสงมากจะทำให้เกิดการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ได้รับอันตราย โดยเมื่อพืชได้รับความเข้มแสงสูงมากเกินไป แคโรทีนอยด์จะทำหน้าที่ดูดกลืนแสงที่มีความยาวของช่วงคลื่นที่คลอโรฟิลล์ไม่สามารถดูดกลืนได้ ส่วนสีเนื้อมะละกอนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งในกรรมวิธีที่ปลิดและไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก มีค่าไม่แตกต่างกัน **(Table 5)** อาจเป็นเพราะการลดทอนส่วนที่ไม่จำเป็นต่อต้นมะละกอออกไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อสีเนื้อ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้การปลิดผลมาช่วยเพิ่มคุณภาพผลในส่วนของสีเนื้อให้มีสีแดงเข้มขึ้นได้

**Table 3** Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on fruit weight, peel thickness, flesh thickness and firmness in ‘Khaek Dam Kaset’ papaya

| Treatment | Fruit weight (g) | Peel thickness (mm) | Flesh thickness (cm) | Firmness (N) |
|---|---|---|---|---|
| Control | 1257.6 ± 244.0 | 0.639 ± 0.142 | 1.92 ± 0.32 | 14.21 ± 4.47 |
| Thinning | 1532.8 ± 300.3 | 0.808 ± 0.511 | 1.94 ± 0.71 | 13.35 ± 7.22 |
| *Prob.* of t-test | 0.95 | 0.42 | 0.94 | 0.80 |

**Table 4** Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on fruit width, fruit length, cavity width, and cavity length in ‘Khaek Dam Kaset’ papaya

| Treatment | Fruit width (cm) | Fruit length (cm) | Cavity width (cm) | Cavity length (cm) |
|---|---|---|---|---|
| Control | 8.59 ± 1.25 | 28.14 ± 4.65 | 3.47 ± 0.48 | 23.16 ± 0.15 |
| Thinning | 9.46 ± 0.78 | 30.91 ± 1.68 | 3.96 ± 0.42 | 25.48 ± 0.14 |
| *Prob.* of t-test | 0.17 | 0.20 | 0.77 | 0.06 |

**Table 5** Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on peel color in ‘Khaek Dam Kaset’ papaya

| Treatment | L* | | a* | | b* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Peel | Flesh | Peel | Flesh | Peel | Flesh |
| Control | 29.60 ± 5.13 | 27.10 ± 4.38 | 17.78 ± 4.31 | 31.94 ± 5.30 | 31.91 ± 6.10 | 30.3743 ± 4.85 |
| Thinning | 32.21 ± 0.46 | 29.89 ± 1.36 | 22.68 ± 2.38 | 32.86 ± 0.90 | 36.13 ± 0.69 | 32.6967 ± 1.47 |
| *Prob.* of t-test | 0.24 | 0.16 | 0.03 | 0.68 | 0.12 | 0.29 |

นอกจากนี้ยังพบว่าการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซี โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับค่าดังกล่าวของผลมะละกอในกรรมวิธีที่ไม่ปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออก ($P > 0.05$) **(Table 6)** ให้ผลคล้ายกับการทดลองของ วินัย และ ธนะชัย (2547) ที่ได้ศึกษาการตัดแต่งช่อดอกต่อการติดผล คุณภาพของผล และผลผลิตของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่าในการตัดแต่งโดยตัดปลายช่อดอกออกประมาณ 1/3 ของความยาวช่อดอกในระยะก่อนดอกบานในลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย อายุ 6 ปี มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลจากต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งปลายช่อดอก เฉลี่ย 16.98 และ 16.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**Table 6** Effects of young non-elongata flower and fruit thinning on total soluble solids and vitamin C content in ‘Khaek Dam Kaset’ papaya

| Treatment | Total soluble solids (°Brix) | Vitamin C (mg/100 g fresh weight) |
|---|---|---|
| Control | 11.15 ± 1.69 | 63.13 ± 9.36 |
| Thinning | 11.85 ± 0.55 | 73.11 ± 8.76 |
| *Prob.* of t-test | 0.36 | 0.07 |

**สรุปและข้อเสนอแนะ**

การปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกช่วยทำให้เพิ่มปริมาณดอกปกติชนิดอีลองกาตาได้ แต่ไม่มีผลต่อจำนวนผลปกติชนิดอีลองกาตา รวมทั้งไม่มีผลต่อคุณภาพผลมะละกอทั้งทางกายภาพและทางเคมี ดังนั้นการปลิดดอกและผลอ่อนที่ไม่ใช่ชนิดอีลองกาตาออกอาจเป็นแนวทางที่ทำให้ได้ผลมะละกอที่ตรงต่อความต้องการของตลาดมากขึ้น โดยควรหาวิธีการเพิ่มการติดผลและลดการหลุดร่วงของผล รวมทั้งควรพิจารณาถึงต้นทุนในการปลิดผลร่วมด้วย

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สำหรับการสนับสนุนงบประมาณ สถานที่และวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

**เอกสารอ้างอิง**

เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. 2560. มะละกอพันธุ์แขกดำเกษตร. วารสารเกษตรอภิรมย์. 3(15): 47-49.

จันทรวิภา ธนะโสภณ. 2524. ปัญหาการเปลี่ยนเพศของมะละกอ. วารสารพืชสวน. 16(3): 51-52.

จินดา จันทร์อ่อน. 2541. เพศของต้นมะละกอ. จุลสารพันธุศาสตร์ 18: 3-5.

นฤมล บัณฑิตทัศนานนท์, กฤษณา กฤษณพุกต์ และลพ ภวภูตานนท์. 2544. อิทธิพลของการใช้สาร Ca-B และ GA3 ต่อการติดผลและการพัฒนาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 32(Suppl. 1-4): 53-56.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์, ธีรนุช เจริญกิจ และสุจิตรา รตนมะโน. 2550. การพัฒนาคุณภาพลำไยเพื่อเพิ่มราคาโดยการปลิดผลและห่อช่อผล. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. แหล่งข้อมูล: https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/MJU.res.2007.37. ค้นเมื่อ 9 กรกฎาคม 2566.

ภูวดล บุตรรัตน์. 2532. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการป้องกันผลร่วงของลองกอง. น. 399–407. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27 รายงานผลการวิจัยสาขาพืช 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2532. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจิตร วังใน. 2523. การปลิดดอกปลิดผล เล่ม 5 เรื่องที่ 2 ไม้ผล สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. แหล่งข้อมูล: https://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=5&chap=2&page=t5-2-infodetail14.html. ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2566.

วินัย วิริยะอลงกรณ์ และธนะชัย พันธ์เกษมสุข. 2547. การตัดแต่งช่อดอกต่อการติดผล คุณภาพของผลและผลผลิตของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย. วารสารเกษตร. 20(2): 187-196.

สิริกุล วะสี, อุทัยวรรณ ด้วงเงิน, เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์ และพีรพงษ์ แสงวนางค์กูล. 2562. คู่มือการผลิตเมล็ดพันธุ์มะละกอ. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการ “การรวบรวมและคัดเลือกพันธุ์มะละกอและระบบการผลิตเมล็ดพันธุ์” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), โรงพิมพ์กิตติวรรณการพิมพ์, นครปฐม.

ศุภชาติ ธรรมนิติเวทย์. 2562. การสกัดสารสีจากใบพืชสำหรับใช้ในการศึกษาทางสรีรวิทยาของพืช. วารสารเกษตรนเรศวร. 16(1): 73-81.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบและผลมะคาเดเมีย

# Macro-nutrient content in macadamia leave and nuts

**ลาวัณย์ จันทร์อัมพร[1*], ชิดชนก ก่อเจดีย์[2], กันต์ณิฐา ปิงชัย[3], สุปรานี มั่นหมาย[4], ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ[5] และ สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ[6]**

**Lawan Chanamporn[1*], Chitchanok Kawchadee[2], Gunnitha Pingchai[3], Supranee Munmai[4], Chatnapa Khomawut[5] and Supattra Lertwatanakiat[6]**

*[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย 81 หมู่ 8 ตำบลนาโป่ง อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย 42000*
*[1] Loei Agricultural Research and Development Center, 81 moo 8, Na pong, Mueang Loei, Loei, 42000*
*[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย 85 หมู่ 5 ตำบลปลาบ่า อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160*
*[2] Loei Horticultural Research Center, 85 moo 6, Pla Ba, Phu Ruea, Loei, 42160*
*[3] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 หมู่ 12 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230*
*[3] Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, 313 moo 12, Nong Khwai, Hang Dong, Chiang Mai, 50230*
*[4] กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*
*[4] Agricultural Production Sciences Research and Development Division, 50 Phahon Yothin Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900*
*[5] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ 205 หมู่ 5 บ้านวังหงส์ ตำบลวังหงษ์ อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000*
*[5] Phare Agricultural Research and Development Center, 205 moo 5, Wang Hong, Mueang Phrae, Phrae, 54000*
*[6] สถาบันวิจัยพืชสวน 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*
*[6] Horticultural Research Institute, 50 Phahon Yothin Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900*

**บทคัดย่อ:** จากการสุ่มตัวอย่างใบระยะเพสลาดและผลมะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 400 พันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000 ในพื้นที่อำเภอภูเรือ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย อำเภอแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ และจากต้นมะคาเดเมียภายในศูนย์วิจัยพืชสวนเลยและศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 ถึงเดือนสิงหาคม 2565 นำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเพื่อหาความต้องการธาตุอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตของใบและผล พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (K) และฟอสฟอรัส (P) ที่ใช้ในการสร้างใบระยะเพสลาดทั้งสามพันธุ์ในจังหวัดเลยมีค่าเฉลี่ย 2.29, 1.02 และ 0.52% ตามลำดับ และในจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 2.92, 0.65 และ 0.39% ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตมะคาเดเมียสด 1 กิโลกรัม พบว่า มีการสูญเสีย N ในสัดส่วนที่สูงกว่า K และ P โดยผลผลิตจากจังหวัดเลย สูญเสียธาตุ N P และ K เฉลี่ย 17.57, 8.17 และ 8.04 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลผลิตจากจังหวัดเชียงใหม่สูญเสียธาตุ N P และ K เฉลี่ย 53.95, 5.20 และ 8.92 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อแยกวิเคราะห์ส่วนเปลือกผล กะลา และเนื้อใน พบว่า ส่วนกะลามีการสะสมธาตุอาหารน้อยกว่าส่วนเปลือกผลและเนื้อใน โดยส่วนเปลือกผลมีการสะสม K ในสัดส่วนที่มากกว่า N และ P และส่วนเนื้อในมีการสะสม N และ P ในสัดส่วนที่สูงกว่า K โดยข้อมูลธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่างๆ สามารถนำไปพิจารณาร่วมกับผลวิเคราะห์ดินและจัดการปุ๋ยสำหรับมะคาเดเมียอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ต่อไป

**คำสำคัญ:** ธาตุอาหารพืช; การวิเคราะห์ดินและพืช; การดึงธาตุอาหารพืชออกไป; *M. integrifolia*

**ABSTRACT:** The recently mature leaves and fruits were sampled from macadamia orchards in Loei, Chiang Mai, Loei Horticulture Research Center, and Chiang Mai Royal Agricultural Research Centre from November 2021 to August 2022. The samples of leaf and fruit of Chiang Mai 400, Chiang Mai 700, and Chiang Mai 1000 varieties were analyzed for plant macro-nutrients. The results show nutrient concentrations in Loei province's recently mature leaves stage were 2.29%N, 1.02%P, and 0.52%K, respectively. For Chiang Mai province were 2.92%N, 0.39%P, and 0.65%K, respectively. While 1 kg of fresh macadamia nuts had a nutritional loss of N was higher than K and P. The product of Loei province had lost N P and K were 17.57, 8.17, and 8.04 grams, respectively. The average N P and K losses in Chiang Mai province were 53.95, 5.20 grams. In addition, when analyzing the part of the pericarp, shell, and kernel, it was found that the nutrient accumulation in the shell was less than in the pericarp and kernel. The accumulation of K in the pericarp is greater than N and P whereas the accumulation of N and P is higher than K. The nutrient data

* Corresponding author: lawan1st@gmail.com

accumulated in each part can be considered together with soil analysis and appropriate fertilizer management for macadamias in each area.
**Keywords:** plant nutrient; soil and plant analysis; nutrient removal; *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche

**บทนำ**

มะคาเดเมีย เป็นไม้ประเภทยืนต้นขนาดใหญ่ ใบมีสีเขียวตลอดปีและไม่ผลัดใบ (evergreen tree) ลักษณะของผลมีเปลือกแข็งและหนา (nut) มีแหล่งกำเนิดในบริเวณใกล้เขตร้อนและฝนตกชุกของรัฐนิวเซาท์เวลส์ และควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย สำหรับประเทศไทย มะคาเดเมียถูกนำเข้ามาใน ปี พ.ศ. 2496 โดยองค์การบริหารวิเทศกิจแห่งสหรัฐอเมริกา (USOM) มอบเมล็ดมะคาเดเมียชนิดผิวเรียบ (smooth-shelled type) ให้กรมวิชาการเกษตรทดลองปลูกและดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับมะคาเดเมียและพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 และได้เผยแพร่พันธุ์มะคาเดเมีย เมื่อปี 2539 จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 400 พันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000 สามารถปลูกได้ในพื้นที่สูงตั้งแต่ 400 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นพืชที่ต้องการอากาศหนาวเย็นเพื่อกระตุ้นการออกดอกติดผล (18-20 องศาเซลเซียส) และช่วงที่ผลกำลังเจริญเติบโตควรมีอุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส และไม่ควรเกิน 30 องศาเซลเซียส (Stephenson and Gallagher, 1986) จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คือ เชียงราย รองลงมา คือ เลย เพชรบูรณ์ ตาก แม่ฮ่องสอน ลำปาง เชียงใหม่ พิษณุโลก และชัยภูมิ ตามลำดับ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562) การปลูกมะคาเดเมียทางภาคเหนือ เป็นการเพาะปลูกในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงมาจากพื้นที่ปลูกฝิ่นในอดีตเพื่อสร้างอาชีพและรายได้ให้กับเกษตรกรชาวเขา สำหรับจังหวัดเลย มะคาเดเมียเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพ มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอภูเรือ นาแห้ว และด่านซ้าย ซึ่งมีพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 700-900 เมตร โดยปี 2563 จังหวัดเลยมีพื้นที่ปลูกรวมประมาณ 9,124 ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 300-700 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ในขณะที่ผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศคือ 2,565 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยคอกเพื่อบำรุงดิน มีการใส่ปุ๋ยเคมีบ้าง เช่นปุ๋ย 15-15-15 ปีละ 1-2 ครั้งในช่วงต้นฝนและปลายฝน (สัมภาษณ์เกษตรกร อำเภอนาแห้ว) ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่มะคาเดเมียได้รับอาจไม่เพียงพอในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ

ในฤดูผลิต มะคาเดเมียต้องใช้ธาตุอหารในการพัฒนาใบ ดอก และผล ส่วนของใบจะร่วงหล่นใต้ทรงพุ่มซึ่งจะเกิดการหมุนเวียนธาตุอาหาร แต่ส่วนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวไปจำหน่าย เป็นการนำธาตุอาหารพืชที่ได้จากดินออกจากแหล่งผลิตอย่างต่อเนื่องทุกปี โดย Nortjé (2017) รายงานว่าในผลผลิต 3.5 ตัน (nut in Shell) ประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 63 3.5 และ 70 กิโลกรัม ตามลำดับ (ต่อเฮคตาร์ต่อปี) การสูญเสียธาตุอาหารซึ่งประเทศไทยยังไม่พบรายงานการศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต ประกอบกับสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ต้องพัฒนาการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อปรับใช้ให้เหมาะสม ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชในใบและผลในแหล่งปลูกสำคัญในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเลย เพื่อนำไปจัดการปุ๋ยคมีสำหรับการบำรุงต้นและทดแทนธาตุอาหารพืชที่สูญเสียไปกับผลผลิตทุกปี

**วิธีการศึกษา**

เลือกแปลงปลูกมะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 400 (CM400) เชียงใหม่ 700 (CM700) และเชียงใหม่ 1000 (CM1000) อายุประมาณ 8 ถึง 15 ปี จำนวน 12 แปลง ในพื้นที่จังหวัดเลยและจังหวัดเชียงใหม่ โดยจังหวัดเลย คัดเลือกแปลงในพื้นที่อำเภอภูเรือ ได้แก่ แปลงภายในศูนย์วิจัยพืชสวนเลย จำนวน 1 แปลง แปลงเกษตรกร จำนวน 3 แปลง และในพื้นที่อำเภอนาแห้ว แปลงเกษตรกรจำนวน 3 แปลง ส่วนจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่แปลงภายในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง จำนวน 1 แปลง แปลงเกษตรกรอำเภอแม่วาง จำนวน 1 แปลง เกษตรกรอำเภอแม่แจ่ม จำนวน 2 แปลง และแปลงเกษตรกรอำเภอฮอด จำนวน 1 แปลง สุ่มเก็บตัวอย่างดินรวมที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรจากผิวดิน จำนวน 4 จุด/ต้น บริเวณรัศมีใต้ทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียจำนวน 10 ต้น/แปลง นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) อินทรีย์วัตถุ วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black (Jackson, 1967) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ วิเคราะห์โดยการสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) วัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียม และแมกนีเซียม วิเคราะห์โดยการสกัดดินด้วย 1*N* Ammonium Acetate, pH 7.0 วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Chapman, 1965) และสุ่มเก็บตัวอย่างใบมะคาเดเมียในระยะเพสลาด (recently mature leaves) 5-10 ต้น/กลุ่มพันธุ์ โดยเก็บใบรวมก้านใบ(petiole) บริเวณข้อที่ 2 นับจากปลายยอด กระจายทั่วต้น จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ใบ/ต้น พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างผลที่ร่วงหล่นใต้ทรงพุ่ม (**Figure 1**) นำไปชั่งน้ำหนักสด กะเทาะเปลือกผล กะลา และเนื้อใน นำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson,1967) ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Vanado molybdate method และโพแทสเซียมทั้งหมด วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ในส่วนใบ เปลือกผล (pericarp) กะลา (shell) และเนื้อใน (kernel) และประมวลผลความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตสด 1 กิโลกรัม

(a) (b)

**Figure 1** Collected sample of; Leaf sampling (a) and macadamia fruit sampling (b)

**ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา**

**1. สมบัติทางเคมีของดิน**

สมบัติของดินในแปลงปลูกมะคาเดเมียในศูนย์วิจัยพืชสวนเลย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 5.1 อินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 2.24% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า (available P) 14.7 มก./กก. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) มีค่า 240 มก./กก. แคลเซียม (Ca) เท่ากับ 95.4 มก./กก. และแมกนีเซียม (Mg) เท่ากับ 37.7 มก./กก. สำหรับแปลงเกษตรกร พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่า 4.6 มีอินทรียวัตถุเท่ากับ 2.34% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 9.1 มก./กก. โพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่า 98.3 มก./กก. แคลเซียม เท่ากับ 119.5 มก./กก. และแมกนีเซียมเท่ากับ 34.8 มก./กก. ส่วนแปลงปลูกในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.9 อินทรียวัตถุ เท่ากับ 6.17 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 13.5 มก./กก. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 243.7 มก./กก. แคลเซียมเท่ากับ 176.8 มก./กก. และแมกนีเซียมเท่ากับ 41.0 มก./กก. (**Table 1**) จากผลวิเคราะห์ดินเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอ้างอิง (norm) ที่เสนอโดย Kuperus and Abercrombie (2003) จากประเทศแอฟริกาใต้ พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแมกนีเซียมในดินที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแคลเซียมในดิน อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานอ้างอิง

**Table 1** Soil chemical properties (0-20 cm depth) in macadamia orchard from Loei and Chiang Mai province

| Location | pH ($H_2O$) | OM (%) | Available P (mg/kg) | Exchangeable K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Mg (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Loei Horticultural Research Center | 5.1 | 2.24 | 14.7 | 240.0 | 95.4 | 37.7 |
| Famer field (Loei) | 4.6 | 2.34 | 9.1 | 98.3 | 119.5 | 34.8 |
| Chiang Mai Royal Agricultural Research Center | 4.9 | 6.17 | 13.5 | 243.7 | 176.8 | 41.0 |
| Norm* | 5.5-6.5 | - | 20-80 | 80-150 | 400-800 | 100-200 |

* Kuperus and Abercrombie (2003)

**2. ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบมะคาเดเมียและส่วนต่างๆของผล**

จากการวิเคราะห์ใบมะคาเดเมียในระยะเพสลาดซึ่งเป็นช่วงที่มีการดูดใช้ธาตุอาหารมากที่สุดจากทุกช่วงการพัฒนาใบ จากแปลงเกษตรกรในพื้นที่อำเภอภูเรือ และอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย พบว่า ทั้งสามพันธุ์มีความเข้มข้นแต่ละธาตุใกล้เคียง โดยพบไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงที่สุด (2.15-2.40%) รองลงมาคือ โพแทสเซียม (1.01-1.02%) และฟอสฟอรัส (0.49-0.55%) ตามลำดับ **(Table 2)** สำหรับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ในใบมะคาเดเมียจากแปลงเกษตรกรในพื้นที่อำเภอแม่วาง อำเภอแม่แจ่ม และอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ทั้งสามพันธุ์มีความเข้มข้นธาตุของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใกล้เคียงกัน ในขณะที่ไนโตรเจนที่พบในพันธุ์เชียงใหม่ 400 มีความเข้มข้นน้อยกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000 ที่มีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม พบไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงที่สุด (1.29-3.78%) รองลงมาคือโพแทสเซียม (0.60-0.73%) และฟอสฟอรัส (0.34-0.43%) ตามลำดับ **(Table 3)** ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นในใบจากต่างประเทศ เช่น ประเทศออสเตรเลีย (Stephenson and Cull, 1986; Huett and Vimpany. 2007) ประเทศแอฟริกาใต้ (van Niekerk, 2002) และรัฐฮาวาย (Nagao and Hirae, 1992)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนเปลือกผล กะลา และเนื้อใน จากจังหวัดเลย พบว่า ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่วนเนื้อในอยู่ในระดับที่สูงที่สุด (1.49-1.50% และ 0.57-0.73%) รองลงมาคือส่วนเปลือกผล (0.73-0.85% และ 0.30-0.39%) และส่วนกะลา (0.39-0.66% และ 0.30-0.39%) ตามลำดับ ในขณะที่โพแทสเซียมในเปลือกผล อยู่ในระดับที่สูงที่สุด (0.59-0.72%) รองลงมาคือ กะลา (0.08-0.48%) และเนื้อใน (0.29-0.34%) ตามลำดับ **(Table 2)** ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนเปลือกผล กะลา และเนื้อในของผลมะคาเดเมียจากจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่วนเนื้อในอยู่ในระดับที่สูงที่สุด (6.20-6.96% และ 0.55-0.63%) รองลงมาคือส่วนเปลือกผล (2.59-3.25% และ 0.25-0.29%) และส่วนกะลา (0.78-0.89% และ 0.15-0.16%) ตามลำดับ

ในทางกลับกันพบว่าโพแทสเซียมในเปลือกผล อยู่ในระดับที่สูงที่สุด (0.60-0.73%) รองลงมาคือ เนื้อใน (0.30-0.39%) และ กะลา (0.06-0.07%) ตามลำดับ **(Table 3)**

**3. ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการสร้างผลมะคาเดเมีย**

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลมะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 1000 เชียงใหม่ 700 และเชียงใหม่ 400 จากแปลงปลูกในพื้นที่อำเภอภูเรือ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย พบว่า ผลมะคาเดเมียสด 1 กิโลกรัมต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน เฉลี่ย 17.11 17.63 และ 17.98 กรัม ฟอสฟอรัส 7.93 8.30 และ 8.29 กรัม และโพแทสเซียม 6.78 8.40 และ 8.93กรัม สำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 1000 เชียงใหม่ 700 และเชียงใหม่ 400 ตามลำดับ **(Table 4)** ส่วนแปลงปลูกในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง และอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผลมะคาเดเมียสด 1 กิโลกรัมต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน เฉลี่ย 52.88 55.64 และ 53.33 กรัม ฟอสฟอรัส 5.11 5.54 และ 4.94 กรัม และโพแทสเซียม 8.50 9.58 และ 8.66 กรัม สำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 1000 เชียงใหม่ 700 และเชียงใหม่ 400 ตามลำดับ **(Table 4)** เมื่อพิจารณาสัดส่วนของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มะคาเดเมียต้องการในในระยะแตกใบใหม่และการสร้างผล จะเห็นได้ว่ามะคาเดเมียต้องการไนโตรเจนในสัดส่วนที่สูงกว่าโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ทั้งนี้ไนโตรเจนที่พบในผลจากจังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณสูงกว่าที่พบผลจากจังหวัดเลย อาจเนื่องจากมะคาเดเมียที่ปลูกในพื้นที่สูงจะสะสมส่วนเปลือกเขียวมากกว่าที่ปลูกในพื้นที่ต่ำกว่า ส่งผลให้ขนาดผลมะคาเดเมียจากจังหวัดเชียงใหม่มีขนาดใหญ่กว่าผลจากจังหวัดเลย กล่าวคือขนาดผลมะคาเดเมียจากจังหวัดเชียงใหม่มีขนาดเฉลี่ย 21-23 กรัม/ผล ส่วนขนาดผลจากจังหวัดเลยมีขนาดเฉลี่ย 13 กรัม/ผล

**สรุป**

1.ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะคาเดเมียในระยะใบเพสลาด พบว่า ธาตุไนโตรเจนมีความเข้มข้นมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งผลวิเคราะห์ทั้งสามพันธุ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยจังหวัดเลยมีค่าเฉลี่ย 2.29, 1.02 และ 0.52% ตามลำดับ และในจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 2.92, 0.65 และ 0.39% ตามลำดับ

2. ในพื้นที่อ.ภูเรือ และอ.นาแห้ว จ.เลย มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 1000 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับการสร้างผลผลิตประมาณ 17.11, 7.93 และ 6.78 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ส่วนพันธุ์เชียงใหม่ 700 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 17.63, 8.30 และ 8.29 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 400 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 17.98, 8.29 และ 8.93 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม

3. ในพื้นที่อ.แม่แจ่ม และอ.ฮอด จ.เชียงใหม่ มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 1000 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับการสร้างผลผลิตประมาณ 52.88, 5.11 และ 8.50 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ส่วนพันธุ์เชียงใหม่ 700 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 55.64, 5.54 และ9.58 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 400 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 53.33, 4.94 และ 8.92 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม

**Table 2** Plant nutrient concentrations in leaves, pericarp, shell, and kernel of macadamia nut in Phu Ruea and Na Haeo districts, Loei province

| Plant nutrient | variety | leaves | pericarp | shell | kernel |
|---|---|---|---|---|---|
| Nitrogen (%) | Chiang Mai 1000 | 2.40 | 0.85 | 0.39 | 1.49 |
| | Chiang Mai 700 | 2.15 | 0.73 | 0.62 | 1.50 |
| | Chiang Mai 400 | 2.31 | 0.78 | 0.66 | 1.50 |
| | average | 2.29 | 0.79 | 0.56 | 1.49 |
| | Australia* | 1.40-1.50 | | | |
| Phosphorus (%) | Chiang Mai 1000 | 0.55 | 0.39 | 0.31 | 0.57 |
| | Chiang Mai 700 | 0.49 | 0.30 | 0.27 | 0.77 |
| | Chiang Mai 400 | 0.53 | 0.33 | 0.29 | 0.73 |
| | average | 0.52 | 0.34 | 0.29 | 0.69 |
| | Australia* | 0.08-0.10 | | | |
| Potassium (%) | Chiang Mai 1000 | 1.01 | 0.72 | 0.08 | 0.29 |
| | Chiang Mai 700 | 1.02 | 0.59 | 0.46 | 0.31 |
| | Chiang Mai 400 | 1.02 | 0.64 | 0.48 | 0.34 |
| | average | 1.02 | 0.65 | 0.34 | 0.31 |
| | Australia* | 0.60-0.70 | | | |

*Stephenson and Cull (1986)

**Table 3** Plant nutrient concentrations in leaves, pericarp, shell, and kernel of macadamia nut in Mae Wang district, Mae Chaem district, and Hod district, Chiang Mai province

| Plant nutrient | variety | leaves | pericarp | shell | kernel |
|---|---|---|---|---|---|
| Nitrogen (%) | Chiang Mai 1000 | 3.78 | 2.59 | 0.78 | 6.96 |
| | Chiang Mai 700 | 3.70 | 3.06 | 0.89 | 6.75 |
| | Chiang Mai 400 | 1.29 | 3.25 | 0.89 | 6.20 |
| | average | 2.92 | 2.96 | 0.85 | 6.64 |
| | Australia* | 1.40-1.50 | | | |
| Phosphorus (%) | Chiang Mai 1000 | 0.34 | 0.25 | 0.16 | 0.58 |
| | Chiang Mai 700 | 0.38 | 0.29 | 0.15 | 0.63 |
| | Chiang Mai 400 | 0.43 | 0.25 | 0.16 | 0.55 |
| | average | 0.39 | 0.26 | 0.16 | 0.59 |
| | Australia* | 0.08-0.10 | | | |
| Potassium (%) | Chiang Mai 1000 | 0.60 | 1.30 | 0.06 | 0.30 |
| | Chiang Mai 700 | 0.61 | 1.39 | 0.06 | 0.39 |
| | Chiang Mai 400 | 0.73 | 1.29 | 0.07 | 0.32 |
| | average | 0.65 | 1.33 | 0.06 | 0.33 |
| | Australia* | 0.60-0.70 | | | |

* Stephenson and Cull (1986)

**Table 4** Plant nutrient content in macadamia fruit from Loei province, and Chiang Mai province

| variety | nutrient content in whole fruit (g/kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | | P | | K | |
| | Loei | Chiang Mai | Loei | Chiang Mai | Loei | Chiang Mai |
| Chiang Mai 1000 | 17.11 | 52.88 | 7.93 | 5.11 | 6.78 | 8.50 |
| Chiang Mai 700 | 17.63 | 55.64 | 8.30 | 5.54 | 8.40 | 9.58 |
| Chiang Mai 400 | 17.98 | 53.33 | 8.29 | 4.94 | 8.93 | 8.66 |
| average | 17.57 | 53.95 | 8.17 | 5.20 | 8.04 | 8.92 |

**คำขอบคุณ**

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

**เอกสารอ้างอิง**

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2562. มะคาเดเมีย: ปเพาะปลูก 2561. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร. http://www.agriinfo.doae.go.th/year63/plant/rortor/perennial/macademia.pdf. ค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2562

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ‘แมคคาเดเมีย’ พืชเศรษฐกิจทางเลือกสำหรับพื้นที่สูง แนวโน้มตลาดในอนาคตทิศทางดี. ข่าวที่ 118/2563 วันที่ 7 ตุลาคม 2563 https://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก./35118/TH-TH. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563

Bray, R.L. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and Available forms of phosphorus in soils. Soil Science. 59: 39-45.

Chapman, D.D. 1965. Total exchangeable bases. p. 902-904. In*:* Black, C. A. (ed). Method of Soil analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No.9. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy Inc.

Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. New Delhi: Prentice-Hall of India Pvt. Ltd.

Huett, D.O., and I. Vimpany. 2007. Revised diagnostic leaf nutrient standards for macadamia growing in Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 47: 869-876. https://doi.org/10.1071/EA06133. Accessed Oct. 14, 2019.

Kuperus, K.H., and R.A. Abercrombie. 2003. Fertilization. p. 89-99. In: E.A. de Villiers. The cultivation of Macadamia (ed.).

Nagao, M.A., and H.H. Hirae. 1992. Macadamia - cultivation and physiology. Critical Reviews in Plant Sciences 10: 441-470. doi: 10.1080/07352689209382321.

Nortjé, G.P. 2017. Fertilization of Macadamia Nuts. Fertasa. Soil Fertility and Plant Nutrition Symposium, 23 August 2017, CSIR, Pretoria. South Africa. https://www.researchgate.net/publication/319351054_Macadamia_Fertilization_Fertasa_Soil_Fertility_and_Plant_Nutrition_Symposium_2017 Accessed Oct. 14, 2019.

Peech, M. 1965. Hydrogen-ion Activity. p. 914-925. In: Black, C.A. (ed). Method of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No.9. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy Inc.

Stephenson, R.A., and E.C. Gallagher. 1986. Effects of temperature on premature nut drop in macadamia. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences. 43(2): 97-100.

Stephenson, R.A., and B.W. Cull. 1986. Standard leaf nutrient levels for bearing macadamia trees in southeast Queensland. Scientia Horticulturae. 30(Nov): 73-82. https://doi.org/10.1016/0304-4238(86)90083-X.

van Niekerk, K. 2002. Fertilization of macadamia nut trees. South African Macadamia Growers Association Newsletter January: 2-10.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การศึกษาการใส่ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอน ต่อคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำบนพื้นที่สูง

# Study on calcium and boron fertilization to the quality of Nual kham mango yield at the highlands

**วันเพ็ญ ศรีแก้ว[1*], สุธาศินี นนทะจักร์[1], เผ่าไท ถายะพิงค์[1] และ ชาติชาย พิทยาไพศาล[1]**
**Wanpen Srikaew[1*], Sutasinee Nontajak[1], Paothai Thayaping[1] and Chatchai Pitayapisal[1]**

[1] *มูลนิธิโครงการหลวง*
*ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวง ชนกาธิเบศรดำริ 910 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100*
[1] *Royal Project Foundation*
*Royal Project Agricultural Research and Development Center 910 Moo 3, Mae Hia Subdistrict, Mueang District, Chiang Mai Province 50100, Thailand*

**บทคัดย่อ:** ศึกษาการใส่ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอน ต่อคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำบนพื้นที่สูง ดำเนินการในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม และพระบาทห้วยต้ม มุ่งเน้นลดอาการขาดธาตุแคลเซียมและโบรอนในผลผลิตมะม่วงนวลคำ จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ทั้งสองพื้นที่ ดินมีความเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 4.58-5.96) ปริมาณแคลเซียมและโบรอนในดิน และในใบมะม่วงอยู่ในระดับต่ำ ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตมะม่วงหลังการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยทางดินร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ ทำให้น้ำหนักของผลสุก ความกว้างของผล และความหนาของผลมะม่วง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มากกว่าวิธีการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และอาการขาดธาตุอาหารของผลลดลง จากผลการทดลองข้างต้น ทำให้ได้แนวทางในการจัดการธาตุอาหารในฤดูกาลผลิตมะม่วงนวลคำ โดยใส่ปูนขาวหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อปรับความเป็นกรดของดิน และให้ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 483.84 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส ($P_2O_5$) 184.94 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม ($K_2O$) 541.94 กรัม/ต้น โดยให้ปุ๋ยตามระยะการพัฒนาของผลมะม่วง ร่วมกับการพ่นแคลเซียมคลอไรด์และบอริคแอซิดทางใบทุก 15-20 วัน ตั้งแต่ระยะก่อนออกดอกถึงระยะการพัฒนาผล เพื่อลดอาการขาดธาตุอาหาร และเพิ่มมูลค่าผลผลิต
**คำสำคัญ:** คุณภาพผลผลิต; มะม่วงนวลคำ; อาการขาดธาตุอาหาร; แคลเซียม; โบรอน

**ABSTRACT:** Studies on calcium and boron fertilization to the quality of Nual Kham mango yield at the highlands were conducted. The research focused on to reduce calcium and boron deficiency symptoms in mango yield, Nual Kham variety at Mok Cham Royal Project Development Center and Phra Bat Huay Tom Royal Project Development Center. From the results of soil analysis before and after the experiment, it was found that soil of both areas were very strongly acidic to moderately acidic (pH 4.58-5.96), calcium and boron contents of both soil and mango leaves was low levels. As for the results of the quality analysis of mango yield after the experiment, it was found that soil fertilization and foliar spraying make the weight of the ripe fruit, fruit width, thickness of the mango fruit, and the soluble solids were significantly more than the other treatment ($P<0.05$), including nutrient deficiency symptoms of the fruit decreased. From the experiments results, a guideline for nutrient management in the Nual Kham mango production can be obtained by adding lime after harvesting to adjust soil acidity. Fertilizers are applied nitrogen (N) 483.84 g/plant, phosphorus ($P_2O_5$) 184.94 g/plant and potassium ($K_2O$) 541.94 g/plant. The fertilizers application was divided to the development stage of the mango fruit, and combination with foliar spraying of calcium chloride and boric acid every 15-20 days from previous flowering until fruit setting periods to reduce nutrient deficiency symptoms and increasing value of Nual Kham mangoes.
**Keywords:** yield quality; Nual Kham mango; nutrient deficiencies; calcium; boron

[*] Corresponding author: platonk501@gmail.com

**บทนำ**

มูลนิธิโครงการหลวงดำเนินการวิจัยและพัฒนา เพื่อหาพืชพันธุ์ใหม่ สำหรับสร้างอาชีพให้เกษตรกรบนพื้นที่สูง โดยดำเนินการทดสอบมะม่วงหลากหลายสายพันธุ์จากต่างประเทศ พบว่า มะม่วงนวลคำ ซึ่งเป็นสายพันธุ์มะม่วงจากประเทศสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) มีผลขนาดใหญ่ เมื่อห่อผลและผลเริ่มสุกแก่จะมีผิวสีเหลืองทอง มีปริมาณผลผลิตมากที่สุด และมีผลผลิตออกสู่ตลาดในช่วงท้ายฤดูกาลผลิตมะม่วงของประเทศไทย ทำให้สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูง ดังนั้นมูลนิธิโครงการหลวงจึงได้ขยายผลโดยการส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกมะม่วงนวลคำ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2560 พบปัญหาคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำ ไม่ผ่านชั้นมาตรฐานคุณภาพ ทำให้ศูนย์ฯ ที่มีการผลิตมะม่วงนวลคำ ไม่สามารถส่งมอบผลผลิตได้ตามแผน เกษตรกรขาดรายได้ อีกทั้งผลผลิตที่ไม่ผ่านชั้นมาตรฐานคุณภาพนั้น ไม่สามารถจำหน่ายสู่ตลาดทั่วไปได้ ผลผลิตมะม่วงนวลคำที่ไม่ผ่านชั้นมาตรฐาน แสดงอาการดังนี้ เกิดโพรงในเนื้อบริเวณขั้วของผล (stem-end breakdown) เนื้อรอบเมล็ดเละ (jelly seed) บริเวณเนื้อมีรูพรุน (spongy tissue) มีจุดสีดำ และเนื้อมีอาการฉ่ำน้ำ ซึ่งอาจมีสาเหตุหลักจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร เช่น การมีธาตุไนโตรเจนสูง โดยปกติธาตุไนโตรเจนจะทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้ผลแก่ช้า (delay fruit ripening) เนื้อผลนิ่ม สีผลไม่สวย ตลอดจนทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น (Weir and Cresswell, 1995) ทำให้เกิดอาการเน่าเสียที่เรียกว่า “Soft nose” คือ ส่วนหัวของผลมะม่วงสุกนิ่มและเน่า ซึ่งสาเหตุเกิดจากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative growth) อย่างรวดเร็ว ทำให้มะม่วงมีการดูดธาตุแคลเซียมและโบรอนไปใช้ที่ผลได้น้อย ประกอบกับผลมะม่วงมีขนาดใหญ่ทำให้แคลเซียมในผลเจือจางลง (dilution effect) (Young and Minor, 1961)

มะม่วงแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองหรือแสดงอาการขาดแคลเซียมแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อมีปริมาณแคลเซียมในผลเท่ากัน มะม่วงบางพันธุ์จะแสดงอาการผลผิดปกติ แต่บางพันธุ์ไม่พบปัญหา คือ ผลรูปร่างปกติ ดังนั้นการเพิ่มแคลเซียมให้แก่พืชสามารถทำได้โดยการปรับปรุงให้ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในระดับ 5.5-6.5 หากระดับความเป็นกรด-ด่างเหมาะสมแล้ว แต่ปริมาณแคลเซียมในดินยังมีปริมาณต่ำอยู่ ควรเพิ่มแคลเซียมในรูปยิปซัม ซึ่งเป็นการลงทุนที่น้อยและได้ผลดีที่สุด อย่างไรก็ตามทั้งปูนและยิปซัมละลายค่อนข้างช้า และอาจใช้เวลาหลายปีกว่าพืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ และเช่นเดียวกันมะม่วงแต่ละสายพันธุ์มีความต้องการโบรอนและความทนทานต่อการขาดโบรอนแตกต่างกัน โดยในมะม่วงพันธุ์ที่ไวหรือตอบสนองต่อการขาดแคลเซียม ควรมีการฉีดพ่นโบรอนในรูปของโซลูบอร์ (Solubor, 20%B) สามารถเพิ่มผลผลิตและลดอาการผิดปกติของผลมะม่วงได้ (สุมิตรา, 2556) ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตมะม่วงโดยการใส่ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอน โดยทำการศึกษาในพื้นที่ของศูนย์ฯ หลักที่มีการส่งเสริมการปลูกมะม่วงให้แก่เกษตรกร คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตมะม่วงให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรสามารถร่วมดำเนินการและนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

**วิธีการศึกษา**

ทำการศึกษาแปลงมะม่วงพันธุ์นวลคำของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม จังหวัดลำพูน ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี ได้แก่ T1 วิธีการควบคุม (Control) T2 ใส่ปุ๋ยทางดิน และ T3 ใส่ปุ๋ยทางดินร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ โดยใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ตั้งแต่ตัดแต่งต้นจนถึงห่อผลผลผลิต จำนวน 6 ครั้ง/ปี ได้แก่ ระยะเตรียมต้น ระยะออกดอก ระยะติดผลเล็ก และระยะการพัฒนาผล

โดยการสำรวจแปลงและสอบถามเกษตรกร จำนวน 10 ราย ประกอบด้วย เกษตรกรจากศูนย์ฯ หมอกจ๋าม จำนวน 5 ราย และพระบาทห้วยต้ม จำนวน 5 ราย ที่พบการสูญเสียของผลผลิตมะม่วงนวลคำ ที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร เช่น ลักษณะผิวขรุขระ ไม่เรียบ มีรอยช้ำที่ผิวผล ภายในเนื้อผลมีลักษณะเหมือนวุ้น มีจุดสีดำหรือสีน้ำตาล ที่บริเวณก้นผลมีรอยช้ำ รวมถึงลักษณะความผิดปกติอื่นๆ

ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน เมื่อผลมะม่วงครบอายุการเก็บเกี่ยว สุ่มตัวอย่างผลมะม่วงจากแต่ละต้น นำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตที่ระยะเก็บเกี่ยว ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และโบรอน การเก็บข้อมูลคุณภาพผลผลมะม่วง ได้แก่ น้ำหนัก ขนาดผลวัดทั้งขนาดความกว้าง ความยาว ความสูงของผลมะม่วง วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (Total Soluble Solid : TSS) ความแน่นเนื้อ (Fruit Firmness Tester)ของผลมะม่วง และการวัดสีผล (peel color) ของมะม่วง ด้วยการให้คะแนนสีผิว โดยใช้ Color chart ในแต่ละ Chart มีระดับ A, B, C, และ D ซึ่ง A คือสีเข้มสุด ส่วน D คือสีอ่อนสุด เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ จึงกำหนดตัวเลขคะแนน โดยกำหนดให้ค่าสี 11D, 11C, 11B, และ 11A เท่ากับ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

**ผลการศึกษา**

**ลักษณะอาการผิดปกติของมะม่วงนวลคำของเกษตรกรในพื้นที่โครงการหลวง**

ผลการสำรวจแปลงและสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม จำนวน 5 ราย และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม จำนวน 5 ราย รวม 10 ราย พบว่าผลผลิตแสดงอาการผิดปกติจากการขาดธาตุอาการ เช่น ลักษณะเนื้อผลสุกมีลักษณะเหมือนวุ้น (Jelly flesh) เนื้อเป็นสีน้ำตาล เนื้อเป็นเสี้ยน ผลดิบมีผิวผลขรุขระ ไม่เรียบ มีรอยช้ำที่ผิวผล **(Figure 1)**

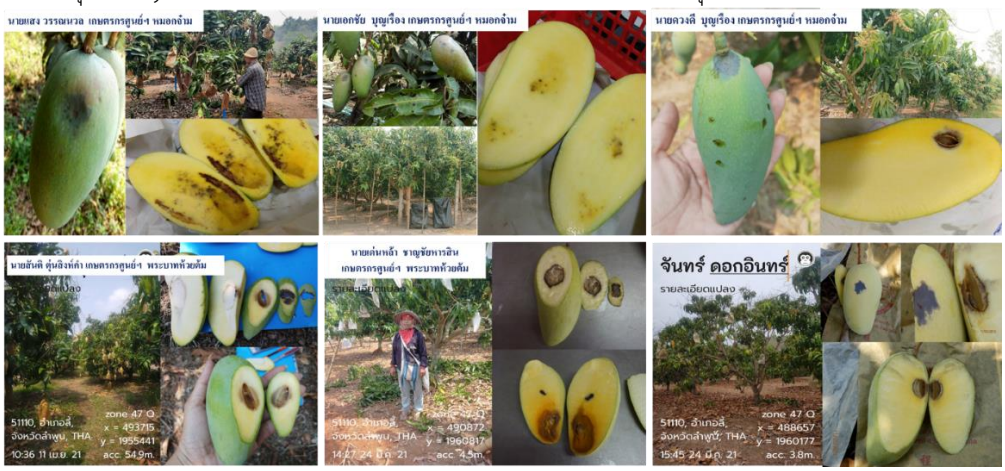



**Figure 1** Characteristics of mango produce showing calcium and boron deficiency symptoms

**ศึกษาคุณสมบัติของดินในสวนมะม่วงของเกษตรกรในพื้นที่โครงการหลวง**

จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่าทั้งสองพื้นที่ดินมีความเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 4.58-5.96) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง ปริมาณแคลเซียมและโบรอนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม (ชูชาติ, 2556) **(Table 1)**

**Table 1** Property of soil in the experimental area before and after the experiment

| Properties | Mok Cham Royal Project Development Center | | Phra Bat Huay Tom Royal Project Development Center | | reasonable value[1/] |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | Before | After | |
| pH | 5.42 | 5.96 | 4.58 | 5.42 | 5.5-6.5 |
| Organic matter (g/kg) | 2.59 | 3.50 | 0.60 | 0.73 | 2-3 |
| Available P (mg/kg) | 2.40 | 60.29 | 3.25 | 2.46 | 35-60 |
| Available K (mg/kg) | 238.04 | 320.95 | 36.37 | 168.17 | 100-120 |
| Available B (mg/kg) | 0.35 | 0.59 | 0.07 | 0.17 | 4-6 |
| Extractable Ca ($cmol_c$/kg) | 800.80 | 787.93 | 147.35 | 195.77 | 800-1,500 |
| Extractable Mg ($cmol_c$/kg) | 170.25 | 189.25 | 14.06 | 42.51 | 250-450 |

[1/] ที่มา: ชูชาติ, 2556

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตมะม่วงที่ระยะเก็บเกี่ยว โดยทำการวิเคราะห์เปลือกและเนื้อมะม่วงรวมกัน พบว่าในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม ผลผลิตมะม่วงนวลคำได้รับการใส่ปุ๋ยทางดินร่วมกับการพ่นปุ๋ยแคลเซียมโบรอนทางใบ (T3) มีปริมาณธาตุแคลเซียมที่สูงกว่า กรรมวิธีควบคุม (T1) และการใส่ปุ๋ยทางดิน (T2) และในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ผลผลิตมะม่วงนวลคำได้รับการใส่ปุ๋ยทางดินร่วมกับการพ่นปุ๋ยแคลเซียม โบรอนทางใบ (T3) มีปริมาณธาตุแคลเซียมและโบรอนสูงกว่า กรรมวิธีควบคุม (T1) และการใส่ปุ๋ยทางดิน (T2) ดังแสดงใน **Table 2**

**Table 2** Property of mango fruit in the experimental area

| Treatment | N | P | K | Ca | Mg | B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (---------- mg/kg ----------) | | | | | |
| Mok Cham Royal Project Development Center | | | | | | |
| T1 | 0.65 | 0.31 | 1.31 | 831.80 | 463.50 | 6.70 |
| T2 | 0.77 | 0.47 | 1.67 | 706.40 | 464.75 | 9.78 |
| T3 | 0.68 | 0.37 | 1.08 | 931.40 | 490.50 | 7.99 |
| Phra Bat Huay Tom Royal Project Development Center | | | | | | |
| T1 | 0.78 | 0.44 | 1.05 | 564.00 | 591.00 | 7.50 |
| T2 | 0.66 | 0.33 | 1.44 | 721.20 | 500.00 | 6.27 |
| T3 | 0.76 | 0.43 | 1.57 | 945.00 | 623.50 | 8.24 |

T1 = Control; T2 = soil fertilization; T3 soil fertilization combined with foliar spray

**ผลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอน ต่อคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำ**

การศึกษาผลของแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำในช่วงตั้งแต่ตั้งแต่ตัดแต่งต้นจนถึงห่อผลผลผลิต จำนวน 6 ครั้ง/ปี ได้แก่ ระยะเตรียมต้น ระยะออกดอก ระยะติดผลเล็ก และระยะการพัฒนาผล พบว่า กรรมวิธี T3 ทำให้ผลผลิตมะม่วงนวลคำในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋าม มีน้ำหนักของผลสุก ความกว้างของผล และความสูงของผลมะม่วง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี T1 และ T2 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้ม ที่กรรมวิธี T3 ทำให้น้ำหนักของผลสุก ความยาวผล ความกว้างของผล ความหนาของผลมะม่วง และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid-TSS) มากกว่าวิธีการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน **Table 3**

**Table 3** Effect of Calcium and Boron Fertilization to the quality on fruit yield of 'Nual Kham' mango

| Treatments | Weight (g/fruit) | Length (cm) | Width (cm) | Height (cm) | TSS (°Brix) | Firmness ($kg/cm^2$) | Peel color (score) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mok Cham Royal Project Development Center | | | | | | | |
| 1 | $912.13^{c}$ | $20.19^{c}$ | $9.87^{b}$ | $8.84^{b}$ | 17.95 | 1.27 | 20.35 |
| 2 | $941.82^{b}$ | $20.39^{b}$ | $10.12^{ab}$ | $8.80^{b}$ | 18.24 | 0.87 | 20.95 |
| 3 | $1,050.93^{a}$ | $20.88^{a}$ | $10.45^{a}$ | $9.18^{a}$ | 17.80 | 0.79 | 18.95 |
| F-test | * | * | * | * | ns | ns | ns |
| %CV | 15.85 | 6.40 | 5.82 | 5.37 | 9.17 | 36.07 | 17.98 |
| Phra Bat Huay Tom Royal Project Development Center | | | | | | | |
| 1 | $690.96^{c}$ | $17.87^{c}$ | $9.11^{c}$ | $8.11^{c}$ | $17.60^{b}$ | $2.99^{a}$ | 20.10 |
| 2 | $884.23^{b}$ | $19.68^{b}$ | $10.03^{b}$ | $8.65^{b}$ | $19.61^{a}$ | $0.69^{b}$ | 19.65 |
| 3 | $1089.57^{a}$ | $22.36^{a}$ | $10.65^{a}$ | $9.07^{a}$ | $19.21^{a}$ | $0.90^{b}$ | 18.15 |
| F-test | * | * | * | * | * | * | ns |
| %CV | 23.91 | 12.57 | 8.56 | 6.62 | 7.81 | 73.20 | 16.74 |

Ns = not significant; * significantly different at 0.05 probability level, respectively; means with different superscript letters within a column indicate a significant difference according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$

T1 = Control; T2 = soil fertilization; T3 soil fertilization combined with foliar spray

**วิจารณ์**

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อาการขาดแคลเซียมในไม้ผล มักจะไม่แสดงอาการที่ใบ แต่จะแสดงอาการที่ผลแทน เนื่องจากแคลเซียมเคลื่อนที่จากใบไปที่ผลได้จำกัด ในมะม่วงอาการขาดแคลเซียมแสดงออกได้หลากหลาย เช่น อาการที่ทำให้เนื้อมะม่วงโดยเฉพาะด้านในที่ติดเมล็ดมีเนื้อใสเหมือนวุ้น (jelly flesh) อาการเน่าตรงปลายผล (soft nose) อาการที่เนื้อบริเวณขั้วผลฟ่าม (stem-end cavity) อาการที่เนื้อด้านในผลเป็นโพรง (spongy tissue) การแก้ปัญหาการขาดแคลเซียม จึงควรฉีดพ่นแคลเซียมที่ผลโดยตรงร่วมกับการใส่แคลเซียมทางดิน สารเคมีที่นิยมใช้ฉีดพ่น ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ เพราะราคาไม่แพง และมีความเข้มข้นของแคลเซียมสูง และควรฉีดพ่นในขณะที่ผลยังเล็ก ส่วนอาการขาดโบรอนในมะม่วง พบว่ามีอาการคล้ายการขาดแคลเซียม คือ เนื้อใสเหมือนวุ้นรอบเมล็ด (jelly flesh) อาการเน่าตรงปลายผล (soft nose) อาการที่เนื้อผลโดยเฉพาะส่วนที่ใกล้เมล็ดเป็นโพรง รวมถึงอาการอื่นๆ ได้แก่ ผลแตก และเนื้อผลมีสีน้ำตาล (internal necrosis) อาการขาดโบรอนที่ผลจะเกิดมากและรุนแรงถ้าผลมีขนาดใหญ่ สำหรับการฉีดพ่นโบรอนจะช่วยทำให้การติดผลและผลผลิตดีขึ้น ซึ่ง แนะนำให้ทำเป็นประจำทุกปี เนื่องจากผลตกค้างจากการฉีดทางใบมีน้อย แต่หลังจากการติดผลแล้ว การฉีดพ่นอาจไม่มีประโยชน์มากนักยกเว้นกรณีที่ใบมีโบรอนต่ำ

จากการศึกษาของอัศจรรย์ และคณะ (2545) พบว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นของมะม่วง (การสร้างราก ลำต้น กิ่งและใบ) ในการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นมะม่วง 1 กิโลกรัม มะม่วงต้องการใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 5.66 กรัม ฟอสฟอรัส (P2O5) 3.31 กรัม และโพแทสเซียม (K2O) 5.36 กรัม สำหรับในระยะให้ผลผลิตพบว่ามะม่วงผลสด 1 กิโลกรัม มะม่วงต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 5.78 กรัม ฟอสฟอรัส (P2O5) 1.98 กรัม และโพแทสเซียม (K2O) 6.67 กรัม ดังนั้นเพื่อเกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถผลิตมะม่วงนวลคำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 70 กิโลกรัม/ต้น จึงควรให้ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 483.84 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P2O5) 184.94 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K2O) 541.94 กรัม/ต้น โดยแบ่งการให้ปุ๋ยทางดินตามระยะการพัฒนาของมะม่วง ร่วมกับการพ่นแคลเซียมคลอไรด์และบอริคแอซิดทางใบในระยะก่อนออกดอกถึงระยะการพัฒนาผลอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำ

**สรุป**

การให้ปุ๋ยทางดินร่วมกับการพ่นปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนทางใบ ทำให้ผลผลิตมะม่วงมีคุณภาพที่ดีขึ้น เช่น น้ำหนักของผลสุก ความยาวผล ความกว้างของผล ความหนาของผลมะม่วง และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มากกว่าวิธีการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังช่วยให้การเกิดอาการขาดธาตุลดลง ซึ่งจากผลการทดลองสามารถกำหนดแนวทางการจัดการธาตุอาหารสำหรับเกษตรกรในพื้นที่โครงการหลวง ลดการสูญเสียและเพิ่มคุณภาพผลผลิตมะม่วงนวลคำ โดยการคำนวณความต้องการปุ๋ยของมะม่วงแต่ละระยะการเจริญเติบโต อายุของมะม่วง ปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณฝ่ายงานวิจัยและนวัตกรรม มูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณ นักวิชาการและเจ้าหน้าที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหมอกจ๋ามและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงพระบาทห้วยต้มที่อำนวยความสะดวก และสนับสนุนงานวิจัยอย่างดียิ่ง

**เอกสารอ้างอิง**

ชูชาติ สันธทรัพย์. 2556. การจัดการธาตุอาหาร. น. 227-238. *ใน* ธวัธชัย รัตน์ชเลศ วิลาวัลย์ คำปวน และธีรนุช เจริญกิจ (บรรณาธิการ). มะม่วง: การผลิตและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.). 836 หน้า.

สุมิตรา ภู่วโรดม. 2556. ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอน. น. 239-246. *ใน* ธวัธชัย รัตน์ชเลศ วิลาวัลย์ คำปวน และธีรนุช เจริญกิจ (บรรณาธิการ). มะม่วง: การผลิตและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.). 836 หน้า.

อัศจรรย์ สุขธำรง, อรพินทร์ สุริยพันธ์, ประเทือง ลักษณวิมล, จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร, เรณู ขำเลิศ และสัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2545. การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ. 282 หน้า.

Agro Services International Inc. 2011. Interpretation guide for ASI soil analysis. (Online). Available: http://www.agroservicesinternational.com/soil% 20 Analysis/Soil.html

Robinson, J.B., M.T. Treeby, and R.A. Stephenson. 1997. Fruits, vines and nuts. P. 366-367. *In*: D.J. Reuter and J.B. Robinson (ed.). Plant analysis and interpretation manual. 2nd ed. CSIRO publishing, Collingwood, Vic.

Weir, R.G., and G.C. Cresswell, 1995. Plant Nutrient Disorders 2: Tropical Fruit and Nut Crops. Inkata Press, Melbourne, Australia.

Young, T.W. and J.T. Minor. 1961. Relationship of nitrogen and calcium to “soft-nose” disorder in mango fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78: 201-208.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสตรอว์เบอร์รีอินทรีย์

# Optimum nutrient Management for Organic Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Production

**ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์[1*], บริวัตร ขนุนทอง[1], ศิริพร หัสสรังสี[2] และ อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์[3]**
**Siriluck Inthawong[1*], Borriwat Khnoonthong[1], Siriporn Hassarangsee[2] and Amnat Eamvijarn[3]**

[1] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 50110*
[1] *Chiangmai Agricultural Research and Development Center, Pong-Nam-Ron, Fang, Chiangmai 50110*
[2] *สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ต.แม่เหี๊ยะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100*
[2] *Office of Agricultural Research and Development, Region1, Mae-Hia, Muang, Chiangmai 50100*
[3] *กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*
[3] *Agricultural Production Sciences Research and Develoment Division*

**บทคัดย่อ:** สตรอว์เบอร์รี่ (*Fragaria x ananassa* Duch.) เป็นไม้ผลขนาดเล็กที่มีพื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย ส่วนใหญ่นิยมรับประทานเป็นผลสด แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการบริโภคสตรอว์เบอร์รี่ที่มีสารพิษตกค้างจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในการผลิตสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือ โดยดำเนินการทดลองในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 - มีนาคม พ.ศ. 2565 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่ (1) ไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีควบคุม) (2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน (3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซารองก้นหลุม และ (4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยน้ำชีวภาพ (วิธีเกษตรกร) แล้วบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลปริมาณและคุณภาพผลผลิต พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รี่มีความสูงมากที่สุด คือ 21.88 เซนติเมตร และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไมคอไรซ่า และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์แบบวิธีของเกษตรกร ไม่มีผลทางสถิติต่อขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น และความหวานของสตรอว์เบอร์รี่ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไมคอไรซ่า ทำให้สตรอว์เบอร์รี่มีน้ำหนักต่อผล ขนาดผล และน้ำหนักผลผลิตต่อต้นมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธีไม่มีผลทางสถิติต่อจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลต่อต้น ผลผลิตเฉลี่ย และความแน่นเนื้อของผลผลิตสตรอว์เบอร์รี่ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินกับกรรมวิธีของเกษตรกร พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินมีต้นทุนการผลิตน้อยกว่า 7.9% ส่งผลให้มีรายได้ต่อไร่และกำไรสุทธิมากกว่า 47.3% และ 63% ตามลำดับ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินยังมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) สูงที่สุด เท่ากับ 7.3
**คำสำคัญ:** สตรอว์เบอร์รี่; เกษตรอินทรีย์; การจัดการธาตุอาหาร; การใส่ปุ๋ย; ค่าวิเคราะห์ดิน

**ABSTRACT:** Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) is a small fruit which production area is mainly in Chiang Mai and Chiang Rai provinces. Most strawberry products are eaten fresh, but consumers are now increasingly aware of pesticide residues in strawberries. The objective of this research was to study nutrient management technology for organic strawberry production in the northern area. The experiment was taken in Chiang Mai Agricultural Research and Development Center (CMARDC) area, Pong Nam Ron Sub-district, Fang District, Chiangmai Province in October 2021 – May 2022. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with five replications. Four nutrient managements were investigated: 1. no applied fertilizer (NF, control), 2. applied organic fertilizer based on soil analysis (OBS) 3. applied organic fertilizer based on soil analysis plus arbuscular mycorrhiza fungi at the bottom of planting holes (OBS+AMF) and 4. used organic fertilizer with bio liquid fertilizer (OLF, farmers' practices). Growth, yield and fruit qualities were recorded. The result showed that the highest height of organic strawberry,

[*] Corresponding author: siriluck496@gmail.com

21.88 cm, was found in OBS. Applying OBS, OBS+AMF, and OLF had no statistical effect on canopy size, number of leaves per plant, and total soluble solid (TSS). Furthermore, applying OBS and OBS+AMF gave the highest weight per fruit, fruit size, and yield per plant with statistical significance. However, all treatments had no statistical effect on number of fruits per plant, fruit weight per plant, average yield and firmness of organic strawberries. Comparing the cost, income per rai, and net profit of OBS with OLF found that the cost of OBS was less than OLF 7.9%, resulting in an income per rai, and a net profit more than 47.3% and 63% respectively. In addition, OBS has the highest benefit-to cost ratio (BCR) of 7.3.
**Keywords:** strawberry; organic agriculture; nutrient management; fertilizer application; soil analysis

**บทนำ**

สตรอว์เบอร์รี (*Fragaria x ananassa* Duch.) เป็นไม้ผลขนาดเล็กชนิดหนึ่งที่คนทั่วโลกนิยมบริโภค เนื่องจากมีรสชาติอร่อย หอม หวาน และมีคุณค่าทางอาหารที่สำคัญ โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ พื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่เพราะมีอากาศเย็นเหมาะแก่การให้ผลผลิตของสตรอว์เบอร์รี ปัจจุบันมีการเพิ่มการผลิตขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีพื้นที่ปลูกในปี 2566 ทั้งสิ้น 6,977 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2565 ร้อยละ 23.62 หรือ 1,333 ไร่ โดยมีผลผลิตรวม 19,049 ตัน และผลผลิตรวม 14,393 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2565 ร้อยละ 21.92 หรือ 3,425 ตัน จังหวัดเชียงใหม่มีการปลูกสตรอว์เบอร์รี่ในหลายอำเภอ ได้แก่ สะเมิง กัลยาณิวัฒนา แม่ริม แม่แจ่ม ฝาง เมือง ดอยสะเก็ด แม่ออน หางดง จอมทอง (บนดอยอินทนนท์) และพื้นที่รอบๆ ตัวเมือง อย่างไรก็ตาม อำเภอสะเมิงเป็นแหล่งปลูกสตรอว์เบอร์รีที่ใหญ่ที่สุดในจังหวัดเชียงใหม่และในประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกรวม 4,010 ไร่ มีเกษตรกรผู้ปลูกจำนวน 660 ราย ผลผลิตรวม 10,025 ตัน พันธุ์ที่นิยมปลูกส่วนใหญ่ คือ พันธุ์พระราชทาน 80 คิดเป็นร้อยละ 33 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2566)

ในปัจจุบันผู้บริโภคตระหนักถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากการบริโภคผักผลไม้ที่มีสารพิษตกค้างจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น จึงทำให้ความต้องการผลผลิตผัก ผลไม้อินทรีย์ ตลอดจนผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มาจากผลผลิตอินทรีย์ในตลาดทั่วโลกที่มีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในรอบหลายปีที่ผ่านมา ดังนั้น ในปัจจุบันต้องมีการหาเทคโนโลยีการผลิตพืชแต่ละชนิดเพื่อให้ได้การรับรองมาตรฐานและปลอดภัยจากสารเคมีปนเปื้อน การผลิตพืชแบบเกษตรอินทรีย์จึงเป็นระบบที่เหมาะสมอย่างยิ่ง เพราะรับประกันได้ว่าปราศจากสารเคมี (เทิดศักดิ์, 2564) อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญของเกษตรอินทรีย์ คือ การห้ามใช้สารเคมีสังเคราะห์ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดศัตรูพืช เน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งโดยทั่วไปปุ๋ยที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้เป็นแหล่งของอินทรียวัตถุที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน และความสามารถในการให้ผลผลิตของพืช ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารน้อย จึงทำให้ต้องมีการใช้ปุ๋ยในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้ การปลดปล่อยธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์ให้พืชสามารถนำไปใช้ได้จึงช้ากว่าการใช้ปุ๋ยในรูปของปุ๋ยเคมีเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ การจัดการควบคุมระดับธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะไนโตรเจน เพื่อให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกมีหลักการที่สำคัญ คือ รักษาระดับให้เพียงพออยู่เสมอ และควบคุมชนิด ปริมาณ และเวลาในการปรับระดับของธาตุอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการและชนิดของพืชที่ปลูก (ชุติมณฑน์, 2553) เนื่องจากข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการผลิตสตรอว์เบอร์รี่ในระบบเกษตรอินทรีย์ยังมีน้อย ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในการผลิตสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตสตรอว์เบอร์รีในระบบเกษตรอินทรีย์ให้แก่เกษตรกรต่อไป

**วิธีการศึกษา**

การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสตรอว์เบอร์รีอินทรีย์ ดำเนินการในแปลงทดลองพื้นที่ 1 ไร่ ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 - มีนาคม พ.ศ. 2565 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น ได้แก่ (1) ไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีควบคุม) (2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน (3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาของกรมวิชาการเกษตรรองก้นหลุม และ (4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยน้ำชีวภาพ (วิธีของเกษตรกร) โดยนำตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูก และปุ๋ยอินทรีย์ (ขวัญดิน) ไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร แล้วคำนวณหาปริมาณการใช้ปุ๋ยเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารพืชตามค่าวิเคราะห์ดินโดยเทียบกับค่าความต้องการของต้น สตรอว์เบอร์รี่จากข้อมูลของ Haifa NutriNet™

เตรียมพื้นที่ปลูกโดยปรับค่าความเป็นกรดด่างด้วยปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ตามสภาพดิน คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มา อัตรา 2-3 ตันต่อไร่ จากนั้นปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีในพื้นที่ที่เตรียมไว้ ขนาดแปลง 4x5 ตรม. ระยะปลูก 30x40 ซม. โดยปลูก 2 แถวแบบสลับ แล้วคลุมแปลงด้วยใบตองตึง ดูแลรักษาโดยการให้น้ำทุกวัน ป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีกล และใช้สารชีวภัณฑ์ตามความเหมาะสม และใส่ปุ๋ยตามปริมาณที่คำนวณได้

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ และขนาดทรงพุ่ม ทุก 14 วัน จนถึงระยะติดดอกแรก ข้อมูลปริมาณผลผลิต ได้แก่ จำนวนผลต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตต่อต้น และข้อมูลคุณภาพผลผลิต ได้แก่ ขนาดผล น้ำหนักต่อผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test หรือ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ผลการศึกษา**

จากการศึกษาการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 - มีนาคม พ.ศ. 2565 พบว่า ดินที่ใช้ปลูกมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 6.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 2.29% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) 1,542 มก./กก. และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) 153 มก./กก. ส่วนผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 8.49, ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 15.99%, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) 1.16%, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) 0.81% และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) 1.56% โดยนำค่าวิเคราะห์ดินและปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้แก่ต้นสตรอว์เบอร์รี่ได้ตาม **Table 1**

**Table 1** Amount of organic fertilizer application per plant of strawberry in 4 treatments: (1) No applied fertilizer [NF]; (2) Applied organic fertilizer based on soil analysis [OBS]; (3) Applied organic fertilizer based on soil analysis plus arbuscular mycorrhiza fungi [OBS+AMF]; (4) Use organic fertilizer with bio liquid fertilizer [OLF]

| Treatment | Height (cm) | Canopy width (cm) | No. of leave per plant |
|---|---|---|---|
| (1) NF | 20.30c | 29.21b | 9.15b |
| (2) OBS | 21.88a | 36.28a | 12.33a |
| (3) OBS+AMF | 21.55ab | 35.89a | 12.48a |
| (4) OLF | 20.80bc | 34.53a | 12.33a |
| **F-test** | **4.74**** | **22.53**** | **8.23**** |
| **CV %** | **9.82** | **12.80** | **30.75** |

* Add 2 g arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) at the bottom of planting holes

การเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามกรรมวิธีที่ 1-4 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รี่มีความสูงมากที่สุด คือ 21.88 ซม. แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซารองก้นหลุมที่มีความสูง 21.55 ซม. สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซ่ารองก้นหลุม และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยน้ำชีวภาพตามวิธีของเกษตรกร พบว่า ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ย พบว่า ต้นสตรอว์เบอร์รี่มีความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ น้อยที่สุดและแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 2)**

ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามกรรมวิธีที่ 1-4 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซารองก้นหลุม ทำให้สตรอว์เบอร์รี่มีน้ำหนักต่อผลและขนาดผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซารองก้นหลุม และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยน้ำชีวภาพตามวิธีของเกษตรกร พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในกรรมวิธีที่ 2-4 มีค่าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่มีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลผลิตสตรอว์เบอร์รี่แตกต่างกัน **(Table 3)**

**Table 2** Average growth data of 3 months organic strawberry plants from 4 treatments: (1) No applied fertilizer [NF]; (2) Applied organic fertilizer based on soil analysis [OBS]; (3) Applied organic fertilizer based on soil analysis plus arbuscular mycorrhiza fungi [OBS+AMF]; (4) Use organic fertilizer with bio liquid fertilizer [OLF]

| Treatments | 1 month after planting | | 2 months after planting | |
|---|---|---|---|---|
| | Organic fertilizer | Bio liquid fertilizer | Organic fertilizer | Bio liquid fertilizer |
| (1) NF | - | - | - | - |
| (2) OBS | 558 g | - | 558 g | - |
| (3) OBS+AMF * | 558 g | - | 558 g | - |
| (4) OLF | 500 g | 40 cc/water 20 l (once a week for 4 weeks) | 500 g | 40 cc/water 20 l (once a week for 4 weeks) |

Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by DMRT test at $P \leq 0.05$

**Table 3** Average yield data of organic strawberries from 4 treatments: (1) No applied fertilizer [NF]; (2) Applied organic fertilizer based on soil analysis [OBS]; (3) Applied organic fertilizer based on soil analysis plus arbuscular mycorrhiza fungi [OBS+AMF]; (4) Use organic fertilizer with bio liquid fertilizer [OLF]

| Treatment | Fruit weight (g) | Fruit width (cm) | Fruit length (cm) | No. of fruit per plant | Fruit weight per plant (g) | Average yield (tons per rai) | TSS (°Brix) | Firmness (N/mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) NF | 9.92c | 2.66c | 2.50c | 26.90 | 243.06 | 1.95 | 10.87b | 0.51 |
| (2) OBS | 12.90a | 2.99a | 2.79ab | 22.55 | 276.47 | 2.21 | 11.25a | 0.50 |
| (3) OBS+AMF | 12.67a | 2.92ab | 2.82a | 22.68 | 264.94 | 2.12 | 11.77a | 0.51 |
| (4) OLF | 11.57b | 2.83b | 2.73b | 24.03 | 262.05 | 2.10 | 11.32a | 0.51 |
| **F-test** | **17.80**** | **18.44**** | **29.04**** | **1.16 ns** | **<1** | **<1** | **13.19**** | **<1** |
| **CV %** | **6.1** | **2.6** | **2.2** | **17.5** | **13.9** | **13.9** | **2.0** | **3.3** |

Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by DMRT test at $P \leq 0.05$

จากการตรวจหาการเข้าอาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินและรากสตรอว์เบอร์รี่โดยใช้วิธี Wet sieving and centrifugation และ Slide method พบว่า ดินในบริเวณรากของสตรอว์เบอร์รี่ในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีที่ 1) มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิต 2 สปอร์ต่อดิน 1 ก. ส่วนดินในบริเวณรากของสตรอว์เบอร์รี่ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซา (กรรมวิธีที่ 3) มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิต 6 สปอร์ต่อดิน 1 ก. ด้านการเข้าอาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากของ สตรอว์เบอร์รี่ พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีเปอร์เซ็นต์การเข้าราก 20% ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซามีเปอร์เซ็นต์การเข้าราก 22% **(Table 4)**

**Table 4** Detection of arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) infection in strawberries fresh root

| Testing | result | |
|---|---|---|
| | No applied fertilizer | Applied organic fertilizer based on soil analysis plus AMF |
| Number of AMF live spores | 2 spores / 2 g soil | 6 spores / 1 g soil |
| Percentage of AMF infection in fresh roots | 20% | 22% |

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่ของการสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ย (กรรมวิธี 2-4) พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินมีต้นทุนการผลิตน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 211,955.20 บาท ส่งผลให้มีรายได้ต่อไร่และกำไรสุทธิมากกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 1,547,000 บาท และ 1,335,044.80 บาท ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อนำรายได้และต้นทุนการผลิตต่อไร่มาคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) พบว่า ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 7.30 **(Table 5)**

**Table 5** Cost, income, net profit per rai, and benefit coat ratio (BCR), which calculated from organic strawberries production at CMARDC area in 2022

| Treatment | Cost per rai (baht) | Income per rai * (baht) | Net profit per rai (baht) | BCR |
|---|---|---|---|---|
| (1) NF | 177,670.40 | 936,000 | 758,329.60 | 5.27 |
| (2) OBS | 211,955.20 | 1,547,000 | 1,335,044.80 | 7.30 |
| (3) OBS+AMF | 217,075.20 | 1,484,000 | 1,266,924.80 | 6.84 |
| (4) OLF | 230,252.80 | 1,050,000 | 819,747.20 | 4.56 |

***** Revenue per rai = Product price ** x Average yield per rai (kg)

**The price is based on the farmer selling price of organic strawberries in Samoeng district, Chiangmai province

(1) (2) (3) (4)

**Figure 1** Fruiting of organic strawberry plants in 4 treatments: (1) No applied fertilizer [NF]; (2) Applied organic fertilizer based on soil analysis [OBS]; (3) Applied organic fertilizer based on soil analysis plus arbuscular mycorrhiza fungi [OBS+AMF]; (4) Use organic fertilizer with bio liquid fertilizer [OLF]

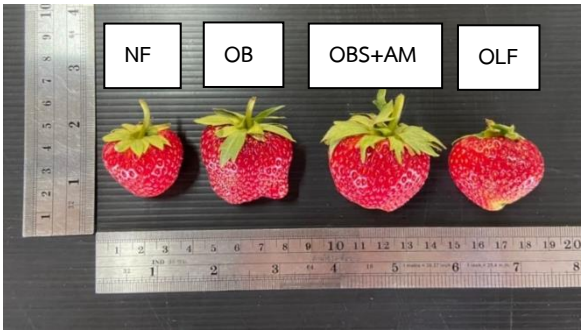



**Figure 2** Organic strawberry fruits in 4 treatments: (1) No applied fertilizer [NF]; (2) Applied organic fertilizer based on soil analysis [OBS]; (3) Applied organic fertilizer based on soil analysis plus arbuscular mycorrhiza fungi [OBS+AMF]; (4) Use organic fertilizer with bio liquid fertilizer [OLF]

**วิจารณ์**

จากการศึกษาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในการผลิตสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือ ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 - มีนาคม พ.ศ. 2565 พบว่า ดินที่ใช้ปลูกมีค่า pH ที่เหมาะสม มีปริมาณ OM ต่ำกว่าค่าเหมาะสม 16.7% ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม พบว่า มีค่าสูงกว่าเหมาะสม

3,571% และ 18% ตามลำดับ จากการศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 4 กรรมวิธี พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รี่มีความสูงมากที่สุด อย่างไรก็ตาม หากใช้ปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยอินทรีย์อาจมีผลทำให้การเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลการศึกษาการจัดการธาตุอาหารพืชในแนวทางเกษตรอินทรีย์เพื่อผลิตข้าวโพดฝักอ่อนต่อเนื่อง 3 ปี ในชุดดินกำแพงแสนของ อรุณศิริ และคณะ (2556) พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ไม่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจนได้ทันต่อความต้องการของพืชเท่ากับปุ๋ยคอกที่มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่าเมื่อใส่ในปริมาณเท่ากัน จากการศึกษาปริมาณและคุณภาพผลผลิตพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซารองก้นหลุม และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยน้ำชีวภาพตามวิธีของเกษตรกร มีค่าเฉลี่ยของจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกรรมวิธีที่ 2-4 มีค่าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่มีผลทำให้ความแน่นเนื้อของผลผลิตสตรอว์เบอร์รี่แตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในกรรมวิธี 2-4 มีผลทำให้สตรอว์เบอร์รี่มีความหวานมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าอาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากและจำนวนสปอร์ในดิน พบว่า ในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนสปอร์ในดินใกล้เคียงกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซามาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ บุษกร (2540) ที่ได้ศึกษาการใช้เชื้อวีเอไมคอร์ไรซาในการเพิ่มประสิทธิภาพการย้ายปลูกต้นกล้าสตรอว์เบอร์รีที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในเรือนเพาะชำ และพบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากและความหนาแน่นของเชื้อวีเอไมคอร์ไรซากลับต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตาม จากผลการตรวจสอบดังกล่าวอาจมีสาเหตุจากเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่นำมาใช้ในการทดลองไม่สามารถเข้าอาศัยในรากของ สตรอว์เบอร์รี่ได้ หรือไม่สามารถแข่งขันกับเชื้อราไมคอร์ไรซาที่อยู่ในดินอยู่แล้ว ตามที่ กนกพร และคณะ (2564) พบว่า เชื้อราไมคอร์ไรซาแต่ละสายพันธุ์สามารถสร้างสปอร์และเข้าครอบครองรากพืชอาศัยได้แตกต่างกัน

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่ของการสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินมีต้นทุนการผลิตน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ส่งผลให้มีรายได้ต่อไร่และกำไรสุทธิมากกว่ากรรมวิธีอื่น อย่างไรก็ตาม เมื่อนำรายได้และต้นทุนการผลิตต่อไร่มาคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) พบว่า ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่น

## สรุป

จากการศึกษาการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ในแปลงปลูกของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน นอกจากจะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงแล้ว ยังมีต้นทุนการผลิตต่อไร่น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยวิธีอื่น และผลประโยชน์ที่ได้รับมีความคุ้มค่าสำหรับการลงทุนมากกว่ากรรมวิธีอื่น อย่างไรก็ตาม ในการผลิตสตรอว์เบอร์รี่อินทรีย์ในพื้นที่อื่นควรมีการวิเคราะห์ดินก่อนทุกครั้งเพื่อให้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และควรมีการบริหารจัดการเรื่องศัตรูพืชให้ครอบคลุมด้วย

## คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

กนกพร บุญญะอติชาติ, วรพล บรรณจิต, ประสิทธิ์ ดีวัฒนวงศ์ และรุจิรา ดีวัฒนวงศ์. 2564. การเข้าอาศัยของเชื้อราอาร์บัส คูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากต้นกล้าทุเรียนเสียบยอดพันธุ์หมอนทอง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 39(3): 184-189.

กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 2543. การปลูกสตรอเบอรี่. สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 หน้า

ชุติมณฑน์ ชูพุดชา. 2553. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea*) ในระบบเกษตรอินทรีย์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 86 หน้า

เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์. 2564. สมุนไพรอินทรีย์ ปลูก-เก็บ-กินถูกวิธี ดีต่อสุขภาพ. แหล่งข้อมูล: https://www.baanlaesuan.com/241802/garden-farm/farming-101/thai_herb-2 ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2565.

บุษกร มงคลพิทยาธร. 2540. การใช้เชื้อวีเอไมคอร์ไรซาในการเพิ่มประสิทธิภาพการย้ายปลูกต้นกล้าสตรอเบอรี่ที่ได้จาก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในเรือนเพาะชำ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. สถิติการปลูกพืช. แหล่งข้อมูล: chiangmai.doae.go.th/province/ ค้นเมื่อ 14 กันยายน 2566.

อรุณศิริ กำลัง จันทร์จรัส วีรสาร รัตติญา นนทกรกิติกุล และ ธนภัทร ปลื้มพวก. 2556. การจัดการธาตุอาหารพืชในแนวทางเกษตรอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี เพื่อผลิตข้าวโพดฝักอ่อนต่อเนื่อง 3 ปี ในชุดดินกำแพงแสน. แหล่งข้อมูล: https://esd.kps.ku.ac.th/kuk-conference/img/gallery/article_ 10/pdf/o_plant13.pdf ค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2565.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของพลาสติกคลุมวัชพืชต่อการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชในแปลงปลูก และคุณภาพผลผลิตพุทรานมสด

# Effect of weed plastic mat mulch on pesticide residues in plantation and fruit quality of Nomsod Jujube

**สมยศ มีทา[1*], สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา[1], ศุภัชญา นามพิลา[1] และ สังคม เตชะวงค์เสถียร[1]**
**Somyot Meetha[1*], Supat Isarangkool Na Ayutthaya[1], Supatchaya Nampila[1] and Sungcom Techawongstein[1]**

[1] *สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002*
[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002.*

**บทคัดย่อ:** การควบคุมวัชพืชในแปลงพุทราด้วยผ้าพลาสติกคลุมวัชพืช (woven polypropylene ground cover) เปรียบเทียบกับการปฏิบัติแบบเกษตรกรโดยการไม่คลุมดิน (การตัดหญ้า/การใช้สารกำจัดวัชพืช) ภายใต้ระบบการผลิตพุทรากางมุ้งตาข่าย ชนิด 16 ตา คัดเลือกแปลงเกษตรกรจำนวน 3 สวน พบว่าการปูผ้าพลาสติกสามารถช่วยลดชนิดและปริมาณของวัชพืชในแปลงปลูกได้เป็นอย่างดี ทำให้เกษตรกรลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ส่วนในช่วงฤดูฝนวัชพืชบางชนิดสามารถเจริญเติบโตขึ้นได้ ผลการตรวจสอบสารเคมีตกค้างทั้งหมด 40 ชนิด รอบการผลิตปี 2562/2563 พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดแมลงในตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์จากทั้ง 3 สวน ส่วนสารกำจัดวัชพืช พบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนที่แตกต่างกัน โดยตรวจพบสาร paraquat ตกค้างใน 3 สวนที่ทำการวิจัย ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.47-8.15 mg/kg ส่วน glyphosate มีค่าน้อยกว่า 0.12 mg/kg การคลุมพื้นด้วยผ้าพลาสติกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลผลิตได้ด้วย
**คำสำคัญ:** การควบคุมวัชพืช; การคลุมดิน; ผลผลิต; มลพิษทางดิน; การปนเปื้อน

**ABSTRACT:** Weed control by covering the field with a black weed mat cover (woven polypropylene ground cover) and farmer practices by exposing surface (weed cutting or using herbicide) under 16-mesh plastic net house were compared in three farmer fields. It was found that floor woven plastic clearly reduced the types and amount of weed in the fields. These resulted in a reduction in herbicide application. However, certain weeds could grow in the rainy season. The analysis of 40 kinds of residues in 3 fields of the 2019/2020 production year, the residues of insecticide in the soil were not found; however, the residue of herbicide was found differently in 3 fields. Paraquat residue was found in every field; the average residue was between 0.47-8.15 mg/kg, while glyphosate was found less than 0.12 mg/kg. In the field covered with black weed mat, the size and weight of fruit was increased.
**Keywords:** weed control; mulching; yield; soil pollution; contamination

## บทนำ

พุทรานมสด (*Zizyphus jujuba* Mill.) ถือเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยมีแหล่งผลิตอยู่ในเขตพื้นที่ตำบลโพน อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ การปลูกพุทรานมสดในพื้นที่บ้านโพน มีการผลิตในระบบโรงเรือนมุ้งตาข่ายกันแมลง ซึ่งทำให้ผลิตผลพุทรานมสดปลอดภัย ได้รับการสนับสนุนจากการไปรษณีย์ไทย ต่อยอดโครงการ “ไปรษณีย์ไทย...เพื่อแผ่นดินธรรม แผ่นดินทอง” สนับสนุนเกษตรกรรายย่อย เสริมความเข้มแข็งเศรษฐกิจชุมชน ยกระดับพุทราหวานบ้านโพน จังหวัดกาฬสินธุ์ คัดเกรดพรีเมียม ลูกใหญ่ รสชาติหวาน เนื้อกรอบอร่อย และไร้สารพิษตกค้าง ด้วยการปลูกแบบกางมุ้ง ได้รับมาตรฐานอาหารปลอดภัย (GAP) บรรจุกล่องอย่างดีภายใต้แบรนด์ “ทันสุข” ส่งตรงถึงผู้บริโภคทั่วไทย

ระบบการผลิตพุทราบ้านโพน มุ่งเน้นการผลิตพุทรานมสดที่มีคุณภาพและปลอดภัย ลดการใช้สารเคมีในแปลง โดยเฉพาะสารเคมีในการป้องกันกำจัดวัชพืช ที่มีผลการตกค้างในดินเป็นระยะเวลานาน การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชส่งผลต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน (Riaz et al., 2007) และยังส่งผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช (Latha and Gopal, 2010) การควบคุมวัชพืชโดยใช้พลาสติกฟิล์มคลุมแปลงสามารถช่วยเพิ่มความชื้นในแปลงในช่วงฤดูแล้ง (Wu et al., 2022) ณัฐพงค์ และธีรนุช (2563) รายงาน

[*] Corresponding author: sommee@kku.ac.th

ว่า การใช้พลาสติกคลุมวัชพืช (anti-root) สามารถควบคุมวัชพืชในสวนลำไยได้เป็นอย่างดี ทั้งชนิดใบแคบและใบกว้าง เช่นเดียวกับการคลุมดินด้วยพลาสติกสีดำในสวนส้มแมนดาริน (Abouziena et al., 2008) การใช้พลาสติกโดยทั่วไป มักมีปัญหาการซึมผ่านของน้ำลงสู่ดิน และยังไม่มีรายงานการศึกษาการใช้พลาสติกคลุมวัชพืชในแปลงปลูกพุทรานมสดมาก่อน ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ผ้าพลาสติกคลุมวัชพืช ที่มีลักษณะการทออัดแน่นแบบพิเศษเป็นแบบเนื้อกระสอบ เพื่อปรับปรุงวิธีการผลิตพุทรานมสดปลอดภัย

**วิธีการศึกษา**

ดำเนินการวิจัยโดยคัดเลือกแปลงปลูกพุทราพันธุ์นมสดของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลโพน จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่มีการกางมุ้งตาข่ายกันแมลง จำนวน 3 สวน (3 ซ้ำ) ทำการควบคุมวัชพืชในแปลงพุทราด้วยผ้าพลาสติกปูพื้น (Floor woven plastic) ซึ่งผลิตจากเส้นฟิล์มพลาสติกเกรด A ผสมสารป้องกันยูวี ทออัดแน่นแบบพิเศษเป็นแบบเนื้อกระสอบ มีคุณสมบัติในการให้น้ำสามารถซึมผ่านได้ ชนิดหน้ากว้าง 3.5 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ปลูกพุทราอย่างน้อย 15 ต้นต่อแปลง กางมุ้งตาข่าย ชนิด 16 ตา กั้นส่วนที่ปูพื้นพลาสติก เพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่แปลงส่วนที่ไม่คลุมพื้นพลาสติกในแปลงปลูกรายเดียวกัน **(Figure 1)** ทำการเก็บข้อมูล ได้แก่ ชนิดของวัชพืชในแปลงปลูก ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสารกำจัดวัชพืชในดิน และคุณภาพผลผลิต โดยสุ่มเก็บผลพุทราจากต้นที่มีการปูพื้นพลาสติกและไม่ปูพื้น อย่างละ 5 ต้น รวมเป็น 10 ต้นต่อแปลง นำมาคัดเกรดโดยเครื่องคัดแยกขนาดผลตามเกณฑ์ของเกษตรกรแต่ละสวน การแบ่งชั้นคุณภาพ ได้แก่ เกรด A, B และ C (ขนาดเกรดคิดตามความกว้างของผล เกรด A = 35-45 มิลลิเมตร, เกรด B = 30-35 มิลลิเมตร และเกรด C น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลผลิตสด

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**วัชพืชในแปลงปลูก**

จากการสำรวจชนิดของวัชพืชที่มีในแปลงปลูกพุทราของเกษตรกรที่ไม่มีการปูพื้นพลาสติก และแปลงที่มีการปูพื้นพลาสติก ทั้ง 3 สวน โดยดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมีนาคม 2564 ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตพุทรารอบสุดท้าย พบว่า การปูพื้นพลาสติกยังมีวัชพืชบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตแทรกขึ้นบนพลาสติกปูพื้นได้ แต่มีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ปูพื้นพลาสติก สอดคล้องกับรายงานของ Abouziena et al., (2008) รายงานไว้ว่า การใช้พลาสติกสีดำคลุมแปลงในสวนส้มแมนดารินสามารถควบคุมวัชพืชได้ถึง 94-100 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับรายงานของณัฐพงค์ และธีรนุช (2020) พบว่า การใช้พลาสติกคลุมวัชพืชชนิด anti-root ในสวนลำไย สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการคลุมดินด้วยแกลบดิบและฟางข้าว ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นวัชพืชที่เจริญเติบโตมาจากการงอกของเมล็ดที่ตกลงพื้นพลาสติก อย่างไรก็ตามวัชพืชในพื้นที่ที่มีการคลุมพลาสติกเกษตรกรมีการกำจัดโดยการถอนออกจากแปลงได้เนื่องจากมีปริมาณไม่มากนัก และคาดว่าในฤดูกาลผลิตปีต่อไปน่าจะมีปริมาณที่น้อยลง หากเกษตรกรมีการถอนหรือกำจัดวัชพืชออกก่อนระยะการติดเมล็ด ชนิดของวัชพืชที่พบในแปลงพุทรา ดัง **Table 1**

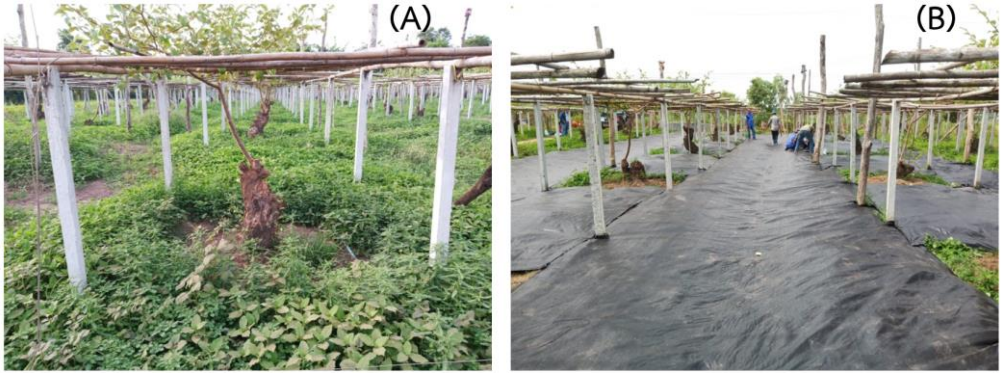



**Figure 1** Expose surface (A) and black weed mat cover (B).

**Table 1** Weeds in jujube plantation.

| orchards | Exposed surface | Weed mat cover |
|---|---|---|
| Orchard 1 | ลูกใต้ใบ หญ้างวงช้าง กรดน้ำ สาบแล้งสาบกา นาดน้อย แห้วหมู หญ้าชันกาด น้ำนมราชสีห์ ผักบุ้งเครือ หญ้ารังกา หญ้าปล้องข้าวนก ผักเป็ด หญ้าคา ผักโขม หญ้าปากควาย ผักเบี้ยใหญ่ | ลูกใต้ใบ หญ้างวงช้าง กรดน้ำ สาบแล้งสาบกา หนาดน้อย แห้วหมู หญ้าชันกาด น้ำนมราชสีห์ |
| Orchard 2 | สาบแล้งสาบกา ผักโขม หญ้างวงช้าง หญ้าคา ปืนนกไส้ หญ้าปากควาย ผักยาง หญ้าชันกาด หญ้าท่าพระ | สาบแล้งสาบกา ผักโขม หญ้างวงช้าง หญ้าคา ปืนนกไส้ หญ้าปากควาย |
| Orchard 3 | ลูกใต้ใบ หญ้ารังกา น้ำนมราชสีห์ หญ้าลิ้นงู ผักปลาบใบกว้าง หญ้าตีนกา สาบแล้งสาบกา ผักเบี้ยใหญ่ ผักโขม หญ้าดอกขาว หญ้างวงช้าง | ลูกใต้ใบ หญ้ารังกา น้ำนมราชสีห์ หญ้าลิ้นงู |

**ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดิน**

การวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีกำจัดแมลง 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม Organophosphate และกลุ่ม Carbamate ส่วนสารกำจัดวัชพืชทำการวิเคราะห์ 2 ชนิด คือ glyphosate และ paraquat โดยการเก็บตัวอย่างดินในเดือนกุมภาพันธ์ 2563 รอบการผลิตในปี 2562/2563 รายละเอียดสารที่ตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด ดัง **Table 2** ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการวิจัยครั้งนี้ ทำการตรวจสอบทั้งหมด 40 ชนิด พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดแมลงในตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์จากทั้ง 3 สวน ส่วนสารกำจัดวัชพืช พบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนที่แตกต่างกัน โดยตรวจพบสาร paraquat ตกค้างในทุกแปลงปลูกที่ทำการวิจัย อยู่ในช่วงระหว่าง 0.47-8.15 mg/kg ส่วน glyphosate มีค่าน้อยกว่า 0.12 mg/kg อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าในปีที่ทำการศึกษาวิจัยจะไม่มีการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดวัชพืชในแปลง แต่ปริมาณสารตกค้างในดินที่ตรวจพบเนื่องมาจากการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในปีก่อนหน้า ซึ่ง paraquat มีค่าครึ่งชีวิตเมื่ออยู่ในดิน เกิน 3 ปี (Ahrens, 1994) อีกทั้งเมื่อมีการปนเปื้อนในดินที่มีการคลุมพลาสติก มีผลทำให้การชะล้างออกจากผิวดินเกิดขึ้นได้น้อยกว่า จึงยังคงมีปริมาณการตกค้างในระดับที่สูงกว่าแปลงที่เปิดโล่ง ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนดังรายละเอียดใน **Table 3**

**Table 2** Types of insecticide.

| Insecticide | Types of data analysis |
|---|---|
| Organophosphate group | dichlorvos, methamidophos, mevinphos, omethoate, diazinon, monocrotophos, dimethoate, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, parathion-methyl, pirimiphos-ethyl, malathion, fenitrothion, parathion, prothiofos, methidathion, profenofos, ethion, triazophos, EPN, prosalone และ azinphos-ethyl |
| Carbamate group | aldicarb-sulfoxide, aldicarb sulfone, oxamyl, methomyl, 3-hydroxycarbofuran, methiocarb-sulfoxide, methiocarb-sulfone, aldicarb, carbofuran, carbaryl, thiodicarb, isoprocarb, fenobucarb, methiocarb และ promecarb |
| **herbicide** | **Types of data analysis** |
| | glyphosate, paraquat |

**Table 3** Contamination of pesticide in soil.

| | Exposed surface | | Weed mat cover | |
|---|---|---|---|---|
| orchard 1 | Insecticide | | Insesticide | |
| | Not detected | | Not detected | |
| | herbicide | | Herbicide | |
| | Paraquat | 0.62 mg/kg | Paraquat | 0.47 mg/kg |
| Orchard 2 | Insecticide | | Insecticide | |
| | Not detected | | Not detected | |
| | Herbicide | | Herbicide | |
| | Glyphosate | 0.12 mg/kg | Paraquat | 8.15 mg/kg |
| | Paraquat | 5.01 mg/kg | | |
| Orchard 3 | Insecticide | | Insecticide | |
| | Not detected | | Not detected | |
| | Herbicide | | Herbicide | |
| | Glyphosate | <0.02 mg/kg | Glyphosate | <0.02 mg/kg |
| | Paraquat | 5.22 mg/kg | Paraquat | 5.78 mg/kg |

Remark: LOD (limit of detection) in soil = 0.01 mg/kg

**คุณภาพผลผลิตผลสดของพุทรานมสด**

การจัดชั้นคุณภาพของแต่ละสวนมีความแตกต่างกัน จึงทำให้การระบุเกรดของผลในแต่ละระดับมีความผันแปรไปตามเจ้าของสวน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจึงแยกวิเคราะห์ผลการศึกษาในแต่ละสวน โดยทั่วไปจะแบ่งเกรดผลออกเป็น 4 เกรด หลัก ๆ ตามขนาดของผล คือ Jumbo, แก้ว A, แก้ว B และแก้ว C ซึ่งจากการเก็บผลผลิตในแปลงที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาเพียง 3 เกรด คือ แก้ว A, แก้ว B และแก้ว C (เกรด Jumbo มีผลผลิตบางต้น เพียงเล็กน้อย) จากการศึกษาผลของการจัดการควบคุมวัชพืชที่แตกต่างกัน คือ ไม่ปูพื้นพลาสติก และการปูพื้นพลาสติกเพื่อควบคุมวัชพืช พบว่า มีแนวโน้มน้ำหนักผลพุทราจากต้นที่มีการปูพื้นพลาสติกทั้ง 3 สวน ผลผลิตเกรด A และ B มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ปูพื้น โดยที่น้ำหนักเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักผลมาจากน้ำหนักส่วนของเนื้อผลที่รับประทานได้ **(Table 4)** ผลผลิตเกรด C พบความแตกต่างทางสถิติในด้านน้ำหนักผลและน้ำหนักเมล็ดบางสวน การไม่ปูพื้นมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการปูพื้นพลาสติก โดยมีน้ำหนักของส่วนเนื้อผลที่รับประทานได้ไม่แตกต่างกันจากทุกสวน แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักผลเกิดจากน้ำหนักส่วนของเมล็ด ขนาดของผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Table 4)** ความแน่นเนื้อผล ที่ได้รับการปูพื้นและไม่ปูพื้นพลาสติก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในผลผลิตเกรด A และ B ส่วนผลผลิตเกรด C พบว่า สวน 3 การปูพื้นพลาสติกจะให้ค่าความแน่นเนื้อที่ต่ำกว่าการไม่ปูพื้น **(Table 5)**

ลักษณะทางเคมีของผลผลิต ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า สวน 2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ในผลเกรด A และ C ที่ได้จากต้นที่มีการปูพื้นมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ปูพื้นพลาสติก ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ สวน 3 ผลผลิตเกรด A ที่ได้จากต้นที่มีการปูพื้นมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ปูพื้นพลาสติก **(Table 5)**

**Table 4** Effect of weed control methods on fruit weight, edible part and seed weight of jujube.

| Grade of fruit | Treatment | fruit weight (g/fruit) | | | edible part (g/fruit) | | | seed weight (g/fruit) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | O[1] 1 | O 2 | O 3 | O 1 | O 2 | O 3 | O 1 | O 2 | O 3 |
| A | Exposed surface | 47.06 | 32.45 B | 31.44 B | 44.72 | 32.45 | 29.98 B | 2.34 | 1.72 | 1.51 |
| | Weed mat cover | 52.30 | 34.65 A | 40.82 A | 49.89 | 33.82 | 38.84 A | 2.41 | 1.64 | 1.97 |
| | F-test | NS | * | ** | NS | NS | ** | NS | NS | NS |
| B | Exposed surface | 36.41 | 27.19 B | 26.86 B | 34.59 | 27.20 | 25.31 B | 1.82 | 1.65 | 1.55 |
| | Weed mat cover | 37.94 | 28.77 A | 31.02 A | 35.94 | 28.03 | 29.32 A | 1.99 | 1.52 | 1.69 |
| | F-test | NS | * | * | NS | NS | * | NS | NS | NS |
| C | Exposed surface | 26.01 | 25.22 A | 20.65 | 24.56 | 24.02 | 19.51 | 1.45 | 1.88 A | 1.14 |
| | Weed mat cover | 29.13 | 24.02 B | 19.91 | 27.56 | 24.47 | 18.49 | 1.56 | 1.48 B | 1.41 |
| | F-test | NS | ** | NS | NS | NS | NS | NS | * | NS |

NS, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and 0.01, respectively.

[1] O = Orchard

**Table 5** Effect of weed control methods on fruit firmness, total soluble solid (TSS) and titratable acidity (TA) of jujube.

| Grade of fruit | Treatment | firmness (N) | | | TSS (°Brix) | | | TA (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | O[1] 1 | O 2 | O 3 | O 1 | O 2 | O 3 | O 1 | O 2 | O 3 |
| A | Exposed surface | 49.66 | 30.59 | 31.44 | 12.86 | 11.61 B | 12.24 | 0.28 | 0.25 | 0.18 B |
| | Weed mat cover | 46.34 | 37.07 | 40.82 | 13.24 | 12.35 A | 12.92 | 0.25 | 0.29 | 0.24 A |
| | F-test | NS | NS | NS | NS | * | NS | NS | NS | * |
| B | Exposed surface | 52.07 | 34.41 | 40.67 | 11.88 | 11.07 | 11.46 | 0.24 | 0.26 | 0.25 |
| | Weed mat cover | 52.74 | 41.78 | 34.36 | 12.34 | 12.22 | 11.06 | 0.29 | 0.29 | 0.22 |
| | F-test | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| C | Exposed surface | 50.80 | 36.18 | 39.13 A | 12.26 | 10.47 | 11.14 A | 0.24 | 0.27 | 0.26 |
| | Weed mat cover | 55.72 | 37.45 | 33.60 B | 11.56 | 11.40 | 10.64 B | 0.20 | 0.28 | 0.23 |
| | F-test | NS | NS | * | NS | ** | NS | NS | NS | NS |

NS, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and 0.01, respectively.

[1] Orchard

## สรุป

การนำพลาสติกคลุมวัชพืชสีดำ ชนิดทออัดแน่นเป็นแบบเนื้อกระสอบ มาใช้ในการควบคุมวัชพืชในแปลงพุทรานมสด ภายใต้ระบบการผลิตพุทรากางมุ้งตาข่าย สามารถช่วยลดจำนวนของชนิดวัชพืชในแปลง และลดปริมาณของวัชพืชในแปลงปลูกได้เป็นอย่างดี โดยเกษตรไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช จากผลการตรวจสอบสารเคมีตกค้างทั้งหมด 40 ชนิด ไม่พบการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดแมลงในตัวอย่างดิน ส่วนสารกำจัดวัชพืช ยังพบมีปริมาณการปนเปื้อนในปริมาณเล็กน้อย เนื่องจากการใช้สาร paraquat และ glyphosate ทำให้มีการตกค้างของสารเคมีในดินเป็นระยะเวลานานหลายปี การคลุมพื้นด้วยผ้าพลาสติกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลผลิต ผลผลิตพุทราที่ได้มีแนวโน้มสีผิวผลมีสีเขียวอ่อนและผิวนวลสวย มากกว่าผลผลิตจากต้นที่ไม่ได้รับการปูพื้นพลาสติก ดังนั้นการเลือกใช้ ผ้าพลาสติกคลุมวัชพืช (woven polypropylene ground cover) จึงเป็นอีกทางเลือกในการลดการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชและสามารถเพิ่มคุณภาพของผลผลิตได้

**คำขอบคุณ**

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว) ภายใต้โครงการ “นวัตกรรมระบบการผลิตแม่นยำพุทรานมสดคุณภาพสำหรับกลุ่มตำบลโพน จังหวัดกาฬสินธุ์” และขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนพุทราพื้นที่ตำบลโพน จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงปลูกเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

ณัฐพงค์ หงษ์ทอง และธีรนุช เจริญกิจ. 2563. อิทธิพลของวัสดุคลุมดินต่อการควบคุมวัชพืชและการแตกยอดใหม่ของต้นลำไย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 38(3): 325-331.

Abouziena, H., O. Hafez, I. El-Metwally, S. Sharma, and M. Singh. 2008. Comparison of weed suppression and mandarin fruit yield and quality obtained with organic mulches, synthetic mulches, cultivation, and glyphosate. Hort Science. 43(3): 795-799.

Ahrens, W.H. 1994. Herbicide Handbook. 7$^{th}$ed. Weed Science Society of America, Lawrence. 352 p.

Latha, P.C., and H. Gopal., 2010. Effect of herbicides on soil microorganisms. Indian Journal of Weed Science. 42(34): 217-222.

Riaz, M., M. Jamil, and T.Z. Mahmood. 2007. Yield and yield components of maize as affected by various weed control methods under rainfed conditions of Pakistan. International Journal of Agriculture and Biology. 9(1): 152-155.

Wu, Y., N. Sun, and S. Liu. 2022. Mulching broad ridges with a woven polypropylene fabric increases the growth and yield of young pear trees ‘Yuluxiang’ in the North China Plain. Horticultural Plant Journal.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดโกโก้สายพันธุ์ชุมพร 1

# Effect of chemical and organic fertilizer on the growth and quality of cocoa seeds of Chumphon 1 variety

**สุชาดา สานุสันต์[1*], จิตตะวัน กุโบลา[2], โชติ ราชวิชา[3], อัครพล หนูน้อย[3] , พีรยุทธ สิริฐนกร[1], นิจพร ณ พัทลุง[1] และ สุชานาถ สำรวมจิตร[4]**

Suchada Sanusan[1*], Jittawan Kubola[2], Chot Rachwicha[3], Ahkarapon Nunoi[3], Peerayut Sirithanakorn[1], Nidchaporn Nabhadalung[1] and Suchanad Samruamjit[4]

*1 สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*
*2 สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและแปรรูป คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*
*3 สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*
*4 ห้องปฏิบัติการพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*
*1 Program in Agriculture, Faculty Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University*
*2 Program in Agriculture, Faculty Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University*
*3 Program in Animal Science, Faculty Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University*
*4 plant science laboratory, Faculty Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University*

**บทคัดย่อ:** การผลิตเมล็ดโกโก้ที่มีคุณภาพการจัดการดินและปุ๋ยมีความสำคัญอย่างยิ่ง การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดโกโก้ ของเกษตรกรในตำบลทะเมนชัย อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1 ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (control) (T1) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ (T2) กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (T3) และ กรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัม/ต้น โดยใส่ปุ๋ยตามสิ่งทดลองต่างๆ ทุก ๆ 2 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความเขียวใบและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด สำหรับจำนวนกิ่ง พบว่า ทุกกรรมวิธีให้จำนวนกิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณภาพของเมล็ดโกโก้ พบว่า ทุกกรรมวิธี ทำให้ปริมารณเส้นใย เถ้า ปริมาณคาลอรี่จากไขมัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณไขมันและโปรตีนมีผลที่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณ % ไขมันในเมล็ดจะพบว่ากรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ % ไขมันในเมล็ดสูง คือ 58.56 และ 52.54 % ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ที่ให้ปอร์เซ็นต์ไขมัน 48.33 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 คือการไม่ใส่ปุ๋ยให้ % ไขมันน้อยที่สุด ส่วนปริมาณ % โปรตีนในเมล็ด พบว่ากรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ % โปรตีนในเมล็ดสูง คือ 19.23 และ 18.36 % ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ที่ให้ % โปรตีน 13.34 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 คือการไม่ใส่ปุ๋ย ให้ปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด จากผลการทดลองการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่เหมาะสม จะทำให้การเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดโกโก้ที่ดี

**คำสำคัญ:** ปุ๋ยเคมี; ปุ๋ยอินทรีย์; การเจริญเติบโต; เมล็ดโกโก้; คุณภาพของเมล็ด

**ABSTRACT:** Producing quality cocoa beans through soil management and fertilizer is of great importance.The purpose of this research was to study the effects of chemical and organic fertilizer application on the growth and quality of cocoa seeds of farmers in Tambon Thamen Chai, Lamplai Mat District, Buriram Province. The Randomized Complete Block Design (RCBD) experiment was planned for 3 replicates of the Chumphon 1 hybrid, consisting of 4 treatments: treatment 1 without fertilizer (control,T1), treatment 2 with chemical fertilizer only, using formula fertilizer. 15-15-15 at the rate of 50 kg./rai (T2), treatment 3, organic fertilizer application at 400 g/plant (T3), and

* Corresponding author: สุชาดา สานุสันต์ suchada.sn@bru.ac.th

method 4, chemical fertilizer application. and apply 400 grams of organic fertilizer/plant. In each experiment, fertilizing was performed every 2 months. The results showed that application of chemical fertilizer + organic fertilizer (T4) and organic fertilizer application (T3) gave the highest height, width of the canopy, the leaf greenness and a stem diameter. All experiments showed no statistical difference in the number of branches. As for the quality of cocoa beans, it was found that every process resulted in fiber content, ash, calories from fat and carbohydrate content; there was no statistical difference, but the fat and protein contents had statistically different effects. The percentage of fat in the cocoa seeds was found that application of chemical fertilizer + organic fertilizer (T4) and the addition of organic fertilizer (T3) were resulting in a high percentage of fat in the seeds was 58.56 and 52.54 %, respectively. The application of only chemical fertilizers (T2), gave 48.33 % of fat. The application that did not add fertilizer had the lowest percentage of fat.. The percentage of protein in seeds showed that application of chemical fertilizer + organic fertilizer (T4) and application of organic fertilizer (T3) gave a high seed protein percentage of 19.23 and 18.36%, respectively. The application of only chemical fertilizers (T2) gave 13.34% protein, while T1 without fertilizer provided the least amount of protein. The experimental results of using optimum chemical fertilizers together with organic fertilizers improved the growth and quality of cocoa seeds.
**Keywords:** chemical fertilizers; organic fertilizers; growth; cocoa seeds; seed quality

---

**บทนำ**

โกโก้ เป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งในปี 2562 นำเข้าเมล็ดโกโก้จาก ประเทศคองโก มากเป็นอันดับหนึ่ง โดยมีสัดส่วนนำเข้าถึงร้อยละ 82 ของปริมาณการนำเข้าทั้งหมด (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2563) ตลาดการแปรรูปโกโก้ทั่วโลกมีมูลค่าประมาณ 4.5 ล้านตัน และคาดว่าภายในปี 2568 จะสูงถึง 4.76 ล้านตัน เฉพาะในยุโรปมีการแปรรูปเมล็ดโกโก้เกือบ 1.38 ล้านตันในปี 2563 ( Shahbandeh, 2021) ปัจจุบันเกษตรกรให้ความสนใจปลูกโกโก้มากขึ้น และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้เสริมจากพืชหลัก โดยแฉพาะพันธุ์โกโก้ลูกผสมชุมพร1 (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2563) เป็นพันธุ์โกโก้ที่ให้ ผลผลิตสูง เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง 57.27% (สัณห์ , 2563) ปัจจุบันเกษตรกรภาคตะวันออกปลูกโกโก้ เป็นพืชแซมสวนเงาะ สวนทุเรียน และสวนลองกอง เพื่อทดแทนการนำเข้าโกโก้ที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม นม เบเกอรี่ ยา เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมยาสูบ (Tuncharoen , 2002)

จังหวัดบุรีรัมย์มีเกษตรกรที่ทำการปลูกโกโก้ซึ่งให้ผลผลิตแล้วในเขตพื้นที่ที่อำเภอคูเมือง และอำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ อย่างไรก็ตามโกโก้ยังคงเป็นพืชใหม่สำหรับประเทศไทย การปลูกโกโก้เพื่อให้มีผลผลิตที่สูงและตรงตามความต้องการของตลาด เช่น รูปทรงผลตรงตามสายพันธุ์ ผิวสีเหลือง น้ำตาล ไม่มีรอยตำหนิหรือขีดข่วน และห้ามมีสารเคมีตกค้างเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด เกษตรกรจะประสบปัญหาด้านการจัดการคุณภาพผลผลิต เมล็ดพันธุ์ลีบ เมล็ดไม่มีคุณภาพ เมื่อเมล็ดที่ได้ไม่มีคุณภาพ การจะนำเมล็ดไปปลูกทำให้ได้ต้นพันธุ์ที่ไม่แข็งแรง ต้นกล้าขนาดเล็ก ส่งผลต่อผลผลิตในอนาคต รวมถึงการใช้ปุ๋ยนั้นมีความสำคัญต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ได้ การใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง โกโก้จะมีการเจริญเติบโตได้และสามารถให้ผลผลิตที่เป็นเมล็ดที่มีคุณภาพ ซึ่งการจัดการดินและปุ๋ยที่ดีมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและคุณภาพของเมล็ดโกโก้สายพันธุ์ชุมพร 1 ที่ปลูกในแปลงของเกษตรกร เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมการผลิตโกโก้ให้ได้คุณภาพแก่เกษตรกรและผู้สนใจในการปลูกโกโก้ในพื้นที่พื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

**วิธีการศึกษา**

ดำเนินการวิจัย บ้านน้อยพัฒนา ตำบลทะเมนชัย อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ คัดเลือกต้นที่มีขนาดของลำต้น และทรงพุ่ม ใกล้เคียงกัน เป็นต้นที่มีอายุ 4 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล๊อค จำนวน 3 ซ้ำ ในสวนโกโก้พันธุ์ชุมพร 1 ประกอบด้วยกรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (T1; control) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 2.5 กิโลกรัม ต่อต้น (แบ่งใส่ 2 ครั้ง ห่างกัน 4 เดือน T2; 15-15-15) กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมูลวัวที่ 400 กรัม ต่อต้น (ใส่ รอบโคนต้น) และกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัมต่อต้น การปฏิบัติดูแล หลังจากมีการทยอยเก็บผลผลิต (เดือนตุลาคม) ดำเนินการจัดการดิน ปุ๋ยตามตำรับการทดลองที่วางแผนไว้ (ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1) จากนั้นดำเนินการจัดเตรียมวิธีการปฏิบัติต่อต้นโกโก้ดังนี้ เตรียมด้วยวิธีการ ตัดแต่งกิ่ง และจัดทรงพุ่ม หลังจากนั้น ทำการใส่ปุ๋ย ในช่วงเดือน ตุลาคม 1 ครั้ง ดำเนินการใส่ปุ๋ยตามตำรับการทดลองที่วางแผนไว้ และเดือน มกราคม อีก 1 ครั้ง (ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2) จากนั้นดูแล ป้องกันกำจัดโรค แมลง ศัตรูพืช และวัชพืชที่พบ และเก็บเกี่ยวผลผลิตตาม วิธีการของเกษตรกร

การเก็บข้อมูลดิน ได้แก่ เนื้อดิน (Texture) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด

ในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดแห้งโกโก้ โดยวิธี Cut Test การผ่าเมล็ด โดยนำเมล็ดโกโก้ มา ผ่าเมล็ดออกเป็น 2 ซีก จำนวน 300 เมล็ด สังเกตลักษณะสี เมล็ดได้แก่ %เมล็ดงอก % เมล็ดลีบ เมล็ดสีน้ำตาลบางส่วน เมล็ดสีน้ำตาลบางส่วน และเมล็ดสีน้ำตาลมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ และวัดคุณสมบัติทางเคมีของเมล็ดโกโก้แห้ง ทำการวัด ความชื้น % ไขมัน % โปรตีน % เถ้า % เส้นใย % คาร์โบไฮเดรต % Total calories Kcal/100g Calories from Fat Kcal/100g. และทำการการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ผลการศึกษา**

**การวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังปลูกโกโก้**

จากการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ดินมีความหนาแน่นรวม 1.38 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณอินทรีวัตถุ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.7 ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน 0.20% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11.2 ppm โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 16.3 ppm และเนื้อดินเป็นดินทราย ปนดินร่วน **(Table 1)** ส่วนผลการวิเคราะห์สมบัติของดินหลังการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (ใส่รอบโคนต้น) และกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัมต่อต้น ทำให้ดินมีค่าการวิเคราะห์อินทรีย วัตถุ (%) ความเป็นกรดด่าง (pH) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm) ในดิน ที่สูงกว่าการกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 2.5 กิโลกรัม ต่อต้น ส่วนกรรมวิธีที่ 1 มีค่าวิเคราะห์ที่ทำการศึกษา น้อยที่สุด ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน **(Table 1)**

**Table 1** Physical and chemical properties of the soil before the experiment.

| Soil depth (cm.) | Bulk density (g/cm$^3$) | Organic matter (%) | pH | Total nitrogen in the soil (%) | Available of phosphorus (ppm) | Potassium exchangeable (ppm) | Soil texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Topsoil (0-15 cm.) | 1.38 | 0.22 | 6.70 | 0.20 | 11.20 | 16.30 | Sandy loam |

Physical and chemical properties of the soil after the experiment.

| Treatment | Organic matter (%) | pH | Total nitrogen in the soil (%) | Available of phosphorus (ppm) | Potassium exchangeable (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|
| T1; control | 0.20c | 6.44 | 0.21b | 13.0c | 19.11c |
| T2; 15-15-15 | 1.22b | 6.45 | 0.33b | 33.30b | 30.23b |
| T3; OM | 1.54a | 6.57 | 0.63a | 35.65ab | 43.00ab |
| T4; Fer+OM | 1.56a | 6.56 | 0.65a | 38.54a | 44.56a |
| F-test | * | ns | * | ** | * * |
| C.V. (%) | 12.12 | 8.23 | 9.43 | 11.53 | 12.00 |

ns, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01, respectively.
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at p<0.05

**ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของโกโก้สายพันธุ์ชุมพร 1**

ความสูงต้นต้นโกโก้ผลวิเคราะห์มีความแตกต่าง ที่ 2, 4, 6 และ 8 เดือน พบว่ากรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (T3) และ กรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัม/ต้น ให้ความสูงต้นมากที่สุดทุกระยะที่มีการเก็บข้อมูล โดยที่ระยะ 8 เดือน อยู่ที่ 202.94, และ 211.04 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (control) (T1) และกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ (T2) ในเดือนที่ 6 และ 8 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Table2)**

**Table 2** Cocoa height at 2, 4, 6, and 8 months after the experiment

| Treatment | Plant height (cm)/Month | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| T1; control | 160.75b | 167.54 c | 175.04 bc | 180.93 c |
| T2; 15-15-15 | 167.45b | 175.85 b | 184.05 b | 189.28 c |
| T3; OM | 178.34a | 187.84 b | 195.94 ab | 202.94 b |
| T4; Fer+OM | 188.46a | 197.91 ab | 205.81 a | 211.04 a |
| F-test | * | * | * * | * * |
| C.V. (%) | 9.67 | 9.14 | 11.11 | 11.32 |

ns, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01, respectively.
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at p<0.05

ต้นโกโก้มีความกว้างทรงพุ่มและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ 2, 4, 6 และ 8 เดือน หลังการทดลอง พบว่า ความกว้างทรงพุ่มและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ในกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (T3) และ กรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัม/ต้น ให้ความกว้างทรงพุ่มและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น มากที่สุด โดยที่ระยะ 8 เดือน สำหรับความกว้างทรงพุ่ม อยู่ที่ 185.53 และ 187.11 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (control) (T1) และกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ (T2) โดยที่ให้ความกว้างทรงพุ่มและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่น้อยที่สุดในทุกระยะที่มีการเก็บข้อมูล **(Table 3)**

**Table 3** Width of the canopy (cm)/month and Stem diameter (mm)/Month of Cocoa at 2, 4, 6, and 8 months after the experiment

| Treatment | Width of the canopy (cm)/month | | | | Stem diameter (mm)/Month | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| T1; control | 145.65 | 151.25c | 150.75c | 161.95b | 33.34b | 35.45b | 36.75b | 39.56b |
| T2; 15-15-15 | 146.56 | 162.86b | 170.51b | 175.71b | 34.56b | 36.34b | 37.51b | 39.71b |
| T3; OM | 145.45 | 171.68a | 179.13ab | 185.53a | 37.56a | 40.08a | 43.13a | 46.53a |
| T4; Fer+OM | 146.78 | 173.28a | 180.88a | 187.11a | 36.56a | 40.28a | 44.23a | 47.11a |
| F-test | ns | * | * | * | ns | * | ** | * |
| C.V. (%) | 13.45 | 21.50 | 14.48 | 9.24 | 20.11 | 12.57 | 12.64 | 15.34 |

ns, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01, respectively.
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at p<0.05

สำหรับจำนวนกิ่ง พบว่า ทุกกรรมวิธีทำให้จำนวนกิ่งไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ **(Table 4)** แต่ความเขียวใบของโกโก้มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ 4,6 และ 8 เดือน หลังการทดลอง พบว่า ความเขียวใบของกรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากข้อมูลกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัม/ต้น ให้ความเขียวใบที่ระยะ 8 เดือน อยู่ที่ 50.09 SPAD และกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (T3) ให้ความเขียวใบที่ 49.53 SPAD ส่วน คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (control) (T1) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ (T2) โดยที่ให้ความเขียวน้อยที่สุดในทุกระยะที่มีการเก็บข้อมูล **(Table 4)**

**Table 4** Number of branches (branches/plant)/Month and Leaf greenness values (SPAD)/Month of Cocoa at 2, 4, 6, and 8 months after the experiment

| Treatment | Number of branches (branches/plant)/Month | | | | Leaf greenness values(SPADunit)/Month | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| T1; control | 9.56 | 13.67 | 15.00 | 19.45 | 43.34 | 39.45c | 37.75c | 42.67b |
| T2; 15-15-15 | 10.43 | 16.45 | 19.34 | 20.56 | 42.56 | 41.34b | 43.51b | 43.71b |
| T3; OM | 11.35 | 16.74 | 20.57 | 24.00 | 42.56 | 40.08ab | 47.13a | 49.53ab |
| T4; Fer+OM | 10.46 | 17.23 | 21.23 | 23.67 | 43.56 | 44.28a | 48.23a | 50.09a |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | * | * | ** |
| C.V. (%) | 13.45 | 21.50 | 14.48 | 9.24 | 20.11 | 12.57 | 12.64 | 15.34 |

ns, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01, respectively.
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at p<0.05

**ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดโกโก้สายพันธุ์ชุมพร 1**

ผลวิเคราะห์ปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดสีน้ำตาม และ เมล็ดสีน้ำตาลบางส่วนพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (T3) และ กรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัม/ต้น มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบน้อยที่สุด ส่วน กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (control) (T1) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงที่สุด ตามด้วยกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ (T2) **(Table 5)**

**Table 5** Physical data of Cocoa beans

| Treatment | % Moisture | % Withered seeds | Brown seeds (75%) | % Some brown seeds |
|---|---|---|---|---|
| T1; control | 6.55 | 10 a | 79 | 11 |
| T2; 15-15-15 | 6.77 | 6 b | 80 | 20 |
| T3; OM | 7.54 | 4 c | 84 | 16 |
| T4; Fer+OM | 7.55 | 4 c | 81 | 19 |
| F-test | ns | * | ns | ns |
| CV (%) | 22.34 | 12.45 | 8.55 | 17.67 |

ns, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01, respectively.
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at p<0.05

**ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อคุณภาพทางเคมีของเมล็ดโกโก้สายพันธุ์ชุมพร 1**

ทุกรรมวิธี ทำให้ ปริมาณเส้นใย เถ้า ปริมาณคาลอรี่จากไขมัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า กรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 400 กรัม/ต้นและ กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวที่ 400 กรัม ต่อต้น (T3) ทำให้เปอร์เซ็นไขมันในเมล็ดสูง คือ 58.56 และ 52.54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ที่ให้เปอร์เซ็นไขมัน 48.33 ตามมาด้วยกรรมวิธีที่ 1 คือการไม่ใส่ปุ๋ย ให้เปอร์เซ็นไขมันน้อยที่สุด เช่นเดียวกับปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ด พบว่ากรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดสูง คือ 19.23 และ 18.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ที่ให้เปอร์เซ็นต์โปรตีน 13.34 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 คือการไม่ใส่ปุ๋ย ให้ปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด **(Table 6)**

**Table 6** The effect of soil and fertilizer management studies on the chemical quality of cocoa beans

| Treatment | % Moisture | % Lipid | % Protein | % Ash | % Fiber | % Carbohydrate | Calorie content | Amount of calories from fat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1; control | 7.34 | 39.44c | 9.34c | 4.24 | 26.45 | 35.00 | 576.45 | 676.55 |
| T2; 15-15-15 | 7.67 | 48.33b | 13.34b | 4.23 | 28.90 | 36.96 | 536.76 | 553.00 |
| T3; OM | 8.53 | 52.54a | 18.36a | 4.24 | 27.53 | 38.17 | 555.23 | 665.40 |
| T4; Fer+OM | 8.56 | 58.56a | 19.23a | 4.52 | 28.19 | 37.56 | 560.10 | 689.00 |
| F-test | ns | * | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| CV (%) | 14.06 | 11.87 | 9.53 | 13.67 | 12.45 | 12.32 | 15.56 | 18.63 |

ns, * and ** = not significant, significant at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01, respectively.
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at p<0.05

**วิจารณ์**

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดโกโก้ พันธุ์ชุมพร 1 ของเกษตรกรในตำบลทะเมนชัย อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า กรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ทั้งความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความเขียวใบและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด ส่วนจำนวนกิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องมากจาก การที่ต้นโกโก้ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์นั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และจากการที่มีการวิเคราะห์ดินหลังจากปลูกจะพบว่ามีปริมาณไนโตเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินสูงกว่า พื้นที่ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย ซึ่ง กฤษฎิ์ (2563) กล่าวว่า ดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ในแปลงปลูกข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ทำให้การเจริญเติบโตของข้าวในด้านจำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักเมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่สูงขึ้น เช่นเดียวกันในขณะที่ข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยใดๆ มีจำนวนหน่อต่อกอน้อยที่สุด (Kongpolporm et al., 2016) และ Bougnom et al. (2012) พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนชีวภาพและขี้เถ้าไม้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตหญ้าเลี้ยงสัตว์ Ade Oluwa (2008) ได้ใช้ปุ๋ยหมักทะลายปาล์มเปล่าและมูลโคในการเพาะกล้าปาล์มน้ำมัน ในอัตราส่วน ทะลายปาล์มเปล่า: มูลโค เท่ากับ 60:40 มีผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตสูงสุด สอดคล้องกับการทดลองของ อมรรัตน์ ชุมทอง (2562) ศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของและโกโก้อายุ 2 ปีที่ ปลูกในบ่อซีเมนต์พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยอินทรีย์ อัดเม็ด 2 กก./ต้น ให้ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด ส่งเสริมให้โกโก้เจริญเติบโตได้ดี เพราะการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ช่วยเพิ่มค่าความเป็นกรดเป็นด่างแล ะปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้

ส่วนคุณภาพเมล็ดโกโก้นั้น ในกรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดสูง คือ 19.23 และ 18.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ที่ให้ปอร์เซ็นต์โปรตีน 13.34 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 คือการไม่ใส่ปุ๋ย ให้ปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด ซึ่งการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้เมล็ดได้รับการพัฒนาและเจริญเติบโตซึ่ง Ling A.H. (1983) ได้รายงานว่าในช่วง 5 ปีแรก ต้นโกโก้จะมีการเจริญเติบโดอย่างรวดเร็ว จากนั้นการเจริญเติบโตค่อนข้างคงที่และสม่ำเสมอ โดยธาตุอาหารที่ต้นโกโก้ใช้ในปริมาณมากคือ โพแทสเซียม รองลงมาคือไนโตรเจนแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสตามลำดับ

**สรุป**

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดโกโก้ พบว่า กรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ และ กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ทั้งความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความเขียวใบและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด เช่นเดียวกันที่ทั้ง 2 กรรมวิธี ส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้ ให้ทั้งปริมาณไขมันและโปรตีนในเมล็ดสูง ส่วนกรรมวิธีที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ที่ให้ % โปรตีน 13.34 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 คือการไม่ใส่ปุ๋ย ให้ปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด จากผลการทดลองการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่เหมาะสม โดยแนะนำให้เกษตรกรใช้กรรมวิธีที่ 4 คือการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ และกรรมวิธีที่ 3 คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้การเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดโกโก้ที่ดี

**คำขอบคุณ**

การทดลองการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้รับการสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน ประจำป งบประมาณ 2565 สำนักงานวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และห่องปฏิบัติการพืชศาสตร์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

**เอกสารอ้างอิง**

กฤษฎิ์ ใจปัญญา. 2563. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเหนียวสันป่าตอง 1.วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 37(1): 10-19.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2563. สถานการณ์การผลิตโกโก้. กลุ่มงานวิจัยพืชอุตสาหกรรม กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชสวน สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 18 หน้า.

อมรรัตน์ ชุมทอง ศุภวิชญ์ ชูเขียว ชีวธันย์ ไพโรจน์ ชุติกาญจน์ แสนเสนาะ และ ระวี เจียรวิภา. 2562. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ปลูกในบ่อซีเมนต์. น. 160-166. ใน: การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งฺที่ 19 วันที่ 24-25 พฤศจิกายน 2565 ณ โรงแรมทวินโลตัส นครศฺรีธรรมราช.

Ade Oluwa, O.O. and G.O. Adeoye. 2008. Potential of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) as Fertilizer in Oil Palm (*Elaeis guineensis* L Jacq.) Nurseries. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy. Available Source: http://orgprints.org/view/projects/conference.html. Accessed July 8, 2022.

Bougnom B.P., C. Niederkofler, B.A. Knapp, E. Stimpfl and H. Insam. 2012. Residues from renewable energy production: Their value for fertilizing pastures. Biomass and Bioenergy. 39: 290 -295.

Kongpolporm,N., R.Jungkot and T.Thani. 2016. Effect of using of high quality organic fertilizer and tailor–made fertilizer base on analysis on growth and yield of KDML 105 rice. Advanced Science. 15(1):66-77. [in Thai].

Ling, A.H. 1983. Cocoa nutrition and manuring on inland soils in Peninsular Malaysia. Proc. 2nd Nat. Cocoa Cout., Medan. P119-135.

Shahbandeh, M. 2021. Cocoa bean production worldwide 2018/19 & 2020/21, by Country. Available source: https://www.Statista.com/statistics/263855/cocoa-bean-production world wide-by-region/. Accessed April 12, 2023.

Tuncharoen K. 2002. Cocoa production and development. Department of Agricultural Extension.;2002.93 p.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของพีจีพีอาร์ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายใต้สภาวะแล้ง

# Effect of PGPR on the growth of the MD2 pineapple plantlets under drought condition

**สาวิตรี ปราโมช ณ อยุธยา[1], ชาตรี กอนี[1*], รุ่งอรุณ พูนสิน[1], พรนภา เนตรประสม[1] , กัลยา โมกขพันธุ์[1], และ รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์[1]**

Sawithree Pramoj Na Ayudhya[1], Chatree Konee [1*], Rungarun Poonsin[1], Pornnapa Netprasom[1], Kanlaya Mokhaphan[1], and Rochana Tangkoolboribun[1]

[1] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[1] Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Khlong Luang, Pathum Thani 12120

**บทคัดย่อ:** การขยายพันธุ์สับปะรด MD2 ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ประสบปัญหาเรื่องการรอดชีวิตและเติบโตหลังย้ายปลูกต่ำ ปัจจุบันมีการใช้จุลินทรีย์ Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) มาช่วยส่งเสริมการเติบโตของพืช และช่วยการปรับตัวและการเติบโตหลังย้ายอนุบาลของต้นอ่อน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบคทีเรียในกลุ่ม PGPR ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายใต้ 2 สภาวะ คือ สภาวะที่รดน้ำปกติ และสภาวะแล้ง วางแผนการทดลอง 2x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมี 2 สภาวะการให้น้ำร่วมกับชนิดของเชื้อ PGPR ประกอบด้วย *Enterobacter radicincitans* (RP03) และ *Priestia aryabhattai* (SP03) จำนวน 10 ซ้ำต่อเชื้อ 1 ไอโซเลท เปรียบเทียบกับต้นควบคุม จากการทดลองพบว่าทั้ง 2 สภาวะการให้น้ำ และเชื้อ PGPR มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าสับปะรด โดยเฉพาะการใส่เชื้อ SP03 ในสภาวะปกติ สามารถชักนำการเจริญเติบโตของสับปะรดพันธุ์ MD2 ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ขนาดของความยาวใบ D-leave (13.46±2.39 เซนติเมตร) จำนวนใบ (11.73±1.66 ใบต่อต้น) เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก (13.43±1.13 มิลลิเมตร) จำนวนราก (745.33±75.01 รากต่อต้น) ความยาวราก (951.70±86.72 เซนติเมตร) และคะแนนสุขภาพกล้าไม้ (2.56±0.23 คะแนน) ในขณะเดียวกันพบว่าการใส่เชื้อ PGPR ทั้ง 2 ไอโซเลทในต้นอ่อนสับปะรดอายุ 30 วันช่วยเพิ่มการสะสมของโพรลีนซึ่งเป็นสารบ่งชี้ความทนแล้งมีปริมาณมากกว่าต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า PGPR สายพันธุ์ RP03 และ SP03 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการย้ายออกปลูก

**คำสำคัญ:** สับปะรดพันธุ์ MD2; การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ; สภาวะแล้ง; โพรลีน

ABSTRACT:

The propagation of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) 'MD2' plantlets from tissue culture to the nursery suffers from low survival and growth rates after transplanting. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are currently used to promote plant growth and help the adaptation and growth of plantlets after transplantation. This study was conducted in a 2×3 factorial arrangement in a completely randomized design (CRD). Factor 1 was the condition of watering; normal watering and drought conditions. Factor 2 was the effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) strain; non-inoculation (control), *Enterobacter radicincitans* (RP03), and *Priestia aryabhattai* (SP03). The results showed that both conditions of watering and PGPR had effects on the growth of pineapple plantlets. In particular, the use of SP03 in normal conditions resulted in the greatest D-leave length, number of leaves, root collar diameter, number of roots, root length, and plantlet health score as 13.46±2.39 cm, 11.73±1.66 leaves, 13.43±1.13 mm, 745.33±75.01 roots, 951.70±86.72 cm and 2.56±0.23 points, respectively. In addition, the proline accumulation of plantlets that were inoculated with both PGPR isolates under normal watering conditions was significantly more effective than the control. It can therefore be concluded that the PGPR strains RP03 and SP03 have high efficiency to enhance the growth and proline accumulation of MD2 pineapple plantlets after transplanting.

**Keywords:** *Ananas comosus* 'MD2'; tissue culture; drought conditions; proline

[*] Corresponding author: Chatree.162@hotmail.com

**บทนำ**

สับปะรดพันธุ์ MD2 เป็นพันธุ์สับปะรดรับประทานสดที่พัฒนาขึ้นจากสถาบันวิจัยสับปะรดของฮาวาย (PRI: Pineapple Research Institute) สหรัฐอเมริกา (Pip, 2011) ให้มีจุดเด่นในเรื่องของความหวานที่มีมากกว่าสับปะรดพันธุ์ดั้งเดิมอื่น ๆ ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ในการพัฒนาระบบการผลิตสับปะรดผลสดนั้น ต้องพบกับปัญหาที่สำคัญประการหนึ่ง คือ หากปลูกสับปะรด MD2 ในช่วงฤดูหนาวจะทำให้ปริมาณของผลผลิตลดลง และส่งผลให้มีปริมาณกรด (acidity) ในผลสับปะรดสะสมสูงทำให้มีรสชาติเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ไม่เป็นที่พึงพอใจต่อผู้บริโภค (มนตรี, 2560)

ในปัจจุบันปัญหาภัยแล้งอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ และการขาดแคลนระบบชลประทานที่ดีมีผลอย่างมากต่อการเพาะปลูกและเกษตรกรรม มีรายงานว่าความสามารถของแบคทีเรียบริเวณรากพืชที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกี่ยวกับกลไกการลดความเครียดได้ โดยแบคทีเรีย PGPR สามารถเปลี่ยนโครงสร้างของระบบรากพืชให้ชอนไชไปในดินได้ดีขึ้น สร้างเอนไซม์เพื่อทำลายอนุมูลอิสระที่พืชผลิตขึ้นในสภาวะเครียด และสร้างพอลิแซคคาไรด์ที่ช่วยปรับโครงสร้างดินให้อุ้มน้ำมากขึ้นได้ ดังนั้นในต่างประเทศจึงเริ่มมีการใช้จุลินทรีย์ในดิน เช่น เชื้อรา arbuscular mycorrhiza (AMF) แบคทีเรียบริเวณรากพืช (rhizobacteria) และแบคทีเรียในเซลล์พืช (endophytic bacteria) มาส่งเสริมการเจริญของพืชและคงปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ เมื่อปลูกในสภาวะแห้งแล้งหรือสภาวะที่มีทรัพยากรจำกัดได้ (Dodd et al., 2012) ทั้งนี้นิยมใช้แบคทีเรียทนแล้ง (drought tolerant bacteria) มาผลิตเป็นหัวเชื้อเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชระหว่างการขาดน้ำ เนื่องจากแบคทีเรียมีความหลากหลายของสายพันธุ์มาก สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้เร็ว และเพาะเลี้ยงง่าย อย่างไรก็ตามพบว่าประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย PGPR ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียที่ใช้และสายพันธุ์ของพืชเป็นหลัก (Naveed et al., 2014)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบคทีเรียในกลุ่ม PGPR ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดพันธุ์ MD2 หลังการย้ายออกปลูกภายใต้ 2 สภาวะ คือ สภาวะที่รดน้ำปกติ และสภาวะแล้ง โดยมุ่งเน้นที่จะนำแบคทีเรียในกลุ่ม PGPR ซึ่งคัดแยกจากตัวอย่างดินรอบรากสับปะรด แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกสับปะรดเพื่อให้สับปะรดสามารถเจริญเติบโตทนต่อสภาพแห้งแล้งเพิ่มขึ้น

**วิธีการศึกษา**

**1. การแยกเชื้อ PGPR จากดินบริเวณรอบรากสับปะรด**

แยกเชื้อแบคทีเรียจากดินบริเวณรอบรากสับปะรด MD2 ที่มีความแข็งแรงจากแปลงปลูก 3 พื้นที่ในอำเมืองประจวบ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยนำรากสับปะรดมาล้างด้วยน้ำกลั่น ตัดเป็นชิ้นขนาดเล็กบดในน้ำเกลือปลอดเชื้อ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์) ด้วยแท่งแก้ว และเจือจางเป็นลำดับขั้นด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี serial dilutions เพาะเชื้อไรโซแบคทีเรียด้วยวิธี spread plate บนอาหารแข็ง King’s B medium (Ahmad et al., 2008) จากนั้นนำตัวอย่างข้างต้นไปแยกเชื้อที่สร้างเอ็นโดสปอร์ โดยนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที (Ribeiro and Cardoso, 2012) ก่อนนำไปเพาะเชื้อบนอาหาร nutrient agar บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง นำโคโลนีเดี่ยว ที่มีลักษณะแตกต่างกันนำมาเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ และแยกเชื้อแบคทีเรียให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค streak plate นำเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้มาตรวจสอบด้วยวิธีชีวโมเลกุล โดยชุด ไพรเมอร์ 16S ribosomal RNA (16S rRNA) เปรียบเทียบความเหมือนทางพันธุกรรมกับฐานข้อมูลใน GenBank (National Center for Biotechnological Information; NCBI)

**2. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย PGPR ต่อการเจริญของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 ในระดับโรงเรือนทดลอง**

นำต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาดความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว บรรจุวัสดุปลูกที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ได้แก่ หน้าดิน (top soil) หินภูเขาไฟ และแกลบเผา ด้วยอัตราส่วน 1:1:1 จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง เก็บในสภาพโรงเรือนทดลอง ภายหลังการย้ายปลูก 14 วัน ทำการปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย PGPR (ระยะ stationary phase) ที่เลี้ยงใน 0.8 เปอร์เซ็นต์ Normal saline solution ปริมาตร $1\times10^{8}$ เซลล์ต่อต้น วางแผนการทดลอง 2x3 แฟคทอเรียล ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยปัจจัยที่ 1 คือเชื้อ PGPR ที่แยกได้จากกิจกรรมที่ 1 ประกอบด้วย: T1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่เชื้อ), T2 เชื้อ RP03 และ T3 เชื้อ SP03 ร่วมกับปัจจัยที่ 2 คือการให้น้ำ 2 สภาวะ คือ สภาวะให้น้ำปกติ (Normal condition; ให้น้ำเมื่อค่าแรงดึงของน้ำจากเครื่อง tensiometer อยู่ระหว่าง 0 ถึง -10 กิโลพาสคาล, ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น) และสภาวะแล้ง (Drought condition; โดยให้น้ำเมื่อค่าแรงดึงของน้ำจากเครื่อง tensiometer อยู่ระหว่าง -30 ถึง -50 กิโลพาสคาล) สิ่งทดลองละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น หลังปลูกเชื้อ PGPR เป็นระยะเวลา 60 วัน วิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของต้นสับปะรด ประกอบไปด้วยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ความยาวใบ D-leaves (กลุ่มใบที่อยู่ระหว่างการเจริญเติบโตทางสรีระเต็มที่) เส้นผ่าศูนย์กลางคอราก (บริเวณรอยต่อระหว่างรากและลำต้นที่ติดกับดิน) จำนวนราก ความยาวราก (โดยเครื่อง Epson Perfection V700 Photo) จำนวนใบ

และคะแนนสุขภาพของต้นอ่อน (ระดับคะแนน 1 = ต่ำที่สุด ถึง 3 = ดีที่สุด) ด้วยระบบการให้คะแนน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความสูง ด้านรูปร่างทรงพุ่ม ด้านความสมบูรณ์ของใบ และด้านการเข้าทำลายของโรคและแมลง และปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (น้ำหนักแห้งในส่วนของใบและลำต้น) และมวลชีวภาพส่วนใต้ดิน (น้ำหนักแห้งของราก) เป็นต้น นำข้อมูลที่ได้มาความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้วย ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีทางสถิติ Duncan's New Multiple Range Test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม SAS version 9.1

**3. การวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2**

การสะสมโพรลีนเป็นกลไกการสะสมไนโตรเจน และคาร์บอนไว้ในเซลล์เมื่อพืชอยู่ในสภาวะเครียดเพราะขาดน้ำ ทำการวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนโดยดัดแปลงวิธีของ Bates et al. (1973) โดยเก็บตัวอย่างจากใบสับปะรดที่อยู่ในสภาวะปกติ และสภาวะขาดน้ำ ชั่งตัวอย่างใบสับปะรด 0.5 กรัม เติม 3 เปอร์เซ็นต์ sulphosalicylic acid ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 จากนั้นนำ supernatant ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมด้วย acid-ninhydrin ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และ glacial acetic acid 2 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดแก้วเดียวกัน นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างแช่ในถังน้ำแข็งทันทีเพื่อหยุดปฏิกิริยา แล้วเติม toluene ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้ vortex แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที เพื่อให้เกิดการตกตะกอน จากนั้นดูดส่วนบน (Top phase) ของสารละลาย 0.2 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร คำนวณปริมาณโพรลีนที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน

**ผลการศึกษา**

**1. ผลการแยกเชื้อ PGPR จากดินบริเวณรอบรากสับปะรด**

ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อที่แยกจากดินบริเวณรอบรากสับปะรด เปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล GenBank ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ โดยใช้ชุดไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะบนตำแหน่ง 16S ribosomal RNA (16S rRNA) คือ คู่ไพรเมอร์ Forward primer 27F (5' AGAGTTTGATCMTGGCTCAG 3') และ Reverse primer 1492R (5'TACGGYTACCTTGTTACGACTT 3') (Lane, 1991) พบว่าคู่ไพรเมอร์ Forward primer 27F และ Reverse primer 1492R มีความจำเพาะในการจัดจำแนกชนิดของเชื้อที่เป็น PGPR จากดินบริเวณรอบรากสับปะรด สามารถแยกได้ 2 ไอโซเลท ได้แก่ *Enterobacter radicincitans* (NR_117704.1) มีค่าความเหมือนทางพันธุกรรมของเชื้อระบุได้ 99.80% และเชื้อ *Priestia aryabhattai* (NR_115953.1) ระบุได้ 99.86% ซึ่งแสดงว่าเครื่องหมายทางพันธุกรรมในส่วนของยีน 16S rRNA มีประสิทธิภาพและมีสามารถในการจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียได้ **(Table 1)**

**Table 1**. BLAST results of two PGPR bacteria from rhizosphere soil of pineapple comparative in Gen Bank

| Strain in code | NCBI accession numbers | Reference taxon (strain) | Identity (%) |
|---|---|---|---|
| RP03 | NR_117704.1 | *Enterobacter radicincitans* | 99.80 |
| SP03 | NR_115953.1 | *Priestia aryabhattai* | 99.86 |

**2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย PGPR ต่อการเจริญของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 ในระดับโรงเรือนทดลอง**

จากการทดลองประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย PGPR ภายใต้สภาวะการรดน้ำปกติ (Normal condition) และสภาวะแล้ง (Drought condition) ต่อการเจริญของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 ในระดับโรงเรือนทดลอง เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าทั้ง 2 ปัจจัยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$ ) ได้แก่ การเจริญทางความยาวใบ จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก จำนวนราก ความยาวราก และคะแนนสุขภาพกล้าไม้ ผลการเจริญทางด้านความยาวใบ พบว่าการใส่เชื้อ *P. aryabhattai* (SP03) ภายใต้สภาวะปกติ ให้ความยาวใบของกล้าสับปะรดมากที่สุด 13.46±2.39 เซนติเมตร รองลงมาคือสภาวะแล้งให้ความยาวใบเฉลี่ย 13.13±2.32 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นควบคุมทั้ง 2 สภาวะมีความยาวใบเฉลี่ยต่ำที่สุดเพียง 11.42±1.91 และ 10.10±2.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนผลด้านจำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก และจำนวนราก ให้ผลสอดคล้องกับความยาวใบ คือภายใต้สภาวะการรดน้ำปกติร่วมกับการใส่เชื้อ SP03 ส่งผลให้มีจำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก และจำนวนราก มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 11.73±1.66 ใบต่อต้น, 13.43±1.13 มิลลิเมตร และ 745.33±75.01 รากต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะแล้งของต้นควบคุมมีค่าเฉลี่ยเพียง 6.21±1.96 ใบต่อต้น, 9.33±1.91 มิลลิเมตร และ 280.33±48.12 รากต่อต้น ตามลำดับ **(Table 2, Figure 1)** ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต พบว่าทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05 ) โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด 78.95±9.62 เปอร์เซ็นต์ ในต้นสับปะรดที่ได้รับเชื้อ SP03 ภายใต้สภาวะการให้น้ำแบบปกติ

ส่วนผลการตรวจนับจำนวนรากแขนง พบว่าชนิด PGPR ทั้ง 2 ไอโซเลท และสภาวะการให้น้ำที่ต่างกันมีผลต่อความยาวรากสับปะรดอย่างมีนัยสำคัญ โดยต้นสับปะรดที่ได้รับเชื้อ SP03 ในสภาวะปกติมีความยาวรากมากที่สุด 951.70±86.72 เซนติเมตร รองลงมาคือ ต้นที่ได้รับเชื้อ PR03 มีความยาวราก 666.81±53.52 เซนติเมตร และต้นที่มีความยาวรากน้อยที่สุดคือ ต้นควบคุมในสภาวะแล้ง มีค่าเพียง 475.54±59.00 เซนติเมตร ในขณะที่ผลด้านคะแนนสุขภาพของกล้าไม้ พบว่ากล้าสับปะรดที่อยู่ในสภาวะการรดน้ำปกติมีคะแนนสุขภาพสูงกว่าในสภาวะแล้ง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเชื้อ PGPR ทั้ง 2 ไอโซเลท ในสภาวะรดน้ำปกติ พบว่าการใส่เชื้อ SP03 ให้คะแนนสุขภาพ 2.56±0.23 คะแนน ซึ่งสูงกว่าการใส่เชื้อ RP03 และต้นควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.40±0.14 และ 2.16±0.17 คะแนน ตามลำดับ ส่วนการปลูกภายใต้สภาวะแล้งพบว่า การใส่เชื้อและต้นควบคุมให้ผลคะแนนสุขภาพน้อยไม่แตกต่างกัน อยู่ระหว่าง 2.00±0.35-2.08±0.27 คะแนน **(Table 3)**

**Table 2**. Percentages of survivor, leaf length, number of leaves, root collar diameter and number of roots in MD2 pineapple plantlets under normal and drought condition for 2 months.

| Condition | PGPR Strain | Percentages of Survivor | leaf length (cm) | Number of leaves (per plant) | Root collar dia. (mm) | Number of roots (per plant) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal | Control | 70.00±10.53 | 11.42±1.91$^{bc}$ | 10.78±1.71$^{a}$ | 12.13±1.44$^{a}$ | 303.00±61.71$^{b}$ |
| | RP03 | 73.68±10.40 | 13.00±2.11$^{ab}$ | 11.71±2.72$^{a}$ | 12.61±1.67$^{a}$ | 465.33±45.21$^{b}$ |
| | SP03 | 78.95±9.62 | 13.46±2.39$^{a}$ | 11.73±1.66$^{a}$ | 13.43±1.13$^{a}$ | 745.33±75.01$^{a}$ |
| Drought | Control | 70.00±10.51 | 10.10±2.40$^{c}$ | 6.21±1.96$^{b}$ | 9.33±1.91$^{b}$ | 280.33±48.12$^{b}$ |
| | RP03 | 65.00±10.94 | 11.61±2.87$^{abc}$ | 7.30±2.28$^{bc}$ | 10.01±1.53$^{b}$ | 535.33±33.01$^{b}$ |
| | SP03 | 71.43±10.10 | 13.13±2.32$^{ab}$ | 8.80±2.30$^{b}$ | 10.45±1.01$^{b}$ | 362.00±46.63$^{b}$ |
| **F – condition** | | ns | ns | ** | ** | * |
| **F – Bacteria** | | ns | ** | * | ns | * |
| **F-A*B** | | ns | ** | ** | ** | ** |
| **% CV** | | 34.62 | 19.31 | 22.59 | 15.93 | 31.21 |

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P=0.05.

**,* Significant at 0.01and 0.05 probability levels, respectively. ns non-significant.

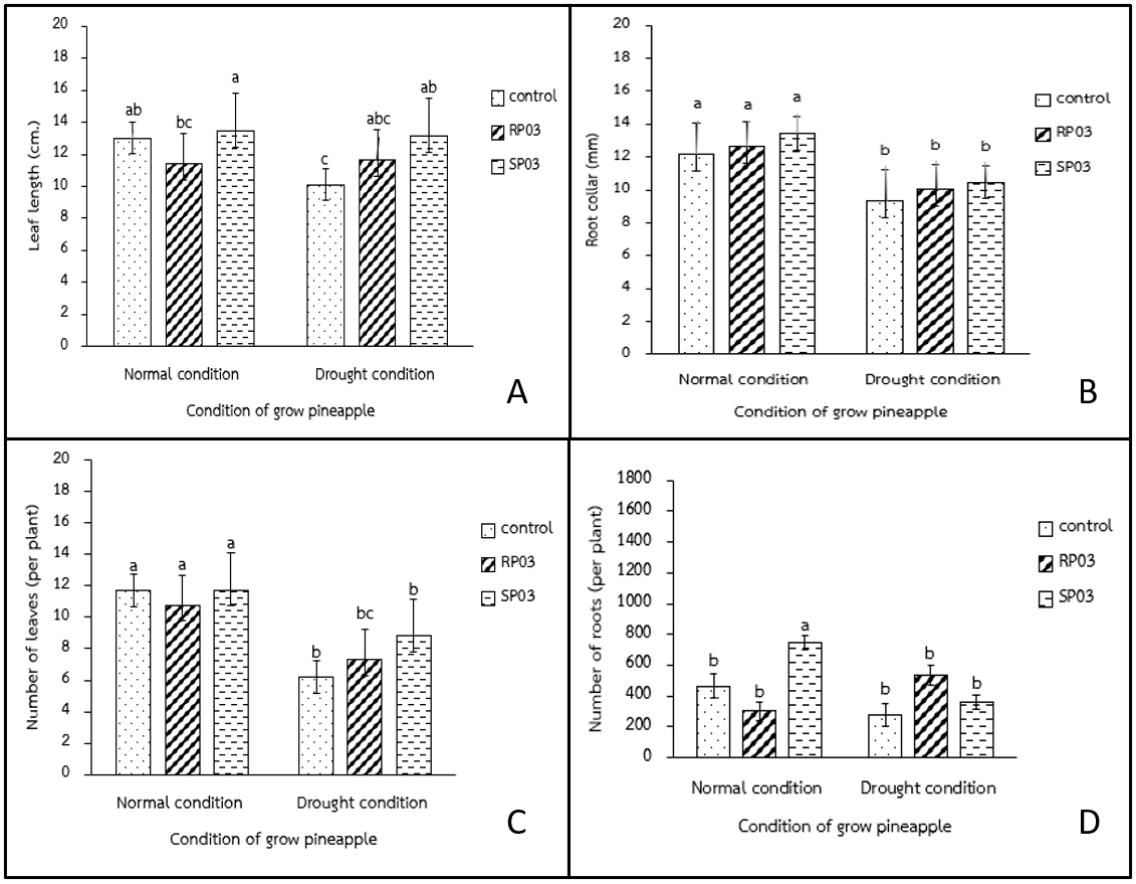



**Figure 1.** Effects of bacterial formulation on enhancing plant growth of MD2 pineapple plantlets; leaf length (A); root collar diameter (B); number of leaves (C) and number of roots (D) under normal and drought conditions at 2 months.

**Table 3**. Root length, plant health, biomass and proline content in MD2 pineapple plantlets under normal and drought condition for 2 months.

| Condition | PGPR Strain | Root length (cm) | Plant health (score) | Biomass (g) | Proline at 30 days (mM) | Proline at 60 days (mM) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Normal | Control | 564.53±41.21$^{b}$ | 2.16±0.17$^{b}$ | 0.84±0.05 | 1.92±0.26$^{c}$ | 0.57±0.02$^{b}$ |
| | RP03 | 666.81±53.52$^{ab}$ | 2.40±0.14$^{a}$ | 0.77±0.16 | 2.68±0.46$^{a}$ | 0.55±0.15$^{b}$ |
| | SP03 | 951.70±86.72$^{a}$ | 2.56±0.23$^{a}$ | 0.89±0.30 | 2.04±0.07$^{bc}$ | 0.79±0.02$^{a}$ |
| Drought | Control | 475.54±59.00$^{c}$ | 2.00±0.35$^{b}$ | 0.61±0.20 | 2.32±0.55$^{abc}$ | 0.65±0.19$^{b}$ |
| | RP03 | 547.08±63.04$^{b}$ | 2.02±0.37$^{b}$ | 0.69±0.42 | 2.46±0.10$^{ab}$ | 0.52±0.01$^{b}$ |
| | SP03 | 637.28±69.91$^{ab}$ | 2.08±0.27$^{b}$ | 0.97±0.65 | 2.34±0.60$^{abc}$ | 0.60±0.06$^{b}$ |
| F – condition | | * | ** | ns | ns | ns |
| F – Bacteria | | * | ns | ns | * | * |
| F-A*B | | ** | ** | ns | * | ** |
| % CV | | 39.87 | 12.40 | 21.46 | 17.48 | 17.20 |

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P=0.05.

**,* Significant at 0.01and 0.05 probability levels, respectively. ns non-significant.

**Note:** Score 3 = high growing, Score 2 = moderate growing and Score 1= low growing.

**3. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2**

ผลการเปรียบเทียบปริมาณของโพรลีนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 จากการทดลองพบว่า การใส่เชื้อ PGPR ไอโซเลท RP03 ภายใต้สภาวะการรดน้ำปกติ และสภาวะแล้งในต้นอ่อนที่อายุ 30 วัน มีการสะสมโพรลีนในใบสับปะรดสูงที่สุด เท่ากับ 2.68±0.46 และ 2.46±0.10 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่เชื้อและได้รับน้ำตามปกติ ในทางตรงกันข้ามเมื่อต้นอ่อนอายุ 60 วัน มีการสะสมโพรลีนในใบสับปะรดลดลง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเชื้อไอโซเลท SP03 ในสภาวะที่รดน้ำปกติ มีการสะสมโพรลีนเท่ากับ 0.79±0.02 มิลลิโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาวะแล้งของต้นที่ได้รับการใส่เชื้อ RP03 มีการสะสมโพรลีนเพียง 0.52 $\pm$ 0.01 มิลลิโมลาร์ **(Table 3)**

**วิจารณ์**

จากผลการทดลองพบว่า การใส่เชื้อ *E. radicincitans* (RP03) และ *P. aryabhattai* (SP03) ลงในสับปะรดพันธุ์ MD2 หลังการย้ายปลูก พบว่ามีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งการปลูกในสภาวะรดน้ำแบบปกติ และสภาวะแล้ง มีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเชื้อทั้ง 2 ไอโซเลท ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากสับปะรด พบว่าเป็นเชื้อ PGPR ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยแบคทีเรียในกลุ่มนี้ยังมีความสามารถในการช่วยตรึงไนโตรเจน ช่วยละลายฟอสเฟตและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหาร (Rana et al., 2020) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างเชื้อ 2 ไอโซเลท พบว่า *P. aryabhattai* (SP03) มีประสิทธิในการส่งเสริมการเจริญมากกว่าทั้งความยาวใบ จำนวนใบ จำนวนราก ความยาวราก และปริมาณการสะสมของโพรลีน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shahid et al. (2022) ได้ทดลองใส่เชื้อ *P. aryabhattai* ในข้าวสาลีพบว่ามีการเจริญเติบโตมากกว่าเมื่อเทียบกับต้นอ่อนที่ไม่ได้เชื้อในสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มสูง (0-15 เปอร์เซ็นต์ NaCl) และเมื่อเปรียบเทียบกันในการให้น้ำแบบ 2 สภาวะ พบว่าการรดน้ำแบบปกติต้นอ่อนสับปะรดมีการเจริญเติบโตดีกว่าสภาวะแล้งอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากในสภาวะแล้งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อระยะเริ่มต้นในการย้ายออกปลูกต้นอ่อนสับปะรดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพราะระยะดังกล่าวมีความต้องการน้ำและความชื้นค่อนข้างสูง เนื่องจากต้นอ่อนที่ย้ายออกปลูกระยะแรกมีกระบวนการคายน้ำ (transpiration) จากใบและส่วนต่างๆ ของพืช(Doorenbos and Pruitt, 1977) มีความไม่สมดุลกับระบบรากที่ยังไม่สามารถดูดน้ำและแร่ธาตุได้อย่างสมบูรณ์ จึงเป็นสาเหตุให้การให้น้ำแบบสภาวะแล้ง เป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกสับปะรด ส่วนผลด้านเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของสับปะรดพันธุ์ MD2 พบว่าการใน 2 สภาวะการให้น้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากการให้น้ำแบบสภาวะแล้ง -30 ถึง -50 กิโลพาสคาล ในต้นอ่อนสับปะรดภายหลังการย้ายออกปลูกซึ่งยังไม่ถึงจุดเหี่ยวถาวรของพืช (PWP; ปริมาณของน้ำที่จุดเหี่ยวถาวรเท่ากับ -1500 กิโลพาสคาล) (Rawlset al., 2003)) จึงไม่ส่งผลให้ต้นอ่อนสับปะรดมีเปอร์เซ็นต์ตายเพราะขาดน้ำในสภาวะแล้ง แต่การย้ายปลูกกล้าสับปะรดในสภาวะแล้งส่งผลถึงปริมาณการสะสมสารโพรลีนของต้นสับปะรดสายพันธุ์ MD2 มีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะในต้นกล้าอายุ 30 วัน ที่ได้รับเชื้อ RP03 มีปริมาณโพรลีนสะสมสูงกว่าต้นกล้าอายุ 60 วัน อย่างชัดเจน เนื่องจากต้นกล้าสับปะรดที่อายุ 30 วัน เป็นระยะแรกของการย้ายออกปลูกต้นกล้ามีความอ่อนแอ กระบวนการสังเคราะห์แสงและระบบรากยังไม่สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชได้อย่างสมดุล จึงส่งผลทำให้ต้นกล้ามีการสะสมปริมาณโพรลีนต่อสภาวะเครียดเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นกล้าสับปะรดที่อายุ 60 วัน ซึ่งมีระบบรากที่สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะต้นที่ใส่เชื้อ PGPR พบว่าสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตและการแตกแขนงของรากช่วยในการดูดน้ำและแร่ธาตุ (Erturk et al., 2010) ส่งผลถึงปริมาณโพรลีนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 มีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ใส่เชื้ออย่างชัดเจน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของโพรลีนภายในเซลล์ทำให้พืชสามารถที่จะอยู่ได้ในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ การที่พืชสะสมปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นแหล่งของสารละลายสำหรับช่วยในการปรับสภาพออสโมติกในเซลล์ สามารถเป็นสารอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจน และคาร์บอนสำรองที่พืชสามารถนำมาใช้ได้ระหว่างการฟื้นตัวจากสภาวะขาดน้ำ และช่วยรักษาการทำงานของเอนไซม์ให้ดำเนินไปเป็นปกติ (วาสนา และ เรวัติ, 2555) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ El-Enany et al. (2013) รายงานว่าปริมาณโพรลีนตอบสนองต่อสภาวะเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำมากกว่าสภาวะน้ำท่วมขัง

**สรุป**

การศึกษาชนิดของเชื้อ PGPR ได้แก่เชื้อ *E. radicincitans* (RP03) และ *P. aryabhattai* (SP03) ภายใต้ 2 สภาวะ คือ สภาวะที่รดน้ำปกติ (Normal condition) และสภาวะแล้ง (Drought condition) ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดพันธุ์ MD2 ภายหลังการย้ายปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าการใส่เชื้อ SP03 ภายใต้สภาวะที่รดน้ำปกติ เป็นชนิดของเชื้อและสภาวะที่เหมาะสมที่สุด สามารถชักนำความยาวใบ จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก จำนวนราก ความยาวราก คะแนนสุขภาพกล้าไม้ และมีปริมาณโพรลีนสะสมเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม ได้ต้นอ่อนที่มีความแข็งแรงสมบูรณ์ เหมาะสำหรับนำไปปลูกในสภาพแปลงต่อไป

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณโครงการสนับสนุนทุนนักวิจัยใหม่ (วท.) ประจำปี 2563 ฝ่ายนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

**เอกสารอ้างอิง**

มนตรี กล้าขาย. 2560. MD-2 : สับปะรดผลสดพันธุ์ใหม่ ที่ครองใจคนทั้งโลก, เทคโนโลยีชาวบ้าน, แหล่งข้อมูล: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_33935. ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2566.

วาสนา ไทยถาวร และ เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน. 2555. การทดสอบปริมาณโพรลีนในอ้อยภายใต้สภาพเค็ม. การประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน หน้า 2248-2253. แหล่งข้อมูล: https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/12835/1/432946.pdf ค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2566

Ahmad, F., Ahmad, I., and Khan, M.S. (2008). Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbiological research. 163(2): 173-181.

Bates, L.S., Waldren, R.A., and Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant soil. 39: 205–207.

Rana, K.L., Kour, D., Kaur, T., Sheikh, I., Yadav, A.N., Kumar, V., Suman, A., and Dhaliwal, H.S. (2020). Endophytic Microbes from Diverse Wheat Genotypes and Their Potential Biotechnological Applications in Plant Growth Promotion and Nutrient Uptake. Biological sciences. 90(1): 1-11.

Dodd, I.C., and Pérez-Alfocea, F. (2012). Microbial amelioration of crop salinity stress. Journal of experimental botany. 63(9): 3415-3428.

Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper No 24, FAO, Rome.

Erturk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A. and Cakmakci, R. (2010). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cutting. Biological research. 43(1): 91-98.

El-Enany, A.E., Al-Anazi, A.D., Dief, N., and Al-Taisan, W.A.A. (2013). Role of antioxidant enzymes in amelioration of water deficit and waterlogging stresses on *Vigna sinensis* plants. Journal of biology and earth sciences. 3(1): B144-B153.

Lane, D.J. 1991. 16S/23S rRNA sequencing. Pp. 115–176 in E. Stackebrandt and M. Goodfellow, eds. Nucleic acid techniques in bacterial systematics. New York, NY: John Wiley.

Naveed, S., Aslam, M., Maqbool, M.A., Bano, S., Zaman, Q.U. and Ahmad, R.M., (2014). Physiology of high temperature stress tolerance at reproductive stages in maize. The Journal of Animal & Plant Sciences. 24: 1141-1145.

Pip. 2011. Crop production protocol pineapple MD2. Available: http://pp.coleacp.org/Pip. Accessed Sep. 12, 2023.

Rawls, W.J., Y.A. Pachepsky, J.C. Ritchie, T.M. Sobecki and H. Bloodworth. (2003). Effect of soil organic carbon on soil water retention. Geoderma. 116: 61–76.

Ribeiro, C.M., and Cardoso, E.J.B.N. (2012). Isolation, selection and characterization of root-associated growth promoting bacteria in Brazil Pine (*Araucaria angustifolia*). Microbiological Research. 167(2): 69-78.

Shahid, M., Zeyad, M. T., Syed, A., Singh, U. B., Mohamed, A., Bahkali, A. H., Elgorban, A.M. and Pichtel, J. (2022). Stress-tolerant endophytic isolate *Priestia aryabhattai* BPR-9 modulates physio-biochemical mechanisms in wheat (*Triticum aestivum* L.) for enhanced salt tolerance. International Journal of Environmental Research and Public Health. 19(17): 10883.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# อาการผิดปกติของเซลล์ที่เกิดเนื่องจากแสงแดดเผาบนผลส้มสายน้ำผึ้งและการทดสอบประสิทธิภาพของยูการ์ด®ต่อการป้องกัน

# Malformation and cell damage of 'Sai Num Peung' citrus fruits due to sun burn and efficacy trial of U-Gard® for protection.

**กรรณิการ์ แก้วส่องแสง[1], เจษฎา ศรีพราหม์น้อย[1], ณัฐชยา ลิมโกมลวิลาศ[1] และ อำไพวรรณ ภราดร์นุวัฒน์[2*]**

**Kannikar Kaewsongsang[1], Chetsada Sriphamnoi[1], Natchaya Limkomolvilas[1] and Ampaiwan Paradornuwat[2*]**

*[1]สายงานวิจัยและพัฒนาธุระกิจ, บริษัทโซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. ปากเกร็ด นนทบุรี ประเทศไทย 11120*
*Business Research and Development Division, SOTUS International Co., LTD., Pak kret, Nonthaburi, Thailand 11120*
*[2]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900*
*Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** อุณหภูมิที่สูงขึ้น ระดับของรังสีอัลตร้าไวโอเลตและความเข้มแสงที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อพืชและทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต โดยเฉพาะส้มสายน้ำผึ้ง จึงได้วิจัยอาการแดดเผา (sun burn) ของผลส้มและสภาพเซลล์ที่เสียหาย ในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรสวนส้มสายน้ำผึ้งอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 อาการผิดปกติที่เรียกว่า "แดดเผา" หรือ "sun burn"ซึ่งเกิดจากแสงแดดจัด เริ่มปรากฏเมื่อผลส้มมีอายุ 2.5-3 เดือน เปลือกผลส้มเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เหลืองเข้ม และเมื่อผลส้มอายุ 7-9 เดือน สีเปลือกที่ถูกทำลายจะกลายเป็นแผลเซลล์ตายและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันแดดเผา ชื่อการค้า "ยูการ์ด®" ต่อการป้องกันผลส้ม พ่นสารตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563-เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เมื่อผลมีอายุ 3-9 เดือน พบว่าการพ่นยูการ์ด® อัตรา 5 กรัมต่อลิตร สามารถช่วยลดความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากแดดเผาได้ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนผลและน้ำหนักผลที่มีคุณภาพจากแปลงพ่นสารมีจำนวนมากกว่าแปลงไม่พ่นสาร พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า ยูการ์ด® สามารถป้องกันอาการแดดเผาบนผลส้มสายน้ำผึ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพบผลส้มที่มีอาการแดดเผาเฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ชุดควบคุมพบผลส้มที่มีอาการแดดเผา 42 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** อาการแดดเผา; ส้มสายน้ำผึ้ง; ยูการ์ด®; การพ่นทางใบ

**Abstract:** High temperatures, levels of ultra-violet radiation and light intensity are continuously increasing nowadays. These climate changes have many affects on yield and quality of crops, especially fruit crops, Sai Num Peung variety citrus for example. Research works on malformations and cell damages was carried in Fang District, Chiang Mai Province, from October 2020 to March 2021. The malformation damages, known as "sun burn", caused by climate changes, was first found on aged 2.5-3 months. Fruit skin changed to light yellow color, then dark yellow and brown color when the fruits were 7- 9 months old, and finally developed necrotic lesions. Research on the effectiveness of U-Gard® for sunburned protection was examined from July 2020 to February 2021. The results revealed that foliate spraying of U-Gard® at rate of 5 grams per liter onto fruits aged 3 months to 9 months reduced the damages caused by sunburn. A comparison of fruit number and marketable fruit quality between those sprayed with U-Gard®, and those not sprayed showed a significant difference. In conclusion, foliate spraying with U-Gard® could be recommended to citrus farmers for protecting Sai Num Peung variety citrus from sunburn. In this study, an average 11 percent of citrus suffered from sunburn in treated group, while the control found had an average of 42 percent sunburned fruits.

**Keywords:** sunburn; Sai Num Peung variety citrus; U-Gard®; foliate spraying

* Corresponding author: kannikar@sotus.co.th

**บทนำ**

ปัจจุบันอุณหภูมิที่สูงขึ้นอีกทั้งความเข้มแสงและระดับของรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เพิ่มขึ้นได้ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชและทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตพืชหลายชนิด โดยเฉพาะในส้มสายน้ำผึ้งมักพบอาการผิดปกติทางสรีระวิทยา เช่น อาการแดดเผาที่เปลือกของผล นอกจากนี้ยังมีรายงานอาการแดดเผาผลในแอปเปิ้ลและองุ่น (Schrader et al., 2001) ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้พืชได้รับความร้อนจากรังสีของแสงแดดมากเกินไปทำให้ผิวเปลือกของผลถูกทำลายเป็นสีน้ำตาลเข้ม จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ดำเนินการวิจัยสารชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ป้องกันอาการแดดเผาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอาการผิดปกติที่เกิดจากอาการแดดเผาและประสิทธิภาพของสารในการป้องกันที่มีคุณสมบัติช่วยสะท้อนแสงที่ส่องกระทบบนใบและผลของพืช เพื่อลดความเข้มแสงที่สัมผัสกับใบและผลของพืชโดยตรง ป้องกันเซลล์พืชที่อาจถูกทำลาย ซึ่งจะป้องกันการเกิดอาการใบไหม้และผลไหม้

**วิธีการศึกษา**

**1. ศึกษาเซลล์ผิดปกติที่เกิดจากอาการแดดเผา**

1.1 อายุของส้มที่เริ่มเกิดอาการแดดเผา กำหนดแปลงส้มสายน้ำผึ้งของเกษตรกรใน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยเลือกแปลงส้มที่มีอายุต้น 4 และ 15 ปีมาทดลอง สังเกตอาการแดดเผาตั้งแต่ผลส้มอายุ 2-9 เดือนหลังดอกบาน

1.2 ติดตามและบันทึกอาการผิดปกติ (แดดเผา) ที่เกิดกับผลส้ม ติดป้าย (tag) ที่กิ่งของผลส้ม ซึ่งเป็นผลส้มที่ดอกบานเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 โดยติดตามบันทึกอาการทุก 2 สัปดาห์

1.3 ติดตั้งเครื่องตรวจวัดสภาพอากาศ (อุณหภูมิและความเข้มแสงแดด) โดยใช้เครื่องวัดสภาพอากาศ Wireless Professional Weather Station รุ่น AW003 และเครื่องวัดความเข้มแสง SpectroSense2 plus รุ่น SK P215/SS2 ยี่ห้อ Skye Instrument/UK ในการบันทึกข้อมูล

1.4 กำหนดระดับความรุนแรงของอาการแดดเผา เป็น 6 ระดับ ดังนี้ ระดับ 1 ผลส้มไม่เกิดอาการแดดเผา, ระดับ 2 ผลส้มเกิดอาการแดดเผา 5%, ระดับ 3 ผลส้มเกิดอาการแดดเผา 20%, ระดับ 4 ผลส้มเกิดอาการแดดเผา 60%, ระดับ 5 ผลส้มเกิดอาการแดดเผา 80% และระดับ 6 ผลส้มเกิดอาการแดดเผา 100%

1.5 นำผลส้มที่แสดงอาการผิดปกติ ในระดับความรุนแรงของอาการแดดเผาระดับที่ 1 3 และ 6 ไปศึกษาในระดับเซลล์ โดยตัดชิ้นเปลือกส้มที่มีอาการขนาด 1x0.5 ซม. มาเตรียมเป็นสไลด์ถาวรโดย Paraffin method (ประศาสตร์, 2551 และ Johansen, 1940) จากนั้นตรวจและบันทึกภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope)

**2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารป้องกันแดดเผาในส้มสายน้ำผึ้ง**

2.1 ตรวจสอบค่าการทะลุผ่านแสงของสาร โดยนำสารตามอัตราการใช้ทดลองไปผสมน้ำ DI จากนั้นวัดค่าการทะลุผ่านของแสง 3 ช่วง คือ ช่วงคลื่นแสง UltraViolet 100-400 นาโนเมตร ช่วงคลื่นแสง Visible light 380-780 นาโนเมตร และช่วงคลื่นแสง Infrared 700-2400 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible Sprectrophotometer รุ่น GBC Cintra 1010

2.2 ทดลองสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแสง และเลือกใช้เพื่องานแปลงทดลองเกษตรกร โดยใช้ดินขาวเคโอลินที่มีขายในท้องตลาด และสารป้องกันแดดเผา (ชื่อการค้า ยูการ์ด®) อัตรา 5 กรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร (ชุดควบคุม) โดยพ่นปริมาตร 3 ลิตรต่อต้น (ใช้น้ำ 60 ลิตร ต่อทรีทเมนต์)

2.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดย Analysis of Variance (ANOVA) ใช้ต้นส้มสายน้ำผึ้งอายุ 4 ปี ที่มีขนาดต้นและทรงพุ่มใกล้เคียงกันจำนวน 20 ต้นต่อทรีทเมนต์ เริ่มพ่นเมื่อผลส้มอายุ 5 เดือนหลังดอกบาน และพ่นสารทดลองทุก ๆ 15 วัน เริ่มพ่นครั้งแรกเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563

2.4 ประเมินเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของผลส้มที่เกิดอาการแดดเผา

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**1.ศึกษาเซลล์ผิดปกติที่เกิดจากอาการแดดเผา**

จากการติดตามการเกิดอาการแดดเผาตั้งแต่ผลส้มอายุ 2-9 เดือนหลังดอกบาน ทั้งต้นส้มที่อายุ 4 และ 15 ปี พบว่าอาการแดดเผาสามารถเกิดขึ้นได้กับต้นส้มทุกช่วงอายุ และผลส้มที่มีอาการจะเริ่มแสดงอาการแดดเผาที่ผิวเปลือกตั้งแต่อายุ 4-5 เดือน และเห็นสีผิวเปลือกที่เหลืองชัดขึ้นเมื่อผลส้มอายุ 6 เดือนขึ้นไป เนื่องจากผลส้มระยะนี้เริ่มมีต่อมน้ำมันที่ใหญ่ขึ้น จึงสะสมความร้อนที่ผิวเปลือก

เพิ่มขึ้นและในช่วงนี้ผลส้มมีการขยายขนาดผล จึงทำให้เปลือกเริ่มบางลง ส่งผลให้เกิดอาการแดดเผาได้ง่ายขึ้นด้วย โดยผลส้มที่มีอาการแดดเผารุนแรงผิวเปลือกจะเปลี่ยนเป็นเหลืองเข้มถึงน้ำตาลเข้ม และมีแผลไหม้ยุบ เนื้อแข็งกระด้าง **(Figure 1)**

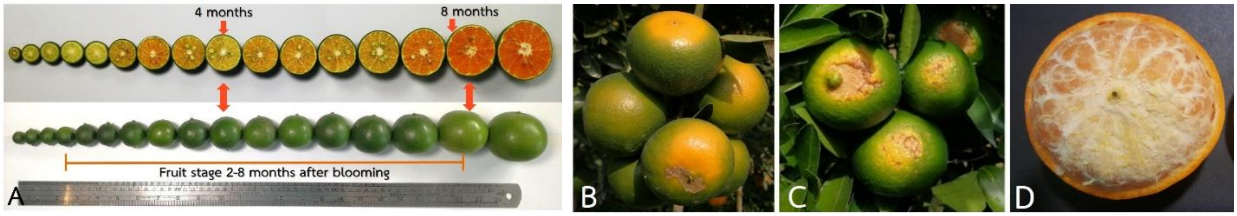



**Figure 1** The fruit stages after blooming (A). The symptoms of sunburn: yellowing (B), browning and necrosis (C), areas of destroyed peel became flattened with dry pulp (D).

การบันทึกอุณหภูมิและความเข้มแสงแดดในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2563 สวนส้มที่ทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21.4-28.2 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในระดับอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก แต่สภาพฟ้าที่สดใสหรือที่เรียกว่า “ฟ้าเปิด” พบว่าค่าความเข้มของแสงแดดมีค่าค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในเวลา 12.00 น. ที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มแสงแดดสูงในเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน ส่วนในเดือนธันวาคม พ.ศ.2562 และเดือนมกราคม พ.ศ.2563 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงแดดเริ่มลดต่ำลง **(Figure 2)** ซึ่งค่าความเข้มแสงแดดที่สูงนั้นจะส่งผลต่ออาการแดดเผาในผลส้มได้โดยตรง จากข้อสังเกตและการประเมินพบว่าผลส้มมักเกิดแดดเผาประมาณ 70-80% ทางด้านทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากในทิศนี้มีการสะสมอุณหภูมิในบรรยากาศตั้งแต่ช่วงเช้า และอุณหภูมิสูงสุดในช่วงตอนกลางวัน ซึ่งตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะค่อนไปทางทิศตะวันตก ทำให้ส่วนของพืชในทิศนี้ได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่าทิศตะวันออก (Neild et al., 1967)

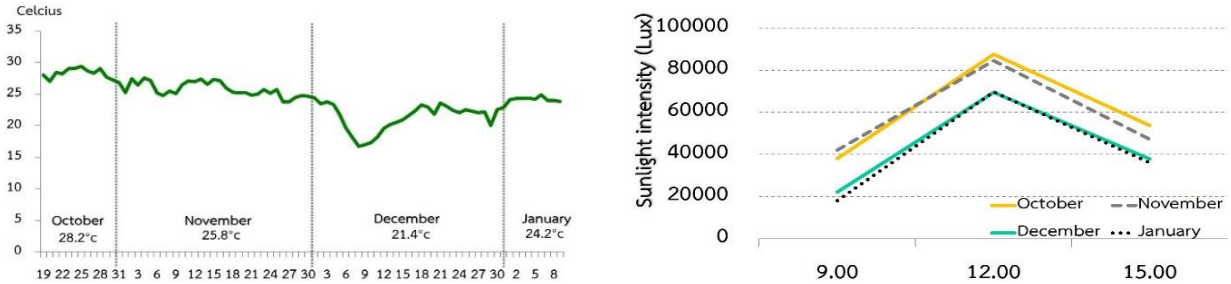



**Figure 2** Temperature and light intensity during October 2020 to January 2021

ศึกษาความเสียหายจากการเกิดอาการแดดเผาที่ผิวเปลือกของผลส้ม ซึ่งจะสังเกตเห็นอาการแดดเผาได้ชัดเจนโดยเปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองหากแสดงอาการเล็กน้อย และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อมีอาการแดดเผารุนแรง ซึ่งสามารถแบ่งระดับความรุนแรงได้เป็น 6 ระดับ โดยในระดับ 1 ผลส้มเป็นปกติ โดยในระดับ 2-4 ผลส้มจะเริ่มมีสีเปลือกเป็นสีเหลืองแต่ยังไม่ถึงเนื้อด้านในแต่ในระดับ 5 และ 6 สีผิวเปลือกจะเริ่มมีสีน้ำตาลและหากสีผิวเปลือกเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื้อด้านในจะแข็งกระด้างและไม่สามารถขายได้ **(Figure 1 และ 3)**

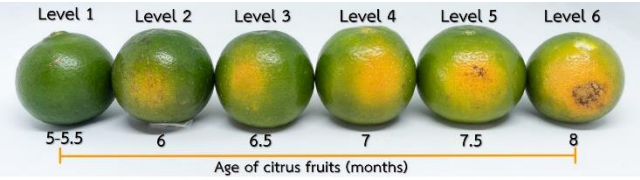



**Figure 3** Age of citrus fruits and damaged due to sunburn.

จากการศึกษาลักษณะเซลล์ผิดปกติที่เกิดจากอาการแดดเผา พบว่าผิวเปลือกของผลส้มที่ไม่เกิดอาการแดดเผา **(Figure 4A)** เซลล์มีลักษณะปกติ ผิวด้านนอก (exocarp) เคลือบไว้ด้วยชั้นคิวติเคิล (cuticle) ชั้นกลาง (mesocarp) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา (parenchyma) ในชั้นนี้มีต่อมเก็บน้ำมันหอมระเหย (oil gland) ทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กจำนวนมากและอยู่ในสภาพเซลล์ที่สมบูรณ์ **(Figure 4B และ 4C)** แต่ผลส้มที่เกิดอาการแดดเผาปานกลาง (ระดับ 3) **(Figure 4D)** พบว่าต่อมเก็บน้ำมันเริ่มสลาย เซลล์พาเรงคิมาชั้นนอก ๆ เริ่มเสียหาย ชั้นคิวติเคิลสลายไป **(Figure 4E และ 4F)** ในผลส้มที่มีอาการแดดเผาอย่างรุนแรง (ระดับ 6) **(Figure 4G)** พบว่า

ชั้นคิวติเคิลสลายไปหมด เซลล์ชั้นผิว (epidermis) เสียหายลักษณะภายนอกสังเกตเห็นผิวเปลือกส้มเป็นสีน้ำตาลคล้ายเกิดรอยไหม้ เซลล์พาเรงคิมาในชั้นกลางเสียหาย ต่อมน้ำมันสลายตัว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของส้มที่มีอาการแดดเผาจะส่งผลให้ผิวเปลือกส้มและต่อมน้ำมันถูกทำลาย (Kim et al., 2022) โดยมีเนื้อเยื่อที่สะสมซูเบอริน (suberized cells) เกิดขึ้น **(Figure 4H และ 4I)** เนื่องมาจากชั้นเซลล์ถูกทำลายอย่างรุนแรง พืชจึงมีการสะสมซูเบอรินเพื่อรักษาบาดแผล เนื้อเยื่อจะมีลักษณะเป็นไตแข็ง สอดคล้องกับรายงานของ Teixeira and Pereira (2010) พบว่าเนื้อเยื่อที่มีการสะสมซูเบอรินมาก ๆ เพื่อปกป้องเซลล์จากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงหรือการเกิดบาดแผลจากภายนอก

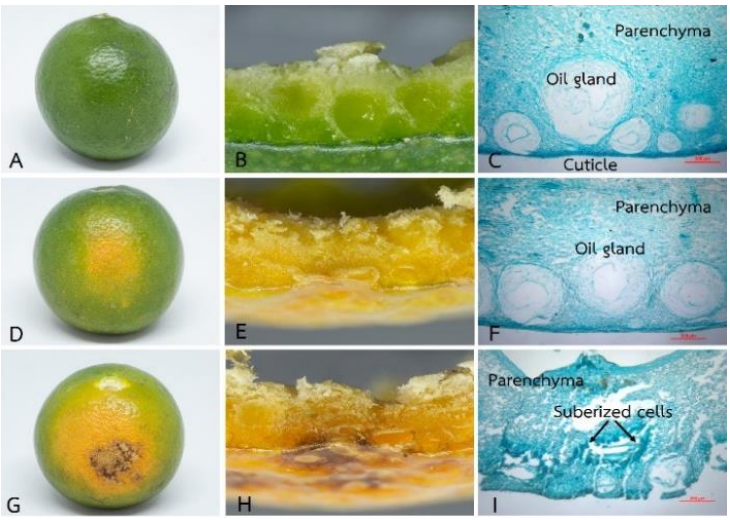



**Figure 4** Anatomical and histological observations of unripe ‘Sai Num Peung’ variety citrus fruits.
Fruit at 5-5.5 months undamaged fruit (A), showing normal appearance oil grand (B), and light microscopic image of the longitudinal section of fruit showing the normal oil grand (C).
Fruit at 6.5 months moderate severe symptom (D), showing malformation tissue (E) and light microscopic images of fruit oil grand (F).
Fruit at 8 months with severe symptom (G), showing dead tissue of oil grand (H), and light microscopic image of destroy tissue (I).

**2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารป้องกันแดดเผาในส้มสายน้ำผึ้ง**

การตรวจสอบค่าการทะลุผ่านของแสงทั้ง 3 ช่วง พบว่า สารป้องกันแดดเผายูการ์ด® มีค่าการทะลุผ่านของแสงที่น้อยกว่าดินขาวเคโอลิน **(Figure 5)** เมื่อนำไปพ่นเคลือบที่ผลส้มจึงทำให้ความเข้มแสงแดดส่องผ่านไปที่ผิวเปลือกผลส้มได้น้อยกว่า ทั้งนี้ผลส้มที่ได้รับการพ่นสารจะเกิดอาการแดดเผาน้อย เนื่องจากมีชั้นฟิล์มไปเคลือบที่ผิวผล ซึ่งมีผลทำให้การทะลุผ่านของความเข้มแสงแดดเกิดขึ้นได้น้อยกว่าผลส้มที่ไม่พ่น และช่วยสะท้อนแสงแดดออกจากผลทำให้อุณหภูมิภายในผลลดลง (Glenn et al., 2001) ความร้อนที่สะสมภายในผลก็น้อยลง การเกิดอาการแดดเผาจึงลดลงตามไปด้วย **(Figure 5)** ซึ่งต้นส้มที่ไม่พ่นสารจะไม่มีชั้นฟิล์มไปเคลือบที่ผิวผลทำให้ผลส้มได้รับความเข้มแสงแดดโดยตรง จึงเกิดอาการแดดเผาได้ง่ายกว่า ส่งผลให้ผลส้มมีผิวผลที่เหลืองหรือไหม้ก่อนที่ส้มจะได้อายุเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับปัญหาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ผลทับทิมเกิดอาการผลไหม้ ผลผลิตเสียหายมากกว่า 40% และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด แต่เมื่อพ่นดินขาวเคโอลินที่ผลทับทิมพบว่าผลมีอุณหภูมิลดลง ผลไม่มีอาการผิดปกติ และผลผลิตดีกว่าต้นที่ไม่ได้พ่น (Melgarejo et al., 2004)

**Figure 5** Percentage of transmittance of sunburn protection agents at various wavelengths of light, Citrus fruits that are not sprayed do not have a film coating on fruit. (A), Citrus fruits sprayed with Kaolin-based (B) and U-Gard® (C) were coated with a film to reduce heat accumulation on peel.

จากการประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการแดดเผา พบว่าการพ่นยูการ์ด® มีผลส้มที่การเกิดอาการแดดเผาเฉลี่ย 11% และการพ่นดินขาวเคโอลิน มีการเกิดแดดเผาเฉลี่ย 16% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารที่มีการเกิดอาการแดดเผาเฉลี่ย 42% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง **(Figure 6)** สอดคล้องกับการทดลองใช้ดินขาวเคโอลินควบคุมอาการผลไหม้ในส้มฮันนี่เมอร์คอท พบว่าในเดือนกันยายนต้นส้มที่ไม่พ่นดินขาวจะมีอุณหภูมิที่ผิวผลทางทิศตะวันตกสูงกว่าทิศตะวันออก และต้นส้มที่ไม่พ่นดินขาวเคโอลินจะมีอุณหภูมิและผลที่มีอาการแดดเผามากกว่าต้นส้มที่พ่นดินขาวเคโอลิน (ฐิติมา, 2561) ดังนั้นการพ่นสารป้องกันแดดเผาจึงควรพ่นให้ทั่วทรงพุ่มและเน้นพ่นสารทางด้านทิศตะวันตก และตะวันตกเฉียงใต้

**Figure 6** Efficacy of pre-harvest application of Kaolin-based and U-Gard® on percentages of sunburn in fruit. Citrus trees that were not sprayed exhibited severe sunburn (A). Citrus trees sprayed with Kaolin (B) and U-Gard® (C) had less sunburn, allowing the fruit to grow normally.

## สรุป

จากการศึกษาเซลล์ผิดปกติที่เกิดจากอาการแดดเผาพบว่าจะเริ่มสังเกตเห็นอาการแดดเผาได้ในผลส้มตั้งแต่อายุ 4-5 เดือน และสีผิวเปลือกจะสีเหลืองชัดขึ้นเมื่อผลส้มอายุ 6 เดือนขึ้นไป ซึ่งอาการแดดเผามักเกิดมากทางด้านทิศตะวันตก โดยผลส้มที่เกิดอาการแดดเผารุนแรงจะทำให้เซลล์และต่อมน้ำมันเสียหาย ซึ่งสังเกตเห็นได้จากผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และสีน้ำตาลเข้ม
สารป้องกันแดดเผาชื่อการค้า “ยูการ์ด®” อัตรา 5 กรัมต่อลิตร สามารถช่วยลดการเกิดอาการแดดเผาในส้มสายน้ำผึ้งได้ โดยการพ่นยูการ์ด® โดยสามารถลดความเสียหายของผลส้มที่เกิดจากอาการแดดเผาจากค่าเฉลี่ย 42% เหลือเพียง 11% จากข้อมูลของงานวิจัยนี้คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรต่อการลดความเสียหายของผลส้มจากอาการแดดเผาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## เอกสารอ้างอิง

ฐิติมา เลิศกิจถาวร. 2561. การใช้ดินขาวเคโอลินเป็นสารเคลือบเพื่อควบคุมอาการผลไหม้และควบคุมคุณภาพผลผลิตส้มพันธุ์ ฮันนี่เมอร์คอท. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2551. เทคนิคเนื้อเยื่อพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Glenn, D.M., G.J. Puterka, S.R. Drake, T.R. Unruh, A.L. Knight, P. Baherle, E. Prado, and T.A. Baugher. 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield and fruit quality. Journal of the American Society for Horticultural Science 12(2): 175-181.

Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill, New York.

Kim, M., Y. Park, S.K. Yun, S.S. Kim, J. Joa, Y.E. Moon, and G.R. Do. 2022. The Anatomical differences and physiological responses of sunburned Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) Fruits. Plants. 11: 1801.

Melgarejo, P., J.J. Martinez, F. Hernandez, R. Martinez-Font, P. Barrows, and A. Erez. 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae 100(1-4): 349-353.

Neild, R.E., R. Myers, and N.J. Rosenberg. 1967. Temperature patterns and some relations to agriculture in Nebraska. Bulletin of Agricultural Experiment Station of Nebraska.16.

Schrader, L.E., J. Zhang, and W.K. Duplaga. 2001. Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. Plant Health Progress. 2: 3.

Teixeira R.T., and H. Pereira. 2010. Suberized Cell Walls of Cork from Cork Oak Differ from Other Species. Microsc. Microanal. 16: 569-575

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การทดสอบความต้านทานโรคจุดวงแหวนของมะละกอและมะละกอลูกผสมในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก

# Greenhouse and field test of papaya and hybrid papaya resistant to *Papaya Ringspot Virus*

**รัชนี ศิริยาน[1*], วีรยุทธ ดัดตนรัมย์[1], สุดใจ ล้อเจริญ[1] และ ณัฐรดา โสพิลา[1]**
Ratchanee Siriyan[1*], Weerayuth Dadtonrum[2], Sudchai Locharoen[1] and Nutrada Sopila[1]
*[1]ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ตำบลหนองไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000*
*[1] Si Sa Ket Horticultural Research Centre, Nongphai, Mueang< Si Sa Ket 33000*

**บทคัดย่อ:** โรคจุดวงแหวนมะละกอเป็นโรคที่สำคัญในการปลูกมะละกอทั่วโลก การป้องกันกำจัดวิธีหนึ่งคือ การใช้พันธุ์ต้านทาน ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษได้ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์มะละกอโดยการผสมข้ามพันธุ์มะละกอ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบระดับความต้านทานโรคจุดวงแหวนในมะละกอพันธุ์ต่างๆและพันธุ์ลูกผสมในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก การทดสอบในสภาพโรงเรือน ดำเนินการในมะละกอ 50 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยการปลูกเชื้อไวรัสจุดวงแหวนให้ต้นกล้ามะละกอด้วยวิธีกล ดูการตอบสนองของมะละกอแต่ละสายพันธุ์ต่อเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ สังเกตุอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ 30 วัน และเก็บใบมะละกอที่แสดงอาการมาตรวจหาเชื้อไวรัสด้วยวิธี DAS-ELISA ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ต้านทานปานกลาง 1 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 40% พันธุ์อ่อนแอปานกลาง 10 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 50-60 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อ่อนแอ 11 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 70-80 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์มะละกออ่อนแอมาก 28 สายพันธุ์ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 90-100 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบในสภาพแปลงดำเนินงานในมะละกอ 30 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยปลูกมะละกอในแปลงปลูกและไม่มีการปลูกเชื้อไวรัสให้แก่มะละกอ สังเกตการเกิดโรคจุดวงแหวน พบว่า มะละกอเกิดโรคจุดวงแหวน 27 สายพันธุ์ โดยพันธุ์ที่ไม่แสดงอาการโรคจุดวงแหวนมีจำนวน 3 สายพันธุ์ พันธุ์ต้านทานแสดงอาการโรคจุดวงแหวนน้อย มีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 10-20 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 18 สายพันธุ์ พันธุ์ต้านทานปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 30-40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 8 สายพันธุ์ พันธุ์อ่อนแอปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 60 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 สายพันธุ์ พันธุ์อ่อนแอมี จำนวน 1 สายพันธุ์ และพันธุ์อ่อนแอมาก จำนวน 1 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า มะละกอเกือบทุกสายพันธุ์มีความอ่อนแอต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ และมีบางสายพันธุ์ที่มีความต้านทานโรคเมื่อปลูกสภาพธรรมชาติ ซึ่งสายพันธุ์เหล่านี้จะใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์มะละกอ
**คำสำคัญ:** มะละกอต้านทานโรค; โรคจุดวงแหวนมะละกอ; มะละกอลูกผสม; การปลูกเชื้อด้วยวิธีกล

**ABSTRACT:** Papaya ringspot disease is the most important disease and economically damaging for papaya production. The resistant plant variety is recommended for PRSV management. The Si Sa Ket Horticultural Research Centre had conducted for papaya breeding program. The papaya varieties were hybridized for hybrid papaya varieties. The objective of this study was to evaluate papaya varieties and hybrid papaya for virus tolerance in the greenhouse and field. In the greenhouse, the experiment was conducted on 50 papaya varieties. The papaya saplings were inoculated by mechanical inoculation. The response of papaya varieties to PRSV infection was observed for 30 days. The leaves were collected for virus detection by DAS-ELISA. The result showed one variety was moderately resistant with disease percentage in 40%. Ten varieties were moderately susceptible with disease percentage in 50-60%. There were 11 susceptible papaya varieties with disease percentage in 70-80% and highly susceptible papaya were 28 varieties with disease percentage in 90-100%. In the field, 30 varieties including various papaya and hybrid papaya varieties were tested. The papaya and hybrid papaya varieties were planted in the field without inoculation. The incidence of virus disease was observed and disease percentage calculator. The result revealed that 27 papaya varieties showed disease symptom. There were 3 resistant varieties with no symptoms. There were 18 resistant

[*] Corresponding author: noy_siriyan@hotmail.com

varieties with disease percentage in 10-20%. Eight varieties showed moderately resistant with disease percentage in 30-40%. Moderately susceptible was found in 2 varieties with disease percentage in 60%. There were one susceptible variety and one highly susceptible with disease percentage in 80% and 100%, respectively. The result indicated that most papaya varieties were susceptible to papaya ringspot virus. There were some varieties showed resistance to disease under natural condition. These varieties will be useful in papaya breeding program.
**Keywords:** resistant papaya; papaya ringspot disease; hybrid papaya; mechanical inoculation

**บทนำ**

โรคจุดวงแหวนมะละกอ เกิดจากเชื้อ *Papaya ringspot virus* (PRSV) เป็นโรคที่มีความสำคัญในการปลูกมะละกอในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน (Yeh and Gonsalves, 1994) ทำให้ผลผลิตมะละกอลดลง ในประเทศไทยพบการระบาดของ PRSV ในปี 2518 โดยในระหว่าง ปี 2522-2524 ได้มีการสำรวจการแพร่ระบาดและความรุนแรงของโรคจุดวงแหวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีการระบาดของโรคจุดวงแหวนใน 11 จังหวัด และมีความเป็นโรคอยู่ระหว่าง 20-100% แต่ในปัจจุบันโรคจุดวงแหวนได้ระบาดในทุกภาคของประเทศไทย เช่น กาญจนบุรี ระนอง มหาสารคาม มุกดาหาร ปทุมธานี ประจวบคีรีขันธ์ พิจิตร และมีความรุนแรง 100% ความรุนแรงของโรคมีผลทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 50% (วิไล, 2552) การควบคุมโรคจุดวงแหวนมะละกอ โดยการใช้สารเคมีกำจัดแมลงพาหะสามารถควบคุมการระบาดของโรคได้ แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีและแรงงานในการพ่นยา นอกจากนี้ ยังเป็นอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งแวดล้อม การปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีความต้านทานโรค จึงเป็นทางเลือกหนึ่งและมีศักยภาพในการควบคุมโรคพืชอย่างยั่งยืน (จีราพรและคณะ, 2563) กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินงานวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคจุดวงแหวนด้วยการปรับปรุงพันธุ์มะละกอ ให้มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ โดยสถานีทดลองพืชสวนขอนแก่น ได้ปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้มีความทนทานโรคจุดวงแหวน โดยผสมข้ามระหว่างพันธุ์แขกดำศรีสะเกษกับพันธุ์ Florida Tolerant สามารถคัดเลือกได้มะละกอพันธุ์ใหม่ คือ พันธุ์แขกดำท่าพระ ซึ่งเป็นมะละกอผลใหญ่กินสุก เนื้อสีเหลือง และพันธุ์ขอนแก่น 80 เป็นมะละกอผลเล็ก เนื้อสีส้มแดง ทั้งสองพันธุ์มีความทนทานโรคจุดวงแหวน (ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ, 2543; วิไลและคณะ, 2543; วิไล, 2551) ซึ่งแก้ปัญหาและลดความรุนแรงของโรคได้ระดับหนึ่ง

ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ได้รวบรวมมะละกอจากแหล่งต่างๆ เป็นพันธุ์มะละกอจากในประเทศ และต่างประเทศ เช่น พันธุ์แขกดำ, แขกนวล, สีทอง, Mexico Indonesia, Maradol และ Taiwan (อุทัยและคณะ, 2535) นำมาปลูกและผสมตัวเองเพื่อสร้างมะละกอพันธุ์แท้ หลังจากนั้นได้ผสมข้ามระหว่างมะละกอพันธุ์แท้ เพื่อสร้างมะละกอลูกผสม นำมะละกอลูกผสมมาปลูกและคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี ผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ ซึ่งพบว่า มะละกอลูกผสมที่ได้มีลักษณะดีหลายสายพันธุ์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ ที่มีความทนทานโรคจุดวงแหวน ดังนั้นจึงนำพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม มาประเมินระดับความต้านทานโรคจุดวงแหวนมะละกอ เพื่อเป็นข้อมูลของพันธุ์และใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

**วิธีการศึกษา**

**การประเมินลักษณะต้านทานโรคจุดวงแหวนในโรงเรือน**

เพาะกล้ามะละกอพันธุ์และสายพันธุ์ต่างๆ จำนวน 50 พันธุ์/สายพันธุ์ ในกระถางขนาด 4 นิ้ว จำนวน 10 ต้น ในโรงเรือน เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ปลูกเชื้อไวรัสจุดวงแหวนให้แก่ต้นกล้าด้วยวิธีกล โดยบดใบมะละกอที่มีอาการโรคจุดวงแหวน ใน 0.1 M phosphate buffer อัตราส่วน 1:20 โดยก่อนปลูกเชื้อโรยผงซีไลต์บางๆ บนใบมะละกอจำนวน 3 ใบต่อต้น ใช้ก้านสำลีจุ่มน้ำคั้นพืชทาบนใบพืชที่โรยด้วยผงซีไลต์ โดยใช้พันธุ์แขกดำศรีสะเกษเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ หลังปลูกเชื้อ ล้างใบมะละกอด้วยน้ำสะอาด ปฏิบัติดูแลมะละกอในโรงเรือน จนครบ 30 วันหลังปลูกเชื้อ เก็บใบมะละกอมาตรวจสอบหาเชื้อด้วยวิธี Double-antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay (DAS-ELISA; Agdia, Inc.) นำผลการตรวจหาเชื้อมาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค = n/N x 100 โดย n = จำนวนต้นมะละกอที่ติดเชื้อ และ N = จำนวนต้นพืชทั้งหมด (Mederos et al., 2019) และแบ่งเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคออกเป็น 4 ระดับ (Asian Vegetable Research and Development Center, 1975 และ รัชนีและคณะ, 2553) ดังนี้ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 20% = Resistant (R), 21-40% = Moderately resistant (MR), 41-60% = Moderately susceptible (MS), 61-80% = Susceptible (S), 81-100% = Highly susceptible (HS)

**การประเมินลักษณะต้านทานโรคจุดวงแหวนในสภาพแปลง**

เพาะกล้ามะละกอพันธุ์และสายพันธุ์ต่างๆ จำนวน 30 สายพันธุ์ เตรียมแปลงปลูก เมื่อต้นกล้าอายุ 45 วัน ย้ายปลูกในแปลง ใช้ระยะปลูก 2x2.5 เมตร ปฏิบัติดูแลรักษาตามหลักปฏิบัติที่ดีในการปลูกมะละกอ (Good agricultural practices, GAP) รดน้ำใส่ปุ๋ย ฉีดพ่นสารกำจัดแมลง บันทึกอาการของโรคจุดวงแหวนที่เกิดในสภาพธรรมชาติ โดยสังเกตอาการโรคและตรวจเช็คต้นที่แสดงอาการโรคจุดวงแหวน และตรวจยืนยันการติดเชื้อเชื้อด้วยวิธี DAS-ELISA คำนวณการติดเชื้อเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเช่นเดียวกับในโรงเรือน

**ผลการศึกษา**

ผลการประเมินความต้านทานโรคจุดวงแหวนของมะละกอพันธุ์ต่างๆและมะละกอลูกผสม พบว่า มะละกอเกือบทุกสายพันธุ์มีความอ่อนแอต่อเชื้อ PRSV โดยมีพันธุ์ที่เกิดโรค 70-100% จำนวน 39 พันธุ์/สายพันธุ์ พันธุ์ที่อ่อนแอปานกลาง จำนวน 10 พันธุ์/สายพันธุ์ มีระดับการเกิดโรค 50-60% และมีเพียงสายพันธุ์เดียวที่มีค่อนข้างแสดงความต้านทานโรค โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 40% คือ สายพันธุ์ SY จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง โดยพันธุ์นี้ผลมีขนาดเล็กและมีผลสุกสีเหลือง ส่วนพันธุ์แขกดำเป็นพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อโรคจุดวงแหวน จึงใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ **(Table 1)**

**Table 1** Variation of papaya varieties resistant to PRSV according to infection percentage in greenhouse

| No | Varieties/Lines | Total plants | Infection plants | % infection | Reaction |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Si Thong 1 | 10 | 5 | 50 | MS |
| 2 | Si Thong 2 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 3 | ST-Purple | 10 | 7 | 70 | S |
| 4 | Taiwan | 10 | 8 | 80 | S |
| 5 | Maradol | 10 | 6 | 60 | MS |
| 6 | $KK80S_2$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 7 | Holland | 10 | 6 | 60 | MS |
| 8 | $HollandS_1$ | 10 | 7 | 70 | S |
| 9 | Plak Mai Lai | 10 | 5 | 50 | MS |
| 10 | Hawaii | 10 | 6 | 60 | MS |
| 11 | SNT | 10 | 4 | 40 | MR |
| 12 | KRP | 10 | 5 | 50 | MS |
| 13 | $HF33F_1$- | 10 | 10 | 100 | HS |
| 14 | $HF32F_1$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 15 | $HF36F_1$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 16 | $HF39F_1$ | 10 | 6 | 60 | MS |
| 17 | $HF58F_1$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 18 | $HF59F_1$ | 10 | 9 | 90 | HS |
| 19 | $HF54F_3$ | 10 | 9 | 90 | HS |
| 20 | $HF56F_3$ | 10 | 9 | 90 | HS |
| 21 | $HF57F_3$ | 10 | 8 | 80 | S |
| 22 | $HF512F_3$ | 10 | 7 | 70 | S |
| 23 | $HF54F_4$ | 10 | 8 | 80 | S |
| 24 | $HF55F_4$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 25 | $HF56F_4$ | 10 | 6 | 60 | MS |
| 26 | $HF57F_4$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 27 | $VR03F_3$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 28 | $VR02F_4$ | 10 | 10 | 100 | HS |

| No | Varieties/Lines | Total plants | Infection plants | % infection | Reaction |
|---|---|---|---|---|---|
| 29 | VR08$F_4$ | 10 | 8 | 80 | S |
| 30 | VR06$F_4$ | 10 | 7 | 70 | S |
| 31 | VR07$F_4$ | 10 | 8 | 80 | S |
| 32 | VR08$F_4$ | 10 | 6 | 60 | MS |
| 33 | PR02 | 10 | 6 | 60 | MS |
| 34 | PR03 | 10 | 10 | 100 | HS |
| 35 | PR04 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 36 | PR21 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 37 | PR31 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 38 | PR33 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 39 | PR34 | 10 | 10 | 100 | HS |
| 40 | PR101 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 41 | PR102 | 10 | 7 | 70 | S |
| 42 | PR103 | 10 | 10 | 100 | HS |
| 43 | PR104 | 10 | 7 | 70 | S |
| 44 | PR105 | 10 | 10 | 100 | HS |
| 45 | PR108 | 10 | 9 | 90 | HS |
| 46 | PR109 | 10 | 8 | 80 | HS |
| 47 | PR111 | 10 | 10 | 100 | HS |
| 48 | PR112 | 10 | 10 | 10 | HS |
| 49 | KDSK 1 | 10 | 10 | 100 | HS |
| 50 | KDSK 2 | 10 | 9 | 90 | HS |

**การประเมินลักษณะต้านทานโรคจุดวงแหวนในสภาพแปลง**

ผลการประเมินความต้านทานโรคจุดวงแหวนในสภาพแปลง โดยการปลูกมะละกอในแปลงปลูก และปล่อยให้ต้นมะละกอเกิดการติดเชื้อโรคตามธรรมชาติ พบว่า มีมะละกอ 3 สายพันธุ์ที่ไม่แสดงอาการโรคในสภาพแปลงปลูก คือ KN no.11, HF512 และ PR105 และทุกสายพันธุ์แสดงอาการโรคเพียงบางต้น โดยมีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 10-100% และมีเพียงสายพันธุ์เดียว คือ HF57 $F_4$ ที่ทุกต้นแสดงอาการของโรค โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 100% แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์นี้มีความอ่อนแอต่อเชื้อโรคมากที่สุด **(Table 2)**

**Table 2** Infection percentage of papaya varieties/lines under field condition

| No | Varieties/lines | Total plants | Infection plants | % infection | Reaction |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SY | 10 | 2 | 20 | R |
| 2 | KN no.11 | 10 | 0 | 0 | R |
| 3 | $VR01F_4$ | 10 | 2 | 20 | R |
| 4 | $VR06F_4$ | 10 | 3 | 30 | MR |
| 5 | $VR07F_4$ | 10 | 3 | 30 | MR |
| 6 | $VR08F_4$ | 10 | 1 | 10 | R |
| 7 | $HF52F_4$ | 10 | 6 | 60 | MS |
| 8 | $HF53F_4$ | 10 | 1 | 10 | R |
| 9 | $HF54F_4$ | 10 | 1 | 10 | R |
| 10 | $HF55F_4$ | 10 | 6 | 60 | MS |
| 11 | $HF56F_4$ | 10 | 8 | 80 | S |
| 12 | $HF57F_4$ | 10 | 10 | 100 | HS |
| 13 | $HF512F_3$ | 10 | 0 | 0 | R |
| 14 | PR02 | 10 | 3 | 30 | MR |
| 15 | PR03 | 10 | 4 | 40 | MR |
| 16 | PR04 | 10 | 3 | 30 | MR |
| 17 | PR21 | 10 | 1 | 10 | R |
| 18 | PR31 | 10 | 1 | 10 | R |
| 19 | PR35 | 10 | 2 | 20 | R |
| 20 | PR101 | 10 | 2 | 20 | R |
| 21 | PR102 | 10 | 2 | 20 | R |
| 22 | PR103 | 10 | 1 | 10 | R |
| 23 | PR104 | 10 | 3 | 30 | MR |
| 24 | PR105 | 10 | 0 | 0 | R |
| 25 | PR107 | 10 | 3 | 30 | MR |
| 26 | PR108 | 10 | 3 | 30 | MR |
| 27 | PR109 | 10 | 2 | 20 | R |
| 28 | PR111 | 10 | 1 | 10 | R |
| 29 | PR112 | 10 | 1 | 10 | R |
| 30 | KDSK | 10 | 2 | 20 | R |

**วิจารณ์**

ผลการศึกษาความต้านทานโรคจุดวงแหวนในมะละกอสายพันธุ์ต่างๆในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงปลูก พบว่า มะละกอที่ได้รับการปลูกเชื้อมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคค่อนข้างสูงในทุกสายพันธุ์/พันธุ์ ในขณะที่มะละกอที่ปลูกในสภาพแปลงที่ไม่มีการปลูกเชื้อ พบการเกิดโรคน้อยกว่าเนื่องจากสภาพปัจจัยต่างๆ เช่น ไม่มีแหล่งของเชื้ออาจเนื่องจากปลูกมะละกอในช่วงที่ไม่มีการปลูกพืชอื่น ทำให้ไม่มีเพลี้ยอ่อนซึ่งเป็นแมลงพาหะของเชื้อ หรือเพลี้ยอ่อนนำเชื้อไวรัสเข้าสู่ต้นมะละกอในช่วงที่มะละกอโตเต็มที่แล้ว ทำให้ต้นมะละกอ

สามารถทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้ในระดับหนึ่ง แต่จากผลของการปลูกเชื้อให้แก่ต้นมะละกอ แสดงให้เห็นว่า มะละกอยังไม่มีพันธุ์ต้านทานต่อโรคไวรัสจุดวงแหวน ดังนั้น ในการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรค จึงควรมีการคัดเลือกทั้งในสภาพโรงเรือนและในสภาพแปลงควบคู่กันไป เนื่องจากการคัดเลือกในสภาพโรงเรือน เป็นการสร้างให้ต้นมะละกอเกิดโรค ซึ่งหากมะละกอมีความต้านทานโรคอย่างแท้จริง มะละกอจะไม่แสดงอาการของโรคและสามารถนำมาปลูกลงแปลงเพื่อเป็นการยืนยันผล บางครั้งในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์อาจมีสายพันธุ์มะละกอจำนวนมาก หากมีการคัดเลือกพันธุ์ในโรงเรือนในเบื้องต้น จะช่วยลดภาระในการปลูกคัดเลือกสายพันธุ์มะละกอจำนวนมากได้ นอกจากการปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อไวรัสจุดวงแหวนด้วยวิธีมาตรฐานแล้ว ยังมีวิธีการปรับปรุงพันธุ์วิธีการอื่น เพื่อให้เกิดความต้านทานในมะละกอ เช่น การทำให้เกิดการกลายพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีพันธุวิศวกรรม เป็นต้น การศึกษาของอำนวยและคณะ (2558) ได้ชักนำให้มะละกอต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนด้วยการฉายรังสีแกมมาอัตรา 0, 100, 150 และ 200 เกรย์ คัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคจุดวงแหวนมะละกอโดยการปลูกเชื้อไวรัส PRSV-SSK ด้วยวิธีกลในโรงเรือน และตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA ก่อนนำต้นที่ไม่แสดงอาการและไม่ติดเชื้อไวรัสไปปลูกในแปลงทดลอง เพื่อคัดเลือกซ้ำและบันทึกลักษณะทางการเกษตร พบว่า มะละกอที่คัดเลือก $M_3$ จำนวน 90 สายพันธุ์ มีความต้านทานเฉลี่ยต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอเพิ่มขึ้นเมื่อมีการคัดเลือกในแต่ละครั้ง โดยสายพันธุ์กลายเหล่านี้เกิดจากการฉายรังสีแกมมาอัตรา 100 และ 150 เกรย์ มากที่สุด และสายพันธุ์มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอมากถึง 80%

**สรุปผลการทดลอง**

การทดสอบระดับความต้านทานโรคจุดวงแหวนของมะละกอในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงปลูก ซึ่งสายพันธุ์มะละกอที่ใช้ทดสอบเป็นสายพันธุ์เดียวกัน ผลการทดสอบความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนในมะละกอสายพันธุ์ต่างๆ โดยการปลูกเชื้อไวรัสจุดวงแหวนให้แก่มะละกอในโรงเรือน จำนวน 50 สายพันธุ์ พบว่า มะละกอเกือบทั้งหมดอ่อนแอต่อเชื้อไวรัสจุดวงแหวน โดยมีพันธุ์ที่ตอบสนองในระดับต้านทานปานกลาง 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ SNT ซึ่งเป็นมะละกอผลเล็ก เนื้อสีเหลือง มีระดับการเกิดโรค 40 เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบระดับความต้านทานโรคจุดวงแหวนในสภาพแปลงปลูก พบสายพันธุ์มะละกอที่ไม่แสดงอาการโรคจุดวงแหวน จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ KN no.11, HF512 และ PR105 และสายพันธุ์ที่มีความอ่อนแอมากที่สุด คือ $HF57F_4$ โดยทุกต้นแสดงอาการของโรค สอดคล้องกับผลการปลูกเชื้อในสภาพโรงเรือน โดยมีเปอร์เซ็นต์เกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงปลูก

**เอกสารอ้างอิง**

จีราพร แก่นทรัพย์, ประเสริฐ วงศ์วัฒนารัตน์ และ ขนิษฐา วงศ์วัฒนารัตน์. 2563. เครื่องหมายดีเอ็นเอสำหรับคัดเลือกพันธุ์พืชต้านทานโรค. วารสารวิชาการเกษตร 38 (2): 207-222.

วิไล ปราสาทศรี. 2551. มะละกอผลเล็ก “ขอนแก่น 80”. จดหมายข่าว ผลิใบ กรมวิชาการเกษตร 11: 2-6.

วิไล ปราสาทศรี สุวิทย์ ชัยเกียรติยศ เกษมศักดิ์ ผลากร เฉลิมชัย ปราสาทศรี ปรีชา เชยชุ่ม แววจักร กองพลพรหม และอาทิตย์ ฟุ้งเกียรติไพบูลย์. 2543. การพัฒนาพันธุ์มะละกอทนทานโรคจุดวงแหวน. ผลงานวิจัย การพัฒนาพันธุ์มะละกอทนทานโรคจุดวงแหวน สถานีทดลองพืชสวนขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

วิไล ปราสาทศรี. 2552. โรคจุดวงแหวนมะละกอและการป้องกันกำจัด. หจก. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น.

รัชนี ศิริยาน กมล เลิศรัตน์ จิรวัฒน์ สนิทชน และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. 2553. การคัดเลือกพันธุ์แตงกวาต้านทานโรคไวรัสใบด่างเขียวแตง. แก่นเกษตร 38 (3): 215-224.

ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ. 2543. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “เกษตรดีที่เหมาะสมในการปลูกมะละกอ” ระหว่างวันที่ 17-18 สิงหาคม 2543 ณ โรงแรมเจริญธานีปริ้นเซส ขอนแก่น.

อุทัย นพคุณวงศ์, สกล พรหมพันธุ์, รักชัย คุรุบรรเจิดจิต, ประเสริฐ อนุพันธ์, และสุวิทย์ ชัยเกียรติยศ. 2535. การรวบรวมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์มะละกอลูกผสม. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535 ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อำนวย อรรถลังรอง, รัชนี ศิริยาน, วันเพ็ญ ศรีทองชัย, สิทธิศักดิ์ แสไพศาล และวไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์. 2558. การปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอด้วยการฉายรังสี. รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุดปี 2558 กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Asian Vegetable Research and Development Center. 1975. Annual Report for 1974. Shanhua, Taiwan, Republic of China.

Mederos, D. C., F. Giolitti, C. Torres, and O. Portal. 2019. Distribution and phylodynamics of papaya ringspot virus on *Carica papaya* in Cuba. Plant Pathology 68: 239-250.

Yeh, S.D., and D. Gonsalves. 1984. Evaluation of induced mutants of papaya ringspot virus for control by cross protection. Phytopathology 74:1086-1089.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL KAJ

# การประเมินลักษณะทางกายภาพของลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคผลสุก

# Evaluation of the physical characteristics of f1 hybrid for breeding red-skinned of mango cultivars for ripe consumption.

**อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว[1*], ประภาพร ฉันทานุมัติ[2] และ เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล[1]**
Uthaiwan Sapkaew[1*], Prapaporn Chantanumat[2] and Penchan Suthanukool[1]
*[1]ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ต.ท่าชัย อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย 64190 โทร/โทรสาร 055-679085*
*[1]Sukhothai Horticulture Research Centre, Si Satchanalai, Sukhothai, 64190, Thailand*
*[2]ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ตำบลหนองไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000 โทรศัพท์ 045 814 581*
*[2]Sisaket Horticultural Research Center, Mueang Sisaket, Sisaket, 33000, Thailand*
** Corresponding author: benmolee.benz@gmail.com*

**บทคัดย่อ:** มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ แต่ขาดพันธุ์ที่จะมาทดแทน จึงมีความต้องการพัฒนาพันธุ์มะม่วงที่เป็นพันธุ์ใหม่ โดยคงรสชาติความเป็นน้ำดอกไม้ แต่ต้องการเปลือกหนา ทนโรค ทนแมลง มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น และมีลักษณะสีผิวแปลกใหม่ โดยเฉพาะผิวเปลือกสีแดง จึงทำการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีช่วยผสมเกสร สร้างประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากพ่อแม่พันธุ์มะม่วงต่างประเทศที่มีสีผิวเปลือกผลสีแดง จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กุ้ยเฟย ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้า ได้แก่ พันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ทำการผสมสลับพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ พบว่าอัตราการผสมติดในมะม่วงได้จำนวนลูกผสมทั้งหมด 4 คู่ผสม ดังนี้ พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์ R2E2 8 ต้น พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ยู่เหวิน 11 ต้น พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์งาช้างแดง 6 ต้น และพันธุ์งาช้างแดง x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง 10 ต้น โดยพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ยู่เหวิน มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดถึง 56.4 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นของผล 98 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อประเมินลูกผสมที่นำไปเสียบยอดมีอายุ 1 ปี พบว่าลักษณะใบเบื้องต้นลูกผสมพันธุ์ Namdokmai Si Thong x Yu Wen เบอร์ 1 6 และ 11 Namdokmai Si Thong x R2E2 เบอร์ 7 มีลักษณะใบไม่เหมือนของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เป็นแม่พันธุ์ จึงเป็นต้นที่ได้รับการผสมพันธุ์ ไม่ใช่เป็นการพัฒนาของต้นอ่อนเกิดจากเนื้อเยื่อ nucellus ในรังไข่ของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง
**คำสำคัญ:** มะม่วงผิวสีแดง; ปรับปรุงพันธุ์; การผสมเกสร; การติดผล

**ABSTRACT:** Mango "Namdokmai Si Tong" is a high-quality cultivar that is well-liked by both domestic and foreign markets. And elsewhere, but there aren't enough species to take their place. Thus, the creation of new mango cultivars is necessary. By preserving the flavor of the Namdokdmai cultivar while aiming for thick peels that are disease and insect resistant and have a longer shelf life. and has an, especially the red skin. Therefore, by employing pollination techniques, breeding was improved. Develop a first-generation hybrid population comprising five cultivars, including Gui Fei, Yu Wen, R2E2, Ai Wen, and Nga Chang Dang, as well as a commercial cultivar, Namdokmai Si Tong, by alternating the breeding of the father and mother. The results showed that the rate of insemination in mango was in a total of 4 hybrid pairs 8 plants of Namdokmai Si Thong x R2E2, 11 plants of Namdokmai Si Thong x Yu Wen, 6 plants of Namdokmai Si Thong x Nga Chang Dang, and 10 plants of Nga Chang Dang x Namdokmai Si Thong. Namdokmai Si Thong x Yu Wen had the highest fruit set percentage of 56.4 percent and the fruit drop percentage of 98 percent. the evaluation of the hybrids that were grafted at 1 year old, it was found that the initial leaf characteristics of the Namdokmai Si Thong x Yu Wen F1-hybrids, No. 1, 6 and 11 Namdokmai Si Thong x R2E2 No. 7 had leaf characteristics not similar to those of the parent variety Namdokmai Si Thong. Therefore, it indicated that trees were bred breed. The seedling was not developed from the nucellus tissue of the ovary of the Namdokmai Si Thong.
**Keywords:** red-skinned of mango; breeding; pollination; fruit set

[*] Corresponding author: benmolee.benz@gmail.com

**บทนำ**

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae เป็นไม้ผลเมืองร้อนไม่ผลัดใบ ผลผลิตมะม่วงไทยผลิตได้มากกว่า 3 ล้านตันต่อปี ร้อยละ 96 บริโภคภายในประเทศในรูปการบริโภคผลสดทั้งมะม่วงดิบและมะม่วงสุก ส่งออกร้อยละ 4 แนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นโดยในปี 2561 ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดหรือแช่แข็งมีปริมาณ 6 หมื่นตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 1 แสนตันในปี 2563 โดยมีมูลค่าส่งออก 5,997 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2564) อย่างไรก็ตามปริมาณการส่งออกมะม่วงมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ผลิตได้ทั้งประเทศ เนื่องจากพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการส่งออกของประเทศไทยมีจำนวนน้อย มีการพัฒนาในการปรับปรุงพันธุ์ใหม่นั้นค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงอาศัยการคัดเลือกจากธรรมชาติที่ใช้ระยะเวลานาน มักจะใช้มากกว่า 20 ปี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับปรุงพันธุ์ คือ ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตนานระยะเวลาการพัฒนาต้นกล้านาน (juvenile stage) มีลักษณะเป็น heterozygosity สูง มีลักษณะเป็น polyembryony สูง เป็นต้น Lyer และ Degani, (1997) พันธุ์ที่ส่งออกหลักคือพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองซึ่งมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับแต่ขาดพันธุ์ที่จะมาทดแทนพันธุ์หลักซึ่งมีจุดอ่อนหลายประการทั้งในด้านอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 16 วันเมื่อเปรียบมะม่วงพันธุ์คู่แข่งในตลาดโลก (40 วัน) ทำให้ต้องขนส่งทางอากาศซึ่งมีต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่แปรปรวนซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้ส่งออก และส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลกและสีสันไม่สวยสะดุดตาผู้บริโภค มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นมะม่วงรับประทานผลสุกที่มีลักษะผลสีเขียว หรือเหลืองอมเขียวเมื่อสุกส่วนพันธุ์ที่ตลาดต่างประเทศนิยมจะเป็นผลสีแดง ทรงผลกลมง่ายต่อการบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก ซึ่งสมาคมชาวสวนมะม่วงไทยได้จัดเวทีประชุมทิศทางมะม่วงไทยสู่งานวิจัยระดับประเทศ ได้มีความต้องการพัฒนาพันธุ์มะม่วงที่เป็นพันธุ์ใหม่ โดยคงรสชาติความเป็นน้ำดอกไม้ แต่ต้องการเปลือกหนา ทนโรค ทนแมลง มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น และมีลักษณะสีผิวแปลกใหม่ โดยเฉพาะในช่วงเทศกาลตรุษจีน ผลไม้สดที่มีผิวสีแดง รูปทรงกลม จะได้รับความนิยมมาก เนื่องจากมีความเชื่อว่าสีแดงเป็นสีนำโชค ทรงกลมเป็นสัญลักษณ์ของความเป็นหนึ่งเดียวและความสุข ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อเพิ่มสีสันให้สวยงามในมะม่วงที่เป็นการค้าของประเทศไทย สำหรับรับประทานผลดิบและสุก นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะกับการแปรรูปมะม่วงในเชิงอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มช่องทางการตลาด โดยคัดเลือกหาจุดเด่นของแต่ละสายพันธุ์เจาะตลาดผู้บริโภค เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และเพิ่มความสามารถใจการแข่งขันด้านตลาดกับคู่แข่งเพิ่มทางเลือกให้ตลาดภายในประเทศ และขยายตลาดเพื่อการส่งออกให้มะม่วงของประเทศไทยมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

**วิธีการศึกษา**

**อุปกรณ์**

รวบรวมพันธุ์มะม่วงต่างประเทศนิยมบริโภคสุกที่ออกดอก ติดผลง่าย จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กุ้ยเฟย ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้าในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ปลูกในวงบ่อซีเมนต์ โดยใช้วัสดุปลูก ได้แก่ ดิน ถ่านแกลบ ปุ๋ยหมักเติมอากาศของกรมวิชาการเกษตร และให้ธาตุอาหาร ได้แก่ 16-16-16, 8-24-24, 0-52-34 และใช้สารป้องกันกำจัดแมลง โรคพืช และวัชพืช และอุปกรณ์ผสมพันธุ์ ได้แก่ ปากคีบปลายแหลม จานแก้วเพาะเชื้อ ถุงรีเมย์ แว่นขยาย ถุงเพาะกล้าลูกผสมที่มีส่วนผสมของวัสดุเพาะกล้า คือ ดินและถ่านแกลบ

**วิธีปฏิบัติการ**

1. บังคับให้มะม่วงที่ใช้สำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ออกดอก

2. ผสมพันธุ์มะม่วงพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก โดยการผสมด้วยมือ มีวิธีปฏิบัติดังนี้

2.1 ในช่วงเย็น ทำการเลือกช่อดอกในต้นที่จะใช้เป็นสายพันธุ์แม่ แล้วตัดเอาดอกที่บานแล้ว และดอกตูมที่มีขนาดเล็กเกินไปออก เหลือเฉพาะดอกตูมที่บานในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ในแขนงย่อย 1-5 ดอก ให้กระจายทั่วช่อดอกไม่ควรเกิน 10-15 ดอกต่อช่อ แล้วทำการทำหมัน ดอกตัวผู้ของดอกที่เลือกไว้ โดยใช้ปากคีบปลายแหลมดึงอับเกสรตัวผู้ออกให้หมดแล้วคลุมช่อดอกไว้ตามเดิม แล้วใช้ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ปิดปากถุงให้มิดชิด

2.2 ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ ช่วงเวลา 8.00-9.00 น. โดยเลือกตัวผู้ที่กำลังบาน แต่อับละอองยังไม่แตก (มีสีชมพูหรือสีแดง) เก็บแต่ละพันธุ์ใส่จานแก้วที่มีกระดาษรองอยู่ให้มีจำนวนมากเพียงพอกับดอกสมบูรณ์เพศที่เตรียมไว้ ดอกตัวผู้ 1 ดอก สามารถผสมกับดอกสมบูรณ์เพศได้ 2-3 ดอก แล้วนำมาผึ่งแดดให้อับละอองเกสรแตก

2.3 ทำการผสมในช่วง 9.00-12.00 น. โดยใช้ปากคีบคีบดอกตัวผู้ที่ละอองเกสรแตกแล้ว (มีสีเทา) แตะละอองเกสรลงปลายยอดเกสรตัวเมีย จนเห็นละอองเกสรติดอยู่บนยอดเกสรตัวเมีย ส่องดูด้วยแว่นขยาย (ดอกตัวผู้ 1 ดอกใช้ผสมกับ

ดอกสมบูรณ์เพศ 2-3 ดอก) จนครบทุกดอก เสร็จแล้วใช้ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ดังเดิม ช่อดอกที่ทำการผสมแล้วผูกป้ายพลาสติกไว้ที่ช่อดอกที่ทำการผสม หลังจากผสมแล้ว 7-14 วัน เปิดถุงออก

3. เพาะชำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ในถุงเพาะกล้าที่มีส่วนผสของดินและถ่านแกลบอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

4. นำยอดพันธุ์มะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 ไปเสียบข้างกับต้นต่อมะม่วงที่มีอายุ และการเจริญเติบโตสมบูรณ์พร้อมต่อการให้ผลผลิต เพื่อประเมินลูกผสมที่นำไปเสียบยอดมีอายุ 1 ปี ได้เบื้องต้นเฉพาะลักษณะใบตามแบบบันทึกลักษณะพันธุ์มะม่วง descriptor ของ IPGRI (2006)

**ผลการศึกษา**

การผสมพันธุ์ด้วยมือ (Hand pollination) ได้ทำการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์สำหรับการผสมข้ามพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 โดยประเมินเชื้อพันธุ์จากงานวิจัยลักษณะทางสัณฐานของพ่อแม่พันธุ์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงลูกผสมผิวสีแดงเพื่อบริโภคสุก (อุทัยวรรณ และคณะ, 2565) พบว่าอัตราการผสมติดในมะม่วงได้จำนวนลูกผสมทั้งหมด 4 คู่ผสม ดังนี้ พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์ R2E2 8 ต้น พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ยู่เหวิน 11 ต้น พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์งาช้างแดง 6 ต้น และพันธุ์งาช้างแดง x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง 10 ต้น ได้มะม่วงลูกผสมทั้งหมดจำนวน 25 ต้น จากการสร้างลูกผสมในปี 2564-2566 โดยพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ยู่เหวิน มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดถึง 56.4 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นของผล 98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือพันธุ์ Namdokmai Si Thong x R2E2 มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดถึง 43.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นของผล 98 เปอร์เซ็นต์ **(Table 1)**

**Table 1** Number of hybrids, fruit set percentage, drop percentage of hybrid mangoes by hand pollination.

| F1-hybrids | Number of hybrids | Fruit set percentage | Fruit drop percentage |
|---|---|---|---|
| Namdokmai Si Thong x Gui Fei | 0 | 1.2 | 100 |
| Namdokmai Si Thong x Yu Wen | 11 | 56.4 | 98 |
| Namdokmai Si Thong x R2E2 | 8 | 43.5 | 98 |
| Namdokmai Si Tong x Ai Wen | 0 | 23.6 | 100 |
| Namdokmai Si Tong x Nga Chang Dang | 6 | 34.8 | 98 |
| Gui Fei x Namdokmai Si Thong | 0 | 2.5 | 100 |
| Yu Wen x Namdokmai Si Thong | 0 | 15.9 | 100 |
| R2E2 x Namdokmai Si Thong | 0 | 34.5 | 100 |
| Ai Wen x Namdokmai Si Tong | 0 | 13.8 | 100 |
| Nga Chang Dang x Namdokmai Si Tong | 10 | 18.9 | 95 |

การเพาะเมล็ดลูกผสมทั้งหมด 35 ต้นพบว่าคู่ผสมที่มีพันธุ์ Namdokmai Si Thong เป็นแม่จึงมีต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดหลายต้น และพันธุ์ Nga Chang Dang x Namdokmai Si Tong จำนวน 10 ผล เมื่อนำไปเพาะเมล็ดเมล็ดพบว่าเมล็ดไม่งอก จากนั้นนำยอดพันธุ์มะม่วงลูกผสมไปเสียบยอดกับมะม่วงที่มีการเจริญเติบโตสมบูรณ์พร้อมต่อการให้ผลผลิตในปี 2566 ศึกษาลักษณะของใบของลูกผสมเพื่อประเมินต้นกล้าที่ได้หลายต้นว่าต้นใดเป็นลูกผสม หรือพัฒนามาจาก nucellus พบว่า ยอดลูกผสมที่เสียบมีบางยอดเหี่ยวตาย ทำให้ได้ยอดลูกผสมไม่ครบทุกต้น อยู่ช่วงเสียบยอดใหม่ในปี 2567 ลักษณะใบของลูกผสมพันธุ์ Namdokmai Si Tong x Nga Chang Dang พบว่ามีลักษณะที่เหมือนกับพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เป็นแม่พันธุ์ แต่ลูกผสมพันธุ์ Namdokmai Si Thong x Yu Wen มีรูปร่างใบแบบรูปขอบขนาน (oblong) และแบบรูปใบหอก (lanceolate) และ Namdokmai Si Thong x R2E2 แบบรูปขอบขนาน

(oblong) และมีขอบใบเป็นคลื่น (wavy) ที่ไม่เหมือนรูปร่างใบของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เป็นแม่พันธุ์มีลักษณะใบแบบรูปรี (elliptical) และพบว่า ลูกผสมพันธุ์ Namdokmai Si Thong x Yu Wen เบอร์ 1, 6 และ 11 Namdokmai Si Thong x R2E2 เบอร์ 7 มีขนาดใบที่ใหญ่ และยาว ที่มีลักษณะเหมือนกับพันธุ์ Yu Wen และ R2E2 ที่เป็นพ่อพันธุ์ **(Tabel 2; Figure 1)** ดังนั้นจากการประเมินจากลักษณะใบเบื้องต้นลูกผสมพันธุ์ Namdokmai Si Thong x Yu Wen เบอร์ 1, 6 และ 11 Namdokmai Si Thong x R2E2 เบอร์ 7 มีลักษณะใบไม่เหมือนของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เป็นแม่พันธุ์ จึงเป็นต้นที่ได้รับการผสมพันธุ์ ไม่ใช่เป็นการพัฒนาของต้นอ่อนเกิดจากเนื้อเยื่อ nucellus ในรังไข่ของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง และเป็นข้อมูลลักษณะทางฟีโนไทป์ที่สำคัญในการนำไปตรวจสอบลูกผสมที่เป็นลักษณะ polyembryony ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการจัดจำแนกพันธุ์ลูกผสมต่อไป

**วิจารณ์**

พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ใช้เป็นแม่พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดผลดีกว่าการใช้พันธุ์ต่างประเทศเป็นแม่พันธุ์ และพบว่าเปอร์เซ็นต์การติดผล มีค่ามากกว่าพันธุ์ต่างประเทศที่เป็นแม่พันธุ์ ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์ Namdokmai Si Thong เป็นมะม่วงในกลุ่มอินโดจีนมีลักษณะเป็นการพัฒนาของต้นอ่อนเกิดจากเนื้อเยื่อ nucellus ของรังไข่ ทำให้มีต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดหลายต้นเรียกว่า polyembryony จากลักษณะการพัฒนาของต้นอ่อนดังกล่าวทำให้มีแนวโน้มว่ามะม่วงในกลุ่มอินโดจีนจะติดผลได้ดีกว่ามะม่วงในกลุ่มอินเดีย เนื่องจากว่าถ้า zygotic embryo ของมะม่วงในกลุ่มอินเดียไม่พัฒนา การพัฒนาของผลมะม่วงจะหยุดชะงักและหลุดร่วงไปในที่สุด ในขณะที่ zygotic embryo ของมะม่วงกลุ่มอินโดจีนไม่พัฒนาก็ยังมี apomictic embryo หรือ embryo ที่พัฒนามาจาก nucellus ทำให้ผลสามารถพัฒนาต่อไปได้ (Richard 2009; Gora et al., 2017) จึงพบว่าในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงจะส่งผลต่อการเกิดปัญหาในการคัดเลือกต้นที่เป็นลูกผสมที่แท้จริง ซึ่งการใช้เทคนิคตรวจสอบด้วยเครื่องหมายโมเลกุลเป็นวิธีการที่สามารถคัดเลือกต้นที่เป็นลูกผสมได้ (Schnell และ Knight, 1992; Degain et al.1993) สำหรับเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นของผลพบว่าค่อนข้างสูง เนื่องจากมีปัจจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศซึ่งแปลงมะม่วงในศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ในช่วงการสร้างลูกผสมพบว่าอยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำ 13-15 องศาเซลเซียส และช่วงพัฒนาผลมีอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน ทำให้ผสมไม่ติดถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 48 องศาเซลเซียส ถึงแม้ช่วงที่การออกดอกของจะถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส และสภาพแห้ง (dry period) แต่ในระยะออกดอกถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้เกิดรังไข่เป็นหมัน (ovule abortion) ซึ่งทำให้เกิดผลแบบ parthenocarpic หรือที่เรียกว่าผลกะเทย ซึ่งจะไม่โตมากนักเพราะมักจะไม่มีเมล็ด หรือถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำให้ละอองเกสรมีอายุสั้นลง (เกษม, 2543) พร้อมทั้งมีการระบาดของเพลี้ยไฟในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบน ทำให้ผลที่ได้รับการผสมพันธ์หลุดล่วงค่อนข้างมาก สอดคล้องกับงานวิจัย ขวัญหทัยและคณะ (2561; 2566) พบว่าการผสมข้ามพันธุ์ด้วยวิธี (Hand pollination) มะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดที่สูง แต่เปอร์เซ็นต์การติดผลมีน้อย จากการผสม 18,000 ดอก ได้ผลเพียง 106 ผล เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่าง เช่นการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ความชื้น เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร ความมีชีวิตของละอองเกสร โรคและแมลงและอัตราความสำเร็จขึ้นอยู่กับการเข้ากันของพ่อและแม่พันธุ์

**Table 2** Leaf characteristics descriptor of F1-hybrids red-skinned mango breeding for ripe consumption

| Characteristics / F1-hybrids | Leaf blade shape | Leaf apex shape | Leaf base shape | Leaf margin | Color of mature leaf | Leaf skin waxiness | Leaf attitude in relation to branch | Crotch angle of leaf petiole (degree angle) | Leaf blade length (cm.) | Leaf blade width (cm.) | Leaf base width (cm.) | Leaf thickness (mm.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-1** | oblong | acute | acute | wavy | dark green | non-waxy | semi-erect | alternate | 31.04 | 8.06 | 5.89 | 0.37 |
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-2** | oblong | acute | acute | wavy | dark green | non-waxy | horizontal | right angle | 22.87 | 6.55 | 4.26 | 0.41 |
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-4** | oblong | acuminate | acute | wavy | dark green | non-waxy | semi-erect | less than right angle | 25.25 | 5.64 | 3.10 | 0.25 |
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-5** | oblong | acuminate | acute | wavy | dark green | non-waxy | semi-erect | less than right angle | 19.72 | 6.27 | 4.42 | 0.31 |
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-6** | lanceolate | acuminate | acute | wavy | dark green | non-waxy | semi-erect | less than right angle | 29.90 | 8.89 | 4.50 | 0.39 |
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-7** | oblong | acuminate | acute | wavy | dark green | non-waxy | horizontal | less than right angle | 24.15 | 5.68 | 3.58 | 0.27 |
| **Namdokmai Si Thong x Yu Wen-11** | oblong | acuminate | acute | wavy | dark green | non-waxy | semi-erect | less than right angle | 33.97 | 8.22 | 5.90 | 0.28 |
| **Namdokmai Si Thong x R2E2-6** | oblong | acuminate | acute | wavy | yellowish green | non-waxy | horizontal | less than right angle | 23.30 | 6.75 | 4.68 | 0.32 |
| **Namdokmai Si Thong x R2E2-7** | oblong | acuminate | acute | wavy | dark green | non-waxy | semi-erect | less than right angle | 29.21 | 7.39 | 3.68 | 0.42 |
| **Namdokmai Si Thong x R2E2-8** | oblong | acuminate | acute | wavy | yellowish green | non-waxy | semi-erect | less than right angle | 23.88 | 7.25 | 3.50 | 0.39 |

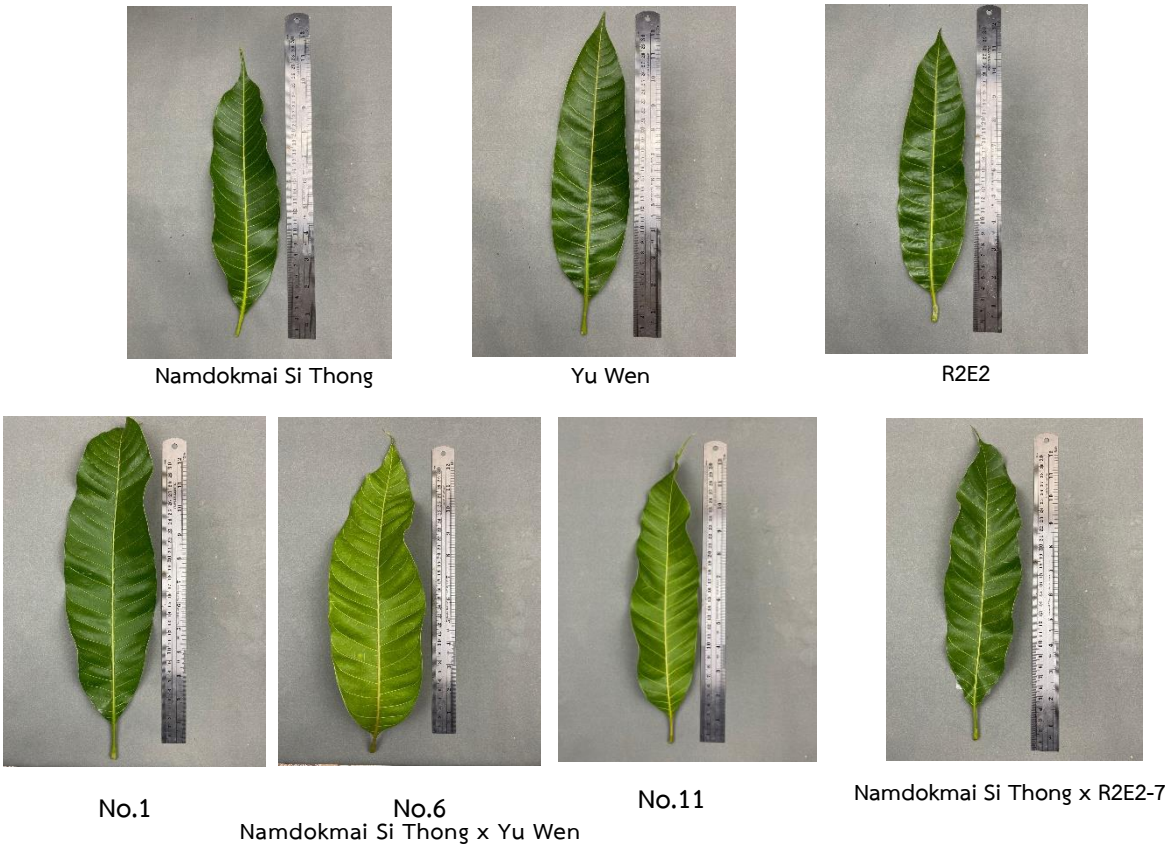



**Figure 1** Leaf characteristics of breeder and F1-hybrids red-skinned mango breeding for ripe consumption

**สรุป**

การสร้างประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 จากพ่อแม่พันธุ์มะม่วงต่างประเทศที่มีสีผิวเปลือกผลสีแดง จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กุ้ยเฟย ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้า คือ พันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง พบว่าอัตราการผสมติดในมะม่วงได้จำนวนลูกผสมทั้งหมด 4 คู่ผสม ดังนี้ พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์ R2E2 8 ต้น พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ยู่เหวิน 11 ต้น พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์งาช้างแดง 6 ต้น และพันธุ์งาช้างแดง x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง 10 ต้น โดยพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ยู่เหวิน มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดถึง 56.4 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นของผล 98 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อประเมินลูกผสมที่นำไปเสียบยอดมีอายุ 1 ปี พบว่าลักษณะใบเบื้องต้นลูกผสมพันธุ์ Namdokmai Si Thong x Yu Wen เบอร์ 1, 6 และ 11 Namdokmai Si Thong x R2E2 เบอร์ 7 มีลักษณะใบไม่เหมือนของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เป็นแม่พันธุ์ จึงเป็นต้นที่ได้รับการผสมพันธุ์ ไม่ใช่เป็นการพัฒนาของต้นอ่อนเกิดจากเนื้อเยื่อ nucellus ในรังไข่ของพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง และเป็นข้อมูลลักษณะทางฟีโนไทป์ที่สำคัญในการนำไปตรวจสอบลูกผสมที่เป็นลักษณะ polyembryony ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการจัดจำแนกพันธุ์ลูกผสมต่อไป

**คำขอบคุณ**

ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประเภท Fundamental Fund (เพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน) และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางดำเนินงานและแก้ไขปัญหา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ พนักงานราชการที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเหลือทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประเภท Fundamental Fund (เพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน) และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางดำเนินงานและแก้ไขปัญหา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ พนักงานราชการที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเหลือทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

กรมศุลกากร. 2564. รายงานสถิติการนำเข้า-ส่งออก. ที่มา http://www.customs.go.th/statistic_report.php สืบค้น วันที่ 15 ก.ย. 2564

เกษม พวงจิก. 2543. การติดผลของมะม่วง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ภาษาไทย), ปีที่ 8 ฉบับที่ 1มกราคม-มิถุนายน. หน้า 44-50.

ขวัญหทัย ทนงจิตร, พินิจ กรินท์ธัญญกิจ, กัลยาณี สุวิทวัส, เรืองศักดิ์ กมขุนทด และพิมพ์นิภา เพ็งช่าง. 2561. การพัฒนาสายพันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองและมหาชนกและคัดเลือกมะม่วงเพื่อบริโภคผลสด. วิทย. กษ. 49 : 1 (พิเศษ): 371-373.

ขวัญหทัย ทนงจิตร, พิมพ์นิภา เพ็งช่าง, อารยา อาจเจริญ เทียนหอม, กัลยาณี สุวิทวัส และดารุณี ถาวรเจริญ. 2566. ประสิทธิภาพการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงด้วยวิธีการช่วยผสมเกสรต่อการผสมติดของมะม่วงลูกผสม. วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร ปีที่ 1 ฉบับที่ 1: 43-51.

อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว, สมพงษ์ สุขเขตต์, ทวีศักดิ์ แสงอุดม, เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล และรุ้งลาวัลย์ อินต๊ะวงค์. 2565. ลักษณะทางสัณฐานของพ่อแม่พันธุ์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงลูกผสมผิวสีแดงเพื่อบริโภคสุก. น. 2402-2412. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 19 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เรื่อง เกษตรศาสตร์อัจฉริยะ สุขภาวะคนไทย สู้ภัยเศรษฐกิจ วันที่ 8-9 ธันวาคม 2565. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

Degain, C., M. Cohen, O. Reuveni, R. El-Bastri, and S. Gazit. 1993. Frequency and characteristics of zygotic seedlings from polyembryonic mango cultivars, determined using isozymes as genetic markers. ActaHorticulturae 341:78–85.

Gora J.S., V.K. Singh, D.K. Sarolia, K. Kumar, Rajkumar, and V. Bhati. 2017. Performance of Mango (*Mangifera indica* L.) Monoembryonic and and Polyembryonic Seedlings under Salt Stress Condition. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6(6): 3051-3056.

International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 2006. Descriptors for Mango (*Mangifera Indica* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 59 p.

Iyer, C. P. A., and Degani, C. 1997.Classical breeding and genetics. In: The Mango,Botany, Production and Uses. (Ed. R. E. Litz). CAB International: Wallingford. pp. 49–68.

Richard E. Litz. 2009.The Mango 2nd Edition: Botany, Production and Uses. (R. E. Litz Ed.) (CAB International: London). 403 P.

Schnell, J., and R. J. J. Knight. 1992. Frequency of zygotic seedlings from five polyembryonic mangorootsticks. Horticultural Science 27, 174–176.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของแสง LED ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการสะสมอาหารในใบมังคุด

# Effects of LED light on the optimization of photosynthesis and accumulation in leaves of mangosteen (*Garcinia mangostana*)

**ปาริชาติ พจนศิลป์[1*], ชมพู จันที[2] และ ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล[1]**

**Parichart Potchanasin[1*], Chompoo Jantee[2] and Theerawut Chutinanthakun[1]**

[1] *สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*
[1] *Horticultural Research Institute, Department of Agriculture, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900*
[2] *ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 22190*
[2] *Chanthaburi Horticultural Research Centre, Department of Agriculture, Tapon, Khlung, Chanthaburi 22190*

**บทคัดย่อ:** การเพิ่มแสง LED ให้กับต้นมังคุดเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีแนวโน้มว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของมังคุด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้แสงแอลอีดี (LED) ที่มีต่อการสังเคราะห์แสงและการสะสมอาหารของใบมังคุด ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี อ.ขลุง จ.จันทบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง กันยายน 2564 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) มี 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ คือ 1) วิธีควบคุม (ไม่มีการให้แสงเพิ่ม) 2) ให้แสง LED สีขาว (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ตั้งแต่ 6.00 – 12.00 น. 3) ให้แสง LED สีขาว (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ตั้งแต่ 12.00 – 18.00 น. 4) ให้แสง LED สีขาว (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ตั้งแต่ 6.00 – 18.00 น. และ 5) ให้แสง LED สีขาว (200 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ตั้งแต่ 6.00 – 15.00 น ซึ่งการตอบสนองต่อแสงของใบมังคุด พบว่า ระดับความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงถึงจุดอิ่มตัวของใบนอกทรงพุ่มมีค่าเท่ากับ 100 – 200 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และใบในทรงพุ่ม มีค่าเท่ากับ 50 – 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และเมื่อดำเนินการตามกรรมวิธี โดยให้แสง LED เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ใบมังคุดตำแหน่งนอกทรงพุ่ม กรรมวิธีที่ให้แสง LED สีขาว (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ตั้งแต่ 6.00 – 12.00 น มีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันสูงที่สุด โดยในช่วงเวลา 10.00 -14.00 น. มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงอยู่ในปริมาณที่สูงที่สุดโดยอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ เท่ากับ 3.80 – 4.01 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และมีค่าเฉลี่ยของ C/N ratio ที่มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 10 - 11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบมังคุดตำแหน่งภายในทรงพุ่มมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงค่อนข้างต่ำ โดยการให้แสง LED สีขาว (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ตั้งแต่ 6.00 – 18.00 น มีประสิทธิภาพสังเคราะห์แสงในรอบวันที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิที่เวลา 10:00 – 14:00 น. เท่ากับ 0.71 – 1.19 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีอัตราสังเคราะห์แสงลดลงจนติดลบ

**คำสำคัญ:** มังคุด; อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ; แสงแอลซีดี

**Abstact**: Adding LED light on mangosteen plants is another promising way tend to increase the photosynthetic efficiency of mangosteen. It was aim to the using of LED light on photosynthesis and accumulation in leaves of mangosteen which was conducted in Chanthaburi Horticultural Research Center, Chanthaburi Province and Horticultural Research Institute during October 2020 to September 2021. The experiment consists of 5 treatments and 4 replications in RCB including 1) control (no light adding) 2) add LED light (daylight) 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ from 6 am.-12 am. 3) add LED light (daylight) 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ from 12 am.-6 pm. 4) add LED light (daylight) 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ from 6 am.-6 pm. and 5) add LED light (daylight) 200 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ from 6 am.-3 pm. The results showed the light saturation point of leaves outside the canopy was approximately to 100 - 200 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ and leaves inside the canopy was approximately to 50 - 100. μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ and providing LED light for a period of 3 months. The result of leaves outside canopy, it was found that the addition light inside the canopy by LED daylight (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) from 6 am – 12 am. showed the higher photosynthesis rate that was 3.80– 4.01 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ and the C/N Ratio after the light added was increased by 10 - 11%. Leaves inside canopy showed the net photosynthesis rate is quite low which the addition light inside the canopy by LED daylight (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) from 6 am – 6 pm. showed the higher of the net photosynthesis rate that was 0.71 - 1.19 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$, while the other treatments showed the net photosynthetic rate reduced to the point of being negative.

[*] Corresponding author: drparichart.doa@gmail.com

**Keywords:** mangosteen; the net photosynthesis rate; LED light.

**บทนำ**

การผลิตมังคุดให้มีคุณภาพและมีปริมาณตรงตามความต้องการของตลาด ยังไม่สามารถจัดการได้อย่างครอบคลุม ทั้งทางด้านการจัดการเพื่อให้มีการออกดอกหรือเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเวลาที่ต้องการ โดยเฉพาะช่วงเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างกระจุกตัวในช่วงสั้นๆ ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดในช่วงเวลาเดียวกันเป็นจำนวนมาก ราคาที่ขายได้จึงค่อนข้างต่ำไม่คุ้มกับการลงทุนของเกษตรกร การออกดอกของมังคุดมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย และสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ปัจจัยภายใน ประกอบด้วย อายุของตายอดไม่น้อยกว่า 9 สัปดาห์หลังการแตกใบอ่อนชุดสุดท้าย ต้นมังคุดมีการสะสมอาหารที่มากพอและต้องมีสภาพความสมบูรณ์ค่อนข้างดี สังเกตได้จากต้นมังคุดจะมีใบดกหนาแน่นเต็มต้น ใบสีเขียวสดใส ขนาดใบใหญ่สมบูรณ์ แผ่นใบแผ่กว้าง ไม่มีร่องรอยการทำลายของโรคแมลง และปัจจัยภายนอกคือสภาพแวดล้อม (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2545) แสง หนึ่งในปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อพัฒนาการของพืช เพราะมีผลต่อการสังเคราะห์แสง ในปัจจุบันมีการนำแสง LED (Light Emitting Diodes) มาปรับใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจาก LED มีข้อดีคือ มีอายุการใช้งานนาน ประหยัดพลังงาน ปลดปล่อยความร้อนน้อย และสามารถกำหนดช่วงแสงได้ตามความต้องการ ส่วนการใช้แสง LED สีแดง หรือ สีแดงผสมกับสีน้ำเงิน มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่ได้ นอกจากนี้มีการใช้แสง LED เพื่อชักนำการออกดอกในพืช พบว่า แสงสีน้ำเงิน และ สีแดง ส่งผลในการยับยั้งการยืดยาวของยอด ในขณะที่แสงสีแดงมีผลการสร้างพลังงาน การสังเคราะห์แสง ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาของดอกในพิทูเนีย (Gautam et al., 2015; Fukuda et al., 2016) ส่วนในลิ้นมังกร การให้แสงร่วมกันระหว่าง แสงสีแดง สีน้ำเงิน และแสงสีแดงไกล สามารถเพิ่มการออกดอกได้ (Park and Runkle, 2017) ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้ได้มีการนำแสงสีขาวหรือแสงที่ตามองเห็นนั้นจะเกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน และฟาร์เรด สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตพืชได้ (Massa et al., 2008) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้แสง LED สีขาว ที่มีต่อการสังเคราะห์แสงและการสะสมอาหารของใบมังคุด เพื่อใช้ประโยชน์เป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มการสะสมอาหารและเพิ่มความสมบูรณ์ของต้นมังคุดให้เพียงพอต่อการชักนำและออกดอกของมังคุด ทำให้เกษตรกรมีการวางแผนจัดการการผลิตมังคุดอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

**วิธีการศึกษา**

ดำเนินการโดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) ต้นมังคุด 1 ต้นต่อหน่วยการทดลอง มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี 1 วิธีควบคุม (control) ไม่มีการให้แสงเพิ่ม

กรรมวิธี 2 ให้แสง LED สีขาว (100μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) 6 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ 6.00 – 12.00 น

กรรมวิธี 3 ให้แสง LED สีขาว (100μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) 6 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ 12.00 – 18.00 น.

กรรมวิธี 4 ให้แสง LED สีขาว (100μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) 12 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ 6.00 – 18.00 น.

กรรมวิธี 5 ให้แสง LED สีขาว (200μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) 8 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่ 6.00 – 15.00 น.

วิธีดำเนินงานโดยคัดเลือกต้นมังคุด อายุ 8-10 ปี จำนวน 20 ต้น เตรียมต้นมังคุดให้มีความสมบูรณ์และดำเนินการติดตั้งหลอดไฟ LED สีขาว (เดย์ไลท์) 18 วัตต์ ตามกิ่งภายในทรงพุ่มจำนวน 6-8 หลอด ให้ได้ความเข้มแสงภายในทรงพุ่มเฉลี่ย 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และจำนวน 10-12 หลอด ให้ได้ความเข้มแสงภายในทรงพุ่มเฉลี่ย 200 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$

การศึกษาการตอบสนองต่อแสงของต้นมังคุดทดลอง ด้วยการหาความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงถึงจุดอิ่มตัว (light saturation point) หลังจากนั้นเริ่มทำการทดลองด้วยการ tag กิ่งมังคุดในตำแหน่งใบที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ (นอกทรงพุ่ม) และใบใกล้เคียงกันที่อยู่ด้านในทรงพุ่มที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง (ในทรงพุ่ม) คัดเลือกใบในตำแหน่งที่ 2 ของชุดใบเพสลาด ที่มีความสม่ำเสมอของอายุและความสมบูรณ์เพื่อทำการวัดอัตราสังเคราะห์แสงโดยใช้เครื่องวัดการสังเคราะห์แสงรุ่น LI-6400 Portable Photosynthesis System (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA) ตามตำแหน่งใบของกิ่งที่ได้ tag ณ เวลาต่างๆ ในรอบวัน ก่อนดำเนินการเปิดไฟและหลังการจัดการกรรมวิธีทุก 30 วัน เพื่อศึกษาการสังเคราะห์แสงภายในต้นมังคุด ดำเนินการเปิดไฟตามช่วงเวลาที่วางแผนแต่ละกรรมวิธีเป็นระยะเวลานาน 3 เดือน ทำการบันทึกข้อมูลสำคัญ ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสง การเปิดปิดปากใบ ช่วงเวลาออกดอกและจำนวนผลผลิต และเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตกับไนโตรเจน (C/N Ratio) การศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาที่แปลงมังคุด ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี อ.ขลุง จ.จันทบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง กันยายน 2564

**ผลการศึกษา**

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงในระยะเวลาต่างๆ ในรอบวัน ของใบมังคุดตำแหน่งใบที่ได้รับแสงแดด (นอกทรงพุ่ม) พบว่า อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 100 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ จากนั้นพบว่ามี อัตราเพิ่มลดลงเมื่อความเข้มแสงเพิ่มจาก 100 จนถึง 200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และมีอัตราคงที่ แม้ว่าจะมีระดับความแสงเพิ่มขึ้น **(Figure 1)** ส่วนใบมังคุดที่อยู่ในตำแหน่งในร่มเงาไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง (ในทรงพุ่ม) พบว่า อัตราสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 50 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ จากนั้นอัตราเพิ่มลดลงเมื่อความเข้มแสงเพิ่มจาก 50 จนถึง 100 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และมีอัตราคงที่ แม้ว่าจะมีระดับความแสงเพิ่มขึ้นก็ตาม **(Figure 1)**

ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเมื่อทำการเพิ่มแสง LED สีขาว ตามกรรมวิธี พบว่า หลังจากมีการจัดการตามกรรมวิธีเป็นระยะเวลา 3 เดือน กรรมวิธีที่มีการให้แสงมีแนวโน้มของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน ค่าชักนำปากใบและค่าอัตราการคายน้ำมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการให้แสง สำหรับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในใบตำแหน่งนอกทรงพุ่ม พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการให้แสงจะมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นตั้งแต่เวลา 8:00 น. เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดและเริ่มลดลง จนถึงเวลา 16:00 น. ซึ่งค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงจนติดลบ โดยกรรมวิธีที่ให้แสง LED สีขาว (100 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) 6 ชั่วโมงต่อวัน (ตั้งแต่ 6.00 – 12.00 น) มีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันสูงที่สุด โดยในช่วงเวลา 10.00 -14.00 น. มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงอยู่ในปริมาณที่สูงที่สุดโดยอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ เท่ากับ 3.80– 4.01 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ โดยช่วงเวลาที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุด คือ เวลา 12:00 น. เท่ากับ 4.01 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ การให้แสง LED สีขาว (100 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) 12 ชั่วโมงต่อวัน (ตั้งแต่ 6.00 – 18.00 น) มีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันสูงที่สุด โดยในช่วงเวลา 10:00 – 14:00 น. เท่ากับ 2.70 – 3.58 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ส่วนค่าชักนำปากใบในรอบวัน และอัตราการคายน้ำมีผลการทดลองที่ไปทางเดียวกัน พบว่า กรรมวิธีที่มีการให้แสงมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าที่สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ให้แสง **(Figure 2)**

สำหรับใบมังคุดตำแหน่งในทรงพุ่ม พบว่า ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงค่อนข้างต่ำ โดยมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 1 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ซึ่งในกรรมวิธีที่มีการให้แสง พบว่า การให้แสง LED สีขาว (100$\mu molm^{-2}s^{-1}$) 12 ชั่วโมงต่อวัน (ตั้งแต่ 6.00 – 18.00 น) มีประสิทธิภาพสังเคราะห์แสงในรอบวันที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิที่เวลา 10:00 – 14:00 น. เท่ากับ 0.71 – 1.19 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีอัตราสังเคราะห์แสงลดลงจนติดลบ **(Figure 3)**

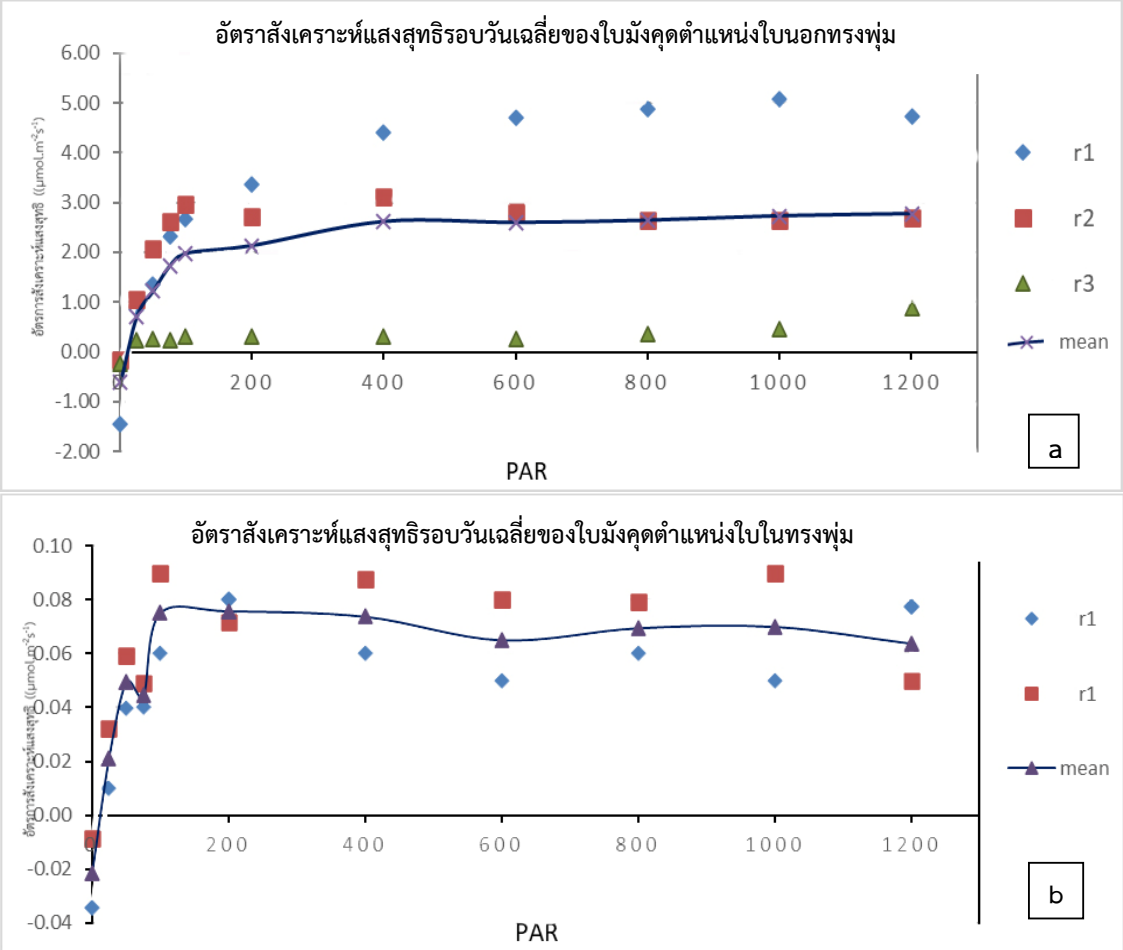


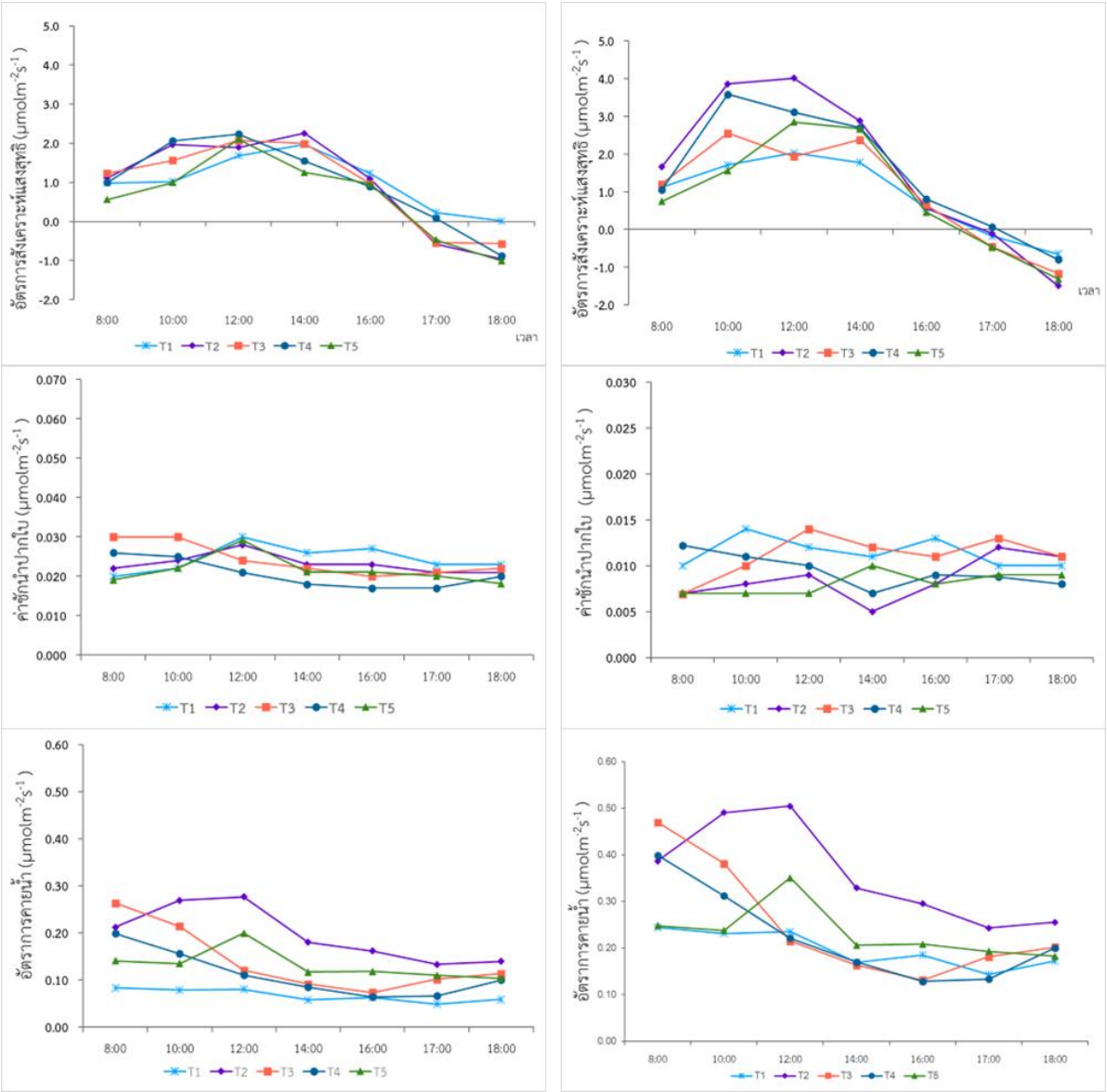

**Figure 1** The light response curve of Mangosteen leaves in the outside canopy leaves (a) and inside canopy leaves (b) in November 2020 at Chanthaburi Horticultural Research center, Chanthaburi.

เมื่อนำใบมังคุดมาวิเคราะห์หลังจากที่มีการเพิ่มปริมาณแสงให้ต้นมังคุดเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ในปี 2563 และปี 2564 มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตกับไนโตรเจน (C/N Ratio) ที่เพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยการให้แสง LED สีขาว (100 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) 6 ชั่วโมงต่อวัน (ตั้งแต่ 6.00 – 12.00 น) มีค่าเฉลี่ยของ C/N ratio ที่มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 10 - 11 เปอร์เซ็นต์ **(Table 1)**

**Table 1** C/N Ratio and Total Nitrogen of mangosteen leaves that received increased light during different periods of time in 2020 and 2021

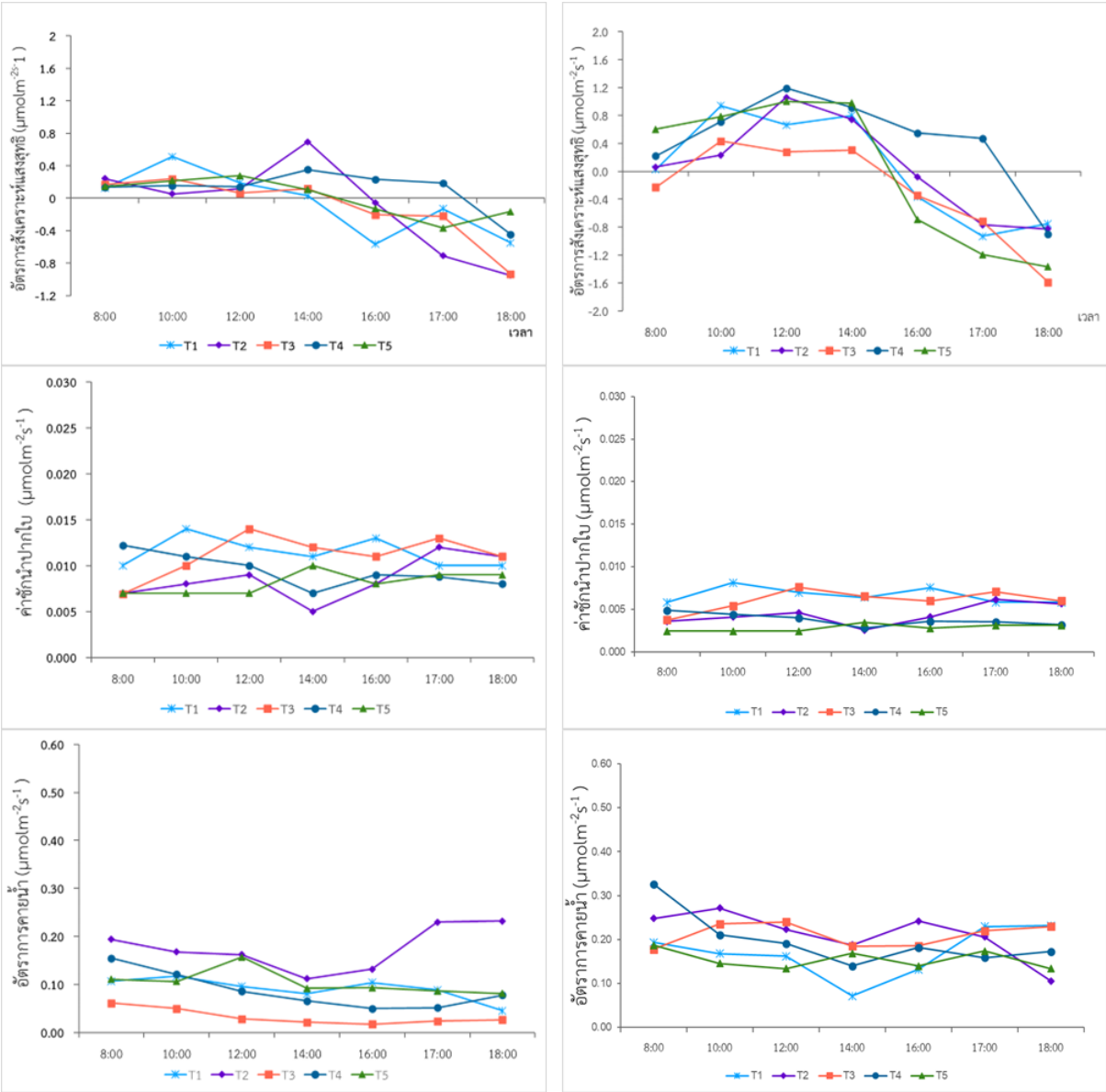
| Treatment | Year 2020 | | | | | Year2021 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C/N Ratio | | | Total N (%) | | C/N Ratio | | | Total N (%) | |
| | * Pre. | ** Post. | % Increased | * Pre. | ** Post. | * Pre. | ** Post. | % Increased | * Pre. | ** Post. |
| T1 | 40 | 41 | 2.5 | 1.37 | 1.29 | 37 | 38 | 2.7 | 1.64 | 1.45 |
| T2 | 40 | 44 | 10.0 | 1.37 | 1.2 | 36 | 40 | 11.1 | 1.55 | 1.25 |
| T3 | 41 | 43 | 4.9 | 1.26 | 1.2 | 38 | 39 | 2.6 | 1.55 | 1.38 |
| T4 | 39 | 41 | 5.1 | 1.37 | 1.32 | 38 | 41 | 7.9 | 1.58 | 1.2 |
| T5 | 39 | 42 | 7.7 | 1.4 | 1.23 | 36 | 39 | 8.3 | 1.6 | 1.28 |

* Pre. : Pre-Treatment, **Post. : Post-Treatment




ก่อนการจัดการตามกรรมวิธี หลังการจัดการตามกรรมวิธี 3 เดือน

**Figure 2** Daily Net Photosynthesis rates, Stomatal conductance and transpiration rates of the outside canopy leaves of mangosteen after treatment 3 months at Chanthaburi Horticultural Research center, Chanthaburi, 2020-2021




ก่อนการจัดการตามกรรมวิธี หลังการจัดการตามกรรมวิธี 3 เดือน

**Figure 3** Daily Net Photosynthesis rates, Stomatal conductance and transpiration rates of the inside canopy leaves of mangosteen after treatment 3 months at Chanthaburi Horticultural Research center, Chanthaburi, 2020-2021

**วิจารณ์ผลการทดลอง**

จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงของใบมังคุดตำแหน่งนอกทรงพุ่ม พบว่ามีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดที่ค่อนข้างมีค่าต่ำอยู่ที่ 3.80 – 4.01 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ในช่วงเวลา 10.00 -14.00 น. และความเข้มแสงอิ่มตัวที่ทำให้ใบมังคุดมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงเต็มที่ มีระดับต่ำที่ประมาณ 200 μmol m$^{-2}$s$^{-1}$ ซึ่งสอดคล้องกับ สายัณต์ และ และพรรณี (2550) ที่รายงานว่า ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบมังคุดมีค่านำไหลของปากใบที่ค่อนข้างต่ำอยู่ที่ 118 mmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิที่ต่ำ อยู่ที่ 7.5 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และความเข้มแสงที่ทำให้ใบมังคุดมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิสูงเต็มที่ (ความเข้มแสงอิ่มตัว) มีระดับต่ำที่ประมาณ 230 μmolPPF m$^{-2}$s$^{-1}$ ในขณะที่การเพิ่มแสง LED ให้กับต้นมังคุดมีแนวโน้มว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของมังคุดถึงแม้ว่ามีความแตกต่างกันไม่มาก และผลการทดลองที่ใบมังคุดตำแหน่งนอกทรงพุ่มจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงกว่าใบในตำแหน่งในทรงพุ่มในทุกกรรมวิธี ทั้งนี้อาจเป็นจากที่มังคุดมีอัตราการสังเคราะห์ที่ค่อนข้างต่ำแม้ว่ามีความเข้มแสงที่สูง เหมือนรายงานการศึกษาการสังเคราะห์แสงของต้นกล้ามังคุดอายุ 2 ปี ที่ปลูกอยู่ในโรงเรือนที่มีการจัดการความเข้มแสงแตกต่างกัน (250, 500 และ 1,400 μmol m$^{-2}$s$^{-1}$ ) ในวันที่แสงแดด

เต็มที่ท้องฟ้าไม่มีเมฆปกคลุม แต่ใบมังคุดยังมีอัตราการสังเคราะห์สูงสุดจะใกล้เคียงกันมาก ประมาณ 3.70 – 4.1 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ (Wiebel et al.,1994) ซึ่ง เสริมสุข และ สุขวัฒน์ (2544) ได้สรุปการศึกษาการสังเคราะห์ของมังคุดว่า มังคุดมีนิสัยการสังเคราะห์แสงและสัณฐานวิทยาของใบที่ทนทานและสามารถเจริญเติบโตในที่ที่มีระดับความเข้มแสงได้ขณะเดียวกันก็สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตในที่กลางแจ้งได้ อย่างไรก็ตามการให้แสง LED สีขาว (100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$) ในระยะเวลา 3 เดือน มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของ C/N ratio หมายถึงการสะสมอาหารที่มากขึ้น เช่นเดียวกับ ธีรวุฒิ และคณะ (2564) ที่มีการจัดการด้วยการเพิ่มแสง LED สีขาว และ LED สีน้ำเงิน และการพ่นด้วยแมกนีเซียม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในใบมังคุดและเพิ่มองค์ประกอบ เช่น ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี แคโรทีนอยด์ ปริมาณน้ำตาลที่สะสมในใบ รวมถึงธาตุอาหารภายในใบ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ได้

**สรุปผลการทดลอง**

อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดของใบมังคุดระยะเพสลาดตำแหน่งนอกทรงพุ่มที่มีระดับความเข้มแสงอิ่มตัวมีค่าเท่ากับ 100 – 200 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และใบในทรงพุ่ม มีค่าเท่ากับ 50 – 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และในใบที่มีการให้แสง LED สีขาว ที่มีช่วงแสงประมาณ 100 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ในช่วงเวลาตั้งแต่ 6.00 – 12.00 น มีช่วงเวลาที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงที่สุด คือ เวลา 12:00 น. เท่ากับ 4.01 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ และผลการวิเคราะห์ใบมีค่าเฉลี่ยของ C/N ratio มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 10 - 11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบมังคุดตำแหน่งภายในทรงพุ่มแสดงถึงประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงค่อนข้างต่ำ โดยการให้แสง LED สีขาว ในช่วงเวลาตั้งแต่ 6.00 – 18.00 น มีประสิทธิภาพสังเคราะห์แสงในรอบวันที่มีแนวโน้มดีที่สุด โดยมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิที่เวลา 10:00 – 14:00 น. เท่ากับ 0.71 – 1.19 μmolm$^{-2}$s$^{-1}$ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีอัตราสังเคราะห์แสงลดลงจนติดลบ

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณ คุณศศิมา เมืองแก้ว นักวิชาการเกษตรชำนาญการเกษตร คุณศิริกาญจน์ เพ็ชรศิริ ตลอดจนนักวิชาการเกษตรลูกจ้างของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีที่ช่วยปฏิบัติงานทดลองจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล, ชมภู จันที, มาลัยพร เชื้อบัณฑิต, ปาริชาติ พจนศิลป์ และศิริกาญจน์ เพ็ชรศิริ. 2562. การเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงและการสะสมอาหารในใบมังคุด. เอกสารการประชุมวิชาการสถาบันวิจัยพืชสวนประจำปี 2564. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2545. เทคโนโลยีการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. กรมวิชาการเกษตร

สุนทรี ยิ่งชัชวาล และ พรรณี ชื่นนคร. 2550. ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของมังคุดของจันทบุรี. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

เสริมสุข สลักเพ็ชร์ และสุขวัฒน์ จันทรปรรณิก. 2544. การสังเคราะห์แสงของต้นมังคุด. การประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 1.โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพมหานคร

Fukuda, N., C. Ajima, T. Yukawa, and J.E. Olsen. 2016. Antagonistic action of blue and red light on shoot elongation in petunia depends on gibberellin, but the effects on flowering are not generally linked to gibberellin. Environmental and Experimental Botany. 121:102-111.

Gautam, P., M.T. Terfa, J.E. Olsen, and S. Torre. 2015. Red and blue light effects on morphology and flowering of Petunia × hybrid. Scientia Horticulturae. 184:171-178.

Massa, G.D., H.-H. Kim, R.M. Wheeler, and C.A. Mitchell. 2008. Plant productivity in response to LED lighting. Hort Science. 43: 1951–1956.

Park, Y., and E.S. Runkle. 2017. Far-red radiation promotes growth of seedlings by increasing leaf expansion and whole-plant net assimilation. Environ. Journal of Experimental Botany. 136: 41–49.

Wiebel, J., E.K. Chacko, W.J.S. Downton, and P. Ludders. 1994. Influence of irradiance on photosynthesis, morphology and growth of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) seedlings. Tree Physiology. 14: 263-274

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของกล้าผักบางชนิด

# Effects of growing media on growth of some vegetable seedling

**ชัชวาล แสงฤทธิ์[1*], กาญจนา กาญบุตร[1] และ ธนาภา ลิมป์ประเสริฐ[1]**
**Chadchawarn Sangrit[1*], Kanjana Kanyabutt[1] and Thanapa Limprasert[1]**
[1] *สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม 103 ต. ขามเฒ่า อ. เมือง จ. นครพนม 48000*
[1] *Section of Plant Science Faculty of Agriculture and Technology Nakhon Phanom University 103, Khamtao, Muang, Nakhon Phanom, 48000*

**บทคัดย่อ:** การผลิตต้นกล้าที่สมบูรณ์และแข็งแรง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพที่ดี โดยเฉพาะพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง เช่น พืชผัก ในการเพาะกล้าเพื่อให้ได้ต้นกล้าที่แข็งแรง วัสดุเพาะกล้าจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด สำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นกล้านั้น มีความจำเป็นที่จะต้องหาวัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยทำการทดลองวัสดุเพาะกล้าสูตรต่าง ๆ แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วยวัสดุเพาะ 17 สูตร จำนวน 4 ซ้ำ ทดลองในแตงกวา เมล่อน มะเขือเทศ และพริก จากการทดลอง พบว่า สูตร T6 (พีทมอส + ถ่านแกลบ 1:1) มีค่าความสูงสูงสุด (3.08-4.71 ซม.) ขนาดลำต้น (1.32-2.28 มม.) ความยาวใบ (1.99-3.51 ซม.) ความกว้างใบ (1.02-3.21 ซม.) น้ำหนักต้นสด (0.47-1.73 กรัม) น้ำหนักรากสด (0.07-0.46 กรัม) น้ำหนักต้นแห้ง (0.04-0.14 กรัม) น้ำหนักรากแห้ง (0.02-0.03 กรัม) ปริมาณแคโรทีนอยด์รวม (1.45-8.96 $mg.g^{-1}$) คลอโรฟิลล์ A (0.22-1.13 $mg.g^{-1}$) และคลอโรฟิลล์ B (0.60-2.32 $mg.g^{-1}$) เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุการค้า สูตร T1 (พีทมอส) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามวัสดุเพาะกล้าที่มีส่วนผสมของถ่านแกลบหรือปุ๋ยคอกในสัดส่วนที่เท่ากัน มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโต ปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นกล้าเพิ่มขึ้น
**คำสำคัญ:** วัสดุปลูก; กล้าผัก; การเจริญเติบโต

**ABSTRACT:** Production of healthy and vigorous seedling is important factor successful yield and quality. In raising a vegetable healthy seedling, growing media is the most important factors for growth and development of seedling. Therefore, it is necessary to find out an appropriate growing media to promote seedling growth. The experiment consisted of 17 growing media which were laid in a Completely Randomized Design (CRD) and replicated 4 times on cucumber, melon, tomato and chili. The results showed that T6 (Peat-moss + rice husk charcoal; 1:1) had the highest of plant height (3.08-4.71 cm), stem width (1.32-2.28 mm), leaves length (1.99-3.51 cm), leaves width (1.02-3.21 cm), plant fresh weight (0.47-1.73 g), root fresh weight (0.07-0.46 g), plant dry weight (0.04-0.14 g), root dry weight (0.02-0.03 g), carotenoid (1.45-8.96 $mg.g^{-1}$), chlorophyll A (0.22-1.13 $mg.g^{-1}$) and chlorophyll B (0.60-2.32 $mg.g^{-1}$) compared to commercial media T1 (peat-moss), respectively, while root dry weight and chlorophyll B content of tomato seedling were not significant of all treatment investigated. Growing media containing mixture of equal proportion of rice husk charcoal or manure gave the trends to promote growth and chlorophyll content of seedling.
**Keywords:** substrate media; vegetable seedling; growth and development

## บทนำ

ในการผลิตพืชมูลค่าสูงที่ใช้ระบบการย้ายกล้า โดยเฉพาะพืชผักในตระกูลพริก-มะเขือเทศ แตงกวา เป็นต้น เป็นพืชกลุ่มที่มีราคาเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างแพง วัสดุเพาะกล้าเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพหลังย้ายกล้า ต้นกล้าที่เพาะในวัสดุที่เหมาะสมทำให้ได้ต้นกล้าที่มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอ และลดความเสียหายของต้นกล้า วัสดุเพาะกล้าที่ใช้ในปัจจุบันมีหลากหลายชนิด และส่วนมากเป็นวัสดุนำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาแพง บางครั้งหาซื้อได้ค่อนข้างยาก (Yilmaz et al., 2014) ดังนั้นการได้วัสดุเพาะกล้าที่ดีเหมาะต่อการเจริญเติบโตจากเศษวัสดุในท้องถิ่น สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ วัสดุเหลือใช้ในทางการเกษตรเป็นทางเลือกหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยม มีราคาถูกและจัดหาได้ง่าย เช่น แกลบเผา เป็นต้น สามารถนำมาพัฒนาเป็นสูตรวัสดุเพาะกล้าและส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ (Olle et al., 2012) แต่วัสดุที่นำมาใช้แต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโต (Mathowa et al., 2017) ถ่านชีวภาพ (biochar) เป็นอีกวัสดุหนึ่งมีการนำมาใช้ในการบำรุงความอุดมสมบูรณ์ มีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณสมบัติโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติ เช่น ความพรุน พื้นที่ผิว ความแน่นของประจุ และปริมาณธาตุที่

* Corresponding author: chdhort@npu.ac.th

เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง สามารถเก็บกักความชื้นในดิน ค่า Cation Exchange Capacity (CEC) สูง รักษาระดับ pH ให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (เสาวคนธ์, 2556; Manenoi et al., 2009) ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวัสดุที่จัดหาได้ง่ายในท้องถิ่นและราคาถูก ทดแทนวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศ และสามารถใช้เป็นสูตรของวัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี

**วิธีการศึกษา**

ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ผัก 4 ชนิด ได้แก่ 1) แตงกวา พันธุ์ชินจัง 2) เมล่อน พันธุ์ฮันนี่ดิวน์ 3) มะเขือเทศ พันธุ์ลูกท้อ และ 4) พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ พันธุ์จินดา เนื่องจากเป็นพืชผักที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ในถาดเพาะขนาด 104 หลุม ก่อนเพาะลงถาดหลุม นำเมล็ดแช่ในน้ำอุ่นนาน 15 นาที นำเมล็ดจัดเรียงในกล่องเพาะที่มีกระดาษสำหรับเพาะเมล็ดผสมยากันรา (แมนโคเซบ) และปิดผาสนิท หลังจากเมล็ดงอกราก (radicle) นำไปเพาะในถาดที่มีวัสดุเพาะกล้าต่างกัน และนำไปไว้ในโรงเรือนสำหรับเพาะกล้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 17 ตำรับทดลอง (Treatment) 4 ซ้ำ (Replication) ซ้ำละ 15 ต้น วัสดุเพาะกล้า 17 สูตร (สัดส่วนปริมาตรโดยปริมาตร; V/V) ได้แก่ T1 วัสดุเพาะกล้าการค้า (พีทมอส) ยี่ห้อ Kenkila, T2 ถ่านแกลบ, T3 ขุยมะพร้าว, T4 แกลบดิบ, T5 ปุ๋ยคอก (ปุ๋ยมูลโคแห้ง), T6 พีทมอส+ถ่านแกลบ อัตรา 1:1, T7 พีทมอส+ถ่านแกลบ อัตรา 1:2, T8 ถ่านแกลบ+ขุยมะพร้าว อัตรา 1:1, T9 ถ่านแกลบ+ขุยมะพร้าว อัตรา 1:2, T10 ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:1, T11 ถ่านแกลบ+ขุยมะพร้าว+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:1:1, T12 ถ่านแกลบ+แกลบดิบ+ขุยมะพร้าว อัตรา 1:1:1, T13 ถ่านแกลบ+ขุยมะพร้าว+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:2:1, T14 ถ่านแกลบ+ขุยมะพร้าว+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:2:0.5, T15 ถ่านแกลบ+แกลบดิบ+ขุยมะพร้าว อัตรา 1:1:2, T16 ถ่านแกลบ+แกลบดิบ+ขุยมะพร้าว+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:1:1:1 และ T17 ถ่านแกลบ+แกลบดิบ+ขุยมะพร้าว ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:1:2:0.5

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วันหลังเพาะกล้า (ใบจริง 2-3 ใบ) ดังนี้ ความสูงต้น (เซนติเมตร) ความกว้างของลำต้น (มิลลิเมตร) ความกว้างใบ (เซนติเมตร) (วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของใบจริงที่แผ่ขยายเต็มที่) ความยาวใบ (เซนติเมตร) วัดจากก้านใบจริงที่แผ่ขยายเต็มที่ไปจนถึงปลายใบ หลังจากนั้นนำต้นกล้าล้างรากให้สะอาด แล้วชั่งน้ำหนักต้นสดทั้งต้น (กรัม) น้ำหนักรากสด (กรัม) น้ำหนักต้นและรากแห้ง (กรัม) นำต้นกล้าไปอบในตู้อบรมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ ทำการสกัด และวัดปริมาณด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความเข้มแสง 633 นาโนเมตร (nm) และ 645 นาโนเมตร (nm) ตามวิธีการของ Dere et al. (1998) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะด้วยวิธี Least significant difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

**ผลการศึกษา**

จากการทดลองสูตรวัสดุเพาะกล้า 17 สูตร กับแตงกวา เมล่อน มะเขือเทศ พันธุ์ลูกท้อ และพริกจินดา ดังนี้ ความสูงต้นกล้า พบว่า ต้นกล้าแตงกวา เมล่อน มะเขือเทศ พันธุ์ลูกท้อ และพริกจินดา ที่เพาะด้วยสูตรควบคุม T1 (พีทมอส) มีความสูงมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากวัสดุผสมสำหรับต้นกล้าแตงกว่า T7 (พีทมอส + ถ่านแกลบ อัตรา 1:2) มีความสูงเฉลี่ย 5.42 ซม. กล้าเมล่อน ในวัสดุเพาะกล้าสูตร T6 และ T7 มีค่าเฉลี่ย 4.17 และ 4.79 ซม. และต้นกล้าพริกที่เพาะในสูตร T6 และ T10 มีความสูงที่สุด (3.08 และ 2.99 ซม. ตามลำดับ) ซึ่งมีลักษณะการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันในลักษณะขนาดลำต้น ซึ่งพบว่า ต้นกล้าแตงกวา มีขนาดลำต้นมากที่สุดในวัสดุสูตร T6 และ T7 (2.28 และ 2.36 มม.) ต้นกล้าเมล่อน ในวัสดุสูตร T6, T7, T10, T11, T14 และ T15 (เฉลี่ย 2.12-2.53 มม.) กล้ามะเขือเทศ มีขนาดต้นกล้าสูงสุดในวัสดุสูตร T5 และ T16 มีค่าเฉลี่ย 1.64 และ 1.81 มม. และกล้าพริกมีขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงสุดในวัสดุเพาะกล้าสูตร T6 มีค่าเฉลี่ย 1.32 มม. ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากวัสดุสูตร T1 ขนาดของใบ พบว่า ความยาวใบ และกว้างใบของต้นกล้าแตงกวา และเมล่อนมีความยาวใบสูงสุดในวัสดุสูตร T1 สำหรับกล้ามะเขือเทศและพริกมีความยาวใบและกว้างใบมีการเจริญเติบโตที่ดีเป็นไปในแนวทางเดียวกันที่วัสดุสูตร T6, T7 และ T16 **(Table 1 and 2)** สำหรับน้ำหนักต้นสดและน้ำหนักแห้งส่วนของต้นกล้า พบว่า น้ำหนักต้นสดของกล้าแตงกวาและมะเขือเทศ มีน้ำหนักสดของต้นกล้าสูงสุดในวัสดุสูตร T1 และ T6 (2.04 และ 1.73 ก., 0.71 และ 0.61 ก. ตามลำดับ) ในขณะที่กล้าเมล่อน และพริก มีน้ำหนักสดของต้นกล้าสูงสุดในวัสดุสูตร T1 มีค่าเฉลี่ย 2.18 ก. และ 0.60 ก. ตามลำดับ น้ำหนักต้นแห้งของกล้าแตงกวามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด คือ สูตร T1 และ T7 (0.18 และ 0.15 ก.) กล้าเมล่อนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด คือ สูตร T1 (0.19 กรัม) กล้ามะเขือเทศ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด คือ สูตร T16 (0.07 ก.) และกล้าพริกมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด คือ สูตร T1 และ (0.05 และ 0.04 กรัม ตามลำดับ) สำหรับส่วนรากของต้นกล้า พบว่า น้ำหนักรากสด และน้ำหนักรากแห้งของต้นกล้าแตงกวา เมล่อน มะเขือเทศ และพริก จะมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักรากสดและแห้งสูงที่เพาะในวัสดุ สูตร T6 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวม พบว่า การพัฒนาของสารรงควัตถุของต้นกล้าเกือบทุกชนิดมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสูงในกล้าที่เพาะในวัสดุ สูตร T6, T7, T12, T15 และ T16 เช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ A และ B ต้นกล้าที่เพาะในวัสดุสูตร T3, T4, T6, T13, T14, T15, T16 และ T17 มีประมาณเฉลี่ยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพาะในวัสดุควบคุม (T1) **(Table 3)**

**วิจารณ์**

จากวัสดุเพาะกล้าทั้ง 17 สูตร กับพริก มะเขือเทศ เมล่อน และแตงกวา พบว่า สูตรวัสดุเพาะกล้าที่ทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ T6 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะกล้าการค้า T1 (พีทมอส) ซึ่งวัสดุเพาะกล้าสูตร T6 ประกอบด้วย สัดส่วน พีทมอส + ถ่าน

แกลบ อัตรา 1:1 ทำให้ต้นกล้ามีขนาดลำต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักต้นแห้ง ทั้งนี้พีทมอสและถ่านแกลบมีคุณสมบัติน้ำหนักเบา ความพรุน อุ้มน้ำ ระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดี แต่อย่างไรก็ตามสูตรที่ให้การเจริญเติบโตของต้นกล้า ไม่มีความแตกต่างหรือมีการเจริญเติบโตรองลงมา คือ T7 และ T14 ซึ่งสูตรดังกล่าวประกอบไปด้วย (พีทมอส+ถ่านแกลบ อัตรา 1:2) และ (ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:1) ตามลำดับ โดยสัดส่วนที่มีคุณสมบัติของถ่านแกลบ สามารถเพิ่มปริมาณความเป็นประโยชน์ของไอออนในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้นและช่วยเก็บน้ำ เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้ถ่านแกลบยังมีคุณสมบัติในการช่วยเพิ่มความจุในการดูดซับธาตุอาหารในดินเช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และไนโตรเจน (เสาวคนธ์, 2556) และสัดส่วนของปุ๋ยคอก มีอินทรียวัตถุอยู่ในปริมาณสูง ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์รวม คลอโรฟิลล์ A และ B มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยสูตรวัสดุเพาะที่มีเป็นส่วนประกอบถ่านแกลบและปุ๋ยคอก (T13, T15, T16 และ T17) จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม คลอโรฟิลล์ A และ B สูง มีค่าระหว่าง 0.51-6.44 0.29-1.04 และ 0.81-2.51 $mg.g^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยคอกมีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งมีส่วนต่อองค์ประกอบของรงควัตถุในการสังเคราะห์แสง (Mohmaud et al., 2019)

## สรุป

จากการทดลอง พบว่า วัสดุเพาะสูตรที่มีส่วนประกอบของถ่านแกลบ (T6; พีทมอส+ถ่านแกลบ 1:1) มีลักษณะการเจริญเติบโตของกล้าพริก เมล่อน และแตงกวา โดยมีลักษณะของความกว้างลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง ปริมาณแคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ A และ คลอโรฟิลล์ B สูง เช่นเดียวกับวัสดุเพาะกล้า T1 เพียงอย่างเดียว (พีทมอส) สำหรับกล้ามะเขือเทศ เจริญเติบโตได้ดีในสูตร T16 (ถ่านแกลบ+แกลบดิบ+ขุยมะพร้าว+ปุ๋ยมูลโคแห้ง อัตรา 1:1:1:1) ดังนั้นวัสดุปลูกสำหรับ ที่มีถ่านแกลบเป็นวัสดุสามารถเป็นส่วนผสมของวัสดุที่ดี เนื่องจากคุณสมบัติในการรักษาความชื้นได้ดี และมีความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารและส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดิน

## เอกสารอ้างอิง

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2556. ถ่านชีวภาพ:การกักเก็บคาร์บอน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 31(1): 104-113.

Dere, Ş., T. Güneş, and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll-A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. Botany. 22: 13-16.

Manenoi, A., W. Tamala, A. Tunsungnern, and P. Amassa. 2009. Evaluation of an On-Farm Organic growing media on the growth and development of pepper seedlings. Asian Journal of Food and Agro-Industry. Supplementary: 75-80.

Mathowa, T., K. Tshipinare, W. Mojeremane, G.M. Legwaila, and Oagile, O. 2017. Effect of growing media on growth and development of sweet paper (*Capsicum annum* L.) seedlings. Journal of Applied Horticulture, 19(3): 200-204.

Mohmaud, T. Sh. M., E. K. Nabila, M. S. A. Rayya, and R. A. Eira. 2019. Effects of planting dates and different growing media on seed germination and growth of pistachio seedling. Bulletin of the National Research Centre. 43(113): https://doi.org/10.1186/s42269-019-0176-9

Olle, M., M. Ngouajio, and A. Siomos. 2012. Vegetable Quality and Productivity as Influenced by Growing Medium: a Review. Emdirbysté=Agriculture. 99(4): 399–408.

Yilmaz, E., Í. Sönmez, and H. Demir. 2014. Effects of Zeolite on Seedling Quality and Nutrient Contents of Cucumber Plant (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) Grown in Different Mixtures of Growing Media. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 45: 2767–2777.

**Table 1** Means of seedling height, stem size, leaf size, fresh weight and dry weight of cucumber and melon.

| Treatment | Cucumber | | | | | | | | Melon | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Height (cm.) | Stem size (mm.) | Leaf length (cm.) | Leaf width (cm.) | Fresh weight (g.) | Root fresh weight (g.) | Dry weight (g.) | Root dry weight (g.) | Height (cm.) | Stem size (mm.) | Leaf length (cm.) | Leaf width (cm.) | Fresh weight (g.) | Root fresh weight (g.) | Dry weight (g.) | Root dry weight (g.) |
| T1 | 5.98$^{a}$ | 2.56$^{a}$ | 3.50$^{a}$ | 4.46$^{a}$ | 2.04$^{a}$ | 0.55$^{b}$ | 0.18$^{a}$ | 0.04$^{a}$ | 5.04$^{a}$ | 2.53$^{a}$ | 4.17$^{a}$ | 5.00$^{a}$ | 2.18$^{a}$ | 0.44$^{a}$ | 0.19$^{a}$ | 0.03$^{a}$ |
| T2 | 4.02$^{c-e}$ | 2.12$^{b-e}$ | 2.40$^{bc}$ | 3.02$^{b-d}$ | 1.15$^{c-e}$ | 0.34$^{c-e}$ | 0.11$^{c-e}$ | 0.02$^{d-g}$ | 3.79$^{b-d}$ | 2.07$^{b-d}$ | 2.00$^{de}$ | 2.17$^{c-e}$ | 0.85$^{c-e}$ | 0.15$^{d-g}$ | 0.08$^{cd}$ | 0.01$^{c}$ |
| T3 | 2.65$^{gh}$ | 1.87$^{d-f}$ | 1.59$^{ef}$ | 1.79$^{g-i}$ | 0.75$^{f-h}$ | 0.21$^{fg}$ | 0.07$^{f-h}$ | 0.02$^{e-g}$ | 2.27$^{ef}$ | 1.68$^{d}$ | 1.31$^{g}$ | 1.44$^{fg}$ | 0.54$^{ef}$ | 0.07$^{gh}$ | 0.05$^{ef}$ | 0.01$^{c}$ |
| T4 | 1.60$^{h}$ | 1.20$^{h}$ | 1.30$^{f}$ | 1.28$^{hi}$ | 0.22$^{i}$ | 0.04$^{h}$ | 0.02$^{i}$ | 0.01$^{i}$ | 1.76$^{f}$ | 0.81$^{e}$ | 0.01$^{h}$ | 0.01$^{h}$ | 0.26$^{fg}$ | 0.09$^{f-h}$ | 0.03$^{fg}$ | 0.01$^{bc}$ |
| T5 | 2.50$^{gh}$ | 1.45$^{gh}$ | 1.25$^{f}$ | 1.00$^{i}$ | 0.54$^{hi}$ | 0.07$^{h}$ | 0.06$^{hi}$ | 0.01$^{hi}$ | 0.63$^{g}$ | 0.31$^{f}$ | 0.26$^{h}$ | 0.26$^{h}$ | 0.12$^{g}$ | 0.02$^{h}$ | 0.02$^{g}$ | 0.01$^{c}$ |
| T6 | 4.71$^{bc}$ | 2.28$^{a-c}$ | 2.71$^{b}$ | 3.21$^{bc}$ | 1.73$^{ab}$ | 0.71$^{a}$ | 0.14$^{bc}$ | 0.03$^{b}$ | 4.17$^{a-c}$ | 2.19$^{a-c}$ | 2.50$^{c}$ | 2.67$^{c}$ | 1.54$^{b}$ | 0.455$^{a}$ | 0.13$^{b}$ | 0.02$^{ab}$ |
| T7 | 5.46$^{ab}$ | 2.36$^{ab}$ | 2.75$^{b}$ | 3.46$^{b}$ | 1.49$^{bc}$ | 0.33$^{c-f}$ | 0.15$^{ab}$ | 0.03$^{bc}$ | 4.79$^{ab}$ | 2.51$^{ab}$ | 3.29$^{b}$ | 3.71$^{b}$ | 1.43$^{b}$ | 0.14$^{d-g}$ | 0.16$^{b}$ | 0.02$^{a-c}$ |
| T8 | 2.75$^{g}$ | 1.85$^{ef}$ | 1.92$^{de}$ | 2.25$^{e-g}$ | 0.71$^{gh}$ | 0.15$^{gh}$ | 0.09$^{e-h}$ | 0.02$^{fg}$ | 3.08$^{de}$ | 1.83$^{cd}$ | 1.67$^{e-g}$ | 1.67$^{e-g}$ | 0.67$^{de}$ | 0.09$^{f-h}$ | 0.08$^{cd}$ | 0.01$^{bc}$ |
| T9 | 3.17$^{e-g}$ | 1.94$^{d-f}$ | 1.54$^{ef}$ | 1.79$^{g-i}$ | 1.07$^{def}$ | 0.42$^{bc}$ | 0.08$^{e-h}$ | 0.02$^{e-g}$ | 3.42$^{cd}$ | 1.84$^{cd}$ | 1.75$^{e-g}$ | 1.71$^{efg}$ | 0.97$^{cd}$ | 0.26$^{bc}$ | 0.08$^{cd}$ | 0.02$^{a-c}$ |
| T10 | 4.21$^{cd}$ | 2.12$^{b-e}$ | 2.15$^{cd}$ | 2.75$^{c-f}$ | 1.13$^{de}$ | 0.35$^{c-e}$ | 0.10$^{d-f}$ | 0.03$^{c-e}$ | 3.75$^{b-d}$ | 2.14$^{a-c}$ | 2.00$^{de}$ | 2.19$^{c-e}$ | 1.00$^{c}$ | 0.23$^{b-e}$ | 0.08$^{cd}$ | 0.02$^{a-c}$ |
| T11 | 3.13$^{fg}$ | 1.98$^{c-f}$ | 1.71$^{ef}$ | 2.17$^{fg}$ | 1.08$^{de}$ | 0.37$^{c-e}$ | 0.09$^{e-h}$ | 0.02$^{c-g}$ | 3.71$^{cd}$ | 2.12$^{a-d}$ | 1.90$^{d-f}$ | 1.96$^{efg}$ | 0.92$^{cd}$ | 0.19$^{b-f}$ | 0.09$^{c}$ | 0.02$^{a-c}$ |
| T12 | 3.21$^{e-g}$ | 2.16$^{b-e}$ | 2.21$^{cd}$ | 2.88$^{b-e}$ | 0.98$^{d-g}$ | 0.25$^{e-g}$ | 0.10$^{def}$ | 0.02$^{c-g}$ | 3.50$^{cd}$ | 1.95$^{cd}$ | 1.86$^{ef}$ | 2.18$^{c-e}$ | 0.83$^{c-e}$ | 0.14$^{e-g}$ | 0.08$^{c-e}$ | 0.01$^{c}$ |
| T13 | 2.88$^{g}$ | 2.01$^{c-f}$ | 1.54$^{ef}$ | 1.83$^{gh}$ | 0.67$^{gh}$ | 0.12$^{gh}$ | 0.08$^{fgh}$ | 0.02$^{gh}$ | 3.58$^{cd}$ | 1.83$^{cd}$ | 1.50$^{fg}$ | 1.38$^{g}$ | 0.75$^{c-e}$ | 0.12$^{f-h}$ | 0.07$^{c-e}$ | 0.01$^{bc}$ |
| T14 | 3.83$^{c-f}$ | 2.17$^{b-d}$ | 2.67$^{b}$ | 3.33$^{bc}$ | 1.30$^{cd}$ | 0.39$^{cd}$ | 0.12$^{bcd}$ | 0.03$^{b-d}$ | 3.88$^{b-d}$ | 2.21$^{a-c}$ | 2.37$^{cd}$ | 2.37$^{cd}$ | 1.04$^{c}$ | 0.17$^{c-g}$ | 0.10$^{c}$ | 0.01$^{bc}$ |
| T15 | 3.85$^{c-f}$ | 2.09$^{b-e}$ | 1.94$^{de}$ | 2.42$^{d-g}$ | 1.12$^{de}$ | 0.39$^{cd}$ | 0.10$^{d-g}$ | 0.02$^{c-g}$ | 3.17$^{c-e}$ | 2.19$^{a-c}$ | 2.02$^{c-e}$ | 1.95$^{d-f}$ | 0.85$^{c-e}$ | 0.15$^{d-g}$ | 0.08$^{cd}$ | 0.01$^{c}$ |
| T16 | 3.38$^{d-g}$ | 1.71$^{fg}$ | 1.50$^{f}$ | 2.00$^{gh}$ | 0.92$^{e-h}$ | 0.29$^{d-f}$ | 0.07$^{gh}$ | 0.02$^{fg}$ | 3.50$^{cd}$ | 1.98$^{cd}$ | 1.93$^{d-f}$ | 2.06$^{de}$ | 0.93$^{cd}$ | 0.24$^{b-d}$ | 0.08$^{c-e}$ | 0.02$^{a-c}$ |
| T17 | 3.83$^{c-f}$ | 2.00$^{c-f}$ | 1.67$^{ef}$ | 2.13$^{fg}$ | 1.07$^{d-f}$ | 0.36$^{c-e}$ | 0.10$^{d-g}$ | 0.02$^{c-f}$ | 3.54$^{cd}$ | 1.89$^{cd}$ | 1.71$^{e-g}$ | 1.67$^{e-g}$ | 0.98$^{cd}$ | 0.28$^{b}$ | 0.06$^{de}$ | 0.02$^{a-c}$ |
| Mean | 3.56 | 1.99 | 2.02 | 2.46 | 1.07 | 0.31 | 0.10 | 0.02 | 3.39 | 1.89 | 1.90 | 2.02 | 0.93 | 0.19 | 0.09 | 0.01 |
| P-value | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. % | 16.66 | 10.94 | 13.81 | 17.94 | 21.73 | 28.89 | 21.63 | 20.67 | 21.91 | 16.84 | 18.21 | 18.85 | 23.85 | 38.96 | 23.92 | 31.11 |

[1] Values within a column followed by the same letter are not significantly different, ** = significant at *P<0.01*

**Table 2** Means of seedling height, stem size, leaf size, fresh weight and dry weight of tomato and hot chili.

| Treatment | Tomato | | | | | | | | Hot chili | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Height (cm.)[1] | Stem size (mm.) | Leaf length (cm.)*** | Leaf width (cm.) *** | Fresh weight (g.) | Root fresh weight (g.)*** | Dry weight (g.) | Root dry weight (g.) | Height (cm.) | Stem size (mm.) | Leaf length (cm.)*** | Leaf width (cm.) *** | Fresh weight (g.)*** | Root fresh weight (g.)*** | Dry weight (g.)*** | Root dry weight (g.) |
| T1 | $5.20^{a}$ | $1.68^{ab}$ | $4.23^{a}$ | $2.81^{a}$ | $0.71^{a}$ | $0.16^{a}$ | $0.05^{b}$ | 0.01 | $3.39^{a}$ | $1.42^{a}$ | $2.42^{a}$ | $1.24^{a}$ | $0.60^{a}$ | $0.25^{a}$ | $0.05^{a}$ | $0.03^{a}$ |
| T2 | $2.61^{ef}$ | $1.10^{fg}$ | $1.33^{f-h}$ | $0.72^{e-h}$ | $0.11^{e}$ | $0.02^{e}$ | $0.02^{c-e}$ | 0.01 | $2.13^{c-f}$ | $0.84^{e-g}$ | $0.80^{de}$ | $0.34^{d-g}$ | $0.10^{de}$ | $0.02^{de}$ | $0.02^{def}$ | $0.01^{def}$ |
| T3 | $3.47^{cd}$ | $1.18^{ef}$ | $2.18^{d-g}$ | $1.35^{c-f}$ | $0.15^{e}$ | $0.03^{de}$ | $0.02^{cd}$ | 0.01 | $1.81^{d-g}$ | $0.76^{f-h}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{g}$ | $0.05^{e}$ | $0.02^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.00^{ef}$ |
| T4 | $2.19^{fg}$ | $0.99^{g-i}$ | $2.40^{c-f}$ | $1.82^{a-d}$ | $0.09^{e}$ | $0.03^{de}$ | $0.02^{c-e}$ | 0.01 | $1.13^{h}$ | $0.56^{h}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{g}$ | $0.03^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.00^{f}$ |
| T5 | $3.56^{cd}$ | $1.64^{ab}$ | $2.75^{b-e}$ | $1.98^{a-c}$ | $0.56^{bc}$ | $0.13^{ab}$ | $0.04^{b}$ | 0.02 | $0.51^{i}$ | $0.26^{i}$ | $0.41^{ef}$ | $0.18^{fg}$ | $0.25^{e}$ | $0.02^{e}$ | $0.01^{ef}$ | $0.01^{de}$ |
| T6 | $4.30^{b}$ | $1.33^{de}$ | $3.51^{abc}$ | $2.67^{ab}$ | $0.47^{cd}$ | $0.07^{cd}$ | $0.05^{b}$ | 0.01 | $3.08^{ab}$ | $1.32^{ab}$ | $1.99^{ab}$ | $1.02^{ab}$ | $0.51^{a}$ | $0.26^{a}$ | $0.04^{ab}$ | $0.03^{ab}$ |
| T7 | $4.22^{b}$ | $1.41^{cd}$ | $3.36^{a-d}$ | $2.21^{a-c}$ | $0.43^{d}$ | $0.09^{bc}$ | $0.04^{b}$ | 0.02 | $2.57^{bc}$ | $1.16^{b-d}$ | $1.64^{bc}$ | $1.19^{a}$ | $0.37^{b}$ | $0.19^{b}$ | $0.03^{bcd}$ | $0.02^{c}$ |
| T8 | $1.99^{g}$ | $0.82^{i}$ | $0.01^{i}$ | $0.01^{h}$ | $0.05^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{e}$ | 0.01 | $1.90^{d-g}$ | $0.77^{fgh}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{g}$ | $0.05^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{ef}$ |
| T9 | $2.68^{ef}$ | $1.05^{f-h}$ | $0.98^{g-i}$ | $0.67^{f-h}$ | $0.09^{e}$ | $0.02^{e}$ | $0.01^{de}$ | 0.01 | $1.95^{d-g}$ | $0.77^{f-h}$ | $0.76^{de}$ | $0.36^{d-g}$ | $0.05^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{ef}$ |
| T10 | $3.93^{bc}$ | $1.53^{bc}$ | $2.67^{b-e}$ | $1.70^{b-e}$ | $0.43^{d}$ | $0.12^{abc}$ | $0.05^{b}$ | 0.01 | $2.99^{ab}$ | $1.19^{bc}$ | $1.70^{bc}$ | $0.76^{bc}$ | $0.21^{c}$ | $0.07^{c}$ | $0.04^{bc}$ | $0.02^{bc}$ |
| T11 | $2.58^{ef}$ | $1.12^{fg}$ | $0.01^{i}$ | $0.01^{h}$ | $0.13^{e}$ | $0.03^{de}$ | $0.02^{c-e}$ | 0.01 | $2.16^{c-e}$ | $0.95^{d-f}$ | $1.32^{cd}$ | $0.62^{c-e}$ | $0.13^{c-e}$ | $0.04^{cde}$ | $0.02^{d-f}$ | $0.01^{de}$ |
| T12 | $1.92^{g}$ | $0.89^{hi}$ | $0.46^{hi}$ | $0.21^{gh}$ | $0.05^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{de}$ | 0.01 | $1.52^{gh}$ | $0.67^{gh}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{g}$ | $0.03^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.00^{ef}$ |
| T13 | $2.81^{e}$ | $1.11^{fg}$ | $1.13^{f-i}$ | $0.91^{d-h}$ | $0.13^{e}$ | $0.03^{de}$ | $0.02^{c-e}$ | 0.01 | $1.77^{e-g}$ | $0.87^{e-g}$ | $0.53^{ef}$ | $0.27^{e-g}$ | $0.06^{e}$ | $0.02^{e}$ | $0.02^{c-e}$ | $0.00^{ef}$ |
| T14 | $3.05^{de}$ | $0.99^{f-i}$ | $1.63^{e-h}$ | $1.20^{c-g}$ | $0.10^{e}$ | $0.02^{e}$ | $0.01^{de}$ | 0.01 | $1.78^{e-g}$ | $0.70^{gh}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{g}$ | $0.05^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.00^{ef}$ |
| T15 | $2.24^{fg}$ | $0.86^{i}$ | $0.01^{i}$ | $0.01^{h}$ | $0.04^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{de}$ | 0.01 | $1.58^{f-h}$ | $0.69^{gh}$ | $0.01^{f}$ | $0.01^{g}$ | $0.04^{e}$ | $0.01^{e}$ | $0.01^{f}$ | $0.00^{ef}$ |
| T16 | $4.38^{b}$ | $1.81^{a}$ | $3.77^{ab}$ | $2.69^{ab}$ | $0.61^{ab}$ | $0.15^{a}$ | $0.07^{a}$ | 0.02 | $2.35^{cd}$ | $0.97^{d-f}$ | $1.18^{cd}$ | $0.52^{c-f}$ | $0.11^{cde}$ | $0.03^{c-e}$ | $0.02^{d-f}$ | $0.01^{de}$ |
| T17 | $2.63^{ef}$ | $0.98^{g-i}$ | $0.01^{i}$ | $0.01^{h}$ | $0.11^{e}$ | $0.03^{de}$ | $0.03^{c}$ | 0.01 | $2.68^{bc}$ | $1.03^{c-e}$ | $1.43^{bc}$ | $0.65^{cd}$ | $0.19^{cd}$ | $0.06^{cd}$ | $0.03^{c-e}$ | $0.01^{d}$ |
| Mean | 3.16 | 1.20 | 1.79 | 1.23 | 0.25 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 2.08 | 0.88 | 0.84 | 0.42 | 0.17 | 0.06 | 0.02 | 0.01 |
| P-value | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. % | 12.16 | 10.90 | 22.99 | 22.33 | 34.92 | 2.88 | 36.33 | 47.71 | 19.35 | 17.68 | 16.87 | 12.69 | 4.90 | 2.37 | 1.02 | 36.32 |

[1] Values within a column followed by the same letter are not significantly different, ** = significant at *P<0.01*, ***= Data were transformed to the square root transformation (√x+0.5) for analysis. Nontransformed means were shown.

**Table 3** Carotenoids, chlorophyll (Chol.) A and B content of cucumber, melon, tomato and hot chili seeding on different growing media.

| Treatment | Cucumber | | | Melon | | | Tomato | | | Hot chili | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Carotenoid[1] ($mg.g^{-1}$) | Chlo. A ($mg.g^{-1}$) | Chlo. B ($mg.g^{-1}$) | Carotenoid ($mg.g^{-1}$) | Chlo. A ($mg.g^{-1}$) | Chlo. B ($mg.g^{-1}$) | Carotenoid ($mg.g^{-1}$) | Chlo. A ($mg.g^{-1}$) | Chlo. B ($mg.g^{-1}$) | Carotenoid ($mg.g^{-1}$) | Chlo. A ($mg.g^{-1}$) | Chlo. B ($mg.g^{-1}$) |
| T1 | $6.88^{bc}$ | $0.24^{de}$ | 0.64 | $5.75^{bcd}$ | $0.12^{g}$ | $0.70^{efg}$ | $3.63^{d}$ | $0.43^{ef}$ | $1.51^{c-f}$ | $1.62^{a}$ | $0.24^{f}$ | $0.79^{h}$ |
| T2 | $6.40^{cd}$ | $0.23^{e}$ | 1.36 | $4.94^{c-f}$ | $0.26^{efg}$ | $0.70^{efg}$ | $1.44^{efg}$ | $0.90^{bc}$ | $2.30^{ab}$ | $1.33^{ab}$ | $0.57^{b-f}$ | $1.49^{e-h}$ |
| T3 | $2.40^{i}$ | $0.45^{ae}$ | 0.95 | $5.58^{b-e}$ | $0.33^{cde}$ | $0.86^{d-g}$ | $0.87^{ghi}$ | $0.87^{bcd}$ | $2.13^{abc}$ | $1.55^{a}$ | $0.81^{a-e}$ | $1.81^{b-g}$ |
| T4 | $6.37^{cde}$ | $0.42^{abc}$ | 1.19 | $3.75^{fghl}$ | $0.32^{c-f}$ | $0.72^{efg}$ | $1.28^{e-h}$ | $0.80^{bcd}$ | $1.89^{a-d}$ | $0.71^{bc}$ | $0.84^{a-e}$ | $2.65^{ab}$ |
| T5 | $5.54^{c-f}$ | $0.21^{e}$ | 0.61 | $4.62^{d-h}$ | $0.14^{fg}$ | $0.39^{h}$ | $1.39^{efg}$ | $0.47^{ef}$ | $1.07^{ef}$ | $1.50^{a}$ | $0.51^{c-f}$ | $1.56^{d-h}$ |
| T6 | $8.96^{a}$ | $0.41^{abc}$ | 1.25 | $3.34^{hl}$ | $0.22^{efg}$ | $0.60^{gh}$ | $6.65^{a}$ | $0.38^{f}$ | $1.63^{b-f}$ | $1.45^{a}$ | $1.13^{a}$ | $2.32^{a-e}$ |
| T7 | $3.51^{ghi}$ | $0.29^{cde}$ | 0.64 | $6.54^{ab}$ | $0.35^{b-e}$ | $0.98^{cde}$ | $5.29^{bc}$ | $0.38^{f}$ | $1.67^{b-e}$ | $1.42^{a}$ | $0.94^{abc}$ | $2.04^{a-f}$ |
| T8 | $3.53^{ghi}$ | $0.30^{b-e}$ | 0.66 | $4.59^{d-h}$ | $0.28^{d-g}$ | $0.73^{d-g}$ | $0.48^{hi}$ | $0.71^{b-e}$ | $1.54^{c-f}$ | $1.25^{ab}$ | $1.16^{a}$ | $2.20^{a-e}$ |
| T9 | $2.33^{i}$ | $0.36^{b-e}$ | 0.91 | $3.46^{ghl}$ | $0.48^{abc}$ | $1.20^{abc}$ | $0.31^{i}$ | $1.00^{ab}$ | $2.25^{ab}$ | $1.79^{a}$ | $0.46^{ef}$ | $1.23^{fgh}$ |
| T10 | $4.21^{f-i}$ | $0.32^{b-e}$ | 0.74 | $4.85^{c-g}$ | $0.24^{efg}$ | $0.78^{d-g}$ | $1.70^{efg}$ | $0.79^{bcd}$ | $1.75^{a-d}$ | $1.30^{ab}$ | $0.96^{ab}$ | $2.76^{a}$ |
| T11 | $4.39^{e-h}$ | $0.30^{b-e}$ | 0.67 | $4.52^{d-h}$ | $0.33^{cde}$ | $0.66^{fgh}$ | $2.09^{e}$ | $0.59^{def}$ | $1.47^{c-f}$ | $1.18^{ab}$ | $0.91^{a-d}$ | $2.28^{a-e}$ |
| T12 | $8.66^{ab}$ | $0.33^{b-e}$ | 0.87 | $7.62^{a}$ | $0.24^{efg}$ | $0.68^{fg}$ | $0.31^{i}$ | $1.24^{a}$ | $2.38^{a}$ | $1.39^{a}$ | $0.47^{def}$ | $1.11^{ghh}$ |
| T13 | $3.99^{f-i}$ | $0.55^{a}$ | 1.13 | $4.28^{e-h}$ | $0.29^{d-g}$ | $0.64^{fgh}$ | $1.84^{ef}$ | $0.62^{c-f}$ | $1.38^{def}$ | $1.76^{a}$ | $1.04^{a}$ | $1.98^{a-g}$ |
| T14 | $2.76^{hj}$ | $0.40^{a-d}$ | 0.82 | $3.08^{il}$ | $0.453^{a-d}$ | $1.01^{bcd}$ | $1.67^{efg}$ | $0.48^{ef}$ | $0.99^{f}$ | $0.51^{c}$ | $0.72^{a-e}$ | $1.74^{c-g}$ |
| T15 | $5.03^{d-h}$ | $0.31^{b-e}$ | 0.87 | $6.44^{ab}$ | $0.52^{ab}$ | $1.26^{ab}$ | $4.52^{c}$ | $0.38^{f}$ | $1.24^{def}$ | $1.30^{ab}$ | $1.03^{a}$ | $2.51^{abc}$ |
| T16 | $4.62^{c-g}$ | $0.32^{b-e}$ | 0.73 | $6.22^{abc}$ | $0.390^{b-e}$ | $0.90^{def}$ | $5.57^{b}$ | $0.36^{f}$ | $1.43^{def}$ | $1.73^{a}$ | $0.93^{abc}$ | $2.42^{a-d}$ |
| T17 | $3.83^{f-i}$ | $0.32^{b-e}$ | 0.81 | $5.45^{b-e}$ | $0.61^{a}$ | $1.38^{a}$ | $1.15^{f-i}$ | $0.59^{def}$ | $1.54^{c-f}$ | $1.34^{ab}$ | $0.94^{abc}$ | $2.33^{a-e}$ |
| Mean | 4.91 | 0.34 | 0.87 | 5.00 | 0.33 | 0.83 | 2.36 | 0.65 | 1.66 | * | * | ** |
| P-value | ** | * | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** | 1.36 | 0.80 | 1.95 |
| C.V. % | 24.49 | 28.94 | 34.13 | 17.32 | 32.98 | 20.29 | 22.29 | 28.57 | 24.37 | 28.39 | 33.76 | 27.78 |

[1] Values within a column followed by the same letter are not significantly different, ns= not significantly different, * = significant at *P<0.05, >0.01,* ** = significant at *P<0.01*

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรพืชผักเศรษฐกิจบางชนิดด้วยเทคนิคการย้อมสีแบบรวดเร็ว

# Determination of pollen viability of some economic vegetables by rapid staining techniques

**ศุภลักษ์ สัตยสมิทสถิต[1*] และ เปรมจิตต ถิ่นคำ[2]**

**Supalak Sattayasamitsathit[1*] and Premjit Tinkum[2]**

[1] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก 813 หมู่ 8 ต. วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130*
[1] *Phitsanulok Seed Research and Development Center 813 Moo.8 Wangthong, Phitsanulok 65130*
[2] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น 343 ม.15 ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260*
[2] *Khonkaen Seed Research and Development Center 343 Moo15 Tha Phra, Muang district, Khonkan 40260*

**บทคัดย่อ:** การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรจัดเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพละอองเกสรก่อนผสมพันธุ์พืชด้วยมือและในการทดลองปรับปรุงพันธุ์ก็มีความสำคัญเช่นกันซึ่งจะทำให้เกิดการเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาการเป็นหมันและโปรแกรมการผสมพันธุ์ รวมทั้งนิเวศวิทยาเชิงวิวัฒนาการ วิธีการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรจะต้องไม่ยุ่งยาก มีความถูกต้องและรวดเร็วในการตรวจสอบซึ่งวิธีการที่มีการใช้ในปัจจุบันคือการย้อมด้วยสีย้อม แต่สีย้อมที่เหมาะสมกับพืชจะมีความแตกต่างกันไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาชนิดสีย้อมและระยะเวลาการย้อมที่เหมาะสมต่อการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรพืชผักเศรษฐกิจบางชนิด ได้แก่ พริก มะเขือ มะเขือเทศ บวบหอม แตงกวา และมะระขี้นกด้วยการย้อมสี 4 ชนิดได้แก่ สี Acetocarmine ความเข้มข้น 1%, Aniline blue, MTT และ Acid fuchsin ที่ระยะเวลาการย้อมต่างๆกัน ผลการทดลองพบว่าสีทั้ง 4 ชนิดสามารถย้อมละอองเกสรได้และสามารถแยกระหว่างละอองที่มีชีวิตโดยการติดสีเข้ม และละอองที่ไม่มีชีวิตโดยติดสีอ่อนหรือไม่ติดสี แต่สีย้อมที่มีความเหมาะสมที่ใช้ระยะเวลาในการย้อมน้อยสุดและการติดสีที่ดีจะแตกต่างกันไปแต่ละชนิดพืช สี MTT เหมาะกับการย้อมละอองเกสรพริกและแตงกวาซึ่งใช้ระยะเวลาการย้อมติดสีรวดเร็วสุดเพียง 10 นาทีให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 95.13 และ 97.88 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเวลาการย้อมเพิ่มขึ้นการติดสีก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างแบบมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่สีย้อมชนิดอื่นๆ ต้องใช้ระยะเวลาการย้อมติดสีที่นานขึ้นใช้เวลามากกว่า 30 นาที ส่วนสีย้อมที่เหมาะสมต่อการย้อมละอองเกสรมะเขือ ได้แก่สี Aceto-carmine ความเข้มข้น 1% ละอองเกสรติดสีได้ดีและสม่ำเสมอโดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรได้เท่ากับ 94 ส่วนสีย้อม Aceto-carmine ความเข้มข้น 1%, Acid fuchsin และ Aniline blue เหมาะสมกับการย้อมละอองเกสรมะเขือเทศและบวบหอมซึ่งใช้ระยะเวลาในการย้อมติดสีน้อยสุดเพียง 10 นาที ถึงแม้จะเพิ่มระยะเวลาการย้อมการติดสีของละอองเกสรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับละอองเกสรมะระสามารถใช้สีย้อมได้ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ Acetocarmine ความเข้มข้น 1%, Aniline blue, MTT และ Acid fuchsin ใช้ระยะเวลาการย้อมเพียง 10 นาที ถึงแม้จะเพิ่มระยะเวลาการย้อมพบว่าการติดสีของละอองเกสรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ:** ความมีชีวิตละอองเกสร; วิธีการย้อมสี; พืชผัก

**ABSTRACT:** The need for assessing viability of pollen used in artificial pollination and in breeding experiments is also important in the understanding of sterility problems and hybridization programs, fruit breeding programs, and evolutionary ecology. The method must not be complicated correct and fast to determine pollen viability. Nowadays the method is staining with dyes but the appropriate of dye for the plant will be different. Therefore, this research was to study the dye types and staining time that were suitable to asses pollen viability of some economic crops, such as chili, eggplant, tomato, cucumber, sponge gourd and bitter gourd. The experiment was investigated by staining of 1%, Aniline blue, MTT and Acid fuchsin at different staining times. The results showed that all four dyes were able to stain pollen and could distinguish between aborted and non-aborted pollen by dark color attachment. However, the dye that is suitable for the minimum staining time will be different for each plant type.

[*] Corresponding author: supalakus@yahoo.com

MTT dye is suitable for staining chili and cucumber pollen, which takes the fastest staining time of only 10 minutes to give the percentage of pollen viability were 95.13 and 97.88, respectively, with increasing staining time, staining did not differ statistically significantly. While other dyes staining time was longer than 30 minutes. The suitable dye for eggplant pollen staining was aceto-carmine at 1% concentration. Pollen stained well and uniformly by calculating percentage viability was 94. 1% Aceto-carmine, Acid fuchsin and Aniline blue were suitable for tomato and sponge gourd pollen staining which required the minimum staining time of 10 minutes. There was no statistically significant difference in the staining time of pollen. Whereas bitter gourd pollen, all four types of dyes could be used: 1% Acetocarmine, Aniline blue, MTT and Acid fuchsin. The staining time was only 10 minutes. There was no statistically significant difference.
**Keywords:** pollen viability; staining method; vegetable.

---

**บทนำ**

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมีเชื้อพันธุกรรมพืชหลากหลายชนิดสามารถพัฒนาพันธุ์พืชได้ต่อเนื่องและมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ มีบริษัทด้านเมล็ดพันธุ์ชั้นนำของโลกมาตั้งสถานีวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ประเทศไทยกว่า 29 บริษัท อัตราการเติบโตในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี มีความต้องการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากประเทศไทยจำนวนมากในหลายประเทศซึ่งจากข้อมูลการส่งออกเมล็ดพันธุ์มีมูลค่ามากกว่า 9,000 ล้านบาทต่อปี ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่ส่งออกส่วนใหญ่จะเป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและเมล็ดพันธุ์ผักลูกผสม เช่น พริก มะเขือ มะเขือเทศ แตงกวา เป็นต้น แต่ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ตามความต้องการของตลาดรวมถึงการผลิตเมล็ดพันธุ์มีขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยากซึ่งหนึ่งในขั้นตอนคือเรื่องการผสมพันธุ์พืชให้ได้พันธุ์ใหม่ๆ ปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือการใช้ละอองเกสรซึ่งมีทั้งการนำเข้ามาจากต่างประเทศและผลิตเองภายในบริษัท การใช้ละอองเกสรที่มีคุณภาพจึงเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการต่างๆ สำหรับการผลิตพืชและเมล็ดพันธุ์พืชลูกผสมที่มีคุณภาพ ละอองเกสรที่มีคุณภาพจำเป็นต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพตั้งแต่ขั้นตอนการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแท้เพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมทั้งปริมาณและความมีชีวิตของละอองเกสรเริ่มต้นก่อนนำไปผสม อีกทั้งละอองเกสรที่มีชีวิตยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผสมข้ามของพืชและการพัฒนาของไมโครสปอร์เพื่อที่จะประหยัดเวลาและต้นทุนในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ นอกจากนี้ในงานด้านการผลิตพืชโดยเฉพาะพืชผักจำเป็นต้องทราบเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวละอองเกสรให้มีชีวิตสูงสุด สภาวะที่เหมาะสมและวิธีการเก็บรักษาละอองเกสร และความมีชีวิตที่เพียงพอก่อนการนำไปผสมพันธุ์พืชเพื่อเป็นสิ่งยืนยันผลสำเร็จของการผลิตพืช วิธีการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรที่รวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปใช้ในระบบตรวจสอบตลอดห่วงโซ่การผสมพันธุ์พืชเพื่อผลิตพืชลูกผสม ได้แก่ ตรวจสอบละอองเกสรก่อนการเก็บเกี่ยว ตรวจสอบก่อนการเก็บรักษา ตรวจสอบก่อนการขนส่ง ตรวจสอบก่อนการลดความชื้น และตรวจสอบก่อนการนำไปผสมพันธุ์ อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพละอองเกสรก่อนการนำไปผสมด้วยมือ และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนละอองเกสรที่มีชีวิตที่ใช้ผสมและจำนวนการติดเมล็ดเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช ดังนั้นการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรที่รวดเร็วจึงช่วยประหยัดเวลาและต้นทุนในโปรแกรมปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตพืช รวมทั้งลดต้นทุนและลดการสูญเสียระหว่างการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชลูกผสมอีกด้วย

การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรโดยการย้อมสีเป็นวิธีการที่นิยม เนื่องจากทำได้ง่าย และรวดเร็วเนื่องจากไม่จำเป็นต้องรอให้พัฒนาเป็นเมล็ดหรือหลอดละอองเกสรที่งอกออกมา (Alonso et al., 2013) และมีการนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น ศึกษาลักษณะทางสัณฐานของละอองเกสรในพืชแต่ละชนิด เป็นต้น สีที่นิยมใช้คือ Aceto carmine, Aceto orcein, Iodine, 2,3,5-Triphenyl tetrazolium chloride (TTC) และ Lactophenol cotton blue สีย้อมแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมต่อพืชแตกต่างกัน เช่น การศึกษาในพืชกลุ่ม Medlar ย้อมด้วยสี Iodine มีเปอร์เซ็นต์การย้อมติดสีดีกว่าสี TTC ขณะที่พืชสกุล cherry laurel พบว่า Iodine มีเปอร์เซ็นต์การย้อมติดสีน้อยกว่าสี TTC (Cavusoglu and Sulusoglu, 2014) ปัจจุบันนี้มีงานวิจัยศึกษาการประเมินความมีชีวิตของละอองเกสรโดยวิธีตรวจสอบความงอกและการใช้ impedance flow (IF) cytometry โดยการกระตุ้นละอองเกสรด้วยคลื่นความถี่วิทยุตั้งแต่ 0.1 ถึง 30 MHz ด้วยกระแสสลับซึ่งผลการทดลองที่ได้จะสัมพันธ์กับขนาดของเซลล์ ความจุของเมมเบรน ค่าการนำไฟฟ้าในไซโตพลาสซึมของเซลล์ และความเข้มข้นของเซลล์ สำหรับละอองเกสรของแตงกวา พริกหวาน และมะเขือเทศที่พัฒนาเต็มที่พบว่ามีความสัมพันธ์ในระดับสูงระหว่างความมีชีวิตที่ได้จากการวิธี IF cytometry และการย้อมสี FDA (Heidmann et al., 2016) มีการพัฒนาการย้อมสี FDA ด้วย FDA–propidium iodide (FDA–PI) การย้อมสีสองครั้งช่วยเพิ่มความสามารถในการแยกแยะระหว่างละอองเกสรที่มีชีวิตและเกสรที่ไม่มีชีวิตอย่างมีนัยสำคัญ (Dupl'áková et al., 2016; Ascari et al., 2020) นอกจากนี้มีการพัฒนาวิธีการย้อมสี dichlorodihydrofluorescein diacetate (H2DCFDA) โดยใช้หัววัดออกซิเจนชนิดปฏิกิริยาที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ (ROS) H2DCFDA เพื่อทำนายการงอกของละอองเกสรโดยการวัดพลวัตของ ROS ของละอองเกสรซึ่งช่วยให้การประเมินความแม่นยำของการมี

ชีวิตของละอองเกสรจำนวนมากๆ เมื่อใช้ร่วมกับ Impedance Flow Cytometry (IFC) (Luria et al., 2019; Rutley and Miller, 2020) ในกรณีของวิธีการไม่ย้อมสีเทคนิค Impedance Flow Cytometry (IFC) ก็ถูกนำไปใช้กับการวิจัยด้านการตรวจสอบคุณภาพละอองเกสรด้วยเช่นกัน (Heidmann et al., 2016; Impe et al., 2020) ซึ่งประเมินความมีชีวิตของละอองเกสรและคาดการณ์การงอกของละอองเกสรโดยการตรวจจับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของละอองเกสรแต่ละละออง อย่างไรก็ตามมีมุมมองที่ชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความมีชีวิตของ IFC และความสามารถในการงอกของละอองเกสรจริงยังไม่ชัดเจน (Luria et al., 2019) อย่างไรก็ตามการใช้วิธีการที่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงจึงยังไม่เหมาะสม ดังนั้นการติดสีย้อมจึงเป็นวิธีการที่มีความสะดวก รวดเร็ว ที่จะนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพของละอองเกสรในระดับภาคสนาม งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาชนิดของสีและระยะเวลาการย้อมสีที่เหมาะสมของพืชผักเศรษฐกิจบางชนิด ได้แก่ พริก มะเขือ มะเขือเทศ บวบหอม แตงกวา และมะระขี้นก เพื่อคัดเลือกสีที่เหมาะสมในการย้อมละอองเกสรพืชผักแต่ละชนิด

**วิธีการศึกษา**

1. เตรียมพืชเพื่อผลิตละอองเกสร

ปลูกพริก มะเขือ และมะเขือเทศในในถุงปลูกขนาด 11 นิ้ว โดยทำการเพาะกล้าแล้วย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์หลังจากนั้นดูแลรักษาให้น้ำ ใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ หลังจากพืชเริ่มออกดอก สุ่มเก็บดอกตูม เลือกดอกที่จะบานในวันถัดไปเก็บไว้ในถุงซิปล็อค ทำการเก็บละอองเกสรในตอนเช้า

ปลูกแตงกวา บวบและมะระเพาะกล้าในกระบะ หยอดเมล็ด 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 3-4 ใบ ทำการย้ายลงแปลงปลูกขนาด 2x6 เมตร โดยปลูกแถวคู่ 0.75x0.75 เมตร ระยะห่างของแปลง 1 เมตร คลุมแปลงด้วยพลาสติกเพื่อควบคุมความชื้นภายในแปลง ปลูกแปลงละ 16 ต้น กำจัดวัชพืช หลังจากนั้น 2 สัปดาห์จึงนำไม้ลวกมาทำค้างเป็นกระโจมสามเหลี่ยม และผูกยอดขึงตาข่ายเพื่อให้เถามะระเลื้อยขึ้นไปเกาะ หลังจากพืชเริ่มออกดอกเก็บดอกตัวผู้ระหว่างเวลา 6.00-12.00 น.

2. การเตรียมละอองเกสร

นำละอองเกสรที่เก็บมาจากแปลงมาลดความชื้นโดยวางในโถดูดความชื้นที่มีเม็ดซิลิการเจลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมงจากนั้นนำไปบรรจุลงในหลอด plastic cryopreservation vial ขนาด 1.8 มล. และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน โดยก่อนการตรวจสอบนำตัวอย่างละอองเกสรมา rehydrate ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. จากนั้นนำละอองเกสรของพืชทดสอบวางบนแผ่นกระจกสไลด์ แล้วหยดด้วยสารละลายสี 4 ชนิด ได้แก่ สี Aniline blue ใน lactophenol สี Aceto-carmine ความเข้มข้น 1% สี MTT และสี Acid fuchsin จำนวน 2 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำแผ่นกระจกสไลด์ไปวางในจานแก้วที่มีกระดาษทิชชูเปียกน้ำชุ่ม พอประมาณ แล้วปิดฝาจานแก้วและนำไปเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 10 20 30 45 และ 60 นาที เมื่อครบกำหนดแต่ละระยะเวลาการย้อมสีนำมาตรวจนับความมีชีวิตของละอองเกสรโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40 เท่า ละอองเกสรที่มีชีวิตจะติดสี ส่วนละอองเกสรที่ไม่มีชีวิตจะไม่ติดสีหรือมีลักษณะเหี่ยว ติดสีจางๆ คัดเลือกชนิดสีที่ใช้ระยะเวลาการย้อมน้อยที่สุดและให้การติดสีที่ชัดเจนที่แยกระหว่างละอองที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

นำข้อมูลความมีชีวิตของละอองเกสรจากการนับละอองเกสร ทั้งหมด 200 ละอองเกสรต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ข้อมูลจากผลการทดลองจะแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลของระยะเวลาการย้อมสีต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตจะใช้การวิเคราะห์ one-way analysis of variance (ANOVA) ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างจะวิเคราะห์แบบ Duncan’s test ($p<0.01$)

**ผลการศึกษา**

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรพริก มะเขือ มะเขือเทศ บวบหอม มะระขี้นก และแตงกวาด้วยการย้อมสี 4 ชนิดได้แก่ สี Aniline blue, Aceto-carmine 1%, MTT และ Acid fuchsin ที่เวลาการย้อมต่างๆกันพบว่าสีทั้ง 4 ชนิดสามารถย้อมละอองเกสรได้และสามารถแยกระหว่างละอองที่มีชีวิตโดยการติดสีเข้ม และละอองที่ไม่มีชีวิตจะติดสีอ่อนหรือไม่ติดสี **(Figure 1)** จาก

ผลการทดลองสีย้อมที่มีความเหมาะสมในการย้อมละอองเกสรพริกคือ สี MTT ซึ่งใช้ระยะเวลาในการย้อมน้อยสุดเพียง 10 นาที ให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 95.13 และเมื่อเวลาการย้อมเพิ่มขึ้นการติดสีก็ไม่ได้เพิ่มอย่างแตกต่างแบบมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน **Table 1** ขณะที่สีย้อมชนิดอื่นๆ ต้องใช้ระยะเวลาการย้อมที่นานขึ้นเป็นเวลา 30 นาที สำหรับสีย้อมที่เหมาะสมต่อการย้อมละอองเกสรมะเขือที่ใช้ระยะเวลาในการย้อมน้อยสุดเพียง 10 นาที ได้แก่สี Aceto-carmine ความเข้มข้น 1% ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 94 ส่วนสีย้อมละอองเกสรมะเขือเทศสามารถใช้สีย้อม Aceto-carmine 1%, Acid fuchsin และ Aniline blue ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 93.25 89.12 และ 88.50 ที่ระยะเวลาการย้อม 10 นาที นอกจากนี้ละอองเกสรบวบหอม และมะระ สามารถใช้สีย้อม ทั้ง 4 ชนิดที่ระยะเวลาการย้อม 10 นาที **(Table 2)** แต่สีที่แยกระหว่างละอองที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตที่มองเห็นได้ชัดเจนที่สุดได้แก่สี Aceto-carmine 1% และสี MTT **(Figure 1)** เช่นเดียวกับสีที่เหมาะสมต่อการย้อมละอองเกสรแตงกวา คือสี Aceto-carmine 1% และสี MTT ใช้ระยะเวลาการย้อม 10 นาที ให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 95.88 และ 97.00 ตามลำดับ

**วิจารณ์**

ละอองเกสรที่มีชีวิตมีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของสายพันธุ์และการอยู่รอดของพืชในรุ่นต่อไป นอกจากนี้ยังจำเป็นต่อการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยตรงสู่การผลิตพืช ความมีชีวิตของละอองเกสรประกอบด้วยลักษณะต่างๆ ของคุณภาพละอองเกสร เช่น ความสามารถในการปฏิสนธิ ความสามารถในการงอก และความสามารถในการติดสีย้อม (Dafni and Firmage, 2000) การย้อมสีละอองเกสรเพื่อดูความมีชีวิตเป็นวิธีการที่ง่ายและรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามวิธีการย้อมสีอาจจะไม่เหมาะสมกับพืชทุกชนิด (Impe et al., 2020) เนื่องจากละอองเกสรเป็นเซลล์ที่มีโครงสร้างและสารประกอบที่แตกต่างจากโครงสร้างอื่นๆ ของพืช กล่าวคือมีผนัง 2 ชั้น ได้แก่ ผนังชั้นนอกหรือชั้นเอกซีน (exine) ประกอบด้วยสารสปอโรพอลเลนิน (sporopollenin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของผนังชั้นนี้ และสารพอลีแซคาไรด์ นอกจากนี้ละอองเกสรของพืชบางชนิดยังมีสารไกลโคคาลิก (glycocalyx) เป็นส่วนประกอบเช่นกัน ส่วนผนังชั้นในหรือชั้นอินทีน (intine) ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นหลัก (Moore et al., 1991) ดังนั้นการย้อมติดสีจึงมีความแตกต่างกัน วิธีการย้อมสีเพื่อดูความแตกต่างของละอองเกสรที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความเข้มข้นของสีย้อม ความหนาของผนังละอองเกสร และค่าพีเอชของสารละลายย้อมสี การย้อมสีโปรโตพลาสซึมและสีของละอองเกสรที่มีชีวิตจากสีแดงเป็นสีแดงเข้มขึ้นอยู่กับชนิดละอองเกสร ความเข้มข้นของสีย้อม และค่า pH ของสีย้อม ความเข้มข้นของสีย้อมบางชนิดเช่นสี Aniline blue หากใช้ความเข้มข้นสูงจะทำให้ผนังของละอองเรณูมีรอยเปื้อนทำให้แยกความแตกต่างระหว่างละอองที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตได้ยากและเมื่อความเข้มข้นลดลง โปรโตพลาสซึมจะติดสีย้อมจางเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่าความแตกต่างนั้นขึ้นอยู่กับค่าพีเอชของส่วนผสมของสีย้อม เช่นในสีย้อม Aceto-carmine ที่ต้องละลายด้วยกรดอะซิติก ส่วนผสมของสีย้อมมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.2 ซึ่งที่ค่าพีเอชนี้จะเห็นเฉพาะสีเขียวของผนังเกสรเท่านั้น เมื่อลดค่าพีเอช ลงเหลือ 2.8-2.4 โปรโตพลาสซึมของละอองเกสรที่มีผนังบางจะถูกย้อมด้วยสีแดง ซึ่งสามารถมองเห็นได้ผ่านผนังละอองเกสร ในกรณีของละอองเกสรที่มีผนังหนาหรือมีหนาม (หรือทั้งสองอย่าง) สามารถสร้างความแตกต่างที่ดีได้โดยการลดค่าพีเอชลงอีกเป็น 2.3 โดยการเติมกรดอะซิติกโปรโตพลาสซึมจะถูกย้อมและเกิดสีแดงเข้มข้น การสัมผัสกับกรดแก่ทำให้ผนังละอองเกสรจับตัวกันอย่างรวดเร็ว จากสารละลายที่เป็นของเหลวที่มีฟีนอล แอลกอฮอล์ กลีเซอรอล และคลอรอลไฮเดรต น้ำและแอลกอฮอล์จะระเหยออกไปโดยทิ้งส่วนประกอบที่ไม่ระเหยไว้ การซีลฝาปิดจึงอาจจะไม่มีความจำเป็น แต่อย่างไรก็ตามอาจจะต้องมีการซีลเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองอากาศใต้สไลด์ อย่างไรก็ตามเทคนิคการย้อมสีเป็นการตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในละอองเกสร ความสามารถในการย้อมสีของไซโตพลาสซึมและนิวเคลียส และความสมบูรณ์ของเมมเบรน ในขณะที่การทดสอบความงอกของละอองเกสรจะกำหนดปริมาณที่แท้จริงของละอองเกสรที่มีชีวิตได้ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทั้งนี้อาหารที่ใช้ในการเพาะละอองเกสรประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาของหลอดละอองเกสร ดังนั้นการประเมินคุณภาพของละอองเกสรจำเป็นต้องตรวจสอบทั้งการย้อมสีร่วมกับการตรวจสอบความงอกของละอองเกสร จากการทดลองสอดคล้องกับรายงานว่าสี MTT สามารถแยกความแตกต่างระหว่างละอองเกสรที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตของพืช *Paeonia ostii* (Li et al., 2023) นอกจากนี้มีรายงานว่าการย้อมละอองเกสรของอ้อยสีย้อม lactophenol blue จะมีความไวในการย้อมมากกว่าสี iodine (Melloni et al., 2013)

**สรุป**

สีทั้ง 4 ชนิดสามารถย้อมละอองเกสรได้และสามารถแยกระหว่างละอองที่มีชีวิตโดยการติดสีเข้ม และละอองที่ไม่มีชีวิตโดยติดสีอ่อนหรือไม่ติดสี แต่สีย้อมที่มีความเหมาะสมที่ใช้ระยะเวลาในการย้อมน้อยสุดและการติดสีที่ดีจะแตกต่างกันไปแต่ละชนิดพืช สี MTT เหมาะกับการย้อมละอองเกสรพริกและแตงกวาซึ่งใช้ระยะเวลาการย้อมติดสีรวดเร็วสุดเพียง 10 นาทีให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 95.13 และ 97.88 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเวลาการย้อมเพิ่มขึ้นการติดสีก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างแบบมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่สีย้อมชนิดอื่นๆ ต้องใช้ระยะเวลาการย้อมติดสีที่นานขึ้นใช้เวลามากกว่า 30 นาที ส่วนสีย้อมที่เหมาะสมต่อการย้อมละอองเกสรมะเขือ ได้แก่สี Aceto-carmine ความเข้มข้น 1% ละอองเกสรติดสีได้ดีและสม่ำเสมอโดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรได้เท่ากับ 94 ส่วนสีย้อม Aceto-carmine ความเข้มข้น 1%, Acid fuchsin และ Aniline blue เหมาะสมกับการย้อมละอองเกสรมะเขือเทศและบวบหอมซึ่งใช้ระยะเวลาในการย้อมติดสีน้อยสุดเพียง 10 นาที ถึงแม้จะเพิ่มระยะเวลาการย้อมการติดสีของละอองเกสรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับละอองเกสรมะระสามารถใช้สีย้อมได้ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ Acetocarmine ความเข้มข้น 1%, Aniline blue, MTT และ Acid fuchsin ใช้ระยะเวลาการย้อมเพียง 10 นาที

**คำขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

Ascari, L., C. Novara, V. Dusio, L. Oddi, and C. Siniscalco. 2020. Quantitative methods in microscopy to assess pollen viability in different plant taxa. Plant Reproduction. 33: 205-219.

Alonso, C., C.M. Navarro-Fernández, G. Arceo-Gómez, G.A. Meindl, V. Parra-Tabla, and T.L. Ashman. 2013. Among-species differences in pollen quality and quantity limitation: Implications for endemics in biodiverse hotspots. Annual of Botany. 112: 1461-1469.

Cavusoglu, A., and Sulusoglu, M. 2014. In vitro pollen viability and pollen germination in medlar (*Mespilus germanica* L.). International Research Journal of Biological Sciences. 2:49-53.

Dafni, A., and D.H. Firmage. 2000. Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. Plant System Evolution. 222:113-132.

Dupl'áková, N, P.I. Dobrev, D. Renak, and D. Honys. 2016. Rapid separation of Arabidopsis male gametophyte developmental stages using a Percoll gradient. Nature Protocols. 11: 1817-1832.

Heidmann, I., G. Schade-Kampmann, J. Lambalk, M. Ottiger, and M. Di Berardino. 2016. Impedance flow cytometry: a novel technique in pollen analysis. PloS One 11, e0165531. Doi: 10.1371/journal.pone.0165531

Impe, D., R. Janka, C. Köpnick, H. Rolletschek, A. Börner, A. Senula, and M. Nagel. 2020. Assessment of Pollen Viability for Wheat. Frontiers in Plant Science 10:1588.

Li, M., F. Jiang, L. Huang, H. Wang, W. Song, X. Zhang, Y. Zhang, and L. Niu. 2023. Optimization of In Vitro Germination, Viability Tests and Storage of *Paeonia ostii* Pollen. Plants. 12: 1-14.

Luria, G., N. Rutley, I. Lazar, J.F. Harper, and G. Miller. 2019. Direct analysis of pollen fitness by flow cytometry: implications for pollen response to stress. The Plant Journal. 98: 942-952.

Melloni, M.L.G., M.S. Scarpari, J.R. de Mendoca, D. Perecin, M.G. de Andrade Landell, and L.R. Pinto. 2013 Comparison of two staining methods for pollen viability studies in sugarcane Sugar Technology. 15: 103-107.

Moore, P.D., J. A. Webb, and M.E. Collinson. 1991. Pollen analysis. (2nd ed.). Blackwell Scientific Publications.

Rutley, N., and G. Miller. 2020. Large-scale analysis of pollen viability and oxidative level using H2DCFDA-staining coupled with flow cytometry. Methods in Molecular Biology. 2160: 167-179.

**Table 1** Pollen viability (%) of chili, eggplant, and tomato from staining method

| Staining time (min) | Chili | | | | Eggplant | | | | Tomato | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aniline blue | Aceto-carmine 1% | MTT | Acid fuchsin | Aniline blue | Aceto-carmine 1% | MTT | Acid fuchsin | Aniline blue | Aceto-carmine 1% | MTT | Acid fuchsin |
| 10 | 95.12±1.43$^{ab}$ | 88.50±2.38$^{a}$ | 95.13±1.25$^{a}$ | 92.50±1.78$^{a}$ | 91.50±2.34$^{a}$ | 94.00±1.83$^{b}$ | 91.63±2.56$^{a}$ | 96.50 ± 0.91$^{a}$ | 88.50 ± 1.22$^{a*}$ | 93.25 ± 1.19$^{a}$ | 59.12 ± 3.04$^{a}$ | 89.12 ± 2.78$^{a}$ |
| 20 | 95.25±0.86$^{a}$ | 93.75±1.19$^{b}$ | 96.38±1.18$^{a}$ | 94.00±1.35$^{ab}$ | 95.25±1.04$^{b}$ | 91.75±1.19$^{a}$ | 95.12±2.05$^{b}$ | 98.62 ± 0.25$^{b}$ | 90.87 ± 1.18$^{a*}$ | 87.25 ± 1.32$^{c}$ | 70.37 ± 2.17$^{b}$ | 90.12 ± 1.93$^{a}$ |
| 30 | 97.62±1.31$^{b}$ | 97.00±0.7$^{c}$ | 96.00±1.35$^{a}$ | 95.88±1.70$^{b}$ | 95.25±1.04$^{b}$ | 90.37±0.48$^{a}$ | 93.87±1.03$^{ab}$ | 98.75 ± 0.64$^{b}$ | 87.87 ± 3.97$^{a*}$ | 76.37 ± 3.79$^{b}$ | 91.00 ± 0.82$^{d}$ | 90.00 ± 2.55$^{a}$ |
| 45 | 97.12±0.63$^{ab}$ | 96.25±0.86$^{c}$ | 96.87±0.85$^{a}$ | 96.25±0.64$^{b}$ | 95.75±2.18$^{b}$ | 91.50±0.70$^{a}$ | 92.00±1.08$^{ab}$ | 98.87 ± 0.47$^{b}$ | 90.62 ± 0.85$^{a*}$ | 72.38 ± 1.70$^{a}$ | 89.87 ± 1.18$^{d}$ | 90.75 ± 2.38$^{a}$ |
| 60 | 96.37±1.43$^{ab}$ | 96.12±1.10$^{c}$ | 96.12±1.10$^{a}$ | 93.25±1.94$^{a}$ | 99.00±0.57$^{c}$ | 90.50±1.08$^{a}$ | 91.63±1.65$^{ab}$ | 99.00 ± 0.57$^{b}$ | 90.12 ± 1.70$^{a*}$ | 76.75 ± 2.60$^{b}$ | 80.12 ± 3.49$^{c}$ | 91.75 ± 0.64$^{a}$ |

Data shown are the mean ± SD. Different capital letters indicate significant differences at the 0.01 level.

**Table 2** Pollen viability (%) of sponge gourd, bitter gourd, and cucumber from staining method

| Staining time (min) | Sponge gourd | | | | Bitter gourd | | | | Cucumber | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aniline blue | Aceto-carmine 1% | MTT | Acid fuchsin | Aniline blue | Aceto-carmine 1% | MTT | Acid fuchsin | Aniline blue | Aceto-carmine 1% | MTT | Acid fuchsin |
| 10 | 100 ± 0.00$^{a}$ | 97.13 ± 0.63$^{ab}$ | 97.38 ± 0.63$^{a}$ | 98.75±0.29$^{a}$ | 99.75±0.5$^{a}$ | 100 ± 0.00$^{a}$ | 100 ± 0.00$^{a}$ | 100 ± 0.00$^{a}$ | 85.63±2.95$^{a}$ | 95.88 ± 1.38$^{ab}$ | 97.88 ± 1.31$^{c}$ | 89.75 ± 1.55$^{b}$ |
| 20 | 100 ± 0.00$^{a}$ | 97.25 ± 0.59$^{ab}$ | 97.88 ±0.48$^{ab}$ | 98.13±0.85$^{a}$ | 100 ± 0.0$^{a}$ | 99.38±0.75$^{a}$ | 100 ± 0.00$^{a}$ | 100 ± 0.00$^{a}$ | 83.00±3.16$^{a}$ | 94.75 ± 1.55$^{a}$ | 92.75 ± 1.32$^{a}$ | 82.75 ± 2.22$^{a}$ |
| 30 | 100 ± 0.00$^{a}$ | 96.75 ± 0.29$^{ab}$ | 98.75 ±0.29$^{bc}$ | 98.63±0.63$^{a}$ | 100 ± 0.0$^{a}$ | 99.38±0.75$^{a}$ | 99.88 ± 0.25$^{a}$ | 100 ± 0.00$^{a}$ | 96.88±1.11$^{b}$ | 94.38 ± 1.60$^{a}$ | 95.25 ± 1.44$^{b}$ | 96.63 ± 0.48$^{c}$ |
| 45 | 99.75±0.50$^{a}$ | 96.00 ± 1.47$^{a}$ | 98.88 ± 0.48$^{c}$ | 97.63±1.03$^{a}$ | 100 ± 0.0$^{a}$ | 99.13±0.75$^{a}$ | 99.88 ± 0.25$^{a}$ | 99.25±0.65$^{a}$ | 93.63±1.25$^{b}$ | 98.00 ± 0.41$^{a}$ | 94.13 ± 1.03$^{ab}$ | 85.88 ± 2.39$^{a}$ |
| 60 | 99.75±0.50$^{a}$ | 97.75 ± 0.65$^{b}$ | 99.25 ± 0.96$^{c}$ | 98.50±0.41$^{a}$ | 100 ± 0.0$^{a}$ | 99.75±0.50$^{a}$ | 99.75 ± 0.50$^{a}$ | 99.63±0.48$^{a}$ | 96.13±1.03$^{b}$ | 97.38 ± 1.60$^{b}$ | 92.25 ± 1.94$^{a}$ | 83.88 ± 4.42$^{a}$ |

Data shown are the mean ± SD. Different capital letters indicate significant differences at the 0.01 level.

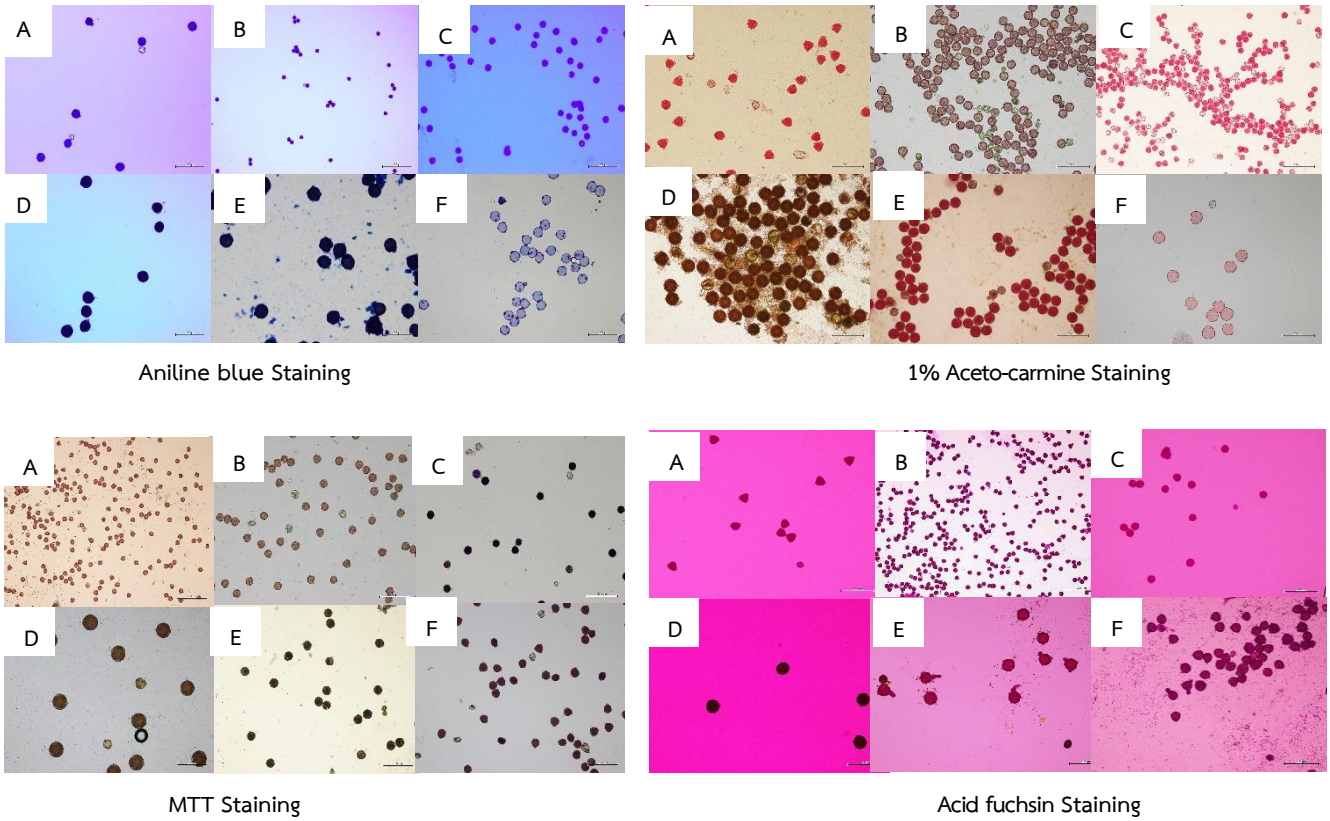



**Figure 1** Comparison of the four-staining method for chili (A), eggplant (B), tomato (C), sponge gourd (D), bitter gourd (E), and cucumber (F) pollen; Bar=100 μm

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ประสิทธิภาพของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของคะน้าใบที่ผลิตแบบไร้ดิน

# The influence of planting density for growth and quality of leaf chinese kale under soilless culture

**ศิริกาญจน์ ปานแก้ว[1], วรากร แสงสีจันทร์[2] และ สรพงค์ เบญจศรี[2*]**
**Sirikan Pankaew[1], Warakorn Sangsrijan[2] and Sorapong Benchasri[2*]**
*[1]ฝ่ายกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง ประเทศไทย 93210*
*[1]Division of Student Affairs of Thaksin University, Phatthalung, Thailand P.O. 93210*
*[2]สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ ประเทศไทย*
*[2]Department of Plant Science, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Thailand*

**บทคัดย่อ**: ทำการศึกษาความหนาแน่น (อัตราปลูก) ต่อการเจริญเติบโตของคะน้าใบที่ผลิตในอัตราปลูก 4 อัตรา (ทรีตเมนต์) ประกอบด้วย 1, 2, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ โดยกำหนดอัตราปลูก 1 หลุม/ต้น ซึ่งเป็นอัตราปลูกที่ใช้ในการผลิตพืชไฮโดรโปนิกส์ทั่วไปเป็นทรีตเมนต์ควบคุม ซึ่งเริ่มด้วยการนำแผ่นฟองน้ำมาเจาะรู (หลุม) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร เพื่อปลูกคะน้าใบไร้ดินภายใต้ระบบปลูกไฮโดรโปนิกส์แบบ Dynamic Root Floating Technique วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) กำหนดระยะปลูก 20×20 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่าคะน้าใบมีความสูงที่อัตราปลูก 4 ต้น/หลุม มีค่าดีที่สุด คือ 21.07±2.51 เซนติเมตร ลักษณะความยาวใบ ความกว้างใบ และเส้นผ่านศูนย์กลาง ที่อัตราปลูก 2 ต้น/หลุม มีค่าดีที่สุดคือ 24.93±4.23, 24.83±4.86 และ 2.20±0.34 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 1 ต้น/หลุม มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุดเท่ากับ 182.26 กรัม/ต้น โดยมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกคะน้าใบในอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม ที่มีค่าเท่ากับ 180.21 กรัม/ต้น แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติกับการปลูกในอัตรา 3 และ 4 ต้น/หลุม ในขณะที่น้ำหนักแห้ง พบว่าการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 1 และ 2 ต้น/หลุม มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ
**คำสำคัญ**: ผัก; dynamic root floating technique (DRFT); ผลผลิต

**ABTRACT:** The purpose of this study was to study the planting density (plant rate) on growth of leaf chinese kale grown at 4 planting rates (treatments) consisting of 1, 2, 3 and 4 plants/hole, respectively. One planting rate is used in the production of general hydroponics plants (control), is a controlled treatment by bringing a sponge sheet 60 cm wide, 120 cm long, 2.5 cm thick. Drilling holes were diameter of 2.5 cm under the hydroponics system, Dynamic Root Floating Technique by planning a Completely Randomized Design and determine the planting distance of 20 × 20 cm. The results showed that the leafy chinese kale has the best height plant at the 4 plants/hole 21.07 ± 2.51 cm respectively. The highest leaf length, leaf width and diameter was recorded at 2 plants/hole. The best is 24.93 ± 4.23, 24.83 ± 4.86 and 2.20 ± 0.34 cm, respectively. Planting 1 plant/hole had the highest fresh weight 182.26 grams/plant. However, no statistically significant difference with 2 plantings/ hole at 180.21 grams/plant. But there were statistically significant differences with 3 and 4 plants/hole. While, planting 1 and 2 plants/hole were not different with the dry weight.
**Keywords:** vegetable; dynamic root floating technique (DRFT); yield

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่เป็นแหล่งผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก โดยกลุ่มธุรกิจภาคเกษตรกรรมจัดอยู่ในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีการเจริญเติบโตสูงในระดับประเทศ (SME High Growth Sectors) (บัญชา, 2565) ซึ่งสินค้าเกษตรที่ส่งออกมีหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็น ข้าว ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ผลไม้ หรือ พืชผัก สำหรับผักที่ส่งออก

* Corresponding author: benchasri@gmail.com

ประกอบไปด้วยผักหลายชนิด หนึ่งในนั้นคือคะน้าใบที่เป็นพืชผักที่มีความสำคัญของประเทศไทย (อมรรัตน์ และคณะ, 2565) โดยพบว่าผลผลิตของคะน้ามีการส่งจำหน่ายต่างประเทศมากถึง 250 ล้านบาทต่อปี (สรพงค์ และคณะ, 2562) นอกจากนี้คะน้าใบมีความสำคัญด้านคุณค่าทางโภชนาการ โดยคะน้าประกอบด้วยสารอาหารสำคัญหลายชนิด เช่น โปรตีน แคลเซียม เหล็ก วิตามิน เส้นใย และสารพฤกษเคมี (Phytochemical) (Acikgoz and Deveci, 2011; Chang et al., 2019) สารอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อร่างกายของมนุษย์ โดยเฉพาะสารพฤกษเคมีนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านทานมะเร็ง และลดความเสี่ยงของโรค (La et al., 2013) คะน้าใบจึงเป็นพืชผักที่มีคุณค่าชนิดหนึ่งของประเทศไทย จากการรายงานพบว่าแนวโน้มการผลิตและการบริโภคคะน้ามีเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี (สมยศ และ สมมารถ, 2551) เกษตรกรจึงพยายามหาวิธีการผลิตคะน้าให้ตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น จึงมีการพัฒนาระบบการผลิตแบบใหม่ เช่นการผลิตคะน้าไฮโดรโปนิกส์แบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเกษตรทางเลือก โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ที่มีการจัดปัจจัยการผลิตเพื่อให้คะน้ามีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ผลผลิตสูง สะอาด มีคุณภาพดี และปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปี (จาริวัฒณ์ และคณะ, 2564) แต่จากการสังเกตของคณะผู้วิจัยพบว่าเกษตรกรที่ผลิตคะน้าใบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ประสบปัญหาการเจริญเติบโต ต้นเล็ก และได้ผลผลิตน้อย เนื่องจากเกษตรกรใช้อัตราปลูกเช่นเดียวกับการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ชนิดอื่น แต่คะน้าใบมีขนาดทรงพุ่ม ความสูง ลักษณะใบ หรือรูปแบบทรงต้น แตกต่างจากพืชชนิดอื่น จึงมีการตอบสนองต่อปัจจัยดังกล่าวต่างกัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของคะน้าใบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ที่ปลูกในอัตราปลูกต่างกัน

**วิธีการศึกษา**

การทดลองครั้งนี้เริ่มโดยการนำเมล็ดพันธุ์คะน้าใบมาเพาะในฟองน้ำรูปทรงลูกเต๋า เป็นเวลา 7 วัน เพื่อใช้เป็นต้นกล้าคะน้าใบโตและมีขนาดเหมาะสมในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และคุณภาพของคะน้าแบบไร้ดิน โดยปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ DRFT โดยแต่ละหลุมมีระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร (สรพงค์ และคณะ, 2562) และกำหนดให้แต่ละหลุมมีอัตราปลูก 4 อัตรา (ทรีตเมนต์) ประกอบด้วย 1, 2, 3 และ 4 ต้น/หลุม ตามลำดับ กำหนดอัตราปลูก 1 หลุม/ต้นซึ่งเป็นอัตราปลูกที่ใช้ในการผลิตพืชไฮโดรโปนิกส์ทั่วไปเป็นทรีตเมนต์ควบคุม โดยแต่ละทรีตเมนต์ ปลูก 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูกคะน้า 20 หลุม และเติมปุ๋ยสูตรเอและสูตรบีทุกๆ สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ส่วนสัปดาห์ที่ 5 ไม่มีการเติมปุ๋ยเพื่อป้องกันการตกค้างของปุ๋ยในต้นคะน้า สำหรับการทดลองครั้งนี้มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสด และราคา หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS (Statistical Package for the Social Science Version 29) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

ผลการศึกษาความสูงต้น พบว่าอัตราปลูกแต่ละอัตราปลูกตามช่วงอายุสัปดาห์ต่างๆ กันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการเปรียบเทียบความสูงต้นในแต่ละอัตราปลูกภายในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 3, 4 และ 5 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามความสูงต้นจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ ความสูงต้นดีที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 17.87±0.87, 13.47±3.59 และ 11.53±0.55 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 4, 3 และ 2 ต้น/หลุม ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 5 มีความสูงมากที่สุด เท่ากับ 21.07±2.51, 20.63±4.14, 19.80±4.96 และ 18.13±3.17 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 4, 3, 2 และ 1 ต้น/หลุม ตามลำดับ **(Table 1)** ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Boonnoi และคณะ (2017) ที่ทดสอบปลูกคะน้าไฮโดรโปนิกส์แบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) พบว่าความสูงคะน้ามีค่าแตกต่างกันตามวิธีที่ศึกษา

**Table 1** Plant height of chinese kale

| Treatments | Weeks after transplanting | | | | | F-test | $LSD_{0.01}$ | CV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Week | 2 Weeks | 3 Weeks | 4 Weeks | 5 Weeks | | | |
| **1 ($T_1$)** | 2.53±0.31Ad | 5.57±1.18Ac | 9.27±0.65ABb | 11.50±0.75Bb | 18.13±3.17Ca | ** | 2.88 | 6.83 |
| **2 ($T_2$)** | 2.93±0.30Ad | 5.87±1.12Acd | 9.63±0.49Abc | 11.53±0.55Bb | 19.80±4.96Ba | ** | 4.89 | 3.13 |
| **3 ($T_3$)** | 1.70±0.38Ad | 5.80±0.69Acd | 7.63±0.96Bc | 13.47±3.59Bb | 20.63±4.14ABa | ** | 4.57 | 7.14 |
| **4 ($T_4$)** | 2.00±0.53Ae | 6.13±2.59Ad | 10.57±1.10Ac | 17.87±0.87Ab | 21.07±2.51Aa | ** | 3.00 | 4.29 |
| **F-test** | ns | ns | * | * | * | - | - | - |
| **$LSD_{0.05}$** | 1.23 | 3.35 | 1.78 | 4.31 | 1.25 | - | - | - |
| **CV.** | 18.71 | 8.28 | 9.58 | 5.10 | 10.14 | - | - | - |

ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Mean in the same column followed by a capital letter indicates significant difference between treatment and different common letter indicates significant difference between week after transplanting by LSD

ผลการเปรียบเทียบความยาวใบในแต่ละอัตราปลูกภายในสัปดาห์ 1, 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามความยาวใบจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ โดยความยาวใบในสัปดาห์ที่ 5 มีความยาวใบดีที่สุดเท่ากับ 24.93±4.23, 24.07±0.84, 21.40±3.05 และ 20.67±0.38 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 2, 1, 4 และ 3 ต้น/หลุม ตามลำดับ **(Table 2)**

**Table 2** Leaf length of chinese kale

| Treatments | Weeks after transplanting | | | | | F-test | $LSD_{0.01}$ | CV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Week | 2 Weeks | 3 Weeks | 4 Weeks | 5 Weeks | | | |
| **1 ($T_1$)** | 0.77±0.21Ae | 5.17±0.35Ad | 8.90±1.65Ac | 16.37±0.55Ab | 24.07±0.84ABa | ** | 1.60 | 8.94 |
| **2 ($T_2$)** | 0.90±0.20Ae | 5.50±0.21Ad | 11.33±0.47Ac | 17.10±1.05Ab | 24.93±4.23Aa | ** | 3.57 | 8.24 |
| **3 ($T_3$)** | 0.73±0.06Ae | 4.47±0.10Ad | 9.40±1.40Ac | 13.63±1.26ABb | 20.67±0.38Ca | ** | 1.57 | 9.62 |
| **4 ($T_4$)** | 0.67±0.06Ae | 4.20±1.25Ad | 10.27±0.46Ac | 15.57±1.33Bb | 21.40±3.05BCa | ** | 2.57 | 6.38 |
| **F-test** | ns | ns | ns | * | * | - | - | - |
| **$LSD_{0.05}$** | 0.25 | 1.34 | 2.79 | 2.44 | 1.14 | - | - | - |
| **CV.** | 6.27 | 3.19 | 8.65 | 8.45 | 6.16 | - | - | - |

ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Mean in the same column followed by a capital letter indicates significant difference between treatment and different common letter indicates significant difference between week after transplanting by LSD

การศึกษาความกว้างใบซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อน้ำหนักคะน้าใบเพราะหากใบใหญ่ก็จะทำให้ได้น้ำหนักสูงกว่าใบเล็ก โดยพบว่าความกว้างใบดีที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 เท่ากับ 24.83±4.86, 21.73±0.25, 21.47±2.94 และ 21.00±2.03 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 2, 3, 4 และ 1 ต้น/หลุม ตามลำดับ **(Table 3)**

**Table 3** Wide leaf of chinese kale

| Treatments | Weeks after transplanting | | | | | F-test | LSD,0.01 | CV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Week | 2 Weeks | 3 Weeks | 4 Weeks | 5 Weeks | | | |
| **1 ($T_1$)** | 0.67±0.06Ae | 5.07±0.51Ad | 8.47±0.61Ac | 17.53±0.51Ab | 21.00±2.033Ca | ** | 1.83 | 9.91 |
| **2 ($T_2$)** | 1.40±0.44Ad | 5.23±0.40Ac | 10.83±0.76Ab | 18.50±0.61Aa | 24.83±4.86ABa | ** | 4.06 | 10.75 |
| **3 ($T_3$)** | 1.10±0.44Ae | 3.40±0.40Bd | 8.63±1.26Bc | 13.78±0.67Bb | 21.73±0.25BCa | ** | 1.27 | 8.39 |
| **4 ($T_4$)** | 1.10±0.44Ae | 4.13±0.47Bd | 8.70±1.04Bc | 13.77±0.58Bb | 21.47±2.94Ca | ** | 2.63 | 7.17 |
| **F-test** | ns | ns | * | * | * | - | - | - |
| **$LSD_{0.05}$** | 0.87 | 1.85 | 2.08 | 3.24 | 3.33 | - | - | - |
| **CV.** | 6.32 | 10.03 | 11.10 | 4.63 | 8.57 | - | - | - |

ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Mean in the same column followed by a capital letter indicates significant difference between treatment and different common letter indicates significant difference between week after transplanting by LSD

ผลการศึกษาจำนวนใบ/ต้น ของอัตราปลูกต่างๆ พบว่าอัตราปลูกแต่ละอัตราปลูกตามช่วงอายุสัปดาห์ต่างๆ กันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการเปรียบเทียบจำนวนใบในแต่ละอัตราปลูกภายในสัปดาห์ 1, 2, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่ในสัปดาห์ที่ 5 คือสัปดาห์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยจำนวนใบมากที่สุด 5 เท่ากับ 10.33±0.58, 9.65 ± 0.58, 9.62 ± 1.15 และ 9.43±0.58 เซนติเมตร ในอัตราปลูก 4, 3, 2 และ 1 ต้นต่อหลุม ตามลำดับ **(Table 4)** สอดคล้องกับการศึกษาของพืชในหลายชนิดเช่น บล็อกโคลี่ (Tejaswini et al., 2018)

**Table 4** Leaf number of chinese kale

| Treatments | Weeks after transplanting | | | | | F-test | $LSD_{0.01}$ | CV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Week | 2 Weeks | 3 Weeks | 4 Weeks | 5 Weeks | | | |
| 1 ($T_1$) | 2.00±0.00Ad | 3.00±0.00Ad | 4.67±0.58Ac | 6.00±1.00Ab | 9.43±0.58Ba | ** | 1.05 | 10.55 |
| 2 ($T_2$) | 2.10±0.10Ad | 3.33±0.58Acd | 4.33±0.58Ac | 6.67±0.58Ab | 9.62±1.15ABa | ** | 1.24 | 3.66 |
| 3 ($T_3$) | 2.10±0.01Ac | 3.40±0.50Abc | 4.34±0.58Ab | 6.68±1.15Aa | 9.65±0.58ABa | ** | 1.56 | 4.60 |
| 4 ($T_4$) | 2.11±0.20Ac | 3.33±0.58Ac | 4.67±1.15Ab | 6.73±0.58Ab | 10.33±0.58Aa | ** | 1.24 | 5.07 |
| **F-test** | ns | ns | ns | ns | * | - | - | - |
| **$LSD_{0.05}$** | 0.21 | 0.94 | 1.63 | 1.33 | 0.86 | - | - | - |
| **CV.** | 3.58 | 4.63 | 8.37 | 4.70 | 10.35 | - | - | - |

ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Mean in the same column followed by a capital letter indicates significant difference between treatment and different common letter indicates significant difference between week after transplanting by LSD

ผลการศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของอัตราปลูกต่างๆ พบว่าอัตราปลูกแต่ละอัตราปลูกตามช่วงอายุสัปดาห์ต่างๆ กันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นในแต่ละอัตราปลูกภายในสัปดาห์เดียวกันพบว่าความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นสัปดาห์ที่ 1 (ไม่เก็บข้อมูล) สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 โดยการปลูกในอัตรา 1 และ 2 ต้น/หลุม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติมีค่าเท่ากับ 2.20±0.34 และ 2.17±0.34 เซนติเมตร ตามลำดับ **(Table 5)**

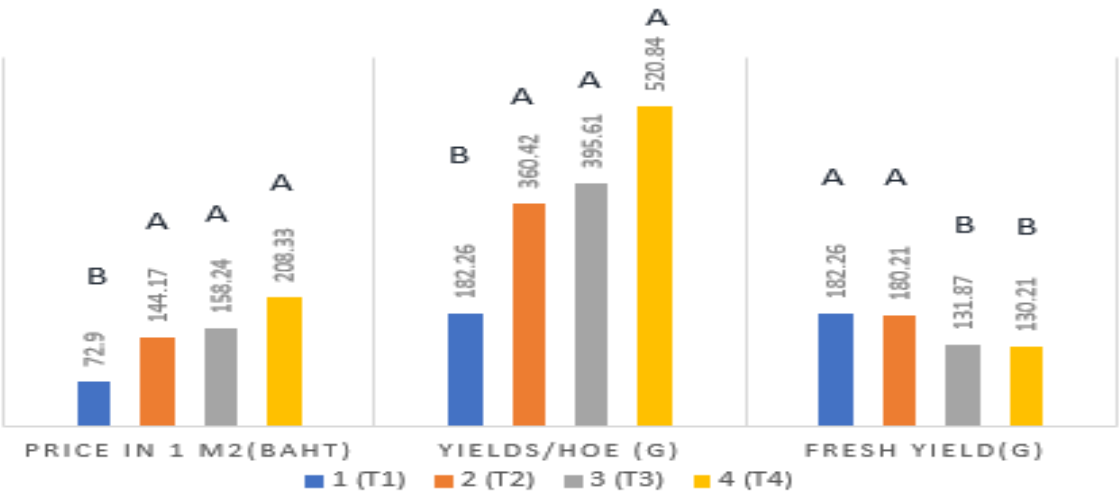
**Table 5** Stem diameter of chinese kale

| Treatments | Weeks after transplanting | | | | | F-test | $LSD_{0.01}$ | CV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Week | 2 Weeks | 3 Weeks | 4 Weeks | 5 Weeks | | | |
| 1 ($T_1$) | - | 0.18±0.01Ad | 0.71±0.12ABc | 1.54±0.11Ab | 2.17±0.34Aa | ** | 0.36 | 6.59 |
| 2 ($T_2$) | - | 0.21±0.03Ad | 0.86±0.03Ac | 1.65±0.26Ab | 2.20±0.34Aa | ** | 0.41 | 7.15 |
| 3 ($T_3$) | - | 0.18±0.02Ad | 0.55±0.20Bc | 1.14±0.07Bb | 1.80±0.18Ba | ** | 0.26 | 5.19 |
| 4 ($T_4$) | - | 0.21±0.05Ad | 0.68±0.10Abc | 1.20±0.01Bb | 1.78±0.18Ba | ** | 0.20 | 10.05 |
| F-test | - | ns | * | * | * | - | - | - |
| $LSD_{0.05}$ | | 0.06 | 0.27 | 0.31 | 0.35 | - | - | - |
| CV. | | 5.81 | 9.16 | 1.63 | 2.52 | - | - | - |

ns, * and ** means not significant, significant at p<0.05 and p< 0.01, respectively

Mean in the same column followed by a capital letter indicates significant difference between treatment and different common letter indicates significant difference between week after transplanting by LSD

ผลการศึกษาน้ำหนักสด และราคา พบว่ามีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าที่อัตราปลูก 1 ต้น/หลุมมีผลผลิตดีที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 182.26 กรัม/ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 180.21 กรัม/ต้น ส่วนอัตราปลูก 3 และ 4 ต้น/หลุม มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 1)** ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ สมยศ และสมมารถ (2551) ที่กล่าวว่าอัตราปลูกพืชมีผลต่อคุณภาพและผลผลิตรวมของพืช ส่วนการเปรียบเทียบราคาผลผลิตคะน้าต่อพื้นที่ปลูก 1 ตารางเมตร พบว่าการปลูกคะน้าในอัตราปลูก 4 ต้น/หลุม มีราคาขายมากที่สุดเท่ากับ 208.33 บาท (คำนวณจากคะน้ากิโลกรัมละ 20 บาท) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการปลูก 3 และ 2 ต้น/หลุมที่มีราคา 158.24 และ 144.17 บาท อย่างไรก็ตามพบว่าการปลูกในอัตรา 3 และ 4 ต้น/หลุม ถึงแม้จะมีน้ำหนักและราคาคำนวณต่อพื้นที่สูง แต่ภาพรวมของต้นคะน้าจะเล็กและผู้บริโภคไม่นิยมซื้อไปบริโภค ดังนั้นการปลูกในอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม จึงเหมาะที่สุดเพราะได้น้ำหนักดี และราคาขายสูง อีกทั้งทรงต้นยังเป็นที่ต้องการของตลาด




significant at p<0.05

**Figure 1** fresh and price yield of chinese kale

**สรุป**

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของคะน้าใบที่อัตราปลูก 4 อัตรา คือ 1, 2, 3 และ 4 ต้นต่อหลุม พบว่าเมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของระยะปลูกแต่ละสัปดาห์ แสดงผลให้ทราบว่าคะน้าใบมีความสูง ที่อัตราปลูก 4 ต้น/หลุม ดีที่สุด คือ 21.07±2.51 เซนติเมตร ลักษณะความยาวใบ ความกว้างใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางต้น การปลูกที่อัตราปลูก 2 ต้น/หลุม มีค่าดีที่สุดคือ 24.93±4.23,

24.83±4.86 และ 2.20±0.34 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำหนักสดพบว่าการปลูกคะน้าที่อัตราปลูก 1 ต้น/หลุม จะให้ผลผลิตดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอัตราปลูก 2 ต้น/หลุม โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 182.26 และ 180.21กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติกับการปลูก 3 และ 4 ต้น/หลุม จากข้อมูลข้างต้นทำให้สามารถสรุปได้ว่าการปลูกคะน้าแบบไร้ดินที่อัตราปลูก 2 ต้น/หลุมคืออัตราที่เหมาะสมที่สุด เพราะมีความยาวใบ ความกว้างใบ เส้นผ่านศูนย์กลาง และน้ำหนักสดเหมาะสมที่สุด

**คำขอบคุณ**

ขอขอบพระคุณเงินอุดหนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

จาริวัฒณ์ ศิริอินทร์, เธียร ธีระวรวงศ์ และ นราศักดิ์ บุญมี. 2564. ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดเบบี้เรดคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์. วารสารแก่นเกษตร 48 (2):304-311.

บัญชา รัตนีทู. 2565. ผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากวัสดุอินทรีย์ผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า.แก่นเกษตร.50(1): 631-636.

สรพงค์ เบญจศรี, ภาณุมาศ พฤฒิคณี, ธัญญารัตน์ รักรอด และ เสาวนีย์ เล็กบางพง. 2562. ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของคะน้า (*Brassica alboglabra*) ที่ผลิตด้วยวิธีการไฮโดรโปนิกส์. น 902-910 ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 29 ประจำปี 2562 วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน วันที่ 9-10 พฤษภาคม 2562 ณ โรงแรมสยามออเรียนทัล อำเภอหาดใหญ่, จังหวัดสงขลา.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล และ สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2551. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเผือกหอมพันธุ์พื้นเมือง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 26(2): 1-9.

อมรรัตน์ ชุมทอง, ศราวุฒิ นาคปาน และศักรินทร์ ขานุรักษ์. 2565. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ากระถาง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์.9(2): 59-65.

Acikgoz, F.E. and A. Deveci. 2011. Comparative analysis of vitamin C, crude protein, elemental nitrogen and mineral content of canola greens (*Brassica napus* L.) and kale (*Brassica oleracea var. acephala*). African Journal of Biotechnology. 10(83): 19385-19391.

Boonnoi, N., I. Nuntagij and P. Koohakan. 2017. Growth and yield of chinese kale grown in dynamic root floating technique (DRFT) by reused nutrient solution. International Journal of Agricultural Technology. 13(1): 1469-1477.

Chang, J., M. Wang, Y. Jian, F. Zhang, J. Zhu, Q. Wang and B. Sun. 2019. Health-promoting phytochemicals and antioxidant capacity in diferent organs from six varieties of chinese kale. Scientific Reports 9: 20344

La G., G. Yang, T. Fang, P. Guo H., X. Hao and S. Huang. 2013. Effect of NH4+/NO3- ratios on the growth and bolting stem glucosinolate content of chinese kale (*Brassica alboglabra* L.H. Bailey). Australian Journal of Crop Science. 7(5): 618-624.

Tejaswini, T., L.R. Varma, P. Verma, D.M. Thakur and F.B. Vani. 2018. Studies on effect of different plant spacing with respect to growth, yield and quality of broccoli (*Brassica oleracea* var. italica. L) under North Gujarat conditions. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.7(5): 34-42.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และคุณภาพผลผลิตฟักทองพันธุ์ใหม่ 8 พันธุ์

# Study on characteristics and quality of eight new pumpkin cultivars

**สุดคนึง ศรีสะอาด[1,2], สรวิช น้ำค้าง[2], ธนวิน เกิดจงรักษ์[1], หทัยรัตน์ โชคทวีพาณิชย์[2], และ อัญมณี อาวุชานนท์[2*]**

**Sutkhanung Srisa-ard[1,2], Soravis Namkhang[2], Tanawin Kirdjongrak[1] , Hathairat Chokthaweepanich[2], and Anyamanee Auvuchanon[2*]**

*[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140*

*[1] Dept. of Horticulture, Fac. of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

*[2] วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900*

*[2] School of Integrated Science, Kasetsart University, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** ฟักทองในประเทศไทยมีหลากหลายพันธุ์ประกอบด้วย ฟักทองพันธุ์การค้า พันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ มีทั้งความเหมือนและแตกต่างกันตามลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณภาพของผลผลิต จึงนำฟักทองที่ปรับปรุงพันธุ์แล้วจำนวน 8 พันธุ์นำมาประเมินลักษณะประจำพันธุ์เพื่อขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ โดยศึกษาคุณภาพผลผลิต และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research (STAR-2.0.1) พบว่า ฟักทองมีรูปทรงผล 3 แบบ คือ รูปรีกว้างทางแนวนอนหรือรูปทรงแป้น รูปไข่ และรูปกลมแป้น ผลมีร่องผล มีผิวส่วนใหญ่ขรุขระ (คางคก) มีสีเนื้ออยู่เป็นสีเหลือง ส้มปนเหลือง ถึงสีส้ม มีน้ำหนัก 0.5 - 2.0 กิโลกรัม มีลักษณะจำเพาะเจาะจงของแต่ละพันธุ์ อยู่ในเกณฑ์ขององค์ประกอบการขอจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ มาตรา12 มีคุณสมบัติที่ดีต่อการบริโภค และมีความโดดเด่นแตกต่างกันของคุณภาพผลผลิตดังนี้ พันธุ์ปลูกที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูง ได้แก่ K3PI, PI2014 ให้ผลผลิตอย่างน้อย 2 ผลต่อต้น พันธุ์ปลูกที่จัดอยู่ในกลุ่มเบต้าแคโรทีนสูงที่มากกว่า 0.7 mg/100gFW ได้แก่ KPS-104 พันธุ์ผสมเปิด KAN3, Ra/Ol และ KAN1 พันธุ์ที่มีค่าของแข็งละลายน้ำได้ (TSS) มากกว่า 11 °Brix ซึ่งสูงกว่าค่าที่ผู้บริโภคยอมรับ ได้แก่ F1-PakaRT17, KPS-104, CM1, KAN3, Ra/Ol และ KAN1 พันธุ์ที่มีร้อยละน้ำหนักแห้งสูงกว่า 17 % ได้แก่ F1-PakaRT17 และ KAN1 และมีสีเนื้อโดดเด่น คือ สีส้ม ได้แก่ PI2014

**คำสำคัญ:** สัณฐานวิทยา; พืชตระกูลแตง; การขึ้นทะเบียนพันธุ์; เบต้า-แคโรทีน; ปรับปรุงพันธุ์

**ABSTRACT:** There are many varieties of pumpkins in Thailand including commercial, landrace, and breeding varieties. They are similar and different in morphology and yield quality. Eight pumpkin cultivars were evaluated characteristics to register the new varieties using yield quality data and statistical analysis with Statistical Tool for Agricultural Research (STAR-2.0.1) program. The results showed that there are 3 fruit shapes including transverse broad elliptic (flat shape), ovate, and oblate (globular). The fruits had grooves and most of skin were rough (kangkok). The flesh color was yellow, yellowish orange, to orange. The weight of fruit was 0.5 - 2.0 kg. Each variety has specific characteristics within the criteria for the registration of new plant varieties under Section 12 of the New Plant Species Protection Act. Moreover, they had properties that were good for consumption and distinctive differences in fruit quality. The varieties that presented high yield per plant (at least two fruits/plant) were K3PI and PI2014. The high beta-carotene cultivars (more than 0.7 mg/100gFW) were KPS-104, KAN3, Ra/Ol, and KAN1 cultivars. Additionally, F1-PakaRT17, KPS-104, CM1, KAN3, Ra/Ol, and KAN1 cultivars showed high total soluble solid (TSS) more than 11 °Brix. The cultivars with percentage of dry weight more than 17% were F1-PakaRT17 and KAN1. The PI2014 presented the prominently flesh color as orange.

**Keywords:** morphology; Cucurbitaceae; cultivar registration; beta-carotene; breeding

* Corresponding author: agrana@ku.ac.th

**บทนำ**

ปัจจุบันได้มีการนำพืชผักผลไม้มาใช้ป้องกันรักษาโรคและชะลอความเสื่อมของร่างกายโดยอยู่ในรูปแบบของอาหารพร้อมรับประทาน และเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแทนยาที่เกิดจากสารสังเคราะห์ทางเคมี จากกระแสดังกล่าวจึงมีการสรรหาอาหารที่มาจากธรรมชาติกันมากขึ้น สารสำคัญที่กำลังเป็นที่นิยมคือสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารเบต้าแคโรทีน ซึ่งมีอยู่มากในพืชผักที่มีสีส้ม เหลือง เช่น ฟักทอง แครอท มะละกอ มีคุณสมบัติลดความเสี่ยงต่อโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคสมอง (เช่น อัลไซเมอร์) เป็นต้น ในประเทศไทยมีการเพาะปลูกฟักทองกันมาก สามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ ชอบดินร่วนทราย ชอบอากาศแห้ง ฟักทองเป็นพืชที่ราคาย่อมเยาว์ สามารถรับประทานได้เกือบทุกส่วนตั้งแต่ ยอด ผล เมล็ด ฟักทองจึงเป็นพืชสวนครัวที่นิยมใช้รับประทาน พันธุ์ฟักทองที่บริโภคในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชนิด *Cucurbita moschata* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตแห้งแล้งแถบอเมริกากลาง ภาคเหนือของเม็กซิโก และภาคตะวันตกของอเมริกาเหนือ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปลูกฟักทอง คือ 18 - 27 องศาเซลเซียส ฟักทองจัดเป็นพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) เป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยพืชวงศ์แตงมีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตของโลก ได้แก่ แตงกวา แตงเทศ แตงเทศ(เมล็ด) ฟักทอง และแตงโม รวมเท่ากับ 73.9 ล้านไร่ ร้อยละ 35.7, 8.8, 16.4, 13.0 และ 26.1 ตามลำดับ ประเทศที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตฟักทองมาก ได้แก่ จีน และแคเมอรูน เท่ากับ 2.8 และ 1.1 ล้านไร่ ร้อยละ 29.3 และ 11.4 ประเทศไทยเท่ากับ 33,650 ไร่ ร้อยละ 0.3ของพื้นที่ทั้งหมด (จานุลักษณ์ , 2564)

การขึ้นทะเบียนพันธุ์ฟักทองให้เป็นพันธุ์พืชใหม่ต้องเป็นไปตามหมวด 3 การคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ มาตรา 12 พันธุ์พืชที่จะขอจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ มีการดำเนินการตรวจสอบตามระเบียบกรมวิชาการเกษตรว่าด้วยการตรวจสอบลักษณะของพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ ตามชนิดพืชที่ได้ประกาศให้เป็นพันธุ์พืชใหม่ที่จะได้รับการคุ้มครองตามมาตรา 14 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ชนิดพืชฟักทอง (*Cucurbita moschata* Dechesne) และลูกผสม โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำลักษณะประจำพันธุ์ของฟักทอง และวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตของฟักทอง 9 พันธุ์ เพื่อขึ้นทะเบียนพันธุ์ฟักทอง

**วิธีการศึกษา**

ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ และคุณภาพผลผลิตฟักทองจำนวน 9 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่ K3PI, F1-PakaRT17 และ KPS-104 พันธุ์ผสมเปิด 5 พันธุ์ ได้แก่ CM1, PI2014, KAN3, Ra/Ol และ KAN1 และพันธุ์การค้า 1 พันธุ์ ได้แก่ SM เพื่อใช้เปรียบเทียบ บันทึกลักษณะประจำพันธุ์ฟักทอง โดยใช้ตารางลักษณะประจำพันธุ์ฟักทองตามระเบียบกรมวิชาการเกษตรว่าด้วยการตรวจสอบลักษณะของพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ (ฉบับที่ 11) พ.ศ. 2556 สำหรับฟักทองและลูกผสม โดยบันทึกข้อมูลในส่วนของ แผ่นใบ ดอกเพศเมีย ดอกเพศผู้ ผล และเมล็ด

**การบันทึกข้อมูลลักษณะคุณภาพผลผลิตฟักทอง**

นำฟักทองทั้ง 9 พันธุ์มาพันธุ์ละ 4 ผล ถ่ายรูป เก็บข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ในส่วนของผล และบันทึกน้ำหนัก จากนั้นวัดคุณภาพของเนื้อฟักทอง ได้แก่ สีเนื้อ (L* a* b*) ฟักทองด้วยเครื่อง Chroma Meter (ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400) และนำไปคำนวณหาค่าสีที่แท้จริง (Hue angle: H°) และความเข้มของสี (Chroma: C) ดังสมการ (McGuiere,1992; HunterLab,1996)

$H° = \arctan(b^*/a^*)$ โดยที่ $a^*$ และ $b^* > 0$ หรือ

$H° = 180° + \arctan(b^*/a^*)$ โดยที่ $a^* < 0$ และ $b^* > 0$

$C = \sqrt{(a^*)^2+(b^*)^2}$

การประเมินความหนาเนื้อ (Thickness of flesh) โดยผ่าลูกฟักทองเป็น 2 ซีกเท่าๆ กัน ใช้เครื่อง Digital Vernier Calipers(mm)วัดบริเวณส่วนที่กว้างที่สุดตั้งแต่ขอบเนื้อติดเปลือกด้านในถึงโพรงเมล็ด (มัณฑนา, 2556) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (Total Soluble Solid: TSS) โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อฟักทองขูดด้วยเครื่องขูดให้ละเอียด เก็บเนื้อที่ขูดละเอียด คั้นน้ำฟักทองด้วยผ้าขาวบาง หยดใส่เป้าเครื่อง Pocket refractometer (ATAGO รุ่น PAL-1) บันทึกค่า TSS จำนวน 4 ซ้ำ

การหาค่าร้อยละน้ำหนักแห้ง (%DW) โดยการนำตัวอย่างเนื้อฟักทองที่ขูดเป็นเส้นจำนวน 50 กรัม ไปอบด้วยเครื่อง Hot air oven (ยี่ห้อ Memmert) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จดบันทึกน้ำหนักแห้ง(Dry Weight: DW) จากนั้นนำไปคำนวณร้อยละน้ำหนักแห้ง

การวัดปริมาณสารเบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) ด้วยวิธี Nagata and Yamashita (1992) เตรียมตัวอย่างฟักทองโดยนำเนื้อฟักทองมาหั่นเป็นชิ้นลูกเต๋าขนาด 2x2 มม. แล้วชั่งน้ำหนักมา 0.5 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย acetone : hexane อัตราส่วน 4:6 v/v ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer จนละเอียด ปิดฝาหลอดทดลอง พักไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน ปั่นสารละลายในหลอดทดลอง แล้วดูดของเหลวสีเหลืองไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยการวิเคราะห์จากค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Spectronic รุ่น 20-GENESYS ที่มีความยาวคลื่น 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร (nm) เริ่มวัดที่ความยาวคลื่น 453 nm ก่อน หากค่าการดูดกลืนแสงมากว่า1.5 ให้เจือจางสารละลาย 2 เท่า หากค่าการดูดกลืนแสงมากว่า1.8 ให้เจือจางสารละลาย 3 เท่า คำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังสมการ

Beta-carotene (mg/100 g FW) = $0.216A_{663}-1.22A_{645}-0.304A_{505}+0.452A_{453}$

การวัดน้ำหนักเมล็ดฟักทอง 100 เมล็ด (100 Seeds Weight) นำเมล็ดออกจากผลฟักทอง แยกเยื่อออกและขัดล้างเมือกที่ผิวเมล็ดให้สะอาด ใส่ถุงผ้าพร้อมป้ายชื่อ นำไปผึ่งแดด 2 วัน และอบลมร้อน จนเมล็ดฟักทองแห้งสนิทสังเกตเมื่อเขย่าถุงจะมีเสียงเหมือนเศษแก้วกระทบกัน บันทึกน้ำหนักเมล็ด โดยคัดเมล็ดฟักทองที่สมบูรณ์พันธุ์ละ 100 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนัก

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลลักษณะคุณภาพผลผลิตฟักทอง ได้แก่ ค่า L*, a*, b*, H°, C, Thick, TSS, %Dry, Beta-Carotene และค่า 100Seeds weight ไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research (STAR-2.0.1)

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**1.ลักษณะประจำพันธุ์ฟักทอง**

การจัดทำลักษณะประจำพันธุ์ฟักทองทั้ง 9 พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เสร็จสิ้นแล้วโดย คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีดังนี้ พันธุ์ลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่ K3PI, F1-PakaRT17 และ KPS-104 พันธุ์ผสมเปิด 5 พันธุ์ ได้แก่ CM1, PI2014, KAN3, Ra/Ol และ KAN1 และพันธุ์การค้า 1 พันธุ์ ได้แก่ SM (Figure 1) ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ประเมินฟักทองพันธุ์แท้และฟักทองลูกผสม บางส่วนจากทั้งหมด 47 ลักษณะ (ล.) ดังนี้ คือ ความยาว (ล.17) เส้นผ่านศูนย์กลาง (ล.18) รูปร่างผลตัดตามยาว (ล.20) การมีร่องผล (ล.27) สีหลักของผิวผล (ล.31) และปุ่มปมหรือผิวคางคก (ล.38) และใช้มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ. 1513 – 2555) จำแนกขนาดผลฟักทองตามรหัสขนาด

**Figure 1** Morphological characteristics of pumpkin varieties: (a) K3PI (b) F1-PakaRT17 (c) KPS-104 (d) CM1 (e) PI2014 (f) KAN3 (g) Ra/Ol (h) KAN1 (i) SM

**Table 1** Characters for pumpkin classification based on longitudinal shape (char.20), fruit groove appearance (char.27), fruit color (char.31), and peel skin (char.38)

| Pumpkin variety | Longitudinal shape (char.20)[1] | Fruit groove appearance (char.27) | Main color of fruit (char.31) | Peel skin (char.38) |
|---|---|---|---|---|
| K3PI | transverse broad elliptic | ✓ | Orange brown | smooth |
| F1-PakaRT17 | ovate | ✓ | brown | smooth |
| KPS-104 | transverse broad elliptic | ✓ | green | rough |
| CM1 | transverse broad elliptic | ✓ | green | rough |
| PI2014 | oblate | ✓ | brown | rough |
| KAN3 | transverse broad elliptic | ✓ | green | rough |
| Ra/Ol | transverse broad elliptic | ✓ | green | rough |
| KAN1 | oblate | ✓ | green | rough |
| SM | transverse broad elliptic | ✓ | green | rough |

[1] char. = characters used for variety examination

**2.คุณภาพผลผลิตฟักทอง**

**สีเนื้อของฟักทอง ค่าสีที่แท้จริง และความเข้มของสี**

จากการวิเคราะห์สีเนื้อของฟักทองจะพบว่าฟักทองทั้ง 9 พันธุ์ มีค่าสีเนื้อ L* a* b* cและ H° มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 2)** มีสีเนื้อระหว่างสีส้ม สีส้มปนเหลือง ถึงสีเหลือง พบว่าค่าสี L* มีค่าอยู่ระหว่าง 63.25-73.40 ค่าสี a* มีค่าอยู่ระหว่าง -0.07-26.46 ค่าสี b* มีค่าอยู่ระหว่าง 65.67-76.20 ค่า H° อยู่ระหว่าง 58.22-90.03 และค่า C อยู่ระหว่าง 70.83-78.09 จะเห็นว่าฟักทองพันธุ์ CM1 มีเนื้อสีเหลือง ส่งผลให้ค่า a* มีค่าติดลบ คือ -0.07 มีค่า b* สูงที่สุด คือ 76.20 มีค่า L*สูงที่สุด คือ 73.40 และค่า H° สูงสุด คือ 90.03 ส่วนฟักทองพันธุ์ PI2014 มีสีเนื้อสีส้ม มีค่า b* น้อยที่สุด คือ 65.67 มีค่า a*มากที่สุด คือ 26.46 และค่า L* น้อยที่สุด คือ 63.25 ส่วนฟักทองพันธุ์ที่เหลือมีสีเนื้อสีส้มปนเหลือง ได้แก่ K3PI, F1-PakaRT17, KPS-104, KAN3, Ra/Ol, KAN1 ซึ่งเป็นสีเดียวกับฟักทองพันธุ์การค้า SM

**Table 2** Pumpkin flesh color

| Pumpkin variety | L* | a* | b* | H° | C | Main color of flesh (char.39)[A] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| K3PI | 69.48b | 21.89b | 74.13a | 73.58abc | 77.30 | 2 |
| F1-PakaRT17 | 71.33ab | 17.40c | 76.00a | 77.18ab | 78.09 | 2 |
| KPS-104 | 65.37c | 18.92bc | 71.70a | 58.22c | 74.19 | 2 |
| CM1 | 73.40a | -0.07f | 76.20a | 90.03a | 76.22 | 1 |
| PI2014 | 63.25c | 26.46a | 65.67b | 68.03bc | 70.83 | 3 |
| KAN3 | 66.21c | 18.62bc | 74.18a | 75.87ab | 76.53 | 2 |
| Ra/Ol | 70.48ab | 13.35d | 75.56a | 79.99ab | 76.74 | 2 |
| KAN1 | 69.73ab | 6.39e | 74.20a | 85.05ab | 74.51 | 2 |
| SM | 65.78c | 20.39bc | 72.90a | 74.35abc | 75.73 | 2 |
| Mean | 68.25 | 16.15 | 73.15 | 75.60 | 75.41 | |
| F-Test | ** | ** | ** | * | ns | |
| % C.V. | 3.12 | 15.85 | 4.36 | 15.25 | 4.42 | |

ns = non significant different

** Significantly different between mean at P<0.01 using LSD

* Significantly different between mean at P<0.05 using LSD

[A] : 1= yellow, 2 = yellowish orange, 3 = orange

**ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน**

ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองทั้ง 9 พันธุ์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 3)** อยู่ระหว่าง 0.25-1.260 mg/100gFW จากรายงานอุทิศ (2555) พบว่าฟักทองพันธุ์การค้าของไทยสามารถแบ่งระดับสารเบต้าแคโรทีนเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูงมีสารเบต้าแคโรทีนตั้งแต่ 0.7 mg/100gFW ระดับกลางมีสารเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.5-0.7 mg/100gFW ระดับน้อยมีสารเบต้าแค

โรทีนน้อยกว่า 0.5 mg/100gFW ฟักทองที่นำมาขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชแบ่งกลุ่มตามระดับสารเบต้าแคโรทีนได้ดังนี้ ระดับสูง ได้แก่ KPS-104, KAN1, Ra/Ol, SM และ KAN3 มีค่าเบต้าแคโรทีน 1.260, 0.891, 0881, 0.855, 0.850 mg/100gFW ตามลำดับ ระดับกลาง ได้แก่ PI2014, และF1-PakaRT17 มีค่าเบต้าแคโรทีน 0.692, 0.660 mg/100gFW ตามลำดับ ระดับน้อย ได้แก่ K3PI และ CM1 มีค่าเบต้าแคโรทีน 0.488, 0.258 mg/100gFW ตามลำดับ

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด**

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ได้จากน้ำคั้นในผัก ผลไม้ เป็นผลรวมของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ได้แก่ น้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรักโทส กรดอินทรีย์ เป็นค่าบ่งบอกถึงความหวาน มีหน่วยเป็น °Brix ซึ่งที่ผู้บริโภคยอมรับได้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 11 °Brix (Loy, 2006) ฟักทองทั้ง 9 พันธุ์มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 3)** มีคืออยู่ระหว่าง 9.39 – 13.88 °Brix โดยฟักทองที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า 11 °Brix เรียงลำดับมากไปน้อยได้ดังนี้ KAN3, KAN1, KPS-104, F1-PakaRT17, SM, Ra/Ol, CM1 มีค่าดังนี้ 13.99, 13.88, 13.51, 13.21, 12.61,12.09, 11.50 °Brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า 11 °Brix คือ PI2014 และ K3PI มีค่าเท่ากับ 9.87 และ 9.39 °Brix ตามลำดับ

**ร้อยละน้ำหนักแห้ง**

ค่าร้อยละน้ำหนักแห้งของเนื้อผลสามารถบอกถึงความเหนียวของเนื้อฟักทอง จากรายงานของอัญมณีและคณะ (2556) พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งผันแปรตรงกับปริมาณแป้งในเนื้อฟักทอง (r=0.63**) หมายความว่า ถ้ามีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูง แสดงว่ามีการสะสมของปริมาณแป้งสูง ส่งผลให้ฟักทองมีความเหนียวเนื้อและความมันของเนื้อผล ข้อแนะนำว่าฟักทองทีมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการบริโภคควรมีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งเป็น 18-20 ฟักทองทั้ง 9 พันธุ์ที่นำมาตรวจสอบการขึ้นทะเบียนพันธุ์ มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 3)** พันธุ์ที่มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ F1-PakaRT17 มีค่าเท่ากับ 23.28 พันธุ์ที่มีมีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดคือ พันธุ์ CM1 มีค่าเท่ากับ 6.01 ฟักทองส่วนใหญ่มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งมากกว่าพันธุ์การค้า SM คือมากกว่า 13.96 เรียงตามลำดับมากไปน้อยได้ดังนี้ F1-PakaRT17, KAN1, Ra/Ol, KPS-104, KAN3 มีค่า 23.28, 17.61, 16.97, 16.37, 14.92 ตามลำดับ ฟักทองส่วนใหญ่มีค่าร้อยละน้ำหนักแห้งน้อยกว่าพันธุ์การค้าSM คือน้อยกว่า 13.96 ได้แก่ K3PI, PI2014, CM1 มีค่า 10.82, 9.21, 6.01 ตามลำดับ

**ความหนาเนื้อ**

การวัดความหนาเนื้อ (Flesh Thickness) ผ่าลูกฟักทองเป็น 2 ซีกเท่าๆ กัน วัดบริเวณส่วนที่กว้างที่สุดตั้งแต่ขอบเนื้อติดเปลือกด้านในถึงโพรงเมล็ด (มัณฑนา, 2556) จำนวน 4 ค่าต่อผล พบว่า ฟักทอง 9 พันธุ์ มีค่าความหนาเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 3)** ฟักทอง พันธุ์ Ra/Ol, CM1 มีความหนาเนื้อมากที่สุดในกลุ่ม คือ 32.72, 32.45 มิลลิเมตร ส่งผลให้มีขนาดน้ำหนักมากกว่า1.5 กิโลกรัมและถูกจัดให้มีรหัสขนาด 5 (น้ำหนัก >1.5 ถึง 2.0 กิโลกรัม) มีฟักทองเพียง 3 พันธุ์ที่มีค่าความหนาเนื้อมากกว่าพันธุ์การค้า SM คือมากกว่า 21.49 มิลลิเมตร ได้แก่ Ra/Ol, CM1, KPS-104 มีค่า 32.72, 32.45, 25.27 มิลลิเมตรตามลำดับ ฟักทองที่มีค่าความหนาเนื้อน้อยกว่าพันธุ์การค้า SM คือน้อยกว่า 21.49 มิลลิเมตร ได้แก่ KAN3, K3PI, F1-PakaRT17, PI2014, KAN1 มีค่า 21.11, 20.78, 18.19, 17.19, 16.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ

**น้ำหนักเมล็ดฟักทอง 100 เมล็ด**

คัดเมล็ดฟักทองที่ผ่านการอบแห้ง พันธุ์ละ 100 เมล็ด ทำการชั่งน้ำหนัก พบว่าฟักทอง 9 พันธุ์ มีค่าน้ำหนักเมล็ดฟักทอง 100 เมล็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 3)** ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดฟักทองมีค่า 9.55 กรัม และมีช่วงน้ำหนักอยู่ระหว่าง 6.25 – 11.27 กรัม ฟักทองที่มีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ดมากกว่าพันธุ์การค้า SM คือมากกว่า 10.36 กรัม ได้แก่ K3PI, KPS-104, CM1, PI2014 มีค่า 11.27, 11.18, 10.96, 10.62 กรัม ตามลำดับ ฟักทองที่มีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ดน้อยกว่าพันธุ์การค้า SM คือน้อยกว่า 10.36 กรัม ได้แก่ F1-PakaRT17, Ra/Ol, KAN3, KAN1 มีค่า 9.93, 7.64, 6.80, 6.25 กรัม ตามลำดับ

**Table 3** Flesh Thickness (Thick), percentage of dry weight (%DW), total soluble solid (TSS), beta carotene content, and 100 seeds weight of pumpkin

| Pumpkin variety | Thick (mm.) | %DW (%) | TSS (°Brix) | Beta carotene (mg/100gFW) | 100 Seeds (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| K3PI | 20.78bcd | 10.82cde | 9.39c | 0.488d | 11.27a |
| F1-PakaRT17 | 18.19cd | 23.28a | 13.21ab | 0.660cd | 9.93a |
| F1-KPS-104 | 25.27b | 16.37b | 13.51ab | 1.260 a | 11.18a |
| CM1 | 32.45a | 6.01e | 11.50ab | 0.258e | 10.96a |
| PI2014 | 17.19d | 9.21de | 9.87c | 0.692bc | 10.62a |
| KAN3 | 21.11bc | 14.92bc | 13.99a | 0.850bc | 6.80bc |
| Ra/Ol | 32.72a | 16.97b | 12.09ab | 0.881b | 7.64b |
| KAN1 | 16.77d | 17.61b | 13.88a | 0.891b | 6.25c |
| SM | 21.49bcd | 13.96bcd | 12.61ab | 0.855bc | 10.36a |
| Mean | 22.86 | 14.19 | 12.11 | 0.754 | 9.55 |
| F-Test | ** | ** | ** | ** | ** |
| % C.V. | 14.29 | 23.18 | 12.11 | 17.86 | 9.61 |

** Mean significantly different at P<0.01

## สรุป

ฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มีลักษณะทรงผลแตกต่างจากฟักทองพันธุ์การค้าของไทย เนื่องจากมีพันธุ์ที่มีเนื้อสีเหลืองส้ม คือ KPS-104 และสีส้มคือ PI2014 ผลผลิตต่อต้นสูง ได้แก่ K3PI, PI2014 มีค่าอย่างน้อย 2 ผลต่อต้น มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 1222, 1043 กรัม ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มเบต้าแคโรทีนสูงและของแข็งละลายน้ำได้ (TSS) สูง ได้แก่ KPS-104, KAN3, Ra/Ol และ KAN1 ส่วนพันธุ์ที่มีคุณภาพบริโภคดี คือ F1-PakaRT17 และKAN1

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุนจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ FF(KU)1.64

## เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยการคุ้มครองพันธุ์พืช สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร. 2563. การจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ.2542 และ การออกหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนและพันธุ์พืชรับรอง ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ.2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติม.

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2564. ทำไมฟักทองจึงเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. เคหการเกษตร: 125 – 129.

มัณฑนา มิลน์. 2556. ระเบียบกรมวิชาการเกษตร ว่าด้วยการตรวจสอบลักษณะของพันธุ์พืชที่ขอจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่. ราชกิจจานุเบกษา 11(130).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ(มกอช). 2555. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 1535 – 2555). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 10 น.

อัญมณี อาวุชานนท์, พจนา สีมันตร, บุบผา คงสมัย และธนัฐธา พันธ์เปรม. 2556. คุณภาพที่สำคัญบางประการของผลฟักทอง 12 สายพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(3): 117-120.

อุทิศ สุภาพ. 2555. การสร้างสมการทำนายปริมาณสารเบต้าแคโรทีนด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในฟักทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท : ภาควิชาพืชสวนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 94 น.

Loy, J.B. 2006. Harvest period and storage affect biomass partitioning and attributes of eating quality in acorn squash (*Cucurbita pepo*), 568-557. In G.J. Holmes (ed.), Cucurbitaceae Proceeding 2006. Universal Press, Raleigh, North Carolina.

McGuiere, R. G. 1992. Reporting of objective colour measurement. HortScience. 27(12): 1254-1255.

Nagata, M., and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. Journal of Japanese Society of Food Science and Technology. 39: 925-928.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# อิทธิพลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อการติดผลและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูร้อน

# Influences of gibberellic acid on fruit setting and yield of cherry tomato produced under greenhouse conditions in the summer season

**พิมพ์ชนก ชมพู[1], ขนิษฐา ลิม[1], ปรีญาพร พ่วงทองหลาง[1] และ แหวนพลอย จินากูล[1*]**
**Phimchanok Chomphu[1], Khanitta Lim[1], Preeyaporn Phuangthonglang[1] and Wanploy Jinagool[1*]**

[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ. มหาวิทยาลัย อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000*
[1] *School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima, 30000*

**บทคัดย่อ:** มะเขือเทศเชอรี่ (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง เกษตรกรจึงผลิตเพื่อจำหน่ายตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามผลผลิตในช่วงฤดูร้อนมักเกิดการขาดตลาดจากอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศที่สูง ทำให้เกิดการหลุดร่วงของดอกและผล การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของกรดจิบเบอเรลลิก ($GA_3$) ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการติดผล และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์สวีทปริ้นเซส ดำเนินการทดลองภายใต้โรงเรือนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 ซึ่งมีอุณหภูมิ 23.7 – 39.7°C และความชื้นสัมพัทธ์ 30.1 – 89.8% วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 15 ซ้ำ ประกอบไปด้วย $GA_3$ 4 ความเข้มข้น (กรรมวิธี) ได้แก่ 0 (ควบคุม), 50, 100, 150 mg/l ฉีดพ่น $GA_3$ ที่ช่อดอก 4 วันหลังดอกบาน ผลการศึกษาพบว่า การฉีดพ่นช่อดอกมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์สวีทปริ้นเซสด้วย $GA_3$ ในความเข้มข้น 50 และ 100 mg/l สามารถเพิ่มจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนผลต่อช่อ เปอร์เซ็นต์การติดผล และปริมาณผลผลิตต่อต้น ของมะเขือเทศเชอรี่ให้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่การฉีดพ่น $GA_3$ ความเข้มข้น 100 และ 150 mg/l สามารถเพิ่มขนาดของผลมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ที่ทำการศึกษาได้อย่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม การใช้ $GA_3$ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้น จำนวนใบ น้ำหนักผลสด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ้นเซส ดังนั้น การฉีดพ่นช่อดอกด้วย $GA_3$ ความเข้มข้น 100 mg/l ที่ 4 วันหลังดอกบาน สามารถส่งเสริมการติดผล ขยายขนาดผล และเพิ่มปริมาณผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ้นเซสซึ่งผลิตภายใต้โรงเรือนในฤดูร้อนได้

**คำสำคัญ:** มะเขือเทศเชอรี่; $GA_3$; เปอร์เซ็นต์การติดผล; ขนาดผล; ปริมาณผลผลิต

**ABSTRACT:** Cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) are widely consumed, as a result, farmers produce this product all year round. Summer yields, on the other hand, are frequently in short supply due to the influence of high air temperatures on flower and fruit drops. This study aimed to investigate the effects of different concentrations of gibberellic acid ($GA_3$) on fruit setting and yield of Sweet Princess cherry tomato. The experiment was carried out in a greenhouse at Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima from February to July 2022. The air temperature ranged from 23.7 to 39.7 °C, with a relative humidity of 30.1 to 89.8%. The experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with 15 replications. Four $GA_3$ treatments were applied to the inflorescences four days after blooming: 0 (control), 50, 100, and 150 mg/l. The results showed that 50 and 100 mg/l $GA_3$ significantly increased the number of inflorescences per plant, number of fruits per cluster, fruiting percentage, and yield of Sweet Princess cherry tomato than the control ($p < 0.05$). The usage of 100 and 150 mg/l $GA_3$ can significantly increase the size of cherry tomato fruit compared to the control ($p < 0.05$); however, all of the studied $GA_3$ concentrations had no effect on plant height, number of leaves, fruit fresh weight, or total soluble solids of the Sweet Princess cherry tomato. Spraying 100 mg/l $GA_3$ on the inflorescence four days after blooming can thereby induce fruit setting, fruit size, and yield of Sweet Princess cherry tomato grown in a greenhouse in the summer.

[*] Corresponding author: wanploy.jinagool@sut.ac.th

**Keywords:** cherry tomato; $GA_3$; fruiting percentage; fruit size; yield

**บทนำ**

มะเขือเทศเป็นพืชที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่งในประเทศไทย ทำให้มีกิจกรรมการผลิตและจำหน่ายอย่างต่อเนื่องภายในประเทศ ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่การผลิตมะเขือเทศที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งหมด 37,909 ไร่ แบ่งเป็นการผลิตมะเขือเทศโรงงาน 22,856 ไร่ และมะเขือเทศบริโภค 15,053 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) สำหรับประเทศไทย การผลิตมะเขือเทศเชอรี่ยังไม่สามารถผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของตลาดได้ตลอดทั้งปี โดยจะพบการลดลงของผลผลิตในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนซึ่งเกิดจากการขาดแคลนน้ำสำหรับการผลิต ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคและแมลง และอุณหภูมิที่สูงกว่าระดับที่เหมาะสม โดยเฉพาะเมื่อผลิตมะเขือเทศเชอรี่ภายใต้ระบบโรงเรือน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่มีค่าเท่ากับ 32 และ 24 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนตามลำดับ (กรุง, 2555; Panthee et al., 2018) อุณหภูมิที่สูงกว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าวสามารถทำให้เกิดการหลุดร่วงของดอกและผล และทำให้การพัฒนาของผลเกิดความผิดปกติ (Sato et al, 2000; Zhou et al., 2017; Shamshiri et al., 2018) ซึ่งสภาพดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะรุนแรงยิ่งขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น และส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ในอนาคต

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวอาจใช้โรงเรือนซึ่งมีระบบการจัดการอุณหภูมิ เช่น โรงเรือนที่มีระบบ evaporative cooling system หากมีต้นทุนเริ่มต้นที่ค่อนข้างสูงสำหรับเกษตรกร การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators, PGRs) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีศักยภาพ โดยการศึกษาพบว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มออกซินและจิบเบอเรลลิน ($GA_3$) สามารถส่งเสริมการติดผลและการพัฒนาของมะเขือเทศได้ (นิติพัฒน์ และคณะ, 2563; แหวนพลอย และคณะ, 2563; Sasaki et al., 2005; Luitel et al., 2015) การศึกษาของ Luitel et al. (2015) ในมะเขือเทศพันธุ์ Adoration พบว่าการใช้ $GA_3$ ความเข้มข้น 10-15 mg/l หรือ 2,4-D ความเข้มข้น 5-10 mg/l หรือใช้ PGRs ทั้งสองในอัตราส่วนต่าง ๆ ควบคู่กัน สามารถกระตุ้นการติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ที่ทำการศึกษาได้สูงกว่าการไม่ใช้สารใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งยังสามารถเพิ่มจำนวนผลผลิตต่อต้นได้อีกด้วย นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวยังพบว่าการใช้ $GA_3$ ทำให้ผลมีความยาวเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อใช้เพียงชนิดเดียวที่ความเข้มข้น 15 mg/l หรือใช้ร่วมกับ 2,4-D ในสัดส่วนความเข้มข้น $GA_3$: 2,4-D เท่ากับ 5:10 และ 15:5 mg/l ในขณะที่การศึกษาของ นิติพัฒน์ และคณะ (2563) ในมะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์พบว่า การฉีดพ่นช่อดอกด้วย $GA_3$ ความเข้มข้น 50-100 mg/l ทำให้ปริมาณผลต่อช่อเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของพืชปลูกแต่ละชนิดต่อ PGRs มีความจำเพาะเจาะจง การทราบชนิดและความเข้มข้นของ PGRs ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำองค์ความรู้ไปใช้ในการผลิตมะเขือเทศเชอรี่เพื่อการค้า ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้ $GA_3$ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการติดผล และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์สวีทปริ้นเซส

**วิธีการศึกษา**

ทำการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2565 เพาะเมล็ดมะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์สวีทปริ้นเซสลงในถาดหลุมขนาด 105 หลุมที่ใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก นำไปอนุบาลไว้ในโรงเรือนซึ่งมีการพรางแสง และให้น้ำอย่างสม่ำเสมอจนกล้ามีอายุ 30 วัน เลือกกล้าที่สมบูรณ์และสม่ำเสมอกัน ย้ายปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 10 นิ้ว ซึ่งบรรจุวัสดุปลูก ได้แก่ ดิน ปุ๋ยคอก และแกลบเผา อัตราส่วน 1:1:1 กระถางละ 1 ต้น นำกระถางไปไว้ในโรงเรือนที่มีหลังคาพลาสติกกันฝนและด้านข้างล้อมมุ้งกันแมลง วางกระถางในระยะ 40 x 70 เซนติเมตร ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง และให้ปุ๋ยโดยปรับใช้ตามวิธีการของเสาวนี (2558) ระหว่างการเจริญเติบโต ตัดแต่งและพันยอดมะเขือเทศอย่างสม่ำเสมอ

วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (completely randomized design, CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีประกอบไปด้วยต้นมะเขือเทศเชอรี่จำนวน 15 ต้น และมีปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ความเข้มข้นของ $GA_3$ 4 ระดับ (กรรมวิธี) ได้แก่ 0 (ควบคุม, น้ำเปล่า), 50, 100 และ 150 mg/l เมื่อต้นมะเขือเทศเชอรี่มีอายุ 30 วันหลังย้ายปลูก (days after transplanting, DAT) สุ่มแท็กต้นมะเขือเทศเชอรี่จำนวน 3 ต้น/กรรมวิธี เพื่อตรวจวัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นบริเวณผิวดินจนถึงปลายยอด) และลักษณะทางสรีรวิทยา ได้แก่ จำนวนใบ และความเขียวของใบ (SPAD, Chlorophyll meter SPAD-502Plus) ตรวจวัดเมื่อต้นมะเขือเทศมีอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 DAT

ต้นมะเขือเทศเชอรี่ให้ดอกอย่างสม่ำเสมอเมื่อมีอายุ 50-55 DAT เมื่อดอกในช่อบานอย่างน้อย 70% นับเป็นวันที่ดอกบาน (full bloom) ทำการแท็กช่อดอก และที่ 4 วันหลังดอกบาน ทยอยฉีดพ่นช่อดอกให้ชุ่มน้ำเปล่าหรือ PGRs ตามกรรมวิธี (นิติพัฒน์ และคณะ, 2563) พร้อมทั้งบันทึกจำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนดอกต่อช่อ

เมื่อต้นมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสมีอายุ 104 DAT ผลผลิตเริ่มสุกแก่ สุ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 3 ช่อต่อต้น จากมะเขือเทศเชอรี่ 3 ต้นต่อกรรมวิธี โดยพิจารณาเก็บเกี่ยวเฉพาะช่อที่มีผลเปลี่ยนสีเป็นสีแดงแล้วอย่างน้อย 80% ของช่อ เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ ทุกครั้งที่เก็บเกี่ยว บันทึกจำนวนผลต่อช่อ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การติดผล บันทึกน้ำหนักสดของผลผลิต นำไปคำนวณผลผลิตต่อต้น นอกจากนี้ บันทึกน้ำหนักสดต่อผล, ขนาดของผล (ความกว้าง และความยาว) ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%TSS, total soluble solid) ด้วย Hand refractometer ระหว่างการทดลองบันทึกการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยเซ็นเซอร์ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

ระหว่างการศึกษาในเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม 2565 พบว่า อุณหภูมิอากาศมีค่าระหว่าง 23.7 – 39.7°C และความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง 30.1 – 89.8% โดยในช่วงการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ของของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสในเดือนเมษายน – พฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนสูงถึง 37.4°C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิในเวลากลางวันที่เหมาะสม (กรุง, 2555; Panthee et al., 2018) ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวสามารถส่งผลต่อการติดดอก การติดผล และการพัฒนาของผลมะเขือเทศได้ (Sato et al, 2000; Zhou et al., 2017; Shamshiri et al., 2018)

ระหว่างการศึกษาที่อายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 DAT ต้นมะเขือเทศเชอรี่มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง มีจำนวนใบและความเขียวใบไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี โดยเมื่อมะเขือเทศเชอรี่มีอายุ 90 DAT มีความสูงเฉลี่ยและจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 251.6 cm และ 380.5 ใบต่อต้น ตามลำดับ **(Table 1)** นอกจากนี้ ยังพบว่าความเขียวใบของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 28.8-54.7 โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ในภาพรวมพบว่าความเขียวใบมีค่าสูงที่สุดที่ 30 DAT และมีค่าลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น **(Table 2)** สอดคล้องกับการศึกษาของ Sandoval-Villa et al. (2002) ที่พบว่าความเขียวใบของมะเขือเทศมีค่าสูงในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ และสูงที่สุดในช่วง 40 DAT และเริ่มพบการลดลงของความเขียวใบที่อายุ 49 DAT หรือเมื่อมีการบานของช่อดอก

ระหว่างการศึกษาที่อายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 DAT พบการเพิ่มขึ้นของจำนวนช่อดอกของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซส โดยที่อายุ 30 และ 45 DAT ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกต่อต้นระหว่างกรรมวิธีที่ทำการศึกษา และพบ %CV ที่สูงมากเนื่องจากการติดดอกที่ไม่มีความสม่ำเสมอก่อนการฉีดพ่นสารตามกรรมวิธี ในขณะที่จำนวนช่อดอกต่อต้นหลังการฉีดพ่นช่อดอกด้วย $GA_3$ เมื่อต้นมะเขือเทศเชอรี่มีอายุ 60, 75 และ 90 DAT พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และการใช้ $GA_3$ ความเข้มข้น 100 mg/l สามารถเพิ่มปริมาณช่อดอกต่อต้นให้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และที่อายุ 75 และ 90 DAT

**Table 1** Plant height (cm) and number of leaves per plant of Sweet Princess cherry tomato at 30, 45, 60, 75, and 90 days after transplanting (DAT)

| Treatment | Plant height (cm) | | | | | Number of leaves per plant | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 DAT | 45 DAT | 60 DAT | 75 DAT | 90 DAT | 30 DAT | 45 DAT | 60 DAT | 75 DAT | 90 DAT |
| $GA_3$ 0 mg/l (control) | 29.4 | 73.3 | 136.1 | 196.8 | 249.9 | 41.7 | 121.3 | 195.0 | 306.0 | 333.0 |
| $GA_3$ 50 mg/l | 25.1 | 80.2 | 138.5 | 196.5 | 253.1 | 37.3 | 109.3 | 203.0 | 273.3 | 375.0 |
| $GA_3$ 100 mg/l | 27.3 | 80.3 | 140.5 | 203.3 | 254.2 | 36.3 | 112.3 | 182.8 | 238.3 | 399.7 |
| $GA_3$ 150 mg/l | 32.4 | 80.6 | 140.5 | 200.5 | 249.1 | 50.7 | 128.0 | 201.3 | 340.3 | 414.3 |
| **Mean** | **28.6** | **78.6** | **138.9** | **199.3** | **251.6** | **41.5** | **117.8** | **145.2** | **312.0** | **380.5** |
| **F-test** | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| **CV (%)** | **13.4** | **5.4** | **3.9** | **5.6** | **4.3** | **31.4** | **27.5** | **6.5** | **13.3** | **17.1** |

Means in the same column following by different letters are significantly different by DMRT ($p < 0.05$ = *, $p < 0.01$ = **, $p > 0.05$ =ns).

การใช้ $GA_3$ ความเข้มข้น 100 mg/l ไม่ทำใหปริมาณช่อดอกต่อต้นแตกต่างจากการฉีดพ่นช่อดอกด้วย $GA_3$ ความเข้มข้น 50 mg/l **(Table 2)** ปริมาณช่อดอกที่แตกต่างกันนี้เป็นผลจากความสามารถในการกระตุ้นการให้ดอกของ $GA_3$ เช่นเดียวกับที่พบในการศึกษาของ Le and Bui (2019) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ $GA_3$ ที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองด้านการเพิ่มจำนวนช่อดอกต่อต้นในมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสอยู่ในระดับที่สูงกว่าการศึกษาที่ผ่านมาถึง 3.3 เท่า ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการตอบสนองของพันธุ์มะเขือเทศที่ทำการศึกษาและสภาพแวดล้อมในการทดลอง

**Table 2** Leaf greenness (SPAD) and number of inflorescences per plant of Sweet Princess cherry tomato at 30, 45, 60, 75, and 90 days after transplanting (DAT)

| Treatment | Leaf greenness (SPAD) | | | | | Number of inflorescences per plant | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 DAT | 45 DAT | 60 DAT | 75 DAT | 90 DAT | 30 DAT | 45 DAT | 60 DAT | 75 DAT | 90 DAT |
| $GA_3$ 0 mg/l (control) | 46.1 | 40.1 | 38.6 | 28.5 | 36.5 | 0.3 | 3.0 | $7.7^{b}$ | $14.0^{b}$ | $16.3^{b}$ |
| $GA_3$ 50 mg/l | 42.8 | 43.0 | 33.5 | 29.2 | 29.2 | 0.3 | 3.3 | $8.0^{b}$ | $15.3^{ab}$ | $18.3^{ab}$ |
| $GA_3$ 100 mg/l | 40.4 | 41.6 | 42.7 | 49.0 | 54.7 | 1.0 | 3.7 | $10.3^{a}$ | $18.3^{a}$ | $21.0^{a}$ |
| $GA_3$ 150 mg/l | 38.2 | 37.3 | 34.0 | 35.6 | 30.8 | 0.8 | 2.7 | $7.0^{b}$ | $12.3^{b}$ | $16.0^{b}$ |
| **Mean** | **41.9** | **40.5** | **37.2** | **35.6** | **37.8** | **0.6** | **3.2** | **8.3** | **15.0** | **17.9** |
| **F-test** | **ns** | **ns** | **ns** | **ns** | **ns** | **ns** | **ns** | ***** | ***** | ***** |
| **CV (%)** | **8.6** | **10.1** | **17.7** | **42.2** | **53.1** | **85.7** | **22.3** | **13.1** | **12.9** | **10.7** |

Means in the same column following by different letters are significantly different by DMRT ($p < 0.05$ = *, $p < 0.01$ = **, $p > 0.05$ =ns).

การฉีดพ่น $GA_3$ ความเข้มข้น 50 และ 100 mg/l ทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสที่ปลูกภายใต้โรงเรือนในฤดูร้อนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม **(Table 3)** โดยสามารถเพิ่มการติดผลได้ 1.7-2.0 เท่า ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gelmesa et al. (2010) และ Luitel et al. (2015) โดยการติดผลที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากความสามารถของ $GA_3$ ในการป้องกันการหลุดร่วงของดอกและผลของมะเขือเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปลูกอยู่ภายใต้อุณหภูมิสูง ซึ่งการหลุดร่วงของดอกและผลพืชเมื่อตกอยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงเกิดจากการลดลงของปริมาณ PGRs ภายในตาดอกและผลที่กำลังมีการพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การลดลงของออกซินและจิบเบอเรลลิน (Kuo and Tsai, 1984; Su et. al., 2001)

การฉีดพ่น $GA_3$ ในระดับความเข้มข้นที่ทำการศึกษาไม่มีผลต่อน้ำหนักสด หรือ TSS ของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซส (**Table 3**) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ $GA_3$ กับมะเขือเทศพันธุ์อื่น ๆ เช่น เรนเจอร์ (นิติพัฒน์ และคณะ, 2563) และ Adoration (Luitel et al., 2015) แต่พบว่าการฉีดพ่น $GA_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 100 และ 150 mg/l ทำให้ความกว้างและความยาวเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนระหว่างเนื้อผลและผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ด จากการศึกษาของนิติพัฒน์ และคณะ (2563) แสดงให้เห็นว่า $GA_3$ ในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นมีผลทำให้น้ำหนักสดของเนื้อผลและผนังผลชั้นในรวมพลาเซนตาและเมล็ดลดลง ในขณะที่ Luitel et al. (2015) แสดงให้ให้ว่าการฉีดพ่น $GA_3$ ไม่ส่งผลต่อ TSS ทั้งนี้ การฉีดพ่น $GA_3$ ในความเข้มข้นตามกรรมวิธีที่ศึกษาไม่ส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ โดยยังได้ผลผลิตที่มีลักษณะผลกลมตามพันธุ์

เมื่อคำนวณปริมาณผลผลิตต่อต้นสำหรับการเก็บเกี่ยวระยะเวลาประมาณ 3 สัปดาห์พบว่า การฉีดพ่น $GA_3$ ความเข้มข้น 100 mg/l สามารถทำให้ผลผลิตต่อต้นของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสสูงขึ้นกว่าการกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (**Table 3**) โดยการได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในการศึกษานี้ เกิดจากจำนวนช่อดอกต่อต้นและเปอร์เซ็นต์การติดผลที่เพิ่มสูงขึ้นของมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับ $GA_3$ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Luitel et al. (2015) ที่พบว่าฉีดพ่น $GA_3$ สามารถส่งเสริมปริมาณผลผลิตที่ขายได้และประมาณผลผลิตต่อต้นของมะเขือเทศพันธุ์ Adoration นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวยังแสดงให้เห็นอีกว่า ผลผลิตของมะเขือเทศสามารถถูกกระตุ้นได้ด้วยการได้รับ PGRs ในกลุ่มออกซิน (2,4-D) หรือใช้สารทั้งสองชนิดร่วมกัน อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นที่ใช้ในการศึกษาของ Luitel et al. (2015) อยู่ในระดับไม่เกิน 15 mg/l เท่านั้น ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นของ $GA_3$ ที่พบว่าให้ผลดีในการศึกษานี้ นอกจากจะสามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถในการตอบสนองของพืชแต่พันธุ์ต่อปริมาณของ PGRs แล้ว มะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสยังปลูกอยู่ภายใต้โรงเรือนซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยในเวลากลางวันสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของการศึกษาดังกล่าว ประมาณ 3°C ความแตกต่างของอุณหภูมินี้ย่อมส่งผลถึงสัดส่วนการลดลงของปริมาณ PGRs ภายในต้นพืช และอาจทำให้มะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสต้องการ PGRs ในระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า เพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างและพัฒนาของดอกและผล

**Table 3** Fruiting percentage, fruit fresh weight, fruit size, total soluble solid (TTS), and yield/plant of Sweet Princess cherry tomato

| Treatment | Fruiting percentage (%) | Fruit fresh weight (g/fruit) | Fruit width (mm) | Fruit length (mm) | TTS (°brix) | Yield (kg/plant) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $GA_3$ 0 mg/l (control) | 32.2[b] | 40.8 | 18.0[b] | 19.1[b] | 8.3 | 1.8[b] |
| $GA_3$ 50 mg/l | 55.6[a] | 37.5 | 15.9[b] | 18.4[b] | 8.7 | 2.2[ab] |
| $GA_3$ 100 mg/l | 64.6[a] | 38.4 | 26.8[a] | 28.9[a] | 9.0 | 2.3[a] |
| $GA_3$ 150 mg/l | 45.8[ab] | 36.2 | 24.7[a] | 32.1[a] | 8.6 | 1.6[b] |
| **Mean** | **49.6** | **38.2** | **85.5** | **24.6** | **8.7** | **2.0** |
| **F-test** | * | ns | ** | * | ns | * |
| **CV (%)** | **20.2** | **5.1** | **14.9** | **18.8** | **7.6** | **17.9** |

Means in the same column following by different letters are significantly different by DMRT ($p < 0.05$ = *, $p < 0.01$ = **, $p > 0.05$ =ns).

## สรุป

การฉีดพ่น $GA_3$ ให้แก่ช่อดอกของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสที่อายุ 4 วันหลังดอกบาน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ ความเขียวของใบพืช น้ำหนักผลสด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซส ในขณะที่ฉีดพ่น $GA_3$ ความเข้มข้น 50 และ 100 mg/l ที่ 4 วันหลังดอกบาน สามารถเพิ่มจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนผลต่อช่อ เปอร์เซ็นต์การติดผล และปริมาณผลผลิตต่อต้นของมะเขือเทศเชอรี่ให้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ส่วนการฉีดพ่น $GA_3$ ความเข้มข้น 100 และ 150 mg/l สามารถเพิ่มขนาดของผลมะเขือเทศเชอรี่ที่ทำการศึกษาแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ดังนั้น การฉีดพ่น $GA_3$ ความเข้มข้น 100 mg/l ที่ 4 วันหลังดอกบาน สามารถส่งเสริมการติดผล ขยายขนาดผล และเพิ่มปริมาณผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่สวีทปริ๊นเซสซึ่งผลิตภายใต้โรงเรือนในฤดูร้อนได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาการใช้สารในกลุ่มออกซินร่วมกับการใช้จิบเบอเรลลิน รวมถึงคุณสมบัติของ PGRs ในการลดความเครียดจากสภาพแวดล้อมชนิดอื่น เช่น กรดซาลิไซลิก เพิ่มเติมด้วย

## เอกสารอ้างอิง


กรุง สีตะธนี. 2555. การปลูกมะเขือเทศในภาคกลาง. แหล่งข้อมูล: https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/KPS/search_detail/result/192834. ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2566.

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย, เพชรรัตน์ พรหมทา และรจนา ร่วมใจ. 2563. ผลของจิบเบอเรลลิกแอซิดต่อการติดผลและการพัฒนาของผลของมะเขือเทศสายพันธุ์การค้าที่ปลูกในฤดูร้อนในสภาพกระถางปลูก. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 37(2): 1-11.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. มะเขือเทศ: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ พันธุ์โรงงานและบริโภค ปี 2565. แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/tomato %2065.pdf. ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2566.

เสาวนี เขตสกุล. 2558. เทคโนโลยีการผลิตมะเขือเทศ. แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/research/attachment. php?aid =2158. ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2566.

แหวนพลอย จินากูล, กนกกาญจน์ เกียรติเกาะ, ธนธรณ์ จิระจิตต์มีชัย และอมรพรรณ อินทรประเสริฐ. 2563. อิทธิพลของออกซินต่อการให้ผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่สำหรับการผลิตภายใต้โรงเรือนในช่วงฤดูร้อน. น. 3,621-3,628. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 2-3 ธันวาคม 2563. คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

Gelmesa, D., B. Abebie, and L. Desalegn. 2010. Effects of gibberellic acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid spray on fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal of Plant Breeding and Crop Science. 2: 316–324.

Kuo, C.G., and C.T. Tsai. 1984. Alternation by high temperature of auxin and gibberellin concentration in the floral buds, flowers and young fruit of tomato. HortScience.19: 870-872.

Le, V.T., and B.T. Bui 2019. Effects of gibberellic acid, micronutrient fertilizer and calcium nitrate foliar fertilizer on growth and yield of tomato *Solanum lycopersicum* L. cultivated in Vietnam. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 14 (4): 306-318.

Luitel, B.P., T.J. Lee, and W.H. Kang. 2015. Fruit set and yield enhancement in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) using gibberellic acid and 2, 4-dichlorophenoxy acetic acid spray. Journal of Bio-Environment Control. 24(1): 27-33.

Panthee, D.R., J.A. Labate, M.T. McGrath, A.P. Breksa, L.D. Robertson, and A.P.B. Iii. 2013. Genotype and environmental interaction for fruit quality traits in vintage tomato varieties. Euphytica. 193: 169-182.

Sandoval-Villa, M., C. Wood, and E. Guertal. 2002. Tomato leaf chlorophyll meter readings as affected by variety, nitrogen form, and nighttime nutrient solution strength. Journal of Plant Nutrition. 25: 2129-2142.

Sasaki, H., T. Yano, and A. Yamasaki. 2005. Reduction of High Temperature Inhibition in Tomato Fruit Set by Plant Growth Regulators. Japan Agricultural Research Quarterly. 39(2): 135-138.

Sato, S., M. Peet, and J. Thomas. 2002. Determining critical pre- and post-anthesis periods and physiological processes in Lycopersicon esculentum Mill. exposed to moderately elevated temperatures. Journal of Experimental Botany. 53: 1187-1195.

Shamshiri, R., J. Jones, K. Thorp, D. Ahmad, H. Che Man, and S. Taheri. 2018. Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: A review. International Agrophysics. 32: 287-302.

Su, W.-R., W.-S. Chen, M. Koshioka, L. Mander, L.-S. Hung, W. Chen, Y.-M. Fu, and K.-L. Huang. 2001. Changes in gibberellin levels in the flowering shoot of *Phalaenopsis hybrida* under high temperature conditions when flower development is blocked. Plant Physiology and Biochemistry. 39: 45-50.

Zhou, R., K. H. Kjær, E. Rosenqvist, X. Yu, Z. Wu, and C.-O. Ottosen. 2017. Physiological Response to Heat Stress During Seedling and Anthesis Stage in Tomato Genotypes Differing in Heat Tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science. 203(1): 68-80.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การประเมินความต้องการธาตุอาหารหลักของข่าตาแดงโดยการวิเคราะห์ดินและพืช

# Assessment of nutrient requirement for galangal (*Alpinia galanga* (L.) Willd) through soil and plant analysis

**มนัสชญา สายพนัส[1*], วราพงษ์ ภิระบรรณ์[1] และ บังอร แสนคาน[2]**

**Manuschaya Saipanus[1*], Warapong Priraban [1] and Bang-on Saenkahn[2]**

[1] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ตำบลโรงช้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร*
[1] *Phichit Agriculture Research and Development Center, Rongchang sub- District, Maueng , Phichit 66000*
[2] *สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ตำบลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก*
[2] *Office of Agricultural Research and Development Region 2, WangThong sub- District, WangThon, Phitsanulok 65130*

**บทคัดย่อ:** การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารหลักของข่าตาแดง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการปุ๋ยของข่าตาแดงอย่างมีประสิทธิภาพ ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกข่าตาแดงของเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ระหว่างเดือน ตุลาคม 2564 - ธันวาคม 2565 โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข่าตาแดงในระยะการเจริญเติบโตและระยะเก็บเกี่ยว จากผลการศึกษาพบว่าข่าตาแดงมีการดูดใช้ธาตุอาหารเพื่อสร้างส่วนต่างๆของต้นใน ปีที่ 1 ไนโตรเจน 6.21 กรัมต่อกอ ฟอสฟอรัส 2.39 กรัมต่อกอ และโพแทสเซียม 32.5 กรัมต่อกอ มีความต้องการปุ๋ยเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต คิดเป็นความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน เท่ากับ 8.07 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ฟอสฟอรัส เท่ากับ 7.45 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 50.1 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นความความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ N-P-K ในสัดส่วน 1.1:1.0:6.0 มีการดูดใช้ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารในรูปของปุ๋ยธาตุอาหารหลัก N, $P_2O_5$ และ $K_2O$ เท่ากับ 8.07 7.45 และ 50.1 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ
**คำสำคัญ:** ข่าตาแดง; ความต้องการธาตุอาหาร; ไนโตรเจน; ฟอสฟอรัส; โพแทสเซียม

**ABSTRACT:** This experiment aimed to estimating nutrient during growth and nutrient uptake by plants of Kha Ta Daeng galanga is a guideline for fertilizer management. The experiment was carried out in the farmer's fields at the Thung Noi Sub-district, Pho Thale District, Phichit Province, between October 2021 - December 2022. The samples were randomly collected at the vegetative and harvesting stages. This can be The results showed that the amount of N P and K requirements through the development stages of Kha Ta Daeng galanga were about 6.21 g N/plant, 2.39 g P/plant and 32.5 g K/plant. suitable ratio of N-P-K for Kha Ta Daeng galanga was 1.1:1.0:6.0.The average amounts of N $P_2O_5$ and $K_2O$ were 8.07 7.45 and 50.1. kg/rai, respectively.
**Keywords:** galangal; nutrient requirements; nitrogen; phosphorus; potassium

## บทนำ

ข่าตาแดง (*Alpinia galanga* (L.) Willd) เป็นพืชล้มลุกหลายฤดู อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เช่นเดียวกับขิง ขมิ้น และกระชาย (ชยันต์ และคณะ, 2544) ข่าตาแดงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพ โดยในจังหวัดพิจิตรมีพื้นที่ปลูกข่าตาแดง 3,021 ไร่ ผลผลิตรวม 10,198 ตัน คิดเป็นมูลค่า 343 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) บริโภคทั้งในประเทศและส่งออก ได้แก่ มาเลเซีย ญี่ปุ่น จีน และเกาหลี มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี เหง้าสดอ่อนและแก่ ใช้ปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว เป็นส่วนผสมในเครื่องแกง เหง้าและหน่ออ่อนนำมาลอกต้มเป็นผักสมุนไพร ข่าแก่เป็นส่วนผสมในยาแผนโบราณ สกัดน้ำมันหอมระเหยใช้ใน

* Corresponding author: aor_7879@hotmail.com

ผลิตภัณฑ์น้ำมันนวด การผลิตข่าตาแดงในพื้นที่จังหวัดพิจิตรส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่นา เนื่องจากเกษตรกรลดพื้นที่ทำนามาปลูกข่าตลาดมีความต้องการผลผลิตมาก ในขณะเดียวกันการผลิตข่าที่มีคุณภาพยังมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากพบปัญหาเกษตรกรผู้ปลูกยังขาดแคลนเทคโนโลยีด้านการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่จะใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 ตลอดระยะเวลาปลูก หรือสูตร 16-20-0 สูตร 46-0-0 และสูตร 15-15-15 อัตรา 60-120 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาความต้องการธาตุอาหารของขิงที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่าต้องการ $N:P_2O_5:K_2O$ ในสัดส่วน 5:1:9 ต่อการให้ผลผลิต 10 ตันต่อไร่ (ศศิธร, 2553) และมันฝรั่งต้องการธาตุอาหารในสัดส่วน 6:1:5 ต่อการให้ผลผลิต 4 ตันต่อไร่ (ศศิธร, 2537) แม้การใส่ปุ๋ยจะมีความจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรอาจจะไม่ได้คำนึงถึงความต้องการธาตุอาหารทำให้การใช้ปุ๋ยไม่มีประสิทธิภาพซึ่งอาจจะไม่ตรงตามความต้องการของพืช ถ้าทราบความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละช่วงการเจริญเติบโตได้อย่างถูกต้อง จะช่วยทำให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันยังขาดข้อมูลความต้องการธาตุอาหารของข่าตาแดงที่เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารหลักของพืชในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตได้อย่างถูกต้อง สามารถใช้เป็นแนวทางวางแผนการจัดการธาตุอาหารในการพิจารณาการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**วิธีการศึกษา**

พื้นที่การศึกษาและระบบการปลูกข่าตาแดง

การศึกษาประเมินความต้องการธาตุอาหารหลักของข่าตาแดง ดำเนินการศึกษาในแปลงปลูกข่าตาแดงของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลทุ่งน้อย อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ระหว่างเดือน ตุลาคม 2564 - ธันวาคม 2565 ที่ปลูกในดินเหนียว เนื้อที่แปลงละ 1 ไร่ ระยะปลูก 100 × 100 เซนติเมตร ปลูกจำนวน 5 ต้นต่อหลุม จำนวน 1,300 กอต่อไร่ การปฏิบัติดูแลรักษาแปลงเป็นไปตามวิธีเกษตรกร

การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร แล้วนำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม น้ำหนัก 1 กิโลกรัมนำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดตัวอย่างดินและร่อนผ่านตระแกรง 0.5 มิลลิเมตร และ 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีดินมาตรฐาน ได้แก่ เนื้อดิน โดยวิธี Hydrometer (Bouyoucos, 1962) วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) โดยเครื่อง pH meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 (Davis, 1943) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5 (Richards, 1954) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยวิธีของ Walkley and Black, 1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) โดยสกัดดินด้วย $NH_4$ OAc (pH 7.0) วิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Pratt, 1965)

การเก็บตัวอย่างพืชและการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ ส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดิน ที่ระยะการเจริญเติบโต 6 เดือน ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 9 เดือน ในพื้นที่ 12 ตารางเมตร แปลงละ 3 ซ้ำ จำนวน 12 กอต่อแปลง เก็บตัวอย่างพืช ส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดิน ชั่งน้ำหนักสด ล้างให้สะอาดผึ่งให้แห้ง หั่นเป็นชิ้น นำไปอบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน จนตัวอย่างพืชมีน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งหลังอบ นำตัวอย่างพืชหลังอบแห้ง 50 กรัม บดละเอียดวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามวิธีของกรมวิชาการเกษตร (2544) แล้วนำผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารไปคำนวนหาประเมินหาปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร (nutrient Uptake) ที่ใช้ในการเจริญเติบโตของข่าตาแดง โดยวิธีการคำนวณดังนี้

ประเมินหาปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร (nutrient Uptake) ในหน่วย /ต้น โดยวิธีการคำนวณ ดังนี้

การดูดใช้ไนโตรเจน (N Uptake) = (ความเข้มข้นของ N (%) x น้ำหนักแห้งของพืช (กรัม/กอ)/100

การดูดใช้ฟอสฟอรัส (P Uptake) = (ความเข้มข้นของ P (%) x น้ำหนักแห้งของพืช (กรัม/กอ))/100

การดูดใช้โพแทสเซียม (K Uptake) = (ความเข้มข้นของ K (%) x น้ำหนักแห้งของพืช (กรัม/กอ))/100

**ผลการศึกษา**

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

วิเคราะห์สมบัติของดินก่อนการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียว มีความเป็นกรด-ด่างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (pH 5.92-6.91) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ–ปานกลาง (1.29-3.50 %) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับปานกลาง-สูง (16.8-79.3 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนอยู่ในระดับ ปานกลาง-สูง (42.9-176 มก./กก.) (Table 1)

**Table 1** Soil properties before planting and after harvesting Kha Ta Daeng galangal.

| | pH | $EC_e$ (dS/m) | OM% | P (mg/kg) | K (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| Before planting | 5.92-6.91 | 0.06–0.11 | 1.29–3.50 | 16.8–79.3 | 42.9–176 |
| After harvesting | 5.85-6.98 | 0.10–0.15 | 1.59–3.30 | 34.2–192 | 57.2–342 |

2. การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของข่าตาแดง ตลอดอายุ 9 เดือน พบว่าการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามอายุของพืชจนถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งกอเฉลี่ยในระยะเก็บเกี่ยว เท่ากับ 827 กรัมต่อกอ หากพิจารณาการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนของพืช ได้แก่ ส่วนเหนือดิน (ลำต้น + ใบ) จะเห็นว่าน้ำหนักส่วนเหนือดินมีสัดส่วนสูงที่สุด 72.3 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

**Table 2** Means of Dry weight of Kha Ta Daeng galangal at the vegetative and harvest stages.

| Growth stages | Dry weight (g/plant) | | |
|---|---|---|---|
| | Stem and leaf | Rhizome and root | Total |
| Vegetative growth | 440 | 124 | 564 |
| Harvesting | 552 | 235 | 787 |

3. ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช

วิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในส่วนเหนือดินและใต้ดินของข่าตาแดง ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น 6 เดือน และ ระยะเก็บเกี่ยว 9 เดือน พบว่า ส่วนเหนือดินลำต้นและใบ อายุ 6 เดือน พบความเข้มข้นของ N และ K โดยเฉลี่ยสูงสุดคือ N 0.96 และ 4.27% ส่วนใต้ดิน (เหง้าและราก) พบ N 0.54% และ 4.79 % จะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Hegde (1997) ที่รายงานว่าความเข้มข้นของธาตุอาหาร N , P และ K มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเจริญเติบโต ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการส่งธาตุอาหารจากลำต้นและใบไปใช้ในการสร้างผล ทำให้ธาตุอาหารที่สะสมในส่วนของลำต้นและใบลดลง ส่วนที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 9 เดือน ส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน พบความเข้มข้นธาตุอาหารของ K สูงที่สุด 3.99% และ 4.46% **(Table 3)**

**Table 3** Means of nutrient concentration in different part of Kha Ta Daeng galangal at the vegetative and harvest stages.

| Growth stages | Plant part | Nutrient concentration (%) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K |
| Vegetative growth | Stem and leaf | 0.96 | 0.33 | 4.27 |
| | Rhizome and root | 0.54 | 0.37 | 4.79 |
| Harvesting | Stem and leaf | 0.90 | 0.30 | 3.99 |
| | Rhizome and root | 0.62 | 0.31 | 4.46 |

**ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดใช้ไปสะสมในแต่ละส่วนข่าตาแดง**

การดูดใช้ธาตุอาหารของข่าตาแดง **(Table 4)** สามารถคำนวนได้จากความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละส่วนของข่าตาแดง **(Table 3)** และน้ำหนักแห้งของข่าตาแดงในแต่ละระยะการเจริญเติบโต **(Table 2)** พบว่า ข่าตาแดง มีการดูดใช้ธาตุอาหาร ไนโตรเจน 6.21 กรัมต่อกอ ฟอสฟอรัส 2.39 กรัมต่อกอ และโพแทสเซียม 32.5 กรัมต่อกอ **(Table 4)** มีความต้องการปุ๋ยเพื่อนำไปใช้ในการ

เจริญเติบโต คิดเป็นความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน เท่ากับ 8.07 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัส เท่ากับ 7.45 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 50.1 กิโลกรัมต่อไร่ **(Table 5)**

**Table 4** Concentration of nitrogen phosphorus and potassium in Kha Ta Daeng galangal at 3, 6 and 9 mounts after planting.

| Growth stages | Plant part | Nutrient uptake (g/plant) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K |
| Vegetative growth | Stem and leaf | 4.22 | 1.57 | 18.8 |
| | Rhizome and root | 0.67 | 0.46 | 5.94 |
| | total | 4.89 | 2.03 | 24.73 |
| Harvesting | Stem and leaf | 4.80 | 1.66 | 22.0 |
| | Rhizome and root | 1.41 | 0.73 | 10.5 |
| | total | 6.21 | 2.39 | 32.5 |

**Table 5** Nutrient uptake of Kha Ta Daeng galangal.

| Nutrient | Nutrient uptake (kg/rai) |
|---|---|
| N | 8.07 |
| $P_2O_5$ | 7.45 |
| $K_2O$ | 50.1 |

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความต้องการธาตุอาหารของข่าตาแดงที่ปลูกในแปลงเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลทุ่งน้อย อำเภอบึงนารางจังหวัดพิจิตร พบว่า ข่าตาแดงมีการดูดใช้ธาตุอาหารเพื่อสร้างส่วนต่างๆของต้น ในปีที่ 1 คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารหลัก N, $P_2O_5$ และ $K_2O$ เท่ากับ 8.07 7.45 และ 50.1 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 1.1: 1.0: 6.0 ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของการประเมินความต้องการธาตุอาหารของข่าตาแดงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข่าตาแดงในพื้นที่ดังกล่าวต่อไป เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ โดยการใส่ปุ๋ยตามความต้องการพืชและลดต้นทุนการผลิต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร 2544. การวิเคราะห์ดินและพืช กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. รายงานข้อมูลสถานการณ์การผลิตพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดพิจิตร. แหล่งข้อมูล: http://www.doae.go.th. ค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2566.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร แม้นมาส ชวลิต และวิเชียร จีรวงส์. 2544. คำอธิบายตำราพระโอสถพระนารายณ์. อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

ศศิธร วรปิติรังสี วินัยเจริญกูล นันทรัตน์ ศุภกำเนิด สมพงษ์ ภู่พวง และพะเนิน ฉลูรัตน์. 2537. อิทธิพลของปุ๋ย NPK ระดับต่างๆต่อผลผลิตมันฝรั่ง. หน้า 45-51. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537 (เรื่องเต็ม). ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ศศิธร วรปิติรังสี วีระ วรปิติรังสี ปฏิพันธ์ ใจปิน สนอง จรินทร อาทิตยา พงษ์ชัยสิทธิ์ สิริพร มะเจี่ยว และลัดดาวัลย์ อินทร์สิงข์. 2556. ศึกษาการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดหัวขิง. หน้า 150-157. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537 (เรื่องเต็ม). ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal. 54: 464 465.

Bray, R.H., Kurtz, N. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Science. 59: 39-45.

Davis, L.E. 1943. Measurements of pH with the glass electrode as affected by soil moisture. Soil Science. 56: 405-422.

Hegde, D.M. 1997. Nutrient Requirements of Solanaceous Vegetable Crops. Food and Fertilizer Technology Center. Available : https://www.agnet.org/library.php. Accessed: September 8, 2022.

Pratt, P.F. 1965. Potassium. pp. 1022-1030. In: Black, C.A. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part II. American. Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ความเข้มข้นของเตตราโซเลียมสำหรับการจำแนกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ฟักทอง

# Concentration of Tetrazolium for Classification of Pumpkin Seed Vigor

**ภัคควี เชิดสูงเนิน[1] , วิศณีย์ โพธิ์หล้า[1,2] และ อารักษ์ ธีรอำพน[1,2*]**

Pakkhavee Cherdsungnern[1], Wissanee Pola[1,2] and Arak Tira-umphon[1,2*]

*[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000*
*[1] Department of School of Crop Production Technology, Institute of Agriculture Technology, Suranaree University of Technology, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000*
*2 ศูนย์วิจัยนวัตกรรมยกระดับคุณภาพผลิตผลทางการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมเกษตร*
*2 Innovation of Quality Enhancement of Agricultural Products for Agro-Industry-Research Center*

**บทคัดย่อ:** การพัฒนาวิธีตรวจสอบความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่รวดเร็ว เป็นอีกหนึ่งทางที่ช่วยให้งานทางด้านการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดสามารถจำหน่ายเมล็ดสู่ตลาดได้เร็วขึ้น ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ฟักทองลูกผสมโดยใช้เทคนิคการย้อมสีเตตราโซเลียมเพื่อดูความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ด โดยจัดกลุ่มเมล็ดให้มีความแข็งแรงต่างกัน 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ จากนั้นนำเมล็ดแต่ละกลุ่มมาบ่มในกระดาษชื้นเป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง แกะเยื่อหุ้มเมล็ดออกแล้วผ่าตามยาว และแช่ด้วยสารละลายเตตราโซเลียมที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ 0.0 0.25 0.5 0.75 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะมีการติดสีที่สม่ำเสมอ ที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการติดสีสวยสม่ำเสมอมากที่สุด คือ 83.11 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ความเข้มข้นที่สูงถึง 2.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถแยกระหว่างสีเข้มแบบช้ำกับสีปกติได้ โดยระดับของความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อความมีชีวิต สำหรับเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงนั้นหลังผ่านการย้อมจะสามารถเจริญไปเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้ดี โดยประเมินจากความงอก ความแข็งแรงของต้นกล้า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าเมล็ดที่ได้จากความแข็งแรงปานกลางและที่มีความแข็งแรงต่ำ แสดงว่าการใช้สารละลายเตตราโซเลียมที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ฟักทอง

**คำสำคัญ:** การประเมินความแข็งแรง; ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์; ความงอก

**ABSTRACT:** Development of methods to quickly evaluate the seed viability and vigor is one of the directions to support the seed quality assurances that could rapidly distribute the seeds to the market. Hence, this research aims to assess the viability of hybrid pumpkin seed using the tetrazolium test. Pumpkin seedling with three levels of seed vigor (high, medium, and low) were incubated for 18 hrs. Seed coats were peeled off, seeds were cut longitudinally and stained with tetrazolium solutions (TZs) at 0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, and 2.0 % for an hour at 40 °C. The results showed that the best stable coloration of seed was found on high vigor seed at 0.25 % TZs (83.11 %) while the highest concentration of TZs at 2.0 % cannot distinguish between dark red color and normal color seed. The level of TZs concentration at increasable affected to seed viability. The high vigor seed after TZs staining could growth to normal seedling which was evaluated by germination, seedling vigor, seedling weight, and dry weight, which represented greater than the medium and low vigor seed groups. Thus, a using 0.25 % TZs could be applied to estimate the viability of pumpkin seed.

**Keywords:** vigor assessment; seed viability; germination

* Corresponding author: arak@sut.ac.th

**บทนำ**

ฟักทองเป็นพืชผักในวงศ์แตงที่สามารถปลูกได้ผลดีในภูมิอากาศอบอุ่นและเขตร้อนของพื้นที่ เป็นพืชที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง การบริโภคฟักทองนิยมนำมาประกอบเป็นอาหารได้หลากหลาย และยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นส่วนประกอบในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ได้ โดยฟักทองในประเทศไทยถือว่าเป็นผักที่มีตลาดค่อนข้างใหญ่ สายพันธุ์ที่นิยมปลูก คือ พันธุ์หนังคางคกและหนังคางคกลูกผสม (จานุลักษณ์, 2564) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างทนทานต่อสภาพแวดล้อมและโรคบางชนิดได้ ประเทศไทยถือเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญแห่งหนึ่งเพราะมีพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (อุทิศ, 2555) โดยเฉพาะการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตงเป็น 1 ใน 10 ของพืชหลักที่ส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ฟักทองมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ 17,732 กิโลกรัม มูลค่า 27.2 ล้านบาท และมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์ 69,380 กิโลกรัม สามารถสร้างมูลค่าได้สูงถึง 279.8 ล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2560) สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักเพื่อการส่งออกในพืชตระกูลแตงมักเป็นพันธุ์ลูกผสม ดังนั้น เมล็ดจึงมีมูลค่าค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม มีเมล็ดพันธุ์ส่วนหนึ่งที่ต้องถูกคัดทิ้ง เพื่อให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขการรับซื้อตามคุณภาพที่กำหนดของเมล็ดพันธุ์ชนิดนั้น ๆ (ชินานาตย์, 2557) ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่ถูกคัดทิ้ง อาจมีสาเหตุมาจากผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน รวมไปถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการผลิต ส่งผลให้ผู้ผลิตหรือเกษตรกรสูญเสียรายได้จากส่วนที่เสียหายดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ยอมรับกันทั่วโลกต้องมีมาตรฐานเดียวกัน เช่น ISTA (2021) เป็นต้น ซึ่งองค์กรดังกล่าวจะเป็นผู้กำหนดข้อปฏิบัติและคำแนะนำวิธีตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดไว้ โดยทั่วไปการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการตรวจสอบความงอกมาตรฐานและการตรวจสอบโดยการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งทั้งสองวิธีจะใช้เวลาค่อนข้างนาน จึงมีอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถตรวจสอบความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว คือ การตรวจสอบทางชีวเคมี เรียกว่า วิธีเตตราโซเลียม (tetrazolium test-TZ test) โดยเป็นการตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) จากการทำปฏิกิริยากับสารเตตราโซเลียม มีผลให้เซลล์ที่มีชีวิตติดสีแดงของสารละลายบริเวณเซลล์ที่มีชีวิต ซึ่งนักวิจัยได้พัฒนารูปแบบการติดสีของพืชตระกูลแตงอื่น ๆ ให้มีความเหมาะสมเพื่อให้การประเมินเกิดความแม่นยำมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในฟักทองยังไม่มีวิธีการที่เป็นมาตรฐานที่ชัดเจนมาใช้อธิบายรูปแบบการติดสี TZ ของเมล็ดที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้น ในงานทดลองนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษารูปแบบการติดสีของสารเตตราโซเลียมในเมล็ดพันธุ์ฟักทองที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่จะเป็นดัชนีชี้วัดในการพิจารณาความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ฟักทองจากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีเตตราโซเลียมให้มีความแม่นยำและเป็นรูปธรรมได้

**วิธีการศึกษา**

เมล็ดฟักทองลูกผสมพันธุ์ ‘มรกตดำ 35’ จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ประกอบด้วย main plot คือ ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ สูง กลาง และต่ำ โดยทำให้เมล็ดพันธุ์ฟักทองเสื่อมเป็น 3 ระดับ ด้วยวิธีการเร่งอายุ ซึ่งกลุ่มเมล็ดที่แข็งแรงสูงจะไม่ผ่านการเร่งอายุ ส่วนเมล็ดแข็งแรงปานกลางและเมล็ดแข็งแรงต่ำ จะผ่านการเร่งอายุและสุ่มมาตรวจสอบความแข็งแรง (ชินานาตย์, 2557) จากการวัดความแข็งแรงจะแบ่งดังนี้ เมล็ดระดับความแข็งแรงสูงจะมีความงอกสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ระดับปานกลางมีความงอกอยู่ระหว่าง 80-60 เปอร์เซ็นต์ และระดับต่ำมีความงอกน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำเมล็ดตัวอย่างทั้ง 3 ระดับ มาบ่มในกระดาษชื้นเป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นแกะเปลือกหุ้มเมล็ดและลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออก แล้วจึงนำไปแช่ในสารละลายเตตราโซเลียมซึ่งเป็นสารย้อมสีเมล็ดพันธุ์ (sub plot) ที่ระดับของความเข้มข้นแตกต่างกัน จำนวน 6 ระดับ ดังนี้ 0.0 (ชุดควบคุม) 0.25 0.5 0.75 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในที่มืดเป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่ย้อมด้วยสารละลายเตตราโซเลียมแล้วตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งในสภาพห้อง ปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐานของ ISTA (2021) ตรวจสอบความงอกมาตรฐาน ตรวจสอบสอบความแข็งแรงโดยการจำแนกต้นอ่อน **(Figure 1)** และตรวจสอบการติดสี **(Figure 2)** รวมทั้งตรวจสอบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นอ่อนภายหลังจากการนับครั้งสุดท้าย (final count) วางแผนการทดลองแบบ split plot design โดยจัด sub plot แบบ completely randomized design (CRD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการ Duncan’s multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS

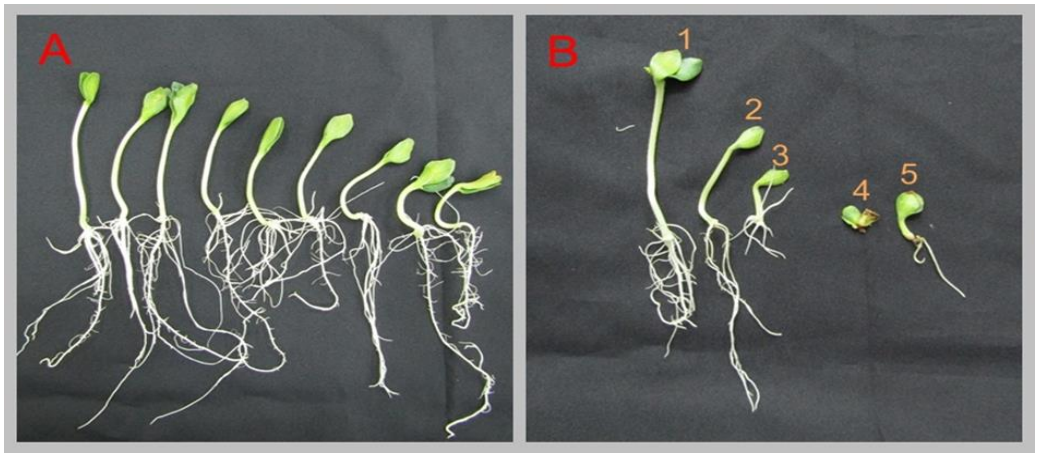



**Figure 1** Seedling classification in high vigor (A), medium vigor (B1), low vigor (B3), and abnormal seedling (B4 and B5).

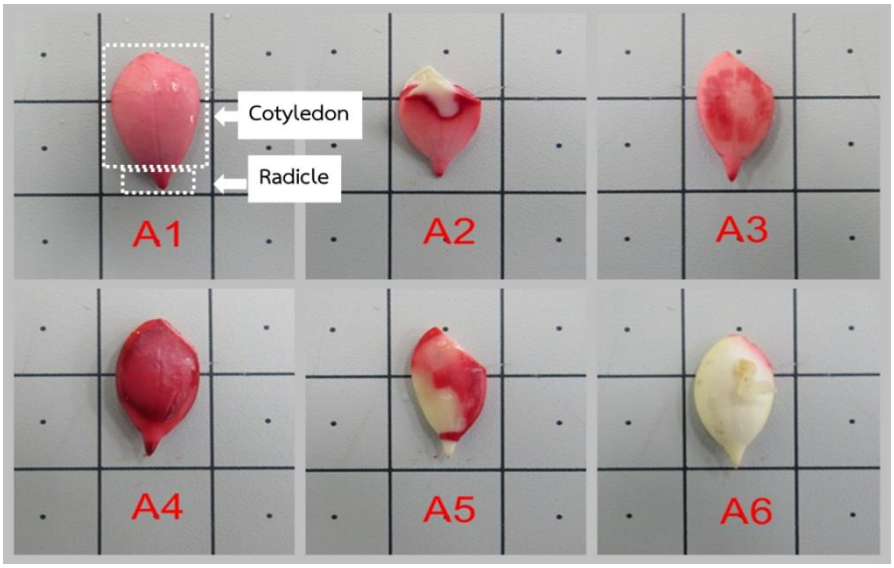



**Figure 2** TZ solution at 0.25%: A1-A3 (viability) and A4-A6 (non-viability).

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

เมล็ดพันธุ์ฟักทองลูกผสมพันธุ์ ‘มรกตดำ 35’ หลังการเร่งอายุเพื่อให้มีความแข็งแรงแตกต่างกัน 3 กลุ่ม ได้แก่ แข็งแรงในระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกตามวิธีมาตรฐานที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่แข็งแรงในระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ มีเปอร์เซ็นต์ความงอก คือ 96.67 80.00 และ 76.00% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการเพาะเมล็ดทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าน้ำหนักของต้นกล้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าเมล็ดในกลุ่มที่แข็งแรงสูงทำให้ต้นกล้าสะสมน้ำหนักทั้งแบบสดและแบบแห้งภายหลังการอบที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน สูงกว่าเมล็ดในกลุ่มอื่น ๆ **(Table 1)** แสดงว่าความแข็งแรงของเมล็ดทั้ง 3 กลุ่มที่จำแนกจากการทดสอบด้วยวิธีเร่งอายุ (AA-test) จะแสดงออกอย่างชัดเจนเมื่อนำมาทดสอบความงอก แต่เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของต้นกล้ากลับไม่ได้แสดงออกถึงผลกระทบจากความแข็งแรงของเมล็ดได้อย่างชัดเจน แสดงว่าถึงแม้เมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่สูง แต่ความเร็วในการย่อยและการใช้อาหารสะสมของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเจริญเติบโตและสร้างอวัยวะของต้นอ่อนขณะงอกได้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมล็ดพันธุ์มีประวัติการผลิตไม่ดีมาตั้งแต่การเพาะปลูก จึงอาจส่งผลต่อการสะสมอาหารของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการพัฒนาในแปลงปลูก (Sripathy and Groot, 2023)

**Table 1** Germination and plant weight on Pumpkin seed after AA test to use in this experiment.[1/]

| Viability levels | Germination (%) | Plant weight (g.) | Plant dry weight (g.) |
|---|---|---|---|
| Low | 76.00b | 0.75 | 0.062 |
| Medium | 84.00ab | 0.81 | 0.071 |
| High | 96.67a | 0.93 | 0.071 |
| ($P < 0.05$) | * | ns | ns |

[1/] Means in the same vertical column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

จากการนำเมล็ดฟักทองทั้ง 3 กลุ่มไปย้อมด้วยเตตราโซเลียมสามารถจำแนกและแยกส่วนสำคัญของลักษณะการติดสีเมล็ดได้ เป็น 6 กลุ่ม **(Figure 2)** ประกอบด้วย A1. เมล็ดที่ติดสี คือ เมล็ดที่ติดสีสวยสม่ำเสมอ แสดงว่าเมล็ดนั้นมีความแข็งแรงและเป็นเมล็ดปกติ A2. เมล็ดไม่ติดสีบางส่วน (ในส่วนที่ไม่สำคัญ) คือ เมล็ดนั้นมีบริเวณบางส่วนที่เกิดความเสียหายหรือเสื่อมของเซลล์ทำให้ไม่ติดสีบริเวณดังกล่าว แต่สีที่เหลือติดในส่วนที่สำคัญดังนั้นเมล็ดยังคงมีชีวิตและเจริญเติบโตเป็นต้นปกติได้ A3. เมล็ดติดสีเข้มซ้ำบางส่วน คือ เมล็ดในบริเวณที่ติดสีเข้มซ้ำเนื่องจากเซลล์เริ่มมีการเสื่อมลงเล็กน้อย ส่งผลให้ติดสีเข้มแต่เมล็ดนั้นยังมีชีวิตและเจริญไปเป็นต้นอ่อนได้ A4. เมล็ดติดสีเข้มซ้ำ คือ เมล็ดบริเวณที่ติดสีเข้มซ้ำมีอัตราการเกิดเมตาบอลิซึมที่ผิดปกติเซลล์มีการทำงานมากกว่าปกติทำให้เกิดสีเข้มซ้ำทั่วทั้งเมล็ด เมล็ดลักษณะนี้จะเริ่มเสื่อมและกลายเป็นเมล็ดตายในที่สุด A5.เมล็ดที่ไม่ติดสีในส่วนที่สำคัญ คือ เมล็ดที่ติดสีบางส่วนแต่ไม่ติดสีในส่วนที่สำคัญ เช่น รากอ่อน ลำต้นอ่อน และใบเลี้ยง ซึ่งมีผลต่อต้นกล้าเมื่อไม่ติดบริเวณดังกล่าวต้นกล้านั้นจะไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นปกติได้ หากไม่ติดสีเกิดในบริเวณกว้างแสดงว่าเมล็ดนั้นตาย A6.เมล็ดไม่ติดสี คือ เมล็ดที่ไม่มีชีวิตเนื่องจากไม่เกิดขบวนการต่างๆภายในเซลล์จึงส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสที่จะติดสีเฉพาะในเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น ไม่ติดสารละลายส่งผลให้เมล็ดไม่ติดสี **(Figure 2)** และลักษณะการติดสีของเมล็ดพันธุ์ฟักทองที่มีความแข็งแรงเริ่มต้นต่างกัน จะมีผลต่อลักษณะการติดสีในเมล็ดพันธุ์ฟักทอง **(Table 2)** โดยเมล็ดที่มีระดับความแข็งแรงสูง จะมีการติดสีแบบ A1 A2 A3 มากที่สุด รองลงมาคือ ความแข็งแรงระดับกลาง และต่ำตามลำดับ และความแข็งแรงระดับต่ำจะมีการติดสีแบบ A4 A5 A6 มากที่สุด รองลงมาคือ ความแข็งแรงระดับกลาง และสูงตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะการติดสีหลังย้อมเมล็ดด้วยสารละลายเตตราโซเลียมสามารถนำมาประยุกต์เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดได้หากเมล็ดมาจากหลายสถานที่ หรือหลายกอง

**Table 2** Germination of seed and coloration levels of Pumpkin seed treated with different concentration of TZ (%).[1/]

| Viability levels | Germination (%) | Plant weight (g.) | Plant dry weight (g.) | Coloration | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
| **Low** | 13.47b | 0.31b | 0.10 | 55.87c | 4.80a | 4.40a | 21.07a | 9.20a | 4.80a |
| **Medium** | 25.60a | 0.43a | 0.10 | 67.20b | 4.80a | 2.67ab | 16.80b | 5.33b | 3.33a |
| **High** | 26.67a | 0.46a | 0.11 | 89.33a | 2.93b | 0.93c | 5.20c | 0.93c | 0.53b |
| **(P < 0.05)** | ** | ** | ns | ** | * | * | ** | ** | ** |

[1/] Means in the same vertical column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

นอกจากนี้ ความเข้มข้นของสารละลายยังมีผลต่อลักษณะการติดสี **(Table 3)** โดยพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายที่ให้ผลของการติดสีในเมล็ดพันธุ์ฟักทองมีความสม่ำเสมอมากที่สุด คือ 0.25% เคยมีการรายงานว่า ในความเข้มข้นของสารละลายเตตราโซเลียมที่เหมาะสม ลักษณะของสีที่ติดบนเมล็ดพันธุ์จะแสดงให้เห็นถึงการติดสีในส่วนบริเวณที่สำคัญและมีชีวิต ในขณะที่ความเข้มข้นที่สูงเกินไปจะส่งผลให้ไม่สามารถแยกต้นที่มีความเข้มซ้ำกับต้นที่ติดสีปกติได้ (Costa et al, 2018) โดยความเข้มข้นของสารละลายที่ 0.25% ให้ผลดีที่สุดเนื่องจากมีจำนวนเมล็ดติดสีสม่ำเสมอมากที่สุดทั้ง 3 ระดับความแข็งแรง และจากการศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น พบว่าส่งผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ ความแข็งแรงของต้นกล้า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง โดยเก็บข้อมูลหลังจากการนับครั้งสุดท้าย พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายที่ 0.25% มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วน

การจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้า ที่พบว่าความเข้มข้นของสารละลาย 0.25% มีต้นกล้าปกติมากที่สุด (ไม่แสดงข้อมูล) และน้ำหนักต้นสดของต้นกล้า พบว่าความเข้มข้นของสารละลาย 0.25% มีน้ำหนักสูงที่สุด ส่วนความเข้มข้นของสารละลาย 2% ไม่พบต้นกล้าปกติ เนื่องจากความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารละลายส่งผลต่อความงอก ซึ่งจะลดลงตามความเข้มข้นของเตตระโซเลียมที่สูงขึ้น ในขณะที่มีจำนวนต้นกล้าผิดปกติมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น

**Table 3** Germination of seed and coloration levels at three viability levels after treated with different concentration of TZ (%)

| Concentration of TZ (%) | Germination (%) | Plant weight (g.) | Plant dry weight (g.) | Coloration | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
| | | | | Low | | | | | |
| **0.25** | 35.33a | 0.50a | 0.13a | 34.33a | 1.33 | 1.33 | 9.00bc | 2.33b | 1.67 |
| **0.50** | 5.33b | 0.42b | 0.17a | 33.67a | 2.67 | 1.67 | 7.00c | 2.33b | 2.33 |
| **0.75** | 24.00a | 0.48a | 0.13a | 16.67b | 3.00 | 2.67 | 16.00a | 9.00a | 3.33 |
| **1.00** | 2.67b | 0.15b | 0.05b | 20.67b | 3.00 | 3.67 | 12.00ab | 8.00a | 2.33 |
| **2.00** | 0.00b | 0.00b | 0.00b | 34.33a | 2.00 | 1.67 | 8.67bc | 1.33b | 2.33 |
| **(P < 0.05)** | ** | ** | ** | ** | ns | ns | ** | ** | ns |
| | | | | Medium | | | | | |
| **0.25** | 54.67a | 0.59a | 0.12b | 41.00a | 1.67 | 1.00 | 3.67c | 0.67c | 2.00 |
| **0.50** | 18.00b | 0.51a | 0.13ab | 36.67ab | 1.00 | 0.67 | 8.00b | 2.00bc | 1.67 |
| **0.75** | 43.33a | 0.58a | 0.12b | 31.00bc | 2.33 | 2.33 | 9.33ab | 4.00ab | 1.00 |
| **1.00** | 11.33b | 0.47a | 0.15a | 25.00c | 3.00 | 2.00 | 12.67a | 5.33a | 2.33 |
| **2.00** | 0.67b | 0.00b | 0.00c | 34.33abc | 4.00 | 0.67 | 8.33b | 1.33bc | 1.33 |
| **(P < 0.05)** | ** | ** | ** | * | ns | ns | ** | * | ns |
| | | | | High | | | | | |
| **0.25** | 61.33a | 0.60a | 0.11a | 48.00a | 1.00 | 0.00b | 0.67c | 0.00 | 0.33 |
| **0.50** | 18.00ab | 0.49ab | 0.13a | 46.67a | 1.33 | 1.33a | 0.67c | 0.00 | 0.00 |
| **0.75** | 38.00b | 0.56a | 0.12a | 45.67a | 2.00 | 0.00b | 2.33b | 0.00 | 0.00 |
| **1.00** | 15.33ab | 0.45ab | 0.16a | 41.00b | 1.33 | 1.00ab | 4.00a | 2.33 | 0.33 |
| **2.00** | 0.67c | 0.21b | 0.04b | 42.00b | 1.67 | 0.00b | 5.33a | 0.00 | 0.67 |
| **(P < 0.05)** | ** | ns | ** | ** | ns | * | ** | ns | ns |

[1/] Means in the same vertical column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

นอกจากนี้ ความเข้มข้นที่สูงขึ้นยังส่งผลให้หนักสดและน้ำหนักแห้งลดลง ตามลำดับ **(Table 3)** ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในความเข้มข้นที่สูงมากทำให้ต้นกล้าไม่สามารถเจริญเติบโตและเจริญไปเป็นต้นปกติ อาจเป็นเพราะความเป็นพิษจากสารละลายที่สูงเกินระดับของความเหมาะสม ซึ่งจะสังเกตเห็นลักษณะของเนื้อเยื่อที่ติดสีย้อมจนแดงเข้มปนช้ำ (Costa et al, 2018) นอกจากความเข้มข้นแล้วยังมีข้อจำกัดของการติดสี คือ ระยะในการบ่มเมล็ดก่อนการแช่สารละลาย ซึ่งควรบ่มในช่วงระยะเวลา 18 ชั่วโมงขึ้นไป เมล็ดจะมีการพัฒนาเพื่อจะเจริญไปเป็นต้นอ่อน และการย้อมจะติดส่วนที่สำคัญได้อย่างชัดเจน (วุส และไพลิน, 2553) ส่วนระยะเวลาในการแช่ลงในสารละลายที่เหมาะสม คือ 1 ชั่วโมง เป็นต้นไป และความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ ตั้งแต่ 0.075 - 1% จะทำให้ติดสีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้มีการติดสีเร็วขึ้นกว่าอุณหภูมิต่ำ (Carvalho et al., 2017) อย่างไรก็ตามการตรวจสอบเตตราโซเลียมจำเป็นต้องอาศัยผู้ตรวจสอบที่ผ่านการฝึกฝนและประสบการณ์ความชำนาญสูง ซึ่งจะสามารถจำแนกแยกระหว่างเมล็ดที่มีชีวิต (viable) และไม่มีชีวิต (non-viable) ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

## สรุป

เมล็ดพันธุ์ฟักทองที่มีความแข็งแรงเริ่มต้นต่างกันจะมีผลต่อลักษณะการติดสี ซึ่งลักษณะการติดสีหลังย้อมเมล็ดด้วยสารละลายเตตราโซเลียมสามารถนำมาประยุกต์เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดได้หากเมล็ดมาจากหลายสถานที่ หรือหลาย

กอง เมล็ดพันธุ์ฟักทองที่มีความแข็งแรงสูง คือ จะมีการเจริญไปเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ โดยประเมินจากความงอก ความแข็งแรงของต้นกล้า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง จะให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าเมล็ดจาก ระดับกลาง และ ระดับต่ำ ที่มีความแข็งแรงต่ำกว่า การติดสีต้องใช้ปัจจัยที่เหมาะสมจึงจะเห็นรูปแบบที่ชัดเจนและสามารถใช้จำแนกให้เป็นรูปธรรมได้ เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะมีการติดสีที่สม่ำเสมอ ความเข้มข้น 0.25% มีการติดสีสวยสม่ำเสมอมากที่สุด ส่วนความเข้มข้น 2% ไม่สามารถแยกระหว่างสีเข้มซ้ำกับสีปกติได้ และความมีชีวิตลดลงเล็กน้อยเมื่อผ่านการแช่สารละลายเตตราโซเลียมที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยความเข้มข้น 0.25% สามารถติดสีได้ชัดเจนและไม่ส่งผลกระทบต่อความงอก ความแข็งแรง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ส่วนความเข้มข้นสูงทำให้ต้นอ่อนไม่สามารถเจริญได้

**เอกสารอ้างอิง**

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2564. ทำไมฟักทอง จึงเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย. เคหการเกษตร. 125-129.

ชินานาตย์ ไกรนารถ. 2557. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์และชีวเคมีหลังจากการเร่งอายุและการเตรียมการงอกของเมล็ดแตงกวาลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

วุส อมฤตสุทธิ์ และไพลิน ภิญโญ. 2553. การศึกษาการติดสีของต้นอ่อนแตงกวาโดยวิธีเตตราโซเลียม. น. 1-6. ใน: ประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติครั้งที่ 7 18 -20 พฤษภาคม 2553. โรงแรม ท็อปแลนด์, พิษณุโลก.

สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย. 2560. แหล่งข้อมูล: https://www.thasta.com/index.php.

อุทิศ สุภาพ. 2555. การใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร, กรุงเทพมหานคร.

Carvalho, I.L., G.E. Meneghello, L.M. Tunes, C.C. Jácome, and V.N. Soares. 2017. Methodological Adjustments to the Tetrazolium Test in Rice Seeds. Journal of Seed Science. 39(1): 041-049.

Costa, M.A., E.S.C. Shimizu, N.V.M. Leão, and H.A. Pinheiro. 2018. Seed Quality Evaluation by Tetrazolium Staining of *Parkia multijuga* Benth. Agricultural Sciences. 9: 577-586.

ISTA. 2021. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA). Seed Science and Technology. Bassersdorf, Switzerland,

Sripathy, K.V., and S.P.C. Groot. 2023. Seed Development and Maturation. Eds. Dadlani, M. and Yadava, D.K., Seed Science and Technology, New Delhi, India.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของอายุเก็บเกี่ยวผลผลิตและคุณภาพของผักเคลที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์

# Effect of harvesting date on yield and quality of hydroponic curly kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*)

**กัญญ์วรา เปรมปรี[1*], ปริยานุช จุลกะ[1] และ สุพจน์ กาเซ็ม[2]**
**Kanvara Preampree[1*], Pariyanuj Chulaka[1] and Supot Kasem[2]**
[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ *10900*
[1]*Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900*
[2] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ *10900*
[2]*Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** ผักเคลหรือคะน้าใบหยิกขึ้นชื่อว่าเป็นสุดยอดผักเพื่อสุขภาพ ในการปลูกผักเคลหนึ่งวงจรชีวิตสามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง ส่งผลให้คุณภาพของผักเคลที่ได้ในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน งานวิจัยนี้จึงศึกษาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลผลิตและคุณภาพของผักเคลที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมีอายุเก็บเกี่ยวต่างกัน 4 ระยะ ได้แก่ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 5, 6, 7 และ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก พบว่าอายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันไม่ทำให้จำนวนใบ ความเขียวของใบและพื้นที่ใบต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ การเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกทำให้ได้น้ำหนักสดสูงที่สุดคือ 129.8 กรัมต่อต้นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่น นอกจากนี้ผักเคลที่อายุ 5-6 สัปดาห์หลังย้ายปลูกมีปริมาณวิตามินซีและโปรตีนสูงที่สุดคือ 1,528.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และ 35.11±0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
**คำสำคัญ:** คะน้าใบหยิก; ดีอาร์เอฟที; ผลผลิต; กรดแอสคอร์บิก

**ABSTRACT:** Kale, is known as a super healthy vegetable. It can be harvested multiple times for one life cycle, which affect the quality of kale obtained in each harvest is different. This research aims to study the optimum harvesting age on yield and quality of kale cultivated in hydroponics. Completely randomized was designed with 4 different harvesting ages, those were 5, 6, 7 and 8 weeks after transplanting. It was found that the difference of harvesting ages did not affect the leaf number, leaf greenness and leaf area per plant. Harvested at 8 weeks after transplanting gave the highest value of shoot fresh weight (129.8 g per plant), but it was not different from other treatments. In addition, the kale at 5-6 weeks after transplanting showed highest values of vitamin C and protein content (1,528.22 kg per kg fresh weight and 35.11%, respectively)
**Keywords:** curly kale; DRFT; yield; ascorbic acid

## บทนำ

ผักเคล (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) หรือคะน้าใบหยิก เป็นพืชวงศ์กะหล่ำ เช่นเดียวกับคะน้า กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก บร็อกโคลี่ (Olsen et al. 2009) เป็นที่ยอมรับว่าเป็นสุดยอดผักเพื่อสุขภาพ เพราะอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี (Podsedek, 2007) และสารอาหารชนิดอื่นหลายชนิด ทำให้ความต้องการบริโภคผักเคลมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งในรูปแบบของการบริโภคแบบสดหรือเลือกรับประทานเป็นอาหารเสริม (Yoon et al. 2019) ซึ่งการบริโภคแบบสดโดยไม่ผ่านความร้อนจะทำให้ได้รับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและวิตามินซีมากกว่าการบริโภคผักเคลที่ผ่านความร้อน (Becerra et al. 2011; Sikora et al. 2012) อีกทั้งฤดูปลูกช่วงเวลาปลูกและวันที่เก็บเกี่ยวก็มีผลต่อปริมาณวิตามินซีด้วยเช่นกัน (Kim et al. 2007) นอกจากนี้ผักเคลยังมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่นในวงศ์เดียวกัน (Almeida, 1994) และเป็นแหล่งของกรดอะมิโนและไนโตรเจนที่มีปริมาณมากถึงหนึ่งในสามของน้ำหนักแห้ง (Lisiewska et al. 2008)

ผักเคลเป็นพืชผักกินใบที่สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง โดยเลือกตัดใบส่วนที่เจริญเหนือดินประมาณ 1 นิ้ว ซึ่งจะทำให้เกิดใบใหม่ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ต่อเนื่อง จนกว่าการเจริญเติบโตของทั้งต้นลดลง (Tanielle and Joe 2019) จากการศึกษาของ Acikgoz

* Corresponding author: kanvara.pr@ku.th

(2011) ทำการเก็บเกี่ยวผักเคล (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). ในระยะที่แตกต่างกันคือ เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (Rosette stage หรือ สัปดาห์ที่ 18 หลังย้ายปลูก) เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (Budding stage หรือ 21 สัปดาห์หลังย้ายปลูก) และเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (Flowering stage หรือ 22 สัปดาห์หลังย้ายปลูก) พบว่า การเก็บเกี่ยวผักเคลที่อายุต่างกันไม่ทำให้น้ำหนักสดแตกต่างกัน แต่พบว่ามีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีและโปรตีน โดยการเก็บเกี่ยวครั้งที่สามทำให้ได้ปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดคือ 109.43 mg 100 $g^{-1}$ และการเก็บเกี่ยวครั้งแรกทำให้ได้ปริมาณโปรตีนสูงที่สุดคือ 35.00% จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเก็บเกี่ยวผักเคลที่อายุแตกต่างกันมีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพทางโภชนาการของผักเคล การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับผักเคลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตผักเคลในระบบไฮโดรพอนิกส์เป็นการค้าต่อไป

**วิธีการศึกษา**

เพาะเมล็ดผักเคลในวัสดุปลูกเพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์อัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตร ย้ายปลูกเมื่ออายุครบ 4 สัปดาห์ลงบนแผ่นโฟมปลูก แผ่นโฟม 1 แผ่น มีจำนวน 12 หลุม ลงระบบ Dynamic root floating technique (DRFT) ให้สารละลายธาตุอาหารสูตร Enshi's nutrient solution (Shinohara and Suzuki, 1988) หลังจากย้ายปลูกลงระบบแล้ว ควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่ 1.2 mS $cm^{-1}$ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นปรับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารเป็น 2.4 mS $cm^{-1}$ จนกระทั่งเก็บเกี่ยว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) โดยให้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันเป็น 4 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ที่ 1 เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 5 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ทรีตเมนต์ที่ 2, 3, และ 4 เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 6, 7, และ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผักเคลจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น นับจำนวนใบต่อต้น ความเขียวของใบ (SPAD unit) โดยหาค่าเฉลี่ยจากการสุ่มวัดจาก 3 ใบละ ใบละ 3 ตำแหน่ง พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) โดยใช้เครื่อง LI-3100C area meter และน้ำหนักสดส่วนต้น (กรัม) นำส่วนที่ใช้บริโภคมาวิเคราะห์ปริมาณไนเทรตและวิตามินซีด้วยเครื่อง RQ-flex reflectometer (Merck Germany) โดยสุ่มใบผักเคลมาบดให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างละ 5 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 150-250 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง จากนั้นนำสารละลายใสที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RQ-flex reflectometer แล้วนำมาคำนวณจากสูตร ปริมาณไนเทรตหรือวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) เท่ากับ (ปริมาตรน้ำกลั่น x ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง RQ-flex reflectometer)/ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) (กาญจนา, 2549) และทดสอบปริมาณโปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (2000) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยตาราง ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ($P \leq 0.05$)

**ผลการศึกษา**

**ผลของอายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันต่อจำนวนใบต่อต้น ความเขียวของใบ พื้นที่ใบต่อต้นและน้ำหนักสดต่อต้น**

อายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนใบต่อต้น โดยพบว่าเมื่ออายุ 5 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก ผักเคลมีจำนวนใบ 12 ใบ **(Figure 1a)** และเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูก หลังจากนั้นลดลงเมื่ออายุ 7 สัปดาห์หลังย้ายปลูก และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก โดยมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุดคือ 15 ใบ การลดลงของจำนวนใบเมื่ออายุ 7 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก เป็นเพราะการปลูกผักเคลในระบบไฮโดรพอนิกส์มีผลทำให้กิ่งอวบน้ำและหักง่าย ทำให้มีการหักหรือหลุดของใบ อย่างไรก็ตามอายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความเขียวของใบ พบว่าใบของผักเคลมีค่าความเขียวใบประมาณ 43-45 SPAD unit **(Figure 1b)** แสดงว่าอายุเก็บเกี่ยว 5-8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ยังเป็นช่วงอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมโดยไม่เกิดการเสื่อมของเม็ดคลอโรพลาสต์ ซึ่งจะทำให้ใบมีสีเขียวซีดจางลงหรือเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Lichtenthaler, 1987)

ส่วนพื้นที่ใบเฉลี่ยต่อต้นของผักเคลที่อายุแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 1c)** ถึงแม้ว่าผักเคลที่อายุ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูกจะมีพื้นที่ใบต่อต้นสูงที่สุด คือ 1,317.15 ตารางเซนติเมตร และการเก็บเกี่ยวที่อายุ 5 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ทำให้ได้พื้นที่ใบต่อต้นน้อยที่สุดคือ 852.36 ตารางเซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าอายุเก็บเกี่ยวที่มากขึ้น มีผลทำให้ได้น้ำหนักสดส่วนต้นมากขึ้น **(Figure 1d)** โดยผักเคลที่อายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกมีน้ำหนักสดส่วนต้นสูงที่สุด คือ 129.8 กรัมต่อต้น เนื่องจากผักเคลเป็นพืชผักกินใบที่สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง จนกว่าการเจริญเติบโตทั้งต้นลดลง (Tanielle and Joe 2019) อย่างไรก็ตามน้ำหนักสดไม่แตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่น แสดงว่าการเก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกยังเป็นช่วงที่ผักเคลมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นและเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 8 หลังจากย้ายปลูก ดังนั้นหลังจากสัปดาห์ที่ 8 หลังย้ายปลูก อาจมีการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลงด้วย

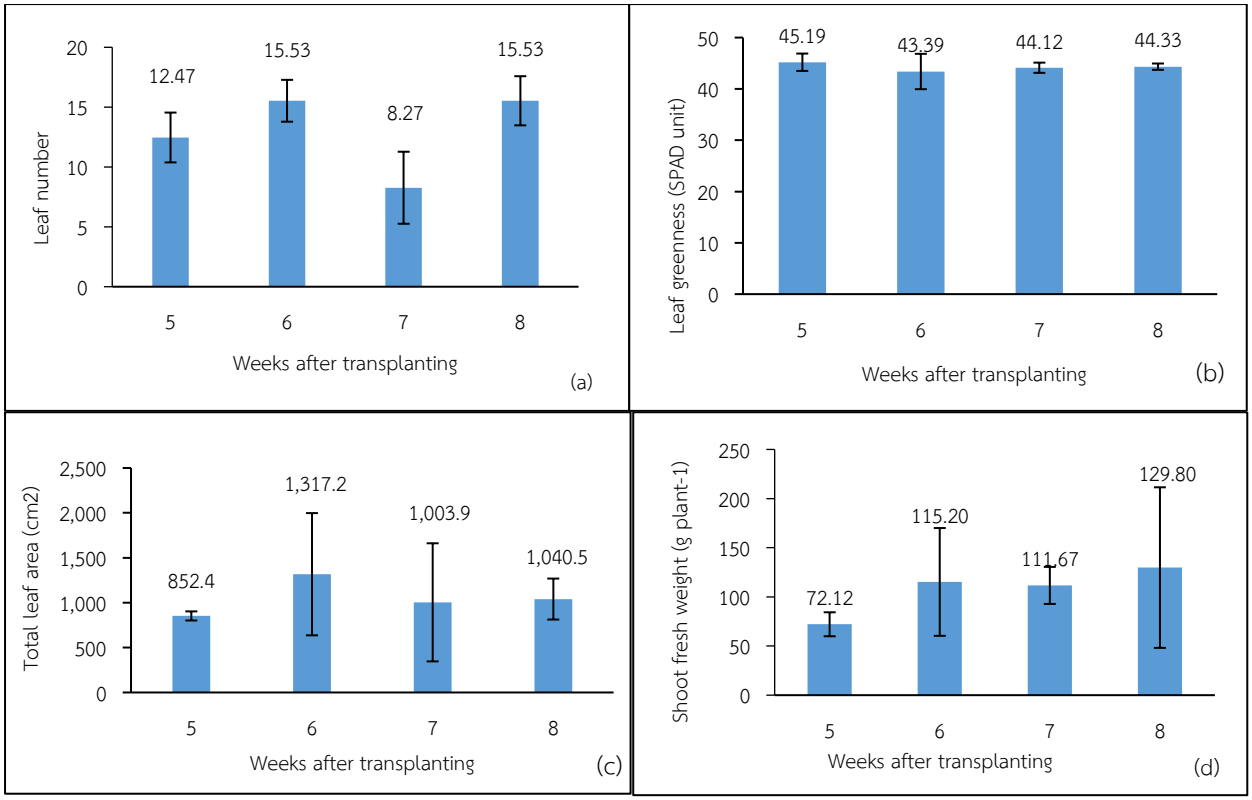



**Figure 1** Parameters of hydroponic kale at different harvesting ages: (a) leaf number; (b) leaf greenness (SPAD unit); (c) total leaf area ($cm^3$); and (d) shoot fresh weight (g $plant^{-1}$). Data are means ± SD shown by vertical error bars (n = 3).

**ผลของอายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเชิงโภชนาการ**

**ปริมาณไนเทรต**

ผักเคลเป็นผักที่สามารถบริโภคทั้งในรูปแบบสดเหมือนผักสลัดหรือนำมาปรุงสุกก็ได้ ซึ่งการบริโภคสดทำให้ได้สารต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่า (Sikora et al. 2012) ดังนั้นการนำผักเคลมาบริโภคสดจึงมีความจำเป็นต้องทราบปริมาณไนเทรตในส่วนที่บริโภค ซึ่งผลการทดลองพบว่าอายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณไนเทรตในผักเคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Figure 2a)** ผักเคลที่อายุ 5 และ 7 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก มีปริมาณไนเทรตสูงกว่าผักเคลที่เก็บเกี่ยวในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 หลังการย้ายปลูก อาจเป็นเพราะในช่วงสัปดาห์ที่ 5 และ 7 หลังการย้ายปลูก เป็นช่วงที่มีความเข้มแสงเฉลี่ยต่ำคือ 218.20 และ 268.79 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 สูงกว่าคือ 292.74 และ 284.91 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล) จึงทำให้พืชดูดไนเทรตเข้าไปใช้และไม่เปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมเพื่อสร้างสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ไนเทรตส่วนที่เหลือจึงยังคงสะสมอยู่ในเซลล์พืชในรูปของไนเทรตไอออน และอาจเกิดการกระตุ้นให้มีการสะสมไนเทรตชดเชยแรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) และทดแทนความเข้มข้นของอินทรียสาร (คาร์โบไฮเดรต) ที่ลดลงซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ลดลงเมื่ออยู่ในสภาพแสงน้อย (ความเข้มแสงต่ำ) (Seginer et al., 1998) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยในการบริโภค ถึงแม้ว่าสหภาพยุโรป (European commission regulation) ยังไม่ได้กำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของผักเคล แต่มีการกำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของผักปวยเล้งซึ่งเป็นผักใบสีเขียวเข้มเช่นเดียวกับผักเคลว่าควรมีปริมาณไนเทรตไม่เกิน 3,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด (SGS, 2011) ซึ่งจากการทดลองนี้ผักเคลที่มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภคคือผักเคลที่อายุ 6 และ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

**ปริมาณวิตามินซี**

จากการทดลองพบว่าผักเคลที่อายุ 5 หรือ 6 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผักเคลที่อายุ 7 หรือ 8 สัปดาห์หลังการย้ายปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Figure 2b)** อาจเป็นเพราะผักเคลที่อายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูกเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด Kader (1988) รายงานว่าปริมาณวิตามินซีในผักวงศ์กะหล่ำขึ้นอยู่กับอายุพืช สภาพการเจริญเติบโต และสภาพการ

เก็บรักษาหลังเก็บเกี่ยว Korus (2011) รายงานว่าผักเคลพันธุ์ Redbor F1 และ Winterbor F1 มีปริมาณวิตามินซีลดลงเมื่อเจริญเติบโตสูงสุด ในทางกลับกันกลับพบว่าผักเคลพันธุ์ Medium high curly kale มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Acikgoz (2011) ที่รายงานว่าปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นสูงสุดในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (Flowering stage หรือ สัปดาห์ที่ 22 หลังการย้ายปลูก) ซึ่งเป็นระยะที่ผักเคลมีการเจริญเติบโตสูงสุด Worthington (2001) อธิบายว่าการที่ปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ในระหว่างการเจริญเติบโตของพืช เป็นเพราะวิตามินซีเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลที่เหลือจากการสังเคราะห์ด้วยแสง และไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโต พืชสามารถสร้างวิตามินซีมากหรือน้อยขึ้นกับสมดุลของไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรทภายในต้นพืช หากพืชได้รับธาตุไนโตรเจนจากสารละลายธาตุอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้าที่สูง ทำให้ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นได้มาก พืชจึงนำน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไปใช้ในการเจริญเติบโต เช่น จำนวนใบและน้ำหนักสดส่วนต้นสูงที่สุดเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก **(Figure 1a และ 1d)**

**ปริมาณโปรตีน**

ปริมาณโปรตีนของผักเคลที่อายุ 5 สัปดาห์หลังย้ายปลูกมีค่าสูงที่สุดคือ 35.11±0.05 เปอร์เซ็นต์ **(Figure 2c)** และค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นหลังย้ายปลูก สอดคล้องกับงานของ Acikgoz (2011) ซึ่งรายงานว่าปริมาณโปรตีนในผักเคลที่ได้จากการเก็บเกี่ยว 3 ครั้ง พบว่ามีค่าสูงที่สุดที่การเก็บเกี่ยวครั้งแรกในระยะ Rosette stage หรือที่อายุ 18 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก (35.00%) และค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (30.62%, และ 26.87% ตามลำดับ)

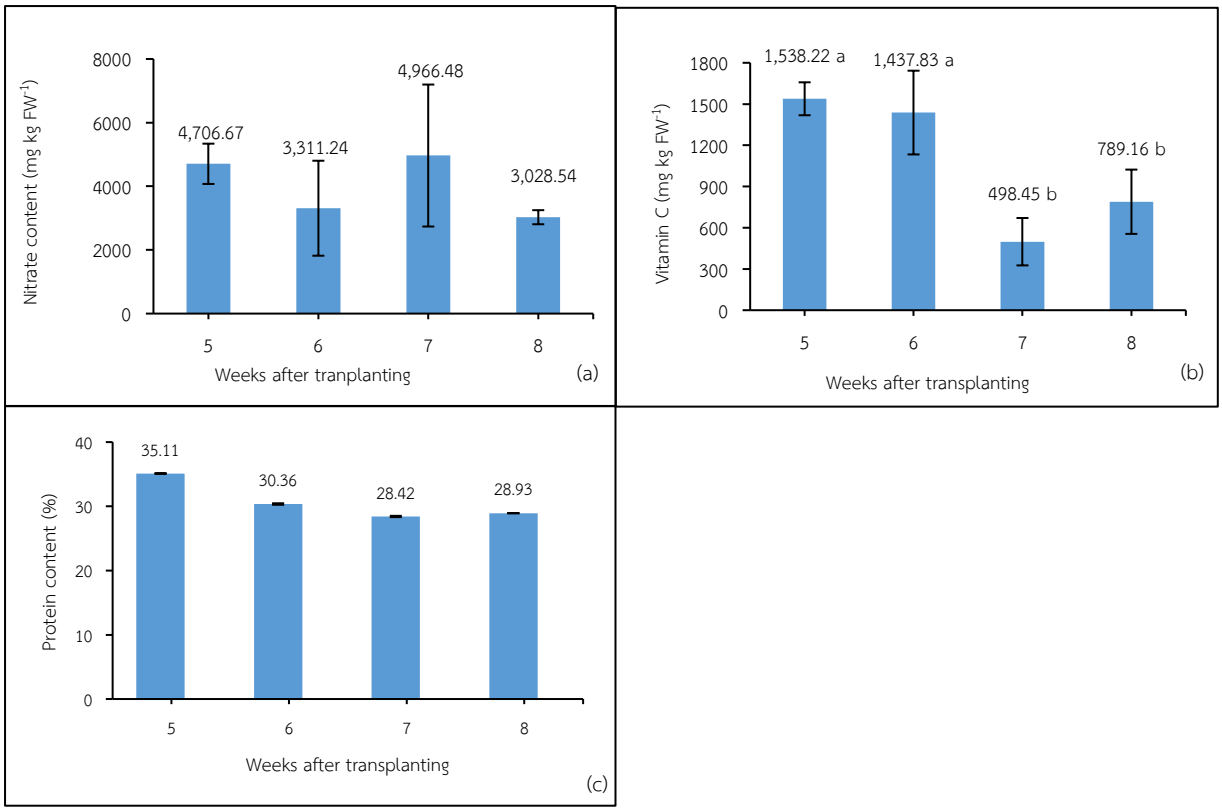



**Figure 2** Parameters of kale quality in different harvesting period in hydroponic system: (a) nitrate content (mg kg $FW^{-1}$); (b) vitamin C (mg kg $FW^{-1}$); and protein (%). Data are means ± SD shown by vertical error bars. The same letters indicate no significant difference at p0.05 base on DMRT.

**สรุป**

1. การเก็บเกี่ยวที่อายุแตกต่างกันไม่มีผลต่อความเขียวของใบ จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบต่อต้น และน้ำหนักสดต่อต้น

2. การเก็บเกี่ยวที่อายุแตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณไนเทรตในผักเคลอย่างมีนัยสำคัญ และการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 5 หรือ 6 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก ทำให้ได้วิตามินซีปริมาณมากที่สุดคือ 1,538.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 5 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก

**เอกสารอ้างอิง**

กาญจนา แสงพันธ์. 2549. การเจริญเติบโต การสะสมไนเทรตและการลดไนเทรตก่อนการเก็บเกี่ยวในผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

Acikgoz, F.E. 2011. Mineral, vitamin C and crude protein contents in kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) at different harvesting stages. African Journal of Biotechnology. 10(75): 17170-17174.

Almeida, D., and Rosa, E. 1994. Protein and mineral concentration of Portuguese kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) related to soil composition. In ISHS Brassica Symposium-IX Crucifer Genetics Workshop 407: pp. 269-276.

Becerra-Moreno, A., Alanís-Garza, P.A., Mora-Nieves, J.L., Mora-Mora, J.P., and Jacobo-Velázquez, D.A. 2014. Kale: An excellent source of vitamin C, pro-vitamin A, lutein and glucosinolates. CyTA-Journal of Food. 12(3): 298-303.

Kader, A.A. 1988. Influence of preharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruits and vegetables. In Horticulture and Human Health: Contributions of Fruits and Vegetables; Quebedeaux, B.; Bliss, F.A.; Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ, USA.

Kim, S., and Ishii, G. 2007. Effect of storage temperature and duration on glucosinolate, total vitamin C and nitrate contents in rocket salad (*Eruca sativa* Mill.). Journal of the Science of Food and Agriculture. 87: 966-973.

Korus, A. 2011. Level of vitamin C, polyphenols, and antioxidant and enzymatic activity in three varieties of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) at different stages of maturity. International Journal of Food Properties. 14(5): 1069-1080.

Lee, S.K., and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology. 20: 207-220.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. Journal of Plant Physiology. 131(1-2): 101-110.

Lisiewska, Z., Kmiecik, W., and Korus, A. 2008. The amino acid composition of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) fresh and after culinary and technological processing. Food Chemistry. 108: 642-648.

Olsen, H., Aaby, K., and Borge, G.I.A. 2009. Characterization and quantification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in curly kale (*Brassica oleracea* L. Convar. *acephala* var. *sabellica*) by HPLC-DAD-ESI-MS n. Journal of agricultural and food chemistry. 57(7): 2816-2825.

Podsedek, A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT, 40, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.023.

Seginer, I., Straten, G., and Buwalda, F. 1998. Nitrate concentration in greenhouse lettuce: A Modeling Study. Acta Horticulturae 456: 189-197.

SGS. 2012. New Regulations for Maximum Levels of Nitrates in Foodstuff. Systematic review of the published literature. Available: https://newsletter.sgs.com/eNewsletterPro/uploadedimages/000006/sgs-safeguards-00212-new-eu-regulation-for-maximum-levels-of-nitrates-in-food-stuffs-a4-en-12.pdf

Shinohara, Y., and Suzuki, Y. 1988. Quality improvement of hydroponically grown leaf vegetables. Acta Horticulturae. 230: 279–286.

Sikora, E., and Oziarczyk, I. 2012. Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria.11(3): 239-248.

Tanielle, T., and Joe. T. 2019. Cooperative Extension & Outreach, College of Natural & Applied Sciences, University of Guam. Guam

Weston, L.A., and Barth, M.M. 1997. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables. HortScience. 32(5): 812-816.

Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruit, vegetable and grains. J.ACM 7(2): 161-173.

Yoon, H.I., Kim, J.S., Kim, D., Kim, C.Y., and Son, J.E. 2019. Harvest strategies to maximize the annual production of bioactive compounds, glucosinolates, and total antioxidant activities of kale in plant factories. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 60(6): 883-894.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสสลัดสีแดงสำหรับมูลนิธิโครงการหลวง

# Improvement of Red Baby Cos Lettuce Variety for the Royal Project Foundation

**สุรัตนา หมั่นกิจ[1*], อภิชาติ อัมพรคีรีมาศ[1], จตุพร ปารมี[1], วัชรา นาทา[1] และ เพ็ญนภา เซ็นนันท์[1]**
**Suratana Mankit[1*], Apichat Ampornkeereemad[1], Jatuporn Paramee[1], Watchara Nata[1] and Pennapa Sennunt[1]**

[1] *มูลนิธิโครงการหลวง*
*ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวง ชนกาธิเบศรดำริ 910 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100*
[1] *Royal Project Foundation*
*Royal Project Agricultural Research and Development Center 910 Moo 3, Mae Hia Subdistrict, Mueang District, Chiang Mai Province 50100, Thailand*

**บทคัดย่อ:** การศึกษาการปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสแดงเพื่อสร้างพันธุ์ให้มีลักษณะที่ดีสำหรับงานส่งเสริมของมูลนิธิโครงการหลวง ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนกันยายน 2565 ณ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ตำบลบ่อสลี อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ จากการสร้างคู่ผสมเมื่อปี พ.ศ. 2559 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกเบบี้คอสสีแดงรุ่นที่ 7 ให้สร้างความสามารถในการแข่งขันด้านพันธุ์พืช ทำการคัดเลือกเบบี้คอสรุ่น $F_6$ จำนวน 4 รหัสพันธุ์ (INT-001, INT-002, INT-003, และ INT-004) มาปลูกทดสอบและเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ารหัสพันธุ์ INT-002 และ INT-003 มีน้ำหนักหลังการตัดแต่งในฤดูร้อนจากทั้งสองพื้นที่ดีกว่าพันธุ์การค้า และรหัสพันธุ์ INT-001 มีน้ำหนักหลังการตัดแต่งดีเทียบเท่าพันธุ์การค้า ส่วนการเปรียบเทียบความสูงของต้น พบว่า พันธุ์การค้ามีความสูงมากกว่าพันธุ์รุ่น $F_6$ เมื่อพิจารณาลักษณะรูปร่างที่ปรากฏของพันธุ์การค้า พบว่า มีใบกว้าง เนื้อใบนิ่มบาง กาบใบไม่กรอบ ส่วนรหัสพันธุ์ INT-003 INT-002 และ INT-001 มีใบกลมและหนากว่าพันธุ์การค้า มีข้อสั้น ก้านใบหนาและอวบน้ำ กาบใบห่อซ้อนกันแน่นปกคลุมที่โคนลำต้น รสชาติหวาน กรอบ จากข้อมูลข้างต้นสามารถคัดเลือกพันธุ์เบบี้คอสแดงรหัสพันธุ์ INT-003 INT-002 และ INT-001 ซึ่งมีลักษณะรูปร่างที่ปรากฏตรงกับความต้องการของตลาดของมูลนิธิโครงการหลวง รวมถึงมีลักษณะผลผลิตที่ดีกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์การค้า
**คำสำคัญ**: มูลนิธิโครงการหลวง; เบบี้คอสแดง; ปรับปรุงพันธุ์

**ABSTRACT:** The study of baby red cos lettuce breeding to create new variety for the extension program of the Royal Project Foundation (RPF) was taken between October 2021 to September 2022 at the Inthanon Royal Agricultural Station, Ban Luang subdistrict, Chom Thong district, Chiang Mai province and Mae Tho Royal Project Development Center, Bo SaLee subdistrict, Hot district, Chiang Mai province. The purpose of this study is to select the plant at the 7$^{th}$ generation and plant variety competitiveness. The selecting of 4 breed codes (INT-001, INT-002, INT-003, and INT-004) from $F_6$ have created since year 2016, was tested and compared with commercial variety. This experiment was designed in a Completely Randomized Design (CRD), consisted of 3 replications. The results showed the INT-002 and INT-003 had better of weight after summer trimming from both areas than the commercial cultivar. and the breed code INT-001 has a weight after trimming as good as commercial breeds. The comparison of plant height was found the commercial variety was highest than the $F_6$ plants. The considering appearance of commercial varieties, was found the leaves were broad, the texture of the leaves was soft and thin, and the leaf sheaths were

[*] Corresponding author: platonk501@gmail.com

not crispy. As for the variety code INT-003, INT-002 and INT-001 were showed the leaves are round and thicker than commercial varieties, with short joints, thick leaf stalks and was succulent, the leaf sheaths are tightly packed, covering the base of the stems, sweet and crispy taste. Based on the results can be selected the red baby cos varieties codes INT-003, INT-002 and INT-001, according to the market demand of the RPF. Including having better yield characteristics than or equivalent to commercial varieties.
**Keywords:** royal project foundation; baby red cos lettuce; breeding

**บทนำ**

เบบี้คอส (Baby Cos lettuce, Baby Cos Romaine) เป็นพืชตระกูลสลัด จัดอยู่ในวงศ์ Asteraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ Lactuca sativa เป็นพืชผักเชิงพาณิชย์ที่จำเป็นที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้ในสลัดและแซนด์วิช ใบผักกาดใช้ทำบุหรี่ด้วยมีนิโคติน เมล็ดและลำต้นมีน้ำมัน และน้ำยางแห้ง ธนาคารยีนได้อนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรมของผักกาดหอมไว้มากมาย รวมถึงสายพันธุ์ Lactuca พันธุ์ป่าที่มีจำนวนโครโมโซม 2n=2x=18 สายพันธุ์ Lactuca มีความแตกต่างอย่างมากในแง่ของการกระจายทางภูมิศาสตร์และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ Paw โดยการผสมข้ามพันธุ์ทางการค้ากับพันธุ์ที่ดัดแปลงในท้องถิ่นสามารถเพิ่มอัลลีลใหม่ เพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรม และทำให้การเลือกล่วงหน้าสำหรับลักษณะที่ต้องการง่ายขึ้น วัตถุประสงค์หลักของผู้เพาะพันธุ์ผักกาดหอมและนักพันธุศาสตร์คือการปรับปรุงผักกาดหอมให้มีลักษณะที่พึงประสงค์หลายประการรวมถึงความอดทนต่อความเครียดจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ผลผลิตสูง เป้าหมายเหล่านี้สำเร็จได้ด้วยเครื่องมือจีโนมิกส์สมัยใหม่ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (Mohamed et. al., 2021)

สำหรับปัญหาที่พบในการส่งเสริมการปลูกเบบี้คอสพันธุ์เบบี้สตาร์ พบว่า เมื่อปลูกช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมจะเกิดอาการขอบใบพืชช้ำเน่าและโรคทิปเบิร์น (Tip Burn) และในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมใบอ่อนด้านในเกิดเป็นจุดช้ำ ส่งผลเสียต่อผลผลิตและกระทบแผนความต้องการของตลาด ซึ่งในปัจจุบันบริษัทผลิตเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศได้มีการปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสพันธุ์ใหม่ขึ้น อาทิเช่น บริษัท Rijk Zwaan (เนเธอร์แลนด์) ได้มีการปรับปรุงพันธุ์แพนดิโล่ พันธุ์ Maraine RZ (41-150) พันธุ์ Cardaine (41-801) อยู่ในกลุ่มใบที่มีสีแดง พันธุ์ TWURinus RZ (41-102) และพันธุ์ ACCRA RZ (45-280) เป็นกลุ่มสลัดเบบี้คอสสีเขียว ส่วนในประเทศไทยมีการปรับปรุงพันธุ์สลัดเบบี้คอสแดงพันธุ์ใหม่ ๆ จากบริษัทเอเอฟเอ็ม และบริษัทลานนาซีดเช่นกัน จะเห็นว่ามีความหลากหลายของสายพันธุ์สลัดเบบี้คอสเกิดขึ้นมาก เนื่องจากผักตระกูลสลัดเป็นพืชผสมตัวเอง (self-pollinated crops) พันธุ์ที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่จึงเป็นพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) ทำให้สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองได้ ผักตระกูลนี้สามารถออกดอกและติดเมล็ดได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นพื้นที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวง ฉันทนา (2553) ทำการปรับปรุงพันธุ์ผักกาดหอมห่อ โดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ 3 คู่ผสม จากคู่ผสมที่ 1 คือ MJDK-1 x MJ-2 ได้ลักษณะผักกาดหอมสีแดง คู่ผสมที่ 2 MJ-7 x MJ-3-2 ได้ผักกาดหอมกลุ่มกรีนโอ๊คลีฟ มีลักษณะใบใหญ่กว่าเดิม การจัดเรียงใบมีลักษณะสม่ำเสมอ และคู่ผสมที่ 3 MJ -2 x MJ -2-3 ได้ผักกาดกลุ่มเรดคอรัล มีลักษณะความเข้มสีแดงมากขึ้น ต่อมาดวงกมลวรรณ และคณะ (2561) ทำการปรับปรุงพันธุ์คอสสลัด บนพื้นที่สถานีวิจัยและพัฒนาพืชผักโครงการหลวง โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ คือ เบบี้คอส และผักกาดหอมห่อ ปลูกและคัดเลือกพันธุ์ถึงลูกรุ่นที่ 4 ($F_4$) ได้จำนวน 103 สายพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่น จำนวน 5 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสำหรับคัดเลือกต่อ เพื่อใช้ในงานส่งเสริมได้จำนวน 3 พันธุ์ คือ 54-3, 60-2 และ 73-1

เบบี้คอสจึงเป็นอีกพืชที่น่าสนใจในการพัฒนาพันธุ์ใหม่ ให้มีลักษณะที่ดี โดดเด่น และแปลกใหม่เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับงานส่งเสริมการผลิต รวมถึงเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคและตอบสนองความต้องการของตลาด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์โดยมีเป้าหมาย คือ เบบี้คอสสลัดที่มีสีแดง ห่อหัวแน่น เข้าปลีสม่ำเสมอ และน้ำหนักดี เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่ปี 2558 มีแผนการดำเนินงานดังนี้ คือ รวบรวมเชื้อพันธุกรรมมาศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ก่อนทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์การค้าเพื่อสร้างประชากรพื้นฐานรุ่นที่ 1 ($F_1$) จากนั้นจึงใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์แบบบันทึกประวัติ (Pedigree selection) และคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ดีตรงตามความต้องการ จากลูกรุ่นที่ 2 ($F_2$) จนกระทั่งถึงลูกรุ่นที่ 6 ($F_6$) จำนวน 3 สายพันธุ์ในปี 2564 สำหรับกิจกรรมที่จะดำเนินการต่อในปี 2564-2565 เป็นการคัดเลือกพันธุ์ต่อให้ได้ลูกรุ่นที่ 7 ($F_7$) สำหรับใช้เป็นเมล็ดพันธุ์คัด (Breeder seed ) พร้อมกับนำสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกรุ่นที่ 6 ($F_6$) ไปปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกรทั้ง 3 ฤดูปลูก ขึ้นทะเบียนพันธุ์ ผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์หลัก (Foundation seed) เมล็ดพันธุ์ขยาย และเมล็ดพันธุ์จำหน่าย (Certified seed ) เพื่อใช้ส่งเสริมการผลิตเบบี้คอสสีแดงพันธุ์ใหม่นี้เป็นการค้าต่อไป

**วิธีการศึกษา**

**การเตรียมพืช**

ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสสลัดด้วยวิธี Pure line selection โดยทำการรวบรวมพันธุ์และปลูกประเมินเพื่อตรวจหาลักษณะที่ต้องการ จากนั้นทำการผสมข้ามและผสมสลับพ่อแม่เพื่อสร้างประชากรพื้นฐานที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม จำนวน 2 คู่ผสม คือ เบบี้คอสแดง (พันธุ์แพนดิโล่ x เบบี้กรีนคอสพันธุ์เบบี้สตาร์) และคู่ผสมสลับ (เบบี้กรีนคอสพันซุ์เบบี้สตาร์ x พันธุ์แพนดิโล่) นำลูกผสมรุ่นที่ 1 ($F_1$) ไปขยายพันธุ์เป็นลูกผสมรุ่นที่ 2 ($F_2$) และทำการคัดเลือกพันธุ์แบบบันทึกประวัติ จากประชากรพื้นฐานรุ่นที่ 2 ($F_2$) ไปจนได้สายพันธุ์แท้รุ่นที่ 6 ($F_6$)

**การประเมินพันธุ์**

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design ) กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง (สายพันธุ์) ได้แก่ พันธุ์การค้า, รหัสพันธุ์ INT-001, รหัสพันธุ์ INT-002, รหัสพันธุ์ INT-003 และ รหัสพันธุ์ INT-004 ดำเนินการในปี 2564/2565 คัดเลือกพันธุ์ด้วยวิธีการแบบบันทึกประวัติจากสายพันธุ์แท้รุ่นที่ 6 ($F_6$) ไปจนได้สายพันธุ์แท้รุ่นที่ 7 ($F_7$) นำสายพันธุ์แท้รุ่นที่ 6 ($F_6$) ไปปลูกทดสอบ 3 ฤดู ดังนี้ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2564-มกราคม 2565) ฤดูร้อน (มีนาคม-พฤษภาคม 2565) และฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม 2565) ปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกร 2 พื้นที่ คือ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ

**การบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ทางสถิติ**

บันทึกข้อมูล ความสูงต้น น้ำหนักก่อนตัดแต่ง และน้ำหนักหลังตัดแต่ง และวิเคราะห์สถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ( Completely Randomized Design: CRD) ด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17

**ผลการศึกษา**

ผลการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสสลัดสีแดงเพื่อสร้างพันธุ์ใหม่ให้มีลักษณะที่ดีสำหรับมูลนิธิโครงการหลวง สามารถคัดเลือกพันธุ์รุ่น $F_6$ ได้แก่ รหัสพันธุ์ INT-002, รหัสพันธุ์ INT-003, รหัสพันธุ์ INT-001 และรหัสพันธุ์ INT-004 ทำให้ทราบลักษณะดีเด่นของแต่ละพันธุ์ คือ พันธุ์การค้ามีลักษณะใบบาง เนื้อใบนิ่ม พื้นที่ใบมีร่องหยักเข้าหัวเล็กน้อย กาบใบนิ่ม ใบมีสีแดงชัดทั่วทั้งใบ ใบหยักยาว และขนาดใหญ่ทรงพุ่มกระจายออก การเข้าหัวน้อย ไม่ชัดเจน อายุการเก็บเกี่ยว 35-45 วันหลังปลูก รหัสพันธุ์ INT-001 ลักษณะใบมีสีแดง-ม่วง กลม อวบอ้วน มีข้อสั้นๆ จะมีก้านใบหนา และอวบน้ำหุ้มอยู่ ออกใบเรียงสลับโดยรอบ กาบใบห่อซ้อนกันแน่น อายุการเก็บเกี่ยว 40- 45 วันหลังปลูก รหัสพันธุ์ INT-002 ใบมี สีแดงที่ขอบใบ กลางใบมีสีเขียว ใบสั้นและกว้าง ขอบใบหยัก ก้านใบอวบ ทรงพุ่มเตี้ยและกว้าง การเข้าหัวชัดเจน รหัสพันธุ์ INT-003 ลักษณะ ใบมีสีแดง-ม่วงขอบใบเรียบ ปลายใบโค้งมนเรียบ พื้นที่ใบเรียบไม่หยัก การเข้าหัวดี แน่น อายุการเก็บเกี่ยว 33 วันหลังปลูก และรหัสพันธุ์ INT-004 ใบมีลักษณะ กลม อวบอ้วน ทรงพุ่มเตี้ยและกว้าง ก้านใบหนาและอวบน้ำหุ้มอยู่ ขอบใบหยักพื้นที่ร่องใบ มีรอยหยัก อายุเก็บเกี่ยว 35 – 40 วัน **(Figure 1)**

**Figure 1** $F_6$ hybrid varieties of Red Baby Cos lettuce. commercial varieties (A), INT-001 (B), INT-002 (C), INT-003 (D) and INT-004(E)

จากการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสสลัดสีแดงสำหรับมูลนิธิโครงการหลวง ณ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2564 – มกราคม 2565) พบว่าความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-002 และรหัสพันธุ์ INT-004 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักก่อนตัดแต่งพบว่าเบบี้คอสสลัดที่ผ่านการคัดเลือกแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีน้ำหนักก่อนตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์

INT-002 รหัสพันธุ์ INT-003 และรหัสพันธุ์ INT-004 ส่วนน้ำหนักหลังตัดแต่งพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีน้ำหนักหลังตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-002 รหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-001 และรหัสพันธุ์ INT-004 ส่วนในฤดูร้อน (มีนาคม– พฤษภาคม2565) พบว่าความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-002 และรหัสพันธุ์ INT-004 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักก่อนตัดแต่งพบว่าเบบี้คอสสลัดที่ผ่านการคัดเลือกแตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-002 มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-003 พันธุ์การค้า และรหัสพันธุ์ INT-004 ส่วนน้ำหนักหลังตัดแต่งพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-002 มีน้ำหนักหลังตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-003 พันธุ์การค้า รหัสพันธุ์ INT-001 และรหัสพันธุ์ INT-004 และในฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม 2565) พบว่า ความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-002 และรหัสพันธุ์ INT-004 ส่วนน้ำหนักก่อนตัดแต่งพบว่าเบบี้คอสสลัดที่ผ่านการคัดเลือกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-001 มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์การค้า รหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-002 และรหัสพันธุ์ INT-004 เช่นกันกับน้ำหนักหลังตัดแต่ง **(Table 1)**

**Table 1** Plant height, weight before and after trimming all 3 seasons of the Royal Agricultural Station Inthanon

| Code | Winter | | | Summer | | | Rainy season | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Height (cm) | Weight before trimming (g) | Weight after trimming (g) | Height (cm) | Weight before trimming (g) | Weight after trimming (g) | Height (cm) | Weight before trimming (g) | Weight after trimming (g) |
| Commercial varieties | 26.56 [a] | 301.67 [a] | 193.33 [a] | 25.22 [a] | 131.22 [ab] | 83.44 [ab] | 22.94 [a] | 110.56 [b] | 72.78 [a] |
| INT-001 | 18.56 [b] | 199.44 [b] | 117.78 [b] | 19.67 [b] | 142.22 [ab] | 83.33 [ab] | 18.44 [b] | 132.78 [a] | 78.33 [a] |
| INT-002 | 17.56 [b] | 198.33 [b] | 133.33 [b] | 19.22 [b] | 169.44 [a] | 97.89 [a] | 18.22 [b] | 84.44 [bc] | 47.22 [b] |
| INT-003 | 18.11 [b] | 187.78 [b] | 128.89 [b] | 20.44 [b] | 139.67 [ab] | 96.78 [a] | 20.22 [a] | 100.00 [b] | 65.00 [ab] |
| INT-004 | 17.22 [c] | 173.33 [b] | 115.56 [b] | 16.33 [c] | 59.44 [b] | 33.33 [b] | 16.33 [c] | 59.44 [c] | 33.33 [b] |
| LSD.05 | 1.47 | 39.33 | 32.38 | 1.27 | 39.33 | 32.38 | 1.81 | 36.11 | 27.24 |
| C.V. (%) | 7.87 | 19.46 | 24.67 | 6.61 | 32.15 | 43.05 | 9.85 | 38.90 | 48.20 |

*Means followed by the same letter in the same column were not significantly different by LDS test at $P \leq 0.05$

**Figure 2** Characteristics of F6 hybrid varieties of Red Baby Cos lettuce. commercial varieties (A), INT-001 (B), INT-003 (D) and INT-004 (E)

จากการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสสลัดสีแดงสำหรับมูลนิธิโครงการหลวง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2564 – มกราคม 2565) พบว่าความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-002 รหัสพันธุ์ INT-004 และรหัสพันธุ์ INT-003 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักก่อนตัดแต่งพบว่าเบบี้คอสสลัดที่ผ่านการคัดเลือกแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีน้ำหนักก่อนตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-002 รหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-004 และรหัสพันธุ์ INT-003 ส่วนน้ำหนักหลังตัดแต่งพบว่าพบว่าเบบี้คอสสลัดทั้ง 5 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักหลังตัดแต่งอยู่ในช่วง 65.33-72.44 กรัม ส่วนในฤดูร้อน (มีนาคม– พฤษภาคม2565) พบว่าความสูงต้นมีความ

แตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-001มีความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์การค้า รหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-002 และรหัสพันธุ์ INT-004 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักก่อนตัดแต่งพบว่าเบบี้คอสสลัดที่ผ่านการคัดเลือกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักก่อนตัดแต่งอยู่ในช่วง 114.56-128.44 กรัม ส่วนน้ำหนักหลังตัดแต่งพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-001 มีน้ำหนักหลังตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-002 รหัสพันธุ์ INT-004 และพันธุ์การค้า และในฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม 2565) พบว่าความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์การค้ามีความสูงต้นมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-002 รหัสพันธุ์ INT-001 รหัสพันธุ์ INT-003 และรหัสพันธุ์ INT-004 ส่วนน้ำหนักก่อนตัดแต่งพบว่าเบบี้คอสสลัดที่ผ่านการคัดเลือกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-004 มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์การค้า รหัสพันธุ์ INT-003 รหัสพันธุ์ INT-002 และรหัสพันธุ์ INT-001 ส่วนน้ำหนักหลังตัดแต่งพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยรหัสพันธุ์ INT-004 มีน้ำหนักหลังตัดแต่งมากที่สุด รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-002 พันธุ์การค้า รหัสพันธุ์ INT-003 และรหัสพันธุ์ INT-001 **(Table 2)**

**Table 2** Plant height, weight before and after trimming all 3 seasons of Mae Tho Royal Project Development Center

| Code | Winter | | | Summer | | | Rainy season | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Height (cm) | Weight before trimming (g) | Weight after trimming (g) | Height (cm) | Weight before trimming (g) | Weight after trimming (g) | Height (cm) | Weight before trimming (g) | Weight after trimming (g) |
| Commercial varieties | 36.00 [a] | 130.89 [a] | 67.56 | 28.78 [b] | 122.00 | 68.78 [b] | 29.44 [a] | 101.89 [b] | 63.11 [ab] |
| INT-001 | 21.89 [b] | 123.33 [ab] | 70.67 | 31.44 [a] | 128.44 | 92.00 [a] | 18.44 [b] | 76.44 [b] | 50.22 [b] |
| INT-002 | 21.33 [b] | 124.67 [ab] | 71.56 | 26.33 [c] | 122.78 | 72.22 [b] | 19.22 [b] | 96.44 [b] | 64.67 [ab] |
| INT-003 | 18.00 [c] | 90.89 [c] | 72.44 | 26.67 [c] | 126.78 | 76.00 [b] | 18.00 [b] | 101.11 [b] | 52.89 [b] |
| INT-004 | 21.11 [b] | 110.67 [b] | 65.33 | 22.56 [d] | 114.56 | 69.67 [b] | 15.67 [c] | 124.78 [a] | 79.11 [a] |
| $LSD_{.05}$ | 4.09 | 18.96 | NS | 1.96 | NS | 13.25 | 1.74 | 21.33 | 20.61 |
| C.V. (%) | 18.12 | 17.14 | 30.65 | 7.59 | 9.45 | 18.37 | 9.08 | 22.36 | 24.67 |

*Means followed by the same letter in the same column were not significantly different by LDS test at $P \leq 0.05$

## วิจารณ์

จากผลทดสอบ ณ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ พันธุ์ที่มีน้ำหนักผลผลิตหลังตัดแต่งสูงที่สุดทั้ง 3 ฤดู คือ พันธุ์การค้า รองลงมาคือรหัสพันธุ์ INT-003, INT-002 INT-001 และ INT-004 ซึ่งผลของน้ำหนักหลังตัดแต่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในฤดูร้อนและฤดูฝน ส่วนฤดูหนาว ผลของน้ำหนักมีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากฤดูหนาวเป็นฤดูที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชตระกูลสลัด สอดคล้องกับรายงานของมูลนิธิโครงการหลวง (2555) ซึ่งกล่าวว่าคอสสลัดเป็นพืชที่ต้องการสภาพอากาศเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10-24 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าพันธุ์การค้าจะมีลักษณะที่ดี แต่ยังมีข้อเสียอยู่ อาทิเช่น ลักษณะใบกว้าง เนื้อใบนิ่มบาง และกาบใบไม่กรอบ ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาดมูลนิธิโครงการหลวง ดังนั้น พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ คือ INT-003, INT-002 และ INT-001 เช่นเดียวกับศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ซึ่งพันธุ์ที่เหมาะสม คือ INT-001, INT-003 และ INT-002

## สรุป

การปรับปรุงพันธุ์เบบี้คอสสลัดปัจจุบันนอกจากต้องการลักษณะที่เป็นที่ต้องการของตลาดในแง่ของรูปร่าง สารอาหารแล้ว ยังต้องการพันธุ์ที่ทนร้อน ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ อายุการเก็บเกี่ยวเร็ว ซึ่งรหัสพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่การผลิตของมูลนิธิโครงการหลวง คือ INT - 001 ซึ่งมีลักษณะการเข้าหัวที่ดี เก็บเกี่ยวได้เร็วในฤดูร้อน ส่วนรหัสพันธุ์ INT-003 เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในฤดูหนาวเนื่องตากมีการเข้าหัวแน่นดี และอายุเก็บเกี่ยว 40 วันหลังปลูก อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาควรมีการบันทึกข้อมูลจำนวนใบต่อต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

**คำขอบคุณ**

ผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์พื้นที่คัดเลือกพันธุ์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และเจ้าหน้าที่ นักวิชาการที่ให้ความร่วมมือจนทำให้งานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืชพื้นฐานวิธีการและแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ฉันทนา วิชรัตน์ ดำเกิง ป้องพาล ปรีชา รัตนัง ละออทิพย์ ไมตรี สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร นงนุช กุศล อเนก ขยันขาย. 2553. การปรับปรุงพันธุ์ผักกาดหอมและถั่วแขก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปี 2553 มูลนิธิโครงการหลวง.

ดวงกมลวรรณ กบกันทา พัชรดา ทองลา พฤกษา วังแสง อัญชัญ ชมพูพวง ศิริชัย แซ่เจียม และ วิลาวรรณ ขอมา. 2560. โครงการปรับปรุงพันธุ์คอส. น. 7 ใน: รายงานวิจัยฉบับย่องานทดสอบวิจัยของงานพัฒนาและส่งเสริมผักมูลนิธิโครงการหลวง. งานสัมมนาวิจัยพืชผักประจำปี 2561

มูลนิธิโครงการหลวง. 2555. คู่มือการจัดชั้นคุณภาพผัก มูลนิธิโครงการหลวง. เชียงใหม่ .

วิทยา บัวประเสริฐ. 2547. หลักการผสมพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ (บางพระ) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาชลบุรี.

Mohamed, N. H., Sara, A. M., Mayada, M., Khaled, F. M. S. and Eman T. 2021. Recent molecular and breeding strategies in lettuce (*Lactuca* spp.). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 68: 3055–3079.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# อิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนคอส (*Lactuca sativa* var. longifolla) ในกระถาง

# Effect of planting materials on growth and yield of green cos lettuce (*Lactuca sativa* var. longifolla) in Pot

**กิตติพงษ์ เครือวัล และ บุษบา บัวคำ***

**Kittiphong Khrueawan and Budsaba Buakum***

[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190*
*Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand*

**บทคัดย่อ:** ผักสลัดพันธุ์กรีนคอสเป็นพืชนิยมปลูกในกระถางตามบ้านเรือนเพื่อความสวยงามและยังสามารถใช้ประกอบอาหารได้อีกด้วย แต่การปลูกนั้นต้องการวัสดุปลูกที่เหมาะสมและราคาไม่แพง ดังนั้นการทำการทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนคอส โดยทำการปลูกผักสลัดพันธุ์กรีนคอสในกระถาง ในโรงเรือนทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 4 กรรมวิธีการทดลอง 4 ซ้ำ กรรมวิธีการทดลองคือวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 1) ดินร่วนปนทราย 2) ดินร่วนปนทราย: แกลบดิบ: แกลบเผา: ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 5:4:3:1 3).ใบไม้หมัก: กาบมะพร้าวสับ: แกลบเผา: ปุ๋ยคอก: ดินร่วนปนทราย อัตราส่วน 4:1:1:1:1 และ 4) ดินร่วนปนทราย: แกลบเผา: กาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 3:1:1 จากการทดลองพบว่า วัสดุปลูกในกรรมวิธีการทดลองที่ 2 และ 3 ทำให้ผักสลัดพันธุ์กรีนคอสมีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีที่สุด โดยสังเกตจากจำนวนใบ ความสูงต้น พื้นที่ใบจำเพาะ น้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดิน ดังนั้น วัสดุปลูกทั้งสองชนิดนี้จึงมีความเหมาะสมสำหรับปลูกผักสลัดพันธุ์กรีนคอสในกระถาง
**คำสำคัญ:** ผักกระถาง; ดิน; อินทรียวัตถุ; น้ำหนักสด

**Abstract** Green cos lettuce can grow in pots at homes for decoration and can also be used for cooking. Growing Green cos lettuce requires suitable and inexpensive planting material. The aim of this research was to study the effect of planting materials on growth and yield of Green cos lettuce in pot. The experiment was conducted in greenhouse at faculty of agriculture, Ubon Ratchathani University. A CRD with 4 replications was used. There were 4 planting material; 1) sandy loam, 2) sandy loam: rice husk: rice husk ash: manure (5:4:3:1), 3) fermented leaves: chopped coconut shell: rice husk ash: manure: sandy loam (4:1:1:1:1) and 4) sandy loam: rice husk ash: chopped coconut shell (3:1:1). The results showed that the planting material no. 2 and 3 had highest leaf number, plant height, specific leaf area, fresh and dry weight of shoot. Hence, both types of planting materials are suitable for cultivating Green cos lettuce in pots.
**Keywords:** potted vegetable; soil; organic matter; fresh weight

**บทนำ**

ในปัจจุบัน ประชากร 4.4 พันล้านคน หรือประมาณ 56% ประชากรโลก อาศัยอยู่ในเมือง และมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยประชากรที่อาศัยอยู่ในเมืองจะเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวภายในปี 2593 (Word bank, 2023) โดยในบางครั้งประชากรในเมืองนี้ต้องการปลูกพืชเพื่อการผ่อนคลายหรือใช้ประกอบอาหาร แต่เนื่องจากพื้นที่ในเมืองค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการปลูกพืชในกระถางจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม โดยพืชหนึ่งที่นิยมปลูกในกระถางคือผักสลัดพันธุ์กรีนคอส เนื่องจากทรงพุ่มไม่ใหญ่มาก ทนร้อนได้ดี ใช้ประกอบอาหารได้ และรูปทรงยังสวยงามอีกด้วย (ยุทธศักดิ์, 2561)

ผักสลัดพันธุ์กรีนคอส (Green cos lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lactuca sativa* var. longifolla ลักษณะเป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นกอ ลักษณะใบยาวรี ซ้อนกันเป็นช่อ ใบบางกลม สีเขียวเรียวยาวเป็นทรงพุ่ม มีความกรอบอร่อย ไม่ค่อยมีกลิ่น

* Corresponding author: budsaba.b@ubu.ac.th

เหม็น อุดมไปด้วยไฟเบอร์ที่ช่วยในเรื่องของระบบขับถ่าย และ ยังมีวิตามินต่าง ๆ สูง และช่วยเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดงเพราะมีธาตุเหล็กสูง นิยมนำมาทำเป็นเมนูสลัด โดยเฉพาะซีซาร์สลัด (ยุทธศักดิ์, 2561)

ผักสลัดที่ปลูกในกระถางจะมีการเจริญเติบโตที่ดีและมีผลผลิตที่สูงต้องได้รับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ซึ่งวัสดุปลูกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยวัสดุปลูกทำหน้าที่ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรง เก็บสำรองธาตุอาหาร กักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับช่องว่างในวัสดุปลูก (วรกฤษณ์, 2551) โดยสุทิน และคณะ (2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกจากดินผสมชนิดต่าง ๆ 10 ชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า จากการทดลองพบว่าคะน้าที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีใบไม้หมัก กาบมะพร้าวสับ แกลบเผา และปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 2:1:1:1 3:1:1:1 และ 4:1:1:1 มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าสูงกว่าการปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่น เนื่องจากวัสดุปลูกสูตรดังกล่าวมีอินทรียวัตถุอยู่ในปริมาณสูง มีความพรุน และไม่ยุบตัวอัดแน่น เมื่อรดน้ำทำให้รากคะน้าชอนไชไปหาน้ำและธาตุอาหารได้ดี นอกจากนี้ยังมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณสูงอีกด้วย ส่วน สุมิตรา และอิศร์ (2561) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูก 5 สูตร ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกระถาง จากผลการทดลองพบว่าวัสดุปลูกสูตรไทยเกษตรศาสตร์ 1 (ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยมูลวัว:ทราย:แกลบดิบ:ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตราส่วน 1:2:1:1:0.25) ทำให้ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และความยาวราก สูงที่สุด นอกจากนี้ Riaz et al. (2008) ได้ทำศึกษาผลของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของดอกบานชื่น ณ ประเทศปากีสถาน จากการทดลองพบว่าวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยปุ๋ยคอกผสมกับตะกอนปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักมะพร้าว อัตราส่วน 1:1:1 ทำให้บานชื่นมีจำนวนดอกต่อต้นมากที่สุด และได้ขนาดดอกที่ใหญ่ที่สุดด้วยเช่นกัน สำหรับ อภิสิทธิ์ และคณะ (2563) ได้ทำการทดลองผลของวัสดุปลูก 7 ชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดพันธุ์ Red oak ในกระถาง ซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการปลูกผักในพื้นที่จำกัด จากการศึกษาพบว่าวัสดุปลูกสูตร ดิน:กาบมะพร้าว:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 7:1.5:1.5 และวัสดุปลูกสูตร ดิน:กาบมะพร้าว:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 6:2:2 ทำให้ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสด และความยาวราก สูงที่สุด ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นวัสดุปลูกผักในกระถางสำหรับผู้ที่มีพื้นที่น้อยต่อไป โดยจะเห็นได้ว่าวัส ดุปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักรวมถึงผักสลัดกรีนคอสเป็นอย่างมาก แต่การศึกษายังมีน้อยมาก ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนคอส เพื่อหาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักสลัดพันธุ์กรีนคอสในกระถาง

**อุปกรณ์และวิธีการ**

ทำการทดลอง ณ สำนักงานไร่ฝึกทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในช่วงระหว่างวันที่ 4 มีนาคม 2565 ถึง 1 เมษายน 2565 โดยทำศึกษาอิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนคอส ที่ปลูกในกระถาง โดยปลูก 1 ต้นต่อกระถาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละกระถางถือเป็น 1 ซ้ำ โดยมีวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ดังนี้

1. ดินร่วนปนทราย (T1)
2. ดินร่วนปนทราย:แกลบดิบ:แกลบเผา:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 5:4:3:1 โดยปริมาตร (T2)
3. ดินร่วนปนทราย:ใบไม้หมัก:กาบมะพร้าวสับ:แกลบเผา:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:4:1:1:1 โดยปริมาตร (T3)
4. ดินร่วนปนทราย:แกลบเผา:กาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร (T4)

ในช่วงระหว่างเตรียมวัสดุปลูกแต่ละกรรมวิธีการทดลองตามอัตราส่วนที่กำหนด มีการเติมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 200 กรัม ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 200 กรัม และปูนขาว อัตรา 200 กรัม เมื่อผสมวัสดุปลูกเข้ากันดีแล้ว นำมากองไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำวัสดุปลูกแต่ละกรรมวิธีการทดลองบรรจุลงในกระถางขนาด 10 นิ้ว แล้วปาดหน้าดินให้เรียบเท่า ๆ กันทุกกระถาง จากนั้นนำต้นกล้าสลัดที่มีอายุประมาณ 3 สัปดาห์ย้ายลงปลูก 1 ต้นต่อกระถาง โดยมีการให้น้ำ 1 ครั้งต่อวัน ในปริมาณที่เท่ากันทุกกระถาง

มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด ที่อายุ 2 และ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ได้แก่ จำนวนใบ ความสูงต้น น้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดิน และพื้นที่ใบจำเพาะ (Specific leaf area, SLA) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ (เฉลิมพล, 2542) คือ

SLA = พื้นที่ใบ/น้ำหนักแห้งของใบ

ที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก มีการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารในผักสลัด โดยชั่งผักสลัดตัวอย่างละ 5 กรัม ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปต้มต่อในสารละลาย sodium hydroxide ความเข้มข้น 50 % อีกเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วจึงอบโดยตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารตามวิธีของ Gould (1997) ตามสูตร

$$\text{Fiber (\%)} = \frac{\text{dry weight} \times 100}{\text{fresh weight}}$$

นอกจากนี้มีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุปลูกแต่ละกรรมวิธีทดลองก่อนปลูกสลัด ได้แก่ วัดค่า pH (pH meter S230, Mettler-Toledo (Thailand) Ltd.) วัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter 220, Mettler-Toledo (Thailand) Ltd.) และวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินด้วยวิธีออกซิเดชั่นเปียก (Wet oxidation) ตามวิธีของ Walkley and Black ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่วิเคราะห์ได้สามารถนำไปคำนวณหาค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินได้จากสูตรต่อไปนี้ (มานัส และ นพมาศ, 2546)

Total Nitrogen (%) = OM (%) x 0.05

นำข้อมูลการเจริญเติบโตของสลัดที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง และข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่ได้ทำการวิเคราะห์ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม STATISTIX 8

**ผลการทดลอง**

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุปลูกที่ใช้ทำการทดลองในช่วงที่ทำการปลูกและเก็บเกี่ยวพบว่า วัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) แตกต่างกันทางสถิติ โดยวัสดุปลูก T1 มีค่า pH สูงสุดคือ 7.06 รองลงมาคือ T2 T4 และ T3 ตามลำดับ ซึ่งวัสดุปลูกที่ใช้ในการปลูกสลัดนี้มี pH ที่อยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช คือ pH ระหว่าง 6.0-7.0 (อุไรวรรณ, 2554) ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) ซึ่งบ่งบอกถึงความเค็มของดินนั้น ในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวัสดุปลูก T3 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ 8,870.2 µS/cm รองลงมาคือ T2 T4 และ T1 ตามลำดับ สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของวัสดุปลูกมีความแตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวัสดุปลูก T3 มีปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือวัสดุปลูก T2 **(Table 1)** สาเหตุที่วัสดุปลูก T3 มีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด อาจเนื่องมาจากวัสดุปลูกนี้มีส่วนประกอบของใบไม้หมักที่มากถึง 4 เท่าของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ

**Table 1** Some chemical properties of different planting materials for growing Green cos lettuce.

| Planting material | pH | Electrical conductivity (µS/cm) | Organic matter (%) | Total N (%) |
|---|---|---|---|---|
| **T1** | 7.06[a1/] | 1,468.4[d] | 0.339[c] | 0.017[c] |
| **T2** | 6.72[b] | 3,281.8[b] | 5.250[b] | 0.262[b] |
| **T3** | 6.42[d] | 8,870.2[a] | 9.406[a] | 0.470[a] |
| **T4** | 6.60[c] | 1,888.4[c] | 1.061[c] | 0.053[c] |
| **F-test** | ** | ** | ** | ** |
| **C.V. (%)** | **0.34** | **5.36** | **10.32** | **10.25** |

[1/]Means with different letters within a column indicate significant differences using LSD ($P \leq 0.05$)

จำนวนใบของผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยวัสดุปลูก T2 ทำให้ผักสลัดมีจำนวนใบสูงสุด (9.25 ใบ) ที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก รองลงมาคือ T3 (7.50 ใบ) ส่วนที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูก T2 (16.25 ใบ) และ T3 (15.00 ใบ) มีจำนวนใบสูงสุด ส่วนความสูงของผักสลัดปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวัสดุปลูก T2 และ T3 ทำให้ผักสลัดมีความสูงมากที่สุด ทั้งที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก สำหรับพื้นที่ใบจำเพาะ (SLA) ของผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยวัสดุปลูก T2 ทำให้ผักสลัดมีพื้นที่ใบจำเพาะสูงสุด (156.4 $cm^2/g$) ที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก รองลงมาคือ T3 (80.8 $cm^2/g$) ส่วนที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูก T2 (852.1 $cm^2/g$) และ T3 (673.3 $cm^2/g$) มีพื้นที่ใบจำเพาะสูงสุด **(Table 2)**

**Table 2** Leaf number, plant height and Specific leaf area (SLA) of Green cos lettuce with different planting materials at 2 and 4 weeks after transplanting (WAT).

| Planting material | Leaf number | | Plant height (cm) | | SLA ($cm^2/g$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 WAT | 4 WAT | 2 WAT | 4 WAT | 2 WAT | 4 WAT |
| **T1** | 5.75[c1/] | 10.50[b] | 4.63[b] | 9.75[c] | 13.6[c] | 151.7[b] |
| **T2** | 9.25[a] | 16.25[a] | 7.88[a] | 18.00[a] | 156.4[a] | 852.1[a] |
| **T3** | 7.50[b] | 15.00[a] | 7.00[a] | 18.25[a] | 80.8[b] | 673.3[a] |
| **T4** | 5.25[c] | 10.50[b] | 5.25[b] | 13.75[b] | 23.5[c] | 320.5[b] |
| **F-test** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| **C.V. (%)** | **16.25** | **13.03** | **14.85** | **13.14** | **41.48** | **34.91** |

[1/]Means with different letters within a column indicate significant differences using LSD ($P \leq 0.05$)

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ 2 และ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยที่ 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูก T2 มีค่าสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 7.28 และ 0.50 กรัม/กระถาง ตามลำดับ รองลงมาคือวัสดุปลูก T3 โดยมีค่าเท่ากับ 3.23 และ 0.26 กรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของผักสลัดที่ปลูกในวัสดุปลูก T2 และ T3 มีค่าสูงสุด สำหรับปริมาณเส้นใย พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.54-1.77 % **(Table 3)**

**Table 3** Shoot fresh weight and shoot dry weight at 2 and 4 weeks after transplanting (WAT) and fiber content at 4 WAT of Green cos lettuce with different planting materials.

| Planting material | Shoot fresh weight (g/pot) | | Shoot dry weight (g/pot) | | Fiber (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 WAT | 4 WAT | 2 WAT | 4 WAT | |
| **T1** | 0.56[c1/] | 8.91[c] | 0.05[c] | 0.63[b] | 1.65 |
| **T2** | 7.28[a] | 47.14[a] | 0.50[a] | 2.88[a] | 1.77 |
| **T3** | 3.23[b] | 40.80[a] | 0.26[b] | 2.26[a] | 1.54 |
| **T4** | 0.79[c] | 20.83[b] | 0.06[c] | 1.13[b] | 1.64 |
| **F-test** | ** | ** | ** | ** | ns |
| **C.V. (%)** | **26.69** | **20.76** | **26.74** | **34.24** | **5.71** |

[1/]Means with different letters within a column indicate significant differences using LSD ($P \leq 0.05$)

**วิจารณ์ผลการทดลอง**

จากการทดลองพบว่า ผักสลัดในกรรมวิธีการทดลองที่ใช้วัสดุปลูก T2 คือ ดินร่วนปนทราย:แกลบดิบ:แกลบเผา:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 5:4:3:1 โดยปริมาตร และวัสดุปลูก T3 ที่ประกอบด้วยดินร่วนปนทราย:ใบไม้หมัก:กาบมะพร้าวสับ:แกลบเผา:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:4:1:1:1 โดยปริมาตร มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด ซึ่งสังเกตได้จากจำนวนใบ ความสูงต้น พื้นที่ใบจำเพาะ น้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดิน ที่ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก สาเหตุที่วัสดุปลูก T2 และ T3 ทำให้การเจริญเติบโตของผักสลัดดีที่สุด เนื่องจากมีดินร่วนปนทรายเป็นองค์ประกอบที่ช่วยระบายน้ำและอากาศได้ดี โดยดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อยกว่าร้อยละ 7 มีอนุภาคขนาดทรายแป้งน้อยกว่าร้อยละ 50 และมีอนุภาคขนาดทรายมากกว่าร้อยละ 43 เมื่อแห้งจะจับกันเป็นก้อน แต่พอใช้แรงกดเบา ๆ จะแตกออกจากกัน เมื่อทำให้ดินชื้นแล้วใส่ลงไปในฝ่ามือ แล้วกำให้แน่น เสร็จแล้วปล่อยมือ ดินจะยังคงสภาพเป็นก้อนอยู่ (อุไรวรรณ, 2554) นอกจากนี้ยังมีวัสดุปลูกที่เป็นวัสดุอินทรีย์ เช่น แกลบดิบ แกลบเผา และ

ปุ๋ยคอก เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนผสมที่เป็นที่ยึดเหนี่ยวของรากพืช เป็นที่เก็บความชื้นให้พืช และช่วยเก็บกักธาตุอาหารให้แก่พืชได้อีกด้วย (วรกฤษณ์, 2551) อีกทั้งวัสดุปลูก T2 และ T3 ยังมีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงกว่าวัสดุปลูกอื่น ๆ อีกด้วย โดยวัสดุปลูก T2 (5.250 %) และ T3 (9.406 %) มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช นั่นก็คือมีมากกว่า 5% (สรสิทธ์ และคณะ, 2540) นอกจากนี้วัสดุปลูก T2 และ T3 ยังมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สูงกว่าวัสดุปลูกอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่ง T2 (0.262 %) และ T3 (0.470 %) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับสูง (> 0.15 %) ส่วน T1 (0.017 %) และ T4 (0.053 %) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับขาดแคลน (< 0.125 %) (มงคล, 2548) จากผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ สุทิน และคณะ (2556) ที่พบว่า การปลูกคะน้าในวัสดุปลูกที่มีใบไม้หมัก กาบมะพร้าวสับ แกลบเผา และปุ๋ยคอกเป็นส่วนผสม มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าสูงกว่าการปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ เนื่องจากวัสดุปลูกสูตรดังกล่าวมีอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในปริมาณสูง มีความพรุน และไม่ยุบอัดตัวแน่น อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ สุมิตร และ อิศร์ (2561) ที่พบว่า วัสดุปลูกสูตรไทยเกษตรศาสตร์ 1 (ขุยมะพร้าว: ปุ๋ยคอก: ทราย: ปุ๋ย 16-16-16 อัตราส่วน 1:2:1:1:0.25) ทำให้ความความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และความยาวราก ของผักกาดหอมที่ปลูกในกระถางมีค่าสูงที่สุด สาเหตุเป็นเพราะมีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ดีกว่าสูตรอื่น ๆ

## สรุป

จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนคอสในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันพบว่า วัสดุปลูก T2 คือ ดินร่วนปนทราย:แกลบดิบ:แกลบเผา:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 5:4:3:1 โดยปริมาตร และวัสดุปลูก T3 ที่ประกอบด้วยดินร่วนปนทราย:ใบไม้หมัก:กาบมะพร้าวสับ:แกลบเผา:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:4:1:1:1 โดยปริมาตร ทำให้ผักสลัดพันธุ์กรีนคอสที่ปลูกในกระถางมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาพิเศษในหัวข้ออิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนคอส (*Lactuca sativa* var. longifolla) ของนายกิตติพงษ์ เครือวัล โดยได้รับเงินอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีการศึกษา 2564 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การส่งเสริมและสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. นพบุรีการพิมพ์, เชียงใหม่.

มงคล ต๊ะอุ่น. 2548.เทคนิคและการวิเคราะห์: ในห้องปฏิบัติการดิน พืช น้ำ และปุ๋ย ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มานัส ลอศิริกุล และนพมาศ นามแดง. 2546. บทปฏิบัติการความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

ยุทธศักดิ์ ขุนทอง. 2561. ผักใบหอม ปลูกง่ายขายเอง สร้างรายได้รายวัน. บริษัท สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ.

วรกฤษณ์ บุญทวิโรจน์. 2551. วัสดุปลูก. แหล่งข้อมูล: http://202.44.68.33/library/teachershow/nakhonsithamrat/warakirt_b/pehlidin/sec04p02.html. ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2566.

สุทิน ทวยหาญ, เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ, รภัสสา จันทาศรี และสำราญ พิมราช. 2556. การศึกษาวัสดุปลูกจากดินผสมที่เหมาะสมสำหรับผักคะน้า. วารสารเกษตรพระวรุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 10(2)(พิเศษ): 117-124.

สุมิตรา สุปินราช และอิศร์ สุปินราช. 2561. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกระถาง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. 49(1): 47-52.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, ชาคริต จุลกะเสวี และณัฐ จามรมาน. 2540. ดินและปุ๋ย. มูลนิธิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ ชิตวณิช, ปราโมทย์ พรสุริยา และธนาวัฒน์ เยมอ. 2563. วัสดุปลูกสำหรับการปลูกผักสลัด Red oak. แก่นเกษตร. 48(1): 1093-1100.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2554. ดินเพื่อการปลูกพืช. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

Gould, W. A. 1997. Food quality assurance. The AVI publishing company, Inc., Washington.

Riaz, A., M. Arshad, A. Younis, A. Raza, and M. Hameed. 2008. Effect of different growing media on growth and flowering of *Zinnia elegans* cv. Blue point. Pakistan Journal of Botany. 40(4): 1579-1585.

Word bank. 2023. Urban Development. Available: https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview. Accessed July 23, 2023.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# อิทธิพลของการตัดแต่งต้นต่อผลผลิตและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียว

# Influences of pruning on yield and fruit quality of okra

**ภาณุมาศ พฤฒิคณี**[1*]
**Panumas Pruthikanee**[1*]
[1]*สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ ประเทศไทย*
[1]*Department of Plant Science, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Thailand*

**บทคัดย่อ**: การทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของการตัดแต่งทรงต้นต่อผลผลิตและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งเป็นการศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวหลังการตัดแต่งทรงพุ่ม โดยเริ่มตั้งแต่ปลูกกระเจี๊ยบเขียว 3 พันธุ์ ประกอบด้วย RED FINGER, KN – OYV – 02 และพันธุ์ LUCKY FILE 473 ณ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ หลังจากนั้นตัดแต่งทรงต้น 3 ระยะ ประกอบด้วยวิธีที่ 1 คือตัดแต่งลำต้นหลักก่อนออกดอก (4 สัปดาห์หลังปลูก) วิธีที่ 2 คือไม่ตัดแต่งทรงลำต้นหลัก และวิธีที่ 3 ตัดแต่งลำต้นหลักหลังเก็บผลผลิต (8 สัปดาห์หลังปลูก) โดย ซึ่งการทดลองครั้งนี้กำหนดให้การไม่ตัดแต่งทรงพุ่มเป็นทรีตเมนต์ควบคุม วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลภายในบล็อกสมบูรณ์ (Factorial in Randomized Complete Block Design) แต่ละทรีตเมนต์ปลูกจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น ผลการทดลองพบว่าลักษณะความสูง ความกว้างใบ จำนวนฝัก ผลผลิต และอายุการเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละทรีตเมนต์ โดยพบว่ากระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ KN-OYV-02 มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 66.23 ฝัก ส่วนวิธีการตัดแต่งพบว่าวิธีที่ 3 มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 78.22 ฝัก ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 และ 2 โดยที่มีจำนวนฝักเท่ากับ 55.69 และ 57.99 ฝักต่อต้น ตามลำดับ ส่วนลักษณะอายุการเก็บเกี่ยว พบว่าหลังการตัดแต่งลำต้นหลัก อายุการเก็บเกี่ยวของพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติในวิธีการตัดแต่งทรงต้นหลัก โดยพบว่ากระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ KN-OYV-02 มีอายุการเก็บเกี่ยวยาวนานที่สุดเท่ากับ 45.63 วัน ส่วนวิธีการตัดแต่งทรงต้นหลัก ส่งผลให้กระเจี๊ยบเขียวมีอายุการเก็บเกี่ยวยาวนานที่สุดคือวิธีการที่ 3 โดยมีอายุในการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 50.36 วัน
**คำสำคัญ**: กระเจี๊ยบเขียว; ลักษณะคุณภาพ; ผลผลิต

**ABTRACT:** The study of the effect of hard pruning on okra yield and quality was to study the growth, yield and yield composition of okra. Three varieties of okra consisting of RED FINGER, KN – OYV – 02 and LUCKY FILE 473 were conducted at the Faculty of Technology and Community Development. Thaksin University After that, there 3 stages of pruning (treatments), consisting of (1) pruning the main stem before flowering (4 weeks after planting) (PBF), (2) not pruning the main stem (NPM), and 3, pruning the main stem after harvest (8 weeks after planting)(PAF). In this experiment, no canopy pruning was as the control treatment. The experimental plan was factorial within the complete block (Factorial in Randomized Complete Block Design). Each treatment was planted 4 replicates, 20 plants per replicate. The results showed that the height, leaf width, number of pods per plant, yield and harvest index were statistical differences in each treatment. KN-OYV-02 had the highest number of pods/plant (66.23 pods). The treatment 3 had the highest number of pods/plant about 78.22 pods, which was statistically different from the treatment 1 and 2 with the number of pods of 55.69 and 57.99 pods/plant, respectively. It was found that after trimming the main stems, there was no statistical difference in the characteristics of the okra cultivars planted. But there were statistical differences in the main tree pruning methods. It was found that okra cultivar KN-OYV-02 had the longest harvest time of 45.63 days. As a result, okra had the longest harvesting time in method 3, with a harvest time of 50.36 days.
**Keywords:** okra; quality; yield

## บทนำ

กระเจี๊ยบเขียวมีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น lady’s finger, gumbo, guino- gombo และ guiberio (Benchasri, 2012) และกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ และโภชนาการชนิดหนึ่งของประเทศ โดยความสำคัญทางเศรษฐกิจ พบว่า

* Corresponding author: ppanumas@tsu.ac.th

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบเขียวทั่วประเทศ ประมาณ 12,480 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 11,232 ตัน ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ (สกุลกานต์ และสรพงค์, 2558) จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบเขียวมากที่สุดในปัจจุบัน คือ สุพรรณบุรี มีพื้นที่ปลูก 6,747 ไร่ รองลงมาคือจังหวัด นครราชสีมา สมุทรสาคร และราชบุรี มีพื้นที่ปลูก 2,053 ไร่ 415 ไร่ และ 332 ไร่ ตามลำดับ (สกุลกานต์ และสรพงค์, 2558) ผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวส่วนใหญ่ส่งจำหน่ายไปยังต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฮ่องกง สิงคโปร์ เยอรมันนี อังกฤษ และ ฝรั่งเศส (Moekchantuk and Kumar, 2004, Benchasri et al., 2020) โดยส่งออกในรูปฝักสด และแปรรูป (สรพงค์ และคณะ, 2564) เช่น กระเจี๊ยบเขียวแช่แข็ง กระเจี๊ยบเขียวบรรจุกระป๋อง และกระเจี๊ยบเขียวดอง เป็นต้น ส่วนความสำคัญทางด้านโภชนาการ พบว่า ฝักกระเจี๊ยบเขียวมีวิตามินซีและแคลเซียมสูง กระเจี๊ยบเขียวจึงเป็นพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย (Lamont, 1999) ด้วยเหตุนี้ทำให้เกษตรกรหลายราย หรือบริษัทต่าง ๆ พยายามทำทุกวิถีทางเพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าเกษตรกรผู้ผลิตกระเจี๊ยบเขียวของประเทศไทยประสบปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาผลผลิตต่ำ เนื่องจากพันธุ์ปลูกไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ปัญหาการระบาดของโรค และปัญหาการเข้าทำลายของแมลง (Benchasri, 2012) จากปัญหาดังกล่าวเกษตรกรพยายามหาตัวช่วยในการลดต้นทุนการผลิต โดยวิธีการต่างๆ เช่นการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยอินทรีย์ แต่พบว่าก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้เนื่องจากเมื่อมีการใช้ปุ๋ยดังกล่าวมีราคาแพง ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามศึกษาและหาแนวทางแก้ไขโดยการตัดแต่งทรงต้น ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์คืออิทธิพลของการตัดแต่งทรงต้นต่อผลผลิตและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งเมื่อโครงการแล้วเสร็จสามารถปรับใช้ในแปลงเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

**วิธีการศึกษา**

งานวิจัยนี้เริ่มตั้งแต่ทำการปลูกกระเจี๊ยบเขียว 3 พันธุ์ (Factor A) ประกอบด้วย KN – OYV – 02, LUCKY FILE 473 และ RED FINGER โดยการปลูกทดสอบกระเจี๊ยบเขียวกว้าง 1 เมตร ยาว 7 เมตร เว้นทางเดินระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างต้น 75 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น หยอดเมล็ดพันธุ์หลุมละ 3 – 4 เมล็ดต่อหลุม เมื่อต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์หลังปลูก กำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนั้นถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ตลอดการปลูกมีการรดน้ำเช้า-เย็น ทุกวัน และกำจัดวัชพืชทุกๆ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการตัดแต่งทรงต้น **(Figure 1)** (Factor B) โดยการตัดลำต้นหลัก (Main stem) และแบ่งการตัดออกเป็น 3 วิธี ประกอบด้วยวิธีที่ 1 คือตัดแต่งลำต้นหลักก่อนออกดอก (4 สัปดาห์ปลูก) วิธีที่ 2 คือไม่ตัดแต่งทรงลำต้นหลัก และวิธีที่ 3 ตัดแต่งลำต้นหลักหลังเก็บผลผลิต (8 สัปดาห์หลังปลูก โดยการทดลองครั้งนี้กำหนดให้วิธีที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีทั่วไปที่ไม่ตัดแต่งทรงลำต้นหลักเป็นทรีตเมนต์ควบคุม และการทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ ( factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) แต่ละทรีตเมนต์ปลูกจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 20 ต้น บันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกมาตรฐานประกอบด้วย ความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่ม และผลผลิต

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

ความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละลักษณะโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SAS (Statistical Analysis System Version 9.1) ตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดสอบแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยวิธีของ Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**Figure 1** Planting and stem okra cutting

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

หลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว **(Figure 1)** ได้ทำการตัดแต่งลำต้น 3 วิธี และบันทึกข้อมูลความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่ม และผลผลิตพบว่าลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาทั้งลักษณะทั่วไปของฝักกระเจี๊ยบเขียวแสดงดัง **Figure 2** ลักษณะการเจริญเติบโต ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าแตกต่างกันออกไปตามลักษณะ สำหรับความสูงซึ่งเป็นลักษณะที่บันทึกโดยการวัดความสูงที่เกิดขึ้น พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติทั้งพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ปลูก และวิธีการตัดแต่งทรงต้นหลัก นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ปลูก และวิธีการปลูก **(Table 1)**

| Treatments | RED FINGER | KN-OYV-02 | LUCKY FILE 473 |
|---|---|---|---|
| Tr1 (PBF) | | | |
| Tr2 (NPM) | | | |
| Tr3 (PAF) | | | |

**Figure 2** pod quantity of okra

**Table 1** Plant height of okra

| Height (cm.) | Treatments | | | Varieties Means (V) |
|---|---|---|---|---|
| | Tr 1 | Tr2 | Tr3 | |
| RED FINGER | 160.67 | 170.33 | 172.33 | 167.78a |
| KN-OYV-02 | 148.66 | 163.16 | 164.26 | 158.69a |
| LUCKY FILE 473 | 130.50 | 166.50 | 125.83 | 140.94b |
| Pruning Means (M) | 146.61B | 166.66A | 154.14AB | |
| P-VALUE (F-TEST) | | | | |
| VARIETIES (V) | 0.0018* | | | |
| Method (M) | 0.0012* | | | |
| VxM | 0.0074* | | | |
| (CV.%) | 6.14 | | | |

Uppercase letters are horizontal comparison, lowercase letters are a vertical comparison, ns, and * means not significant, significant at 0.05 level probability.

ลักษณะความกว้างทรงพุ่มซึ่งวัดขนาดทรงพุ่มกระเจี๊ยบเขียวที่โตเต็มที่แล้ว พบว่าผลการตัดแต่งลำต้นหลักมีความแตกต่างทางสถิติทั้งพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวและวิธีการตัดแต่งลำต้นหลัก และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวและวิธีการตัดแต่งทรงต้น โดยพันธุ์ KN-OYV-02 มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดเท่ากับ 82.72 เซนติเมตร ส่วนการตัดแต่งลำต้นหลักพบว่าวิธีที่ 3 คือการตัดแต่งลำต้นหลักหลังเก็บผลผลิต (8 สัปดาห์หลังปลูก) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 81.67 เซนติเมตร **(Table 2)**

**Table 2 wide canopy of okra**

| Wide canopy (cm) | Treatments | | | Varieties Means (V) |
|---|---|---|---|---|
| | Tr1 | Tr2 | Tr3 | |
| RED FINGER | 74.17 | 70.33 | 77.67 | 74.06b |
| KN-OYV-02 | 77.00 | 83.16 | 88.00 | 82.72a |
| LUCKY FILE 473 | 71.67 | 72.17 | 79.33 | 74.39b |
| Pruning mean (M) | 74.28B | 75.22B | 81.67A | |
| P-VALUE (F-TEST) | | | | |
| VARIETIES (V) | 0.0235* | | | |
| Method (M) | 0.0012* | | | |
| VxM | 0.0021* | | | |
| (CV.%) | 9.12 | | | |

Uppercase letters are horizontal comparison, lowercase letters are a vertical comparison, ns, and * means not significant, significant at 0.05 level probability.

ลักษณะจำนวนฝักต่อต้นซึ่งเป็นลักษณะองค์ประกอบที่สำคัญอีกลักษณะหนึ่ง พบความแตกต่างทางสถิติในลักษณะของพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกทั้งสามพันธุ์ และวิธีการตัดแต่งทรงต้นหลัก นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวและวิธีการตัดแต่งทรงต้นด้วย โดยพบว่ากระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ KN-OYV-02 มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 66.23 ฝัก ส่วนวิธีการตัดแต่งพบว่าวิธีที่ 3 มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 78.22 ฝัก ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ 1 และ 2 โดยที่มีจำนวนฝักเท่ากับ 55.69 และ 57.99 ฝักต่อต้น ตามลำดับ **(Table 3)** ลักษณะผลผลิตต่อต้นเป็นลักษณะองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจของเกษตรกรซึ่งผลจากการทดลองครั้งนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในลักษณะของพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกทั้งสามพันธุ์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติของวิธีการตัดแต่งต้นหลัก โดยวิธีการตัดแต่งต้นหลักวิธีที่ 3 มีน้ำหนักต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 1,116.43 กรัม รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1,030.87 และ 751.25 กรัมต่อต้น ตามลำดับ **(Table 4)** ซึ่งใกล้เคียงกับการรายงานของ รัตนจิรา และคณะ (2560) ที่ทำการทดลองในอิทธิพลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตขนาดทรงพุ่มของแก่นตะวัน พบว่าลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมีความแตกต่างกัน หรือการทดลองของ วรัญญู และระวี (2560) ที่รายงานว่า การควบคุมทรงพุ่มของไม้ศรี ตรัง 3 ระดับ คือ ความสูง 1.00 1.50 และ 2.00 เมตร ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกที่ต่างกัน ส่วนคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียวเมื่อมีการตัดแต่งลำต้นหลักก็มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะลักษณะผลผลิตต่อต้นเป็นลักษณะองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจของเกษตรกร

**Table 3** Pod number of okra

| Pod number/plant (pod) | Treatments | | | Varieties means (V) |
|---|---|---|---|---|
| | Tr1 | Tr2 | Tr3 | |
| RED FINGER | 59.25 | 60.03 | 72.25 | 63.84b |
| KN-OYV-02 | 55.67 | 55.67 | 87.35 | 66.23a |
| LUCKY FILE 473 | 52.15 | 58.28 | 75.06 | 61.83Bb |
| Pruning means (M) | 55.69B | 57.99B | 78.22A | |
| P-VALUE (F-TEST) | | | | |
| VARIETIES (V) | 0.2407* | | | |
| Method (M) | 0.0329* | | | |
| VxM | 0.0254* | | | |
| (CV.%) | 5.69 | | | |

Uppercase letters are horizontal comparison, lowercase letters are a vertical comparison, ns, and * means not significant, significant at 0.05 level probability.

**Table 4** Yield of okra

| Yield/plant (g) | Treatments | | | Varieties Means (V) |
|---|---|---|---|---|
| | Tr1 | Tr2 | Tr3 | |
| RED FINGER | 772.09 | 998.66 | 1055.72 | 942.15a |
| KN-OYV-02 | 735.96 | 1008.18 | 1253.47 | 999.20a |
| LUCKY FILE 473 | 745.69 | 1085.76 | 1040.11 | 957.19a |
| Pruning means (M) | 751.25C | 1030.87B | 1116.43A | |
| P-VALUE (F-TEST) | | | | |
| VARIETIES (V) | 0.5731ns | | | |
| Method (M) | 0.0629* | | | |
| VxM | 0.0654* | | | |
| (CV.%) | 5.49 | | | |

Uppercase letters are horizontal comparison, lowercase letters are a vertical comparison, ns, and * means not significant, significant at 0.05 level probability.

**สรุป**

จากการศึกษาพบว่าการตัดแต่งทรงต้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนฝัก และผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวแตกต่างกัน แต่พบว่าพันธุ์ที่ศึกษาให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ยังพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการตัดแต่งต้นในทุกลักษณะที่ศึกษา อย่างไรก็ตามการตัดแต่งทรงต้นหลังการเก็บผลผลิต (8 สัปดาห์หลังปลูก) มีความกว้างทรงพุ่ม จำนวนฝัก และผลผลิตสูงกว่าวิธีการอื่นๆ การศึกษานี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแนะนำเกษตรกรผู้ผลิตกระเจี๊ยบเขียวในการจัดการผลิตเพื่อให้ให้ผลผลิตและคุณภาพที่สูงขึ้น

**คำขอบคุณ**

ขอขอบพระคุณเงินอุดหนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

รัตนจิรา รัตนประเสริฐ, กฤษฎา จันทีนอก, วสันต์ สุวรรณโท, สมศักดิ์ โลนะลุน และศิริพร มุลาลินน์. 2560. อิทธิพลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตขนาดทรงพุ่ม ผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวของแก่นตะวัน. วารสารแก่นเกษตร. 45(1): 963-969.

วรัญญู ขวดหรีม และระวี เจียรวิภา. 2560. ผลของการควบคุมทรงพุ่มต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นกล้าศรีตรัง. วารสารแก่นเกษตร. 45(1): 1203-1208.

สรพงค์ เบญจศรี, วชิราภรณ์ สุวรรณศิลป์, สมพร ดำยศ และเปรมฤดี ดำยศ. 2564. อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวในภาคใต้ของประเทศไทย.วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร 5(2): 59-69.

สกุลกานต์ สิมลา และสรพงค์ เบญจศรี. 2558. การประเมินลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวในจังหวัดมหาสารคาม. วารสารแก่นเกษตร 43(1): 894-899.

Benchasri, S. 2012. Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) as a Valuable vegetable of the world. Field and Vegetable Crops Research 49(1): 105-112.

Benchasri, S., Simla S., and Harakotr, B. 2020. The effect of genotypic variability on the yield and yield components of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) in Thailand. Asian Journal of Agriculture and Biology. 8(4): 480-490.

Lamont, W. 1999. Okra - a versatile vegetable crop. Hort Technology 9: 179–184.

Moekchantuk, T. and Kumar, P. 2004. Export okra production in Thailand. Inter-country Programme for Vegetable IPM in South & SE Asia Phase II Food & Agriculture Organization of the United Nations. 48 P.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การปรับปรุงพันธุ์มันเทศสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง
# Improving Sweet Potato for Starch Industry

**วราพงษ์ ภิระบรรณ์[1*], มนัสชญา สายพนัส[1] และ เอกพล มนเดช[1]**
**Warapong Priraban[1*], Manuschaya Saipanus[1] and Eakapol Mondej[1]**
*[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ตำบลโรงช้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000*
*[1] Phichit Agriculture Research and Development Center, Rongchang sub- District, Maueng , Phichit 66000*

**บทคัดย่อ:** อุตสาหกรรมแป้งต้องการพันธุ์มันเทศที่มีหัวมีขนาดใหญ่ เนื้อสีขาว ผิวเรียบ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งไม่น้อยกว่า 30 และให้ผลผลิตสูงไม่น้อยกว่า 2,500 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มันเทศที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์สำหรับบริโภคสด มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำและน้ำตาลสูง ไม่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปแป้งมันเทศ ปี 2554-2560 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตรได้ปรับปรุงพันธุ์มันเทศโดยคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์มันเทศเนื้อสีขาว 9 พันธุ์ และสร้างประชากรคัดเลือกโดยผสมข้ามแบบพบกันหมด (diallel cross) ได้ลูกผสมทั้งหมด 72 คู่ผสม ปลูกคัดเลือกตามแผนการคัดเลือกสายต้น (clonal selection) จำนวน 2 ครั้ง จนได้มันเทศ 11 สายต้น จากนั้นนำมาปลูกเปรียบเทียบผลผลิตเบื้องต้น และคัดเลือกเหลือ 7 สายต้น เมื่อนำไปปลูกเปรียบเทียบ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จำนวน 2 ฤดูปลูก พบว่า พจ.54-0104-1 ให้ผลผลิต 3,830 กิโลกรัมต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้ง 20.8 สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ไต้หวัน No. 1 และ PROC No.65-16 ที่ให้ผลผลิต 2,770 และ 2,580 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 20.1 และ 19.8 มีการลงหัวและการเจริญเติบโตดี จึงคัดเลือกไปทดสอบในแปลงเกษตรกรจังหวัดพิจิตร พบว่า ให้ผลผลิต 3,617 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรกรที่ให้ผลผลิต 2,676 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์แป้ง 23.4 คิดเป็นผลผลิตแป้ง 846 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรกรที่ให้ผลผลิตแป้ง 624 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมากกว่า 36 เปอร์เซ็นต์ พจ.54-0104-1 เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและโรงงานแปรรูปแป้งมันเทศ ในปี 2562 กรมวิชาการเกษตรได้รับรองเป็นพันธุ์รับรอง ชื่อ “พิจิตร 2”
**คำสำคัญ:** มันเทศ; การผสมพันธุ์; การคัดเลือกสายต้น; การเปรียบเทียบพันธุ์; แป้ง

**ABSTRACT:** The starch industry demands sweet potato with large storage root, white flesh, smooth surface, dry matter (DM) at least 30% and yield at least 2,500 kg/rai. The sweet potato cultivars are mainly cultivated for table consumption, low starch and high sugar content. They are unsuitable for processing sweet potato starch. Phichit Agricultural Research and Development Center has a sweet potato breeding program in 2011-2017. Nine white flesh sweet potato varieties were selected as parent and crossed through diallel cross obtained F1- hybrid from seventy-two parents. The clonal selection was used to select F1 progenies for two times. Eleven selected clones were conducted for preliminary yield trail. Seven chosen clones were planted two seasons for yield trail at three locations, Phichit Agricultural Research and Development Center, Kanchanaburi Agricultural Research and Development Center and Sisaket Horticultural Research Center. The results revealed that PJ.54-0104-1 gave yield (3,830 kg/rai) and starch content (20.8%) higher than the comparative varieties, PROC No.65-16 and Taiwan No.1 which yield (2,580 and 2,770 kg/rai) and starch content (19.8 and 20.1%) as well as good storage root formation and growth. Therefore, it was selected to test on farmer’s field in Phichit province. The results found that the yield of PJ.54-0104-1 was 3,617 kg/rai higher than local variety (2,676 kg/rai) or 35% higher than check. The starch content was 23.4%, equivalent to flour 846 kg/rai higher than local variety (624 kg/rai) or 36% higher than check. PJ. 54-0104-1 accepted by farmers and starch industry. Department of Agriculture has certified variety and named “Phichit 2” in 2019
**Keywords:** sweet potato; pollination; clonal selection; yield trail; starch

## บทนำ

มันเทศ เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก ในปี 2563 ทั่วโลกมีพื้นที่ปลูกมันเทศ ประมาณ 46.3 ล้านไร่ ผลผลิต 89.5 ล้านตัน กระจายอยู่ในทวีปต่าง ๆ โดยสาธารณรัฐประชาชนจีน มีพื้นที่ปลูก 14.1 ล้านไร่ ผลผลิต 49.2 ล้านตัน (FAO, 2020) มันเทศเป็นพืชหัวที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงถึง 21.3-30.7 ต่อน้ำหนักสด (นรินทร์และคณะ, 2550) จึงเป็นนิยม

* Corresponding author: ling_3610@hotmail.com

บริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ เช่น ก๋วยเตี๋ยว วุ้นเส้น อาหารว่างประเภทขนมขบเคี้ยวต่าง ๆ ส่วนผสมอาหารเด็ก และแอลกอฮอล์ โดยมันเทศ 1 ตัน ผลิตเอทานอลได้ 160-170 ลิตร มากกว่าอ้อย 2 เท่า (Wilson, 2010)

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตมันเทศและส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์แป้ง เนื่องจากสภาพแวดล้อมเหมาะสม มันเทศสามารถเจริญเติบโตได้ดีทุกภาคของไทยและปลูกได้ตลอดทั้งปี ตลอดจนมีโรงงานแปรรูปแป้งจากมันสำปะหลังจำนวนมาก แต่มันเทศที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นมันเทศสำหรับบริโภคสด มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำและน้ำตาลสูง ไม่เหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นแป้งมันเทศ ซึ่งอุตสาหกรรมแป้งต้องการพันธุ์มันเทศที่มีหัวขนาดใหญ่ เนื้อสีขาว ผิวเรียบ ตลอดจนให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูง แต่ยังไม่มีพันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ปี 2554-2560 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร จึงปรับปรุงพันธุ์มันเทศสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง ให้มีผลผลิตสูง มากกว่าพันธุ์ท้องถิ่นอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ และตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมแป้ง

**วิธีการศึกษา**

การปรับปรุงพันธุ์มันเทศสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

*1. การปรับปรุงพันธุ์*

1.1 การผสมพันธุ์ (crossing) ทำการผสมพันธุ์มันเทศ โดยใช้พันธุ์มันเทศเนื้อสีขาวสำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ 9 สายพันธุ์ ได้แก่ ไต้หวัน No.1, จีน No.1, PROC NO 65-16, PROC OPS-101-R89-3, พจ.129-6, พจ.166-5, พจ.0106-1, พจ.06-14 และ พจ.06-11 ปลูกปลายฤดูฝนเพื่อให้ออกดอกในช่วงฤดูหนาว พร้อมทำค้างเพื่อสะดวกในการผสมข้ามและเก็บเมล็ด ผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) จำนวนคู่ผสมทั้งหมด 72 คู่ผสม เก็บเมล็ดหลังผสม 25-30 วัน

1.2 การคัดเลือกพันธุ์ (selection) ทำการปลูกคัดเลือกมันเทศลูกผสมที่ได้จากการผสมข้าม โดยปลูกคัดเลือกตามแผนการคัดเลือกสายต้น (clonal selection) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เพาะจากเมล็ด ครั้งที่ 2 ปลูกต้นคัดเลือกจำนวน 5 ต้นต่อสายต้น เกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์ ได้แก่ 1) หัวมีขนาดใหญ่ เนื้อสีขาว ผิวเรียบ 2) ผลผลิตไม่น้อยกว่า 2,500 กิโลกรัมต่อไร่ 3) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งไม่น้อยกว่า 30

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ผลผลิตรวม ได้แก่ ผลผลิตทั้งหมดรวมทั้งผลผลิตที่ถูกแมลงทำลาย จำนวนต้นเก็บเกี่ยว 3 ต้นต่อแปลงย่อย เว้นต้นด้านหัวและท้ายแปลง (พื้นที่เก็บเกี่ยว 0.9 ตารางเมตร) เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 120 วันหลังปลูก
- ขนาดหัว (กว้างและยาว) สีเนื้อ ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดขนาดหัว จำนวน 5 หัวต่อสายต้น โดยสุ่มจากผลผลิตเฉพาะ 3 ต้นกลางแถว เว้นต้นหัวและท้ายแปลง
- เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง สุ่มตัวอย่างจำนวน 5 หัวต่อสายต้น ทำการฝานหัวมันเทศ บันทึกน้ำหนักสดแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

<u>เวลาและสถานที่</u> : ปี 2554-2555 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

*2. การเปรียบเทียบและทดสอบพันธุ์*

2.1 การเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น (preliminary yield trail)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block, RCB) มันเทศคัดเลือก 11 สายต้น มีพันธุ์ PROC No.65-16 และไต้หวัน No.1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ทำ 4 ซ้ำ โดยมีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

- เตรียมแปลงปลูกขนาด 4.0 x 6.0 เมตร ยกร่องแปลงปลูกสูง 30 เซนติเมตร แปลงละ 4 แถว โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 30 เซนติเมตร
- เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุหลังปลูก 120 วัน สุ่มตัวอย่างต้นเพื่อประเมินผลผลิตเฉพาะ 2 แถวตรงกลาง เว้นต้นหัวและท้ายแปลง รวมต้นเก็บเกี่ยว 36 ต้นต่อแปลง ในเนื้อที่สุ่ม 10.8 ตารางเมตร

<u>การบันทึกข้อมูล</u> : ผลผลิตรวม

<u>เวลาและสถานที่</u> : ปี 2556 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

2.2 การเปรียบเทียบพันธุ์ในศูนย์วิจัยฯ (yield trail)

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธี มีสายต้นคัดเลือก 7 สายต้น เปรียบเทียบกับ PROC No.65-16 และไต้หวัน No.1 โดยวิธีการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่นเดียวกับขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น

<u>การบันทึกข้อมูล</u> : ผลผลิตรวม

<u>เวลาและสถานที่</u> : ปี 2557-2558 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

2.3 การทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกร (farm trail)

วางแผนการทดลองแบบ RCB 2 ซ้ำ 2 กรรมวิธี ได้แก่ สายต้นทดสอบ 1 สายต้น คือ พจ. 54-0104-1 ปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์ของเกษตรกร คัดเลือกเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ 3 รายๆ ละ 1 ไร่ ในพื้นที่ 1 ไร่ สุ่มแบ่งพื้นที่เพื่อปลูกสายต้นทดสอบร่วมกับพันธุ์เกษตรกร แบ่งเป็น 2 แปลงย่อย แปลงย่อยละ 0.25 ไร่ ใช้พื้นที่ปลูกทดสอบ 0.50 ไร่ต่อซ้ำ

- เก็บผลผลิตมันเทศเมื่ออายุ 120 วันหลังปลูก ประเมินผลผลิตรวมในเนื้อที่สุ่ม 10.8 ตารางเมตร จำนวน 4 จุด จำนวนต้นเก็บเกี่ยว 36 ต้นต่อจุด
- ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ 2 กรรมวิธี ได้แก่ สายต้นทดสอบ และพันธุ์เกษตรกร โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตจากดำเนินการทดลองในพื้นที่เกษตรกร ปี 2559-2560 จำนวน 6 สถานที่

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตรวม เปอร์เซ็นต์แป้ง (starch) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

<u>เวลาและสถานที่</u> : ปี 2559-2560 แปลงเกษตรกรจังหวัดพิจิตร และวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์แป้ง ณ ห้องปฏิบัติกลาง (ประเทศไทย) สาขาเชียงใหม่

**ผลการศึกษา**

การปลูกคัดเลือกพันธุ์ พบว่า มันเทศลูกผสมมีการกระจายทางพันธุกรรมในแต่ละคู่ผสมค่อนข้างสูง เช่น ผลผลิตพบการกระจายลักษณะของสีผิวมีตั้งแต่สีขาว สีเหลืองอ่อน สีม่วง และสีม่วงเข้ม ขณะที่สีเนื้อเนื้อพบการกระจายลักษณะสีเนื้อมีสีขาว และสีครีม จากการปลูกคัดเลือก 2 ครั้ง ได้มันเทศที่ผ่านคัดเลือก จำนวน 11 สายต้น โดยมีองค์ประกอบของผลผลิต ดังนี้

ผลผลิต พบว่า มันเทศลูกผสมทุกสายต้น ให้ผลผลิตตั้งแต่ 2,667-4,200 กิโลกรัมต่อไร่ สายต้น พจ.06-11 ให้ผลผลิตสูงสุด 4,200 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่สายต้น พจ.0106-3 ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,667 กิโลกรัมต่อไร่ **(Table 1)**

ขนาดหัว ความกว้างหัว มันเทศทุกสายต้นที่ผ่านการคัดเลือกมีความกว้างหัวตั้งแต่ 3.60-7.50 เซนติเมตร ในขณะที่ความยาวหัว ตั้งแต่ 10.2-17.4 เซนติเมตร **(Table 1)**

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่า มันเทศลูกผสมทุกสายต้น ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งตั้งแต่ 32.5-37.5 สายต้น พจ.0106-1 และ พจ.0102-7 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุด 37.5 ในขณะที่สายต้น พจ.06-11 และ พจ.02-1 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำสุด 32.5 **(Table 1)**

**Table 1** Yield components of selected clones grown at Phichit Agricultural Research and Development Center in 2012

| Clones | Yield (kg/rai) | Tuber size (cm) | | Dry matter (%) | Flesh color |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Width | Length | | |
| PJ.0106-1 | 3,733 | 5.80 | 16.3 | 37.5 | white |
| PJ 0106-3 | 2,667 | 6.50 | 16.6 | 35.6 | white |
| PJ 54-0106-1 | 2,700 | 3.60 | 11.0 | 34.8 | white |
| PJ.54-0601-1 | 3,647 | 4.70 | 12.5 | 35.2 | white |
| PJ.01-23 | 3,200 | 5.90 | 13.9 | 33.5 | white |
| PJ.06-11 | 4,200 | 4.10 | 17.4 | 32.5 | white |
| PJ.54-0602-1 | 3,800 | 5.20 | 10.2 | 33.5 | white |
| PJ.02-1 | 3,167 | 7.50 | 13.9 | 32.5 | white |
| PJ.0102-7 | 3,413 | 5.20 | 11.4 | 37.5 | white |
| PJ.54-0104-1 | 3,200 | 5.00 | 12.6 | 34.2 | white |
| PJ.54-0104-12 | 2,935 | 4.90 | 15.9 | 35.0 | white |

*การเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น (preliminary yield trail)*

ผลผลิต พบว่า พจ.54-0104-1 ให้ผลผลิต 2,014 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ ไต้หวัน No.1 และ PROC NO 65-16 ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่า พจ.54-0104-1 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 32.6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับมันเทศสายต้นอื่นรวมถึงพันธุ์เปรียบเทียบ PROC NO 65-16 และ ไต้หวัน No.1 ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้ง พบว่า พจ.54-0104-1 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 657 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ **(Table 2)**

*การเปรียบเทียบพันธุ์ในศูนย์วิจัยฯ (yield trail)*

มันเทศที่ปลูกทดสอบในแต่ละจังหวัดให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน การทดสอบ Homogeneity of variances ของสถานที่ปลูกทดสอบ ด้วยวิธี Bartlett’s test แสดงความแตกต่างกัน จึงไม่นำวิเคราะห์ร่วมกัน ดังนั้นผลการทดลองจึงแยกวิเคราะห์ ดังนี้

ปี 2557 การปลูกเปรียบเทียบที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ พบว่า พจ.54-0104-1 ให้ผลผลิตรวม 5.88 2.81 และ 1.20 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าหรือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PROC NO 65-16 ที่ให้ผลผลิต 4.46 1.18 และ 2.22 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์ไต้หวัน No.1 ให้ผลผลิต 5.34 1.53 และ 0.39 ตันต่อไร่ ตามลำดับ **(Table 3)**

ปี 2558 การปลูกเปรียบเทียบใน 3 สถานที่ พบว่า พจ.54-0104-1 ให้ผลผลิตรวม 6.70 4.26 และ 2.15 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PROC NO 65-16 ที่ให้ผลผลิต 5.20 1.08 และ 1.38 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไต้หวัน No.1 ที่ให้ผลผลิต 6.22 1.88 และ 1.28 ตันต่อไร่ ตามลำดับ **(Table 3)**

จากการปลูกทดสอบทั้ง 3 สถานที่ (ปี 2557-2558) พบว่า พจ.54-0104-1มีแนวโน้มให้ผลผลิต มากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบเมื่อปลูกในแต่ละสถานี และให้ผลผลิตสม่ำเสมอในทุกปี โดยให้ผลผลิต 3.8 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ PROC No.65-16 และไต้หวัน No.1 ที่ให้ผลผลิต 2.58 และ 2.77 ตันต่อไร่

ผลผลิตมันเทศในแต่ละสถานที่และในแต่ละปีมีความแตกต่างกันมาก สอดคล้องกับ Tsegaye *et al.,* (2007) ความแปรปรวนของผลผลิตเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของมันเทศในแต่ละสายพันธุ์ อีกทั้งเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมซึ่งส่งผลองค์ประกอบของผลผลิต ผลผลิตสัมพันธ์ในเชิงบวกกับน้ำหนักหัว ดัชนีการเก็บเกี่ยว และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัว ขณะที่จำนวนหัวต่อต้นมีสัมพันธ์เชิงลบกับน้ำหนักหัวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัว ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตมันเทศ คือ น้ำหนักหัว จำนวนหัวต่อต้น และดัชนีการเก็บเกี่ยว (Tsegaye *et al*., 2006)

**Table 2** Total yield, percentage of dry matter and total dry weight of sweet potato planted for Preliminary yield trail at Phichit Agricultural Research and Development Center in 2013

| Clones/Varieties | Total yield (kg/rai) | | Dry matter (%) | Total dry weight (kg/rai) |
|---|---|---|---|---|
| PJ.0106-1 | 1,337 | de[1/] | 30.5 | 408 |
| PJ.0102-7 | 2,596 | ab | 30.8 | 800 |
| PJ.54-0601-1 | 1,257 | de | 34.8 | 437 |
| PJ.54-0104-12 | 1,692 | bcd | 29.9 | 506 |
| PJ.54-0104-1 | 2,014 | a-d | 32.6 | 657 |
| PJ.06-11 | 2,626 | ab | 35.1 | 922 |
| PJ.0106-3 | 2,398 | abc | 31.5 | 755 |
| PJ.01-23 | 517 | e | 33.2 | 172 |
| PJ.02-1 | 2,820 | a | 30.3 | 854 |
| PJ.54-0602-1 | 1,050 | de | 36.1 | 379 |
| PJ.54-0106-1 | 1,569 | cd | 37.7 | 592 |
| PROC NO 65-16 (ck) | 2,548 | abc | 33.8 | 861 |
| Taiwan No.1 (ck) | 2,617 | ab | 28.9 | 756 |
| C.V. (%) | 26.8 | | 14.7 | |

[1/] Mean in the same column followed by common letter are not significantly at 5% level by DMRT

**Table 3** Yield of storage root (ton/rai) planted for yield trail at Phichit Agricultural Research and Development Center (PARDC), Kanchanaburi Agricultural Research and Development Center (KARDC) and Sisaket Horticultural Research Center (SHRC) in 2014-2015

| Clones/ Varieties | 2014 | | | | | | 2015 | | | | | | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PARDC | | KARDC | | SHRC | | PARDC | | KARDC | | SHRC | | |
| PJ.0106-1 | 4.59 | bcd[1/] | 1.33 | c[1/] | 1.10 | de[1/] | 6.32 | ab[1/] | 2.68 | bcd[1/] | 1.82 | abc[1/] | 2.97 |
| PJ.0106-3 | 5.26 | abc | 3.20 | a | 1.66 | bcd | 5.71 | abc | 3.67 | abc | 1.00 | d | 3.42 |
| PJ.54-0104-1 | 5.88 | a | 2.81 | a | 1.20 | cde | 6.70 | a | 4.26 | abc | 2.15 | a | 3.83 |
| PJ.54-0104-12 | 6.02 | a | 3.15 | a | 2.64 | ab | 6.29 | ab | 5.58 | a | 1.77 | abc | 4.24 |
| PJ.0102-7 | 4.72 | bcd | 2.17 | b | 2.56 | ab | 5.55 | abc | 3.96 | ab | 1.24 | cd | 3.37 |
| PJ.02-1 | 4.66 | bcd | 2.07 | b | 1.58 | bcd | 4.83 | c | 2.83 | bcd | 1.42 | bcd | 2.90 |
| PJ.06-11 | 4.92 | bc | 2.87 | a | 1.60 | bcd | 6.56 | a | 2.71 | bcd | 1.53 | a-d | 3.37 |
| PROC No 65-16 | 4.46 | cd | 1.18 | c | 2.22 | abc | 5.20 | bc | 1.08 | de | 1.38 | bcd | 2.58 |
| Taiwan No.1 | 5.34 | ab | 1.53 | c | 0.39 | ef | 6.22 | ab | 1.88 | de | 1.28 | cd | 2.77 |
| **C.V. (%)** | 10.6 | | 11.7 | | 40.9 | | 20.3 | | 42.5 | | 28.7 | | |

[1/] Mean in the same column followed by common letter are not significantly at 5% level by DMRT

*การทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกร (farm trail)*

ผลผลิตรวม พบว่า สายต้นมันเทศที่นำไปปลูกทดสอบ ให้ผลผลิตรวมสูงกว่าพันธุ์เกษตรกร โดย พจ.54-0104-1 ให้ผลผลิตรวมเฉลี่ย 3,617 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรกร ที่ให้ผลผลิตรวม 2,676 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมากกว่าคิดเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ **(Table 4)**

**Table 4** Total yield of PJ.54-0104-1 on farm trail in Phichit province during 2016-2017

| clone/variety | Yield (kg/rai) | | Average | Increasing yield compared to check (%) |
|---|---|---|---|---|
| | 2016 [1/] | 2017 [1/] | | |
| PJ.54-0104-1 | 3,484 | 3,751 | 3,617 | 35 |
| Commercial (ck) | 2,836 | 2,515 | 2,676 | - |

[1/] Average yield at three locations

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่า พจ.54-0104-1 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 34.9 ต่ำกว่าพันธุ์เกษตรกร ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 35.3 **(Table 5)**

เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า พจ.54-0104-1 ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 23.4 คิดเป็นผลผลิตแป้ง 846 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรกร ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งรองลงมา 23.3 คิดเป็นผลผลิตแป้ง 624 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าพันธุ์เกษตรกร คิดเป็น 36 เปอร์เซ็นต์ **(Table 5)**

**Table 5** Percentage of dry matter and starch content of PJ.54-0104-1 planted on farm trail in Phichit province during 2016-2017

| clone/variety | Dry matter [3/] (%) | Starch content [1/ 2/] | | Increasing yield of starch compared to check (%) |
|---|---|---|---|---|
| | | (%) | (kg/rai) | |
| PJ.54-0104-1 | 34.9 | 23.4 | 846 | 36 |
| Commercial (ck) | 35.3 | 23.3 | 624 | - |

[1/] Validation of In house method based on AOAC (2010) 920.44

[2/] Average starch content at six locations

[3/] Average dry matter at six locations

**สรุป**

จากการปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่ ปี 2554-2560 ได้มันเทศสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง 1 สายต้น คือ พจ. 54-0104-1 (ลูกผสมระหว่างพันธุ์แม่ ไต้หวัน No.1 กับพันธุ์พ่อ PROC OPS-101-R89-3) เสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร และผ่านการรับรองพันธุ์ เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2562 ประเภทพันธุ์รับรอง และพิจารณาเป็นพันธุ์รับรองชื่อ มันเทศพันธุ์พิจิตร 2 โดยมีลักษณะเด่น ได้แก่ 1) ให้ผลผลิต 3,617 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์เกษตรกร 35 เปอร์เซ็นต์ 2) เปอร์เซ็นต์แป้ง 23.4 คิดเป็นผลผลิตแป้ง 846 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์เกษตรกร 36 เปอร์เซ็นต์

**เอกสารอ้างอิง**

นรินทร์ พูลเพิ่ม, อรรัตน์ วงศรี, เพียงเพ็ญ ศรวัต และปัญญา ธยามานนท์. 2550. การคัดเลือกพันธุ์มันเทศเพื่อผลิตเอทานอล. แหล่งข้อมูล: http://it.doa.go.th/refs/search.php สืบค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2565

FAO. 2020. Crop and livestock products. Available: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Accessed: May 1, 2022

Wilson, R.M. 2010. Sweet Potato as A Feedstock for Ethanol Production. Available: www.iea.usp.br/mo/malufbiofuels.pdf. Accessed: August 25, 2019

Tsegaye, E., D. Sastry, and N. Dechassa. 2006. Correlation and Path Analysis in Sweet Potato and their Implications for Clonal Selection. Available: https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012052730. Accessed: July 25, 2021

Tsegaye, E., D. Sastry and N. Dechassa. 2007. Genetic Variability for Yield and Other Agronomic Traits in Sweet Potato. Journal of Agronomy. 6(1): 94-99

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การปรับปรุงพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง

# Improving purple sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] for starch industrial

**ดรุณี เพ็งฤกษ์[1*], วราพงษ์ ภิระบรรณ์[1] และ มนัสชญา สายพนัส[1]**
**Darunee Phangrerk[1*], Warapong Piraban[1] and Manuschaya Saipanus [1]**
[1] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ตำบลโรงช้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000*
[1] *Phichit Agriculture Research and Development Center, Rongchang sub- District, Maueng , Phichit 66000*

**บทคัดย่อ:** ปัจจุบันโรงงานแป้งมีความต้องการมันเทศเนื้อสีโดยเฉพาะเนื้อสีม่วงสำหรับแปรรูปในอุตสาหกรรมแป้ง นอกจากเนื้อสีขาวที่ผลิตในปัจจุบัน เนื่องจากความต้องการสารสีธรรมชาติ มันเทศเนื้อสีม่วงได้รับความนิยมในการแปรรูปเป็นผงในรูปของแป้ง Starch และยังขาดพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงที่เหมาะสมในการแปรรูประดับอุตสาหกรรม แต่มันเทศที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์สำหรับบริโภคสด มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำและน้ำตาลสูง ไม่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปแป้งมันเทศ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตรได้ปรับปรุงพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง เพื่อพัฒนาพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงให้มีคุณภาพ ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูง ในช่วงปี 2565–2566 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตรได้ปรับปรุงพันธุ์มันเทศโดยคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วง 9 สายพันธุ์ และสร้างประชากรคัดเลือกโดยผสมข้ามแบบพบกันหมด (diallel cross) ได้ลูกผสมทั้งหมด 72 คู่ผสม พบว่า คู่ผสมส่วนใหญ่ผสมติดเมล็ด มี 5 คู่ผสมที่ไม่มีการติดเมล็ด มันเทศลูกผสมเนื้อสีม่วงมีการกระจายตัวของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ สีเนื้อของหัวมันเทศ ความแปรปรวนของสีเนื้อพบตั้งแต่สีชมพู แดงปนม่วง ม่วง และม่วงเข้ม ปลูกคัดเลือกตามแผนการคัดเลือกสายต้น (clonal selection) จำนวน 2 ครั้ง จนได้มันเทศ 69 สายต้น ให้ผลผลิต 2,502-6,068 กิโลกรัมต่อไร่ ความกว้างหัว 3.37-7.73 เซนติเมตร ความยาวหัว 12.7-25.3 เซนติเมตร สีเนื้อชมพูถึงม่วงเข้ม (Purple Group) และให้เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง 30.0-43.0 เปอร์เซ็นต์
**คำสำคัญ:** มันเทศเนื้อสีม่วง; การผสมพันธุ์; การคัดเลือกโคลน; อุตสาหกรรมแป้ง

**ABSTRACT:** Starch factories have a demand for colored sweet potatoes, especially purple ones, for processing in the starch industry. Due to the demand for Natural colorants, purple flesh sweet potatoes have become popular. The sweet potato cultivars are mainly cultivated for table consumption, low starch, and high sugar content. They are unsuitable for processing sweet potato starch. Phichit Agricultural Research and Development Center has a sweet potato breeding program in 2022-2023. Nine purple flesh sweet potato varieties were selected as parents and crossed through diallel cross obtained F1- hybrid from seventy-two parents. The clonal selection was used to select F1 progenies two times. The F1 progenies were segregate for the flesh color traits. Color variations of the flesh ranged from pink, red, purple-red, purple, and dark purple. sixty-nine clones were selected according to the selection criteria. The selected clones gave a yield of 2,502-6,068 kg/rai, storage root breadth of 3.37-7.73 cm, storage root length of 12.7-25.3 cm, and flesh color ranging from pink to dark purple (PURPLE GROUP) and dry weight percentage of 30.0-43.0%.
**Keywords:** sweet potato; pollination; clonal selection; starch Industrial

## บทนำ

มันเทศ เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก ในปี 2564 ตลาดมันเทศทั่วโลกมีมูลค่าประมาณ 1.26 ล้านล้านบาท หรือ 3,3410 ล้านเหรียญสหรัฐ (News Channel Nebraska, 2022) ประเทศจีนเป็นตลาดมันเทศที่ใหญ่ที่สุดโดยมีส่วนแบ่งตลาดประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ แอฟริกา ประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ มี 93 ประเทศทั่วโลกปลูกมันเทศและมีผลผลิตมันเทศทั้งหมด 92.7 ล้านตัน โดยจีนผลิตมันเทศมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก 51.8 ล้านตัน ตามด้วยประเทศมาลาวี และไนจีเรีย 5.5 และ 4.0 ล้านตัน ตามลำดับ (Helgi library, 2022) มันเทศเป็นพืชหัวที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงถึง 21.3-30.7 ต่อน้ำหนักสด (นรินทร์และคณะ, 2550) จึงเป็นนิยมบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ เช่น ก๋วยเตี๋ยว วุ้นเส้น อาหารว่างประเภทขนม

* Corresponding author: mydarunee@hotmail.com

ขบเคี้ยวต่าง ๆ ส่วนผสมอาหารเด็ก และแอลกอฮอล์ โดยมันเทศ 1 ตัน ผลิตเอทานอลได้ 160-170 ลิตร มากกว่าอ้อย 2 เท่า(Wilson, 2010)

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตมันเทศและส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์แป้ง เนื่องจากสภาพแวดล้อมเหมาะสม มันเทศสามารถเจริญเติบโตได้ดีทุกภาคของไทยและปลูกได้ตลอดทั้งปีตลอดจนมีโรงงานแปรรูปแป้งจากมันสำปะหลังจำนวนมาก แต่มันเทศที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นมันเทศสำหรับบริโภคสด มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำและน้ำตาลสูง ไม่เหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นแป้งมันเทศ ซึ่งอุตสาหกรรมแป้งต้องการพันธุ์มันเทศที่มีหัวขนาดใหญ่ เนื้อสีม่วง ผิวเรียบ ตลอดจนให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูง แต่ยังไม่มีพันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ปี 2565-2566 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร จึงปรับปรุงพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง โดยการผสมข้ามสายพันธุ์โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร เพื่อให้ได้พันธุ์มันเทศสายพันธุ์ใหม่สำหรับอุตสาหกรรมแป้งที่ให้ผลผลิตสูง ตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมแป้ง และมีการเจริญเติบโตที่ดี เพื่อแนะนำส่งเสริมและกระจายพันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงสำหรับอุตสาหกรรมแป้งพันธุ์ดีให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้าต่อไป

## วิธีการศึกษา

**การผสมพันธุ์ (crossing)**

1. ทำการผสมพันธุ์มันเทศ โดยใช้พันธุ์มันเทศเนื้อสีม่วงสำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ 9 สายพันธุ์ ได้แก่ ม่วงมารี, อยุธยา, พจ 10-6, โอกินาว่า, พิจิตร 2, ม่วงเกาหลี, นากะยูราชากิ, พจ.1-9 และ เพอเพิ้ล ปลูกปลายฤดูฝนเพื่อให้ออกดอกในช่วงฤดูหนาว พร้อมทำค้างเพื่อสะดวกในการผสมข้ามและเก็บเมล็ด ผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) จำนวนคู่ผสมทั้งหมด 72 คู่ผสม
2. เก็บเมล็ดพันธุ์มันเทศลูกผสมเนื้อสีม่วง (หลังผสม 25-30 วัน) นำเมล็ดแต่ละคู่ผสมมาผึ่งในร่มจนเมล็ดแห้งดี จากนั้น เก็บเมล็ดพันธุ์มันเทศลูกผสมแต่ละคู่ผสมไว้ในห้องเย็นหรืออยู่ในที่ควบคุมอุณหภูมิได้

**การคัดเลือกพันธุ์ (selection)**

1. ทำการปลูกคัดเลือกมันเทศลูกผสมที่ได้จากการผสมข้าม โดยการปลูกคัดเลือกตามแผนการคัดเลือกสายต้น (clonal selection) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เพาะจากเมล็ด ครั้งที่ 2 ปลูกต้นคัดเลือกจำนวน 5 ต้นต่อสายต้น เกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์ ได้แก่ 1) หัวมีขนาดใหญ่ เนื้อสีม่วง ผิวเรียบ 2) ผลผลิตไม่น้อยกว่า 2,500 กิโลกรัมต่อไร่ 3) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ไม่น้อยกว่า 30 4) มีการเจริญเติบโตที่ดี
2. เตรียมแปลงสำหรับปลูกคัดเลือกปลูกมันเทศลูกผสมเนื้อสีม่วง ขนาด 1 x 2 เมตร ยกร่องขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 30 เซนติเมตร จำนวน 1 ร่องต่อแปลง รองพื้นด้วยปุ๋ยคอก 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ เตรียมท่อนพันธุ์ยาว 30 เซนติเมตร แช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารไทอะมิโทแซม อัตรา 5 กรัมต่อน้ำ20 ลิตร นาน 5 นาที และปลูกมันเทศบนสันร่อง 1 ต้นต่อหลุม โดยใช้ระยะปลูก ระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 30 เซนติเมตร จำนวนสายต้นละ 5 ต้น
2. ปฏิบัติดูแลรักษามันเทศโดยมีการให้น้ำ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ กำจัดวัชพืช ตลบเถามันเทศเดือนละ 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 2 และ 3 เดือนหลังปลูก ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมันเทศใช้สารฟิโพรนิล อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อพบในระยะเริ่มเข้าทำลาย
3. เก็บเกี่ยวผลผลิตมันเทศเมื่ออายุ 120 วันหลังปลูก สุ่มตัวอย่างต้นเพื่อประเมินผลผลิต เว้นต้นหัวและท้ายแปลง รวมต้นเก็บเกี่ยว 8 ต้นต่อแปลง ในพื้นที่สุ่ม 3 ตารางเมตร
4. บันทึกข้อมูล ได้แก่ ผลผลิตรวม ขนาดหัว(กว้างและยาว) สีเนื้อ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง โดยการฝานหัวมันเทศ น้ำหนักสด 200 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียน จนน้ำหนักคงที่
5. เนื่องจากเป็นการคัดเลือกสายต้น จึงทำการรวบรวมข้อมูลของแต่ละสาย นำมาวิเคราะห์ลักษณะเด่นของแต่ละสายต้น โดยการหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำไปปลูกคัดเลือกและเปรียบเทียบสายต้นในฤดูถัดไป

## ผลการศึกษา

การปลูกคัดเลือกพันธุ์ พบว่า มันเทศลูกผสมมีการกระจายทางพันธุกรรมในแต่ละคู่ผสมค่อนข้างสูง เช่น ผลผลิตพบการกระจายลักษณะของสีเนื้อมันเทศ พบตั้งแต่สีชมพู แดงปนม่วง ม่วง และม่วงเข้ม และสีผิวส่วนใหญ่จะเป็นสีแดงปนม่วง **(Figure 1)** รวมถึงลักษณะการเกษตรอื่นๆ เช่น การกระจายลักษณะสีและรูปร่างของใบมันเทศ ก็มีความแปรปรวนแตกต่างกันไปในแต่ละคู่ผสม **(Figure 2)** จากการปลูกคัดเลือกครั้งที่ 1 สามารถคัดเลือกได้ 1,098 สายต้น จากลูกผสมทั้งหมด 1,750 สายต้น จากนั้นทำการปลูกคัดเลือกครั้งที่ 2 คัดเลือกพันธุ์ตามเกณฑ์การคัดเลือก ได้มันเทศที่ผ่านคัดเลือก จำนวน 69 สายต้น โดยทั้ง 69 สายต้น มีเนื้อสีม่วง โดยมีองค์ประกอบของผลผลิต ดังนี้

- ผลผลิต พบว่า มันเทศลูกผสมทุกสายต้น ให้ผลผลิตตั้งแต่ 2,502-6,068 กิโลกรัมต่อไร่ สายต้น PJ.08-09-10 ให้ผลผลิตสูงสุด 6,068 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาเป็นสายต้น PJ.08-02-01 ให้ผลผลิต 5,920 กิโลกรัมต่อไร่ **(Figure 3)** ในขณะที่สายต้น PJ.06-04-35 ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,502 กิโลกรัมต่อไร่ **(Table 1)**
- ขนาดหัว ความกว้างหัว มันเทศทุกสายต้นที่ผ่านการคัดเลือกมีความกว้างหัวตั้งแต่ 3.37-7.73 เซนติเมตร ในขณะที่ความยาวหัว ตั้งแต่ 12.7-25.3 เซนติเมตร **(Table 1)**

- เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่า มันเทศลูกผสมทุกสายต้น ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งตั้งแต่ 30.0-43.0 สายต้น PJ.04-02-04 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุด 43.0 ในขณะที่สายต้น PJ.06-07-36 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งต่ำสุด 30.0 **(Table 1)**

(a) (b)

**Figure 1** Segregation of color traits in the F1 progenies, (a and b) flesh color.

(a) (b)

**Figure 2** Segregation of leaf in different crosses, (a) leaf shape (b) leaf color.

(a) (b)

**Figure 3** Tuber characteristics of high yield sweet potato clones, (a) PJ.08-09-10 (b) PJ.08-02-01.

**Table 1** Yield components of selected clones grown at Phichit Agricultural Research and Development Center in 2023

| Clone | Yield (kg/rai) | Tuber size (cm) | | Dry matter (%) | Flesh[1/] color | Clone | Yield (kg/rai) | Tuber size (cm) | | Dry matter (%) | Flesh[1/] color |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Width | Length | | | | | Width | Length | | |
| PJ.01-03-16 | 2,653 | 4.30 | 20.7 | 38.5 | RPG59A | PJ.08-02-01 | 5,920 | 6.80 | 19.7 | 30.0 | PGN78B |
| PJ.01-06-77 | 3,792 | 5.35 | 16.2 | 36.0 | RPG59A | PJ.08-02-03 | 3,697 | 6.30 | 20.0 | 30.0 | PGN78B |
| PJ.01-09-31 | 2,765 | 3.53 | 12.7 | 34.0 | RPG64A | PJ.08-02-09 | 2,890 | 4.57 | 15.7 | 31.5 | PGN78A |
| PJ.02-01-06 | 2,836 | 3.93 | 20.0 | 41.0 | RPG59A | PJ.08-02-11 | 2,884 | 4.40 | 15.0 | 32.0 | PGN78D |
| PJ.02-03-23 | 2,885 | 3.83 | 19.0 | 34.5 | RPG59A | PJ.08-04-09 | 4,851 | 5.53 | 14.3 | 32.0 | PG77D |
| PJ.02-06-07 | 3,381 | 3.70 | 16.3 | 30.5 | RPG70B | PJ.08-05-01 | 4,216 | 6.73 | 13.7 | 40.0 | PGN78C |
| PJ.02-06-17 | 2,513 | 4.37 | 15.3 | 37.5 | RPG70C | PJ.08-05-13 | 3,194 | 4.00 | 23.3 | 39.0 | PG77A |
| PJ.02-07-14 | 2,726 | 3.67 | 21.3 | 34.0 | RPG61A | PJ.08-05-15 | 5,036 | 6.57 | 19.0 | 34.0 | PGN78B |
| PJ.02-08-29 | 3,062 | 4.30 | 13.0 | 32.0 | RPG59A | PJ.08-06-15 | 3,020 | 4.07 | 15.3 | 35.0 | PG77A |
| PJ.02-09-18 | 3,674 | 5.27 | 19.7 | 34.5 | PGN78B | PJ.08-06-39 | 3,528 | 4.33 | 18.3 | 33.5 | PG77C |
| PJ.02-09-41 | 3,466 | 5.63 | 17.5 | 35.5 | PGN78B | PJ.08-06-43 | 2,894 | 3.47 | 23.0 | 33.0 | PG77A |
| PJ.03-04-02 | 3,284 | 5.73 | 18.0 | 32.0 | PGN78C | PJ.08-07-01 | 4,124 | 5.80 | 20.7 | 31.0 | PG77A |
| PJ.03-06-11 | 3,894 | 6.13 | 18.3 | 31.0 | PG78B | PJ.08-07-10 | 3,904 | 5.17 | 19.7 | 32.0 | PGN78C |
| PJ.03-06-17 | 3,307 | 5.13 | 21.3 | 31.5 | PG78B | PJ.08-07-14 | 3,918 | 6.50 | 15.7 | 32.5 | PG77A |
| PJ.03-08-13 | 3,298 | 5.17 | 25.3 | 32.0 | PGN78B | PJ.08-07-17 | 4,268 | 5.50 | 17.7 | 37.0 | PGN78C |
| PJ.04-02-04 | 2,514 | 3.37 | 17.2 | 43.0 | RPG61A | PJ.08-09-10 | 6,068 | 7.73 | 17.0 | 34.5 | PG77B |
| PJ.04-03-26 | 2,905 | 4.17 | 17.2 | 33.5 | PGN78B | PJ.09-01-01 | 5,074 | 5.87 | 14.3 | 30.0 | PGN78A |
| PJ.04-03-49 | 3,026 | 5.47 | 14.5 | 38.0 | PGN78A | PJ.09-01-10 | 3,384 | 4.40 | 17.3 | 32.0 | PG77C |
| PJ.04-06-04 | 4,064 | 5.77 | 18.0 | 31.5 | PGN78A | PJ.09-01-29 | 4,320 | 6.13 | 20.0 | 30.5 | PGN78B |
| PJ.04-06-15 | 4,320 | 4.57 | 19.3 | 35.5 | PGN78B | PJ.09-01-39 | 3,144 | 6.63 | 12.3 | 31.5 | PG77B |
| PJ.04-09-26 | 3,530 | 5.87 | 16.3 | 36.5 | PGN78A | PJ.09-04-14 | 3,034 | 4.30 | 16.0 | 33.0 | PG77B |
| PJ.04-09-27 | 4,334 | 6.73 | 15.3 | 31.5 | PGN78B | PJ.09-04-22 | 4,153 | 5.70 | 14.7 | 31.0 | PG77C |
| PJ.04-09-35 | 3,696 | 4.70 | 18.7 | 30.0 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.04-09-36 | 3,565 | 6.07 | 21.7 | 32.0 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.05-01-09 | 2,901 | 6.13 | 15.8 | 31.5 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.05-01-12 | 2,905 | 4.10 | 20.0 | 36.5 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.06-01-22 | 4,564 | 5.83 | 19.5 | 36.0 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.06-01-24 | 4,311 | 7.27 | 15.5 | 32.5 | PG78A | | | | | | |
| PJ.06-01-40 | 2,754 | 5.07 | 21.0 | 35.0 | PGN79C | | | | | | |
| PJ.06-01-49 | 2,603 | 5.47 | 22.0 | 42.0 | PG77A | | | | | | |
| PJ.06-04-10 | 4,231 | 5.13 | 21.0 | 32.5 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.06-04-22 | 3,782 | 6.00 | 21.0 | 36.5 | PGN78B | | | | | | |
| PJ.06-04-35 | 2,289 | 4.67 | 17.7 | 36.0 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.06-04-36 | 3,478 | 7.13 | 14.5 | 37.5 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.06-04-43 | 3,623 | 5.70 | 20.5 | 36.5 | PGN78B | | | | | | |
| PJ.06-07-02 | 2,909 | 5.30 | 14.0 | 32.0 | PG78A | | | | | | |
| PJ.06-07-25 | 2,950 | 5.63 | 16.0 | 38.5 | PG78A | | | | | | |
| PJ.06-07-30 | 5,186 | 6.93 | 22.5 | 36.5 | PG77A | | | | | | |
| PJ.06-07-31 | 3,274 | 4.63 | 17.7 | 36.5 | PG77B | | | | | | |
| PJ.06-07-36 | 4,759 | 6.80 | 16.0 | 30.0 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.06-08-03 | 5,393 | 7.00 | 19.0 | 33.0 | PG78B | | | | | | |
| PJ.06-08-23 | 2,956 | 5.73 | 18.0 | 30.0 | PG77A | | | | | | |
| PJ.07-03-04 | 3,687 | 6.53 | 17.8 | 31.5 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.07-03-31 | 2,857 | 4.03 | 15.0 | 36.0 | PGN78A | | | | | | |
| PJ.07-04-01 | 3,191 | 4.00 | 19.3 | 34.5 | PGN78B | | | | | | |
| PJ.07-06-13 | 4,442 | 5.37 | 18.3 | 36.5 | PGN78B | | | | | | |
| PJ.07-09-24 | 4,639 | 6.63 | 23.0 | 35.0 | PG77A | | | | | | |

[1/]เปรียบเทียบสีด้วยแผ่นเทียบสี RHS color chart

**วิจารณ์**

จากการผสมข้าม คู่ผสมส่วนใหญ่ติดเมล็ด แต่มี 5 ลูกผสม ไม่มีการติดเมล็ด ซึ่งความสามารถในการผสมพันธุ์ของมันเทศมีความแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ สำหรับการผสมข้ามพันธุ์เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้สร้างประชากรสำหรับการคัดเลือก เพราะมันเทศผสมตัวเองไม่ติดเมล็ด (Kowyama et al., 2008) และมีลักษณะพันธุกรรมแบบ heterozygous หรือการจับคู่ของยีนส่วนใหญ่มีลักษณะไม่เหมือนกัน เมื่อการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่ที่มีลักษณะตามที่ต้องการแล้ว การผสมข้ามพันธุ์จะทำให้เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของยีนได้ลูกผสมที่มีความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ สามารถใช้ในการคัดเลือก โดยทั่วไปแผนการคัดเลือกที่นิยมใช้ในมันเทศ ได้แก่ แผนการคัดเลือกสายต้น (clonal selection) (สถาบันวิจัยพืชสวน,2559)

**สรุป**

การผสมและคัดเลือกมันเทศลูกผสมเนื้อสีม่วงสำหรับสำหรับอุตสาหกรรมแป้ง ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ปี 2565-2566 คัดเลือกสายต้นดีเด่น จำนวน 69 สายต้น ให้ผลผลิต 2,502-6,068 กิโลกรัมต่อไร่ ความกว้างหัว 3.37-7.73 เซนติเมตร ความยาวหัว 12.7-25.3 เซนติเมตร สีเนื้อชมพูถึงม่วงเข้ม (Purple Group) และให้เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง 30.0-43.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสายต้นที่ผ่านการคัดเลือกเหล่านี้จะนำไปปลูกคัดเลือกครั้งที่สาม ก่อนจะนำไปเปรียบเทียบสายต้นคัดเลือกเบื้องต้น/สายต้นดีเด่นต่อไป

**คำขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการของกรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการวิจัยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 และสถาบันวิจัยพืชสวน ที่ให้คำแนะนำและอนุมัติให้ดำเนินการวิจัย ขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตรที่ให้สถานที่ทำการวิจัย ตลอดจน นักวิชาการเกษตร พนักงานราชการ และพนักงานจ้างเหมา ที่ให้ความร่วมมือในการทำการวิจัย บันทึกข้อมูล จนทำให้การวิจัยการผสมและคัดเลือกมันเทศเนื้อสีม่วงสำหรับอุตสาหกรรมแป้งสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

นรินทร์ พูลเพิ่ม, อรรัตน์ วงศรี, เพียงเพ็ญ ศรวัต และปัญญา ธยามานนท์. 2550. การคัดเลือกพันธุ์มันเทศเพื่อผลิตเอทานอล. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/refs/search.php. ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2562.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2559. เทคโนโลยีการผลิตมันเทศ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 29 น.

Helgi library. 2022. Sweet Potato Production. Helgi Analytics. [Online]. Available: https://www.helgilibrary.com/indicators/sweet-potato-production/. Accedded Nov.02, 2022.

News Channel Nebraska. 2022. Sweet Potato Market Size In 2022 : Top Countries Data, Emerging Market Trends, Share, Industry Analysis by Top Manufactures, Growth Insights, and Forecasts to 2028. [Online]. Available: https://rivercountry.newschannelnebraska.com/story/46985848/sweet-potato-market-size-in-2022-top-countries-data-emerging-market-trends-share-industry-analysis-by-top-manufactures-growth-insights-and-forecasts. Accedded Nov.02, 2022.

Kowyama,Y., T. Tsuchiya, and K. Kakeda. 2008. Molecular genetics of sporophytic self-incompatibility in *Ipomoea*, a member of the Convolvulaceae, pp. 259-274. *In* Franklin-Tong, V.E., ed. SelfIncompatibility in Flowering Plants- Evolution, Diversity, and Mechanisms. SpringerVerlag Berlin Heidelberg, New York.

Wilson, R.M. 2010. Sweet Potato as A Feedstock for Ethanol Production. Available: www.iea.usp.br/mo/malufbiofuels.pdf. Accessed: Aug.25, 2019

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของการใช้แสงเทียมต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันภายใต้วัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน

# Effect of LEDs supplemental lighting on curcuminoids content of turmeric (*Curcuma longa* L.) under substrate culture

**ธงชัย ไทรน้อย[1*], สุนิตรา คามีศักดิ์[1], อรรถพล รุกขพันธ์[2] และ ปิยะนุช มุสิกพงษ์[2]**
**Thongchai Sainoi[1*], Sunitra Kameesak[1], Auttapon Rukkaphan[2] and Piyanuch Musigapong[2]**

[1] *สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900*
[1] *Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak District, Bangkok 10900*
[2] *ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150*
[2] *Trang Horticulture Research Center, Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Sikao district, Trang province 92150*

**บทคัดย่อ:** เทคโนโลยีการใช้แสงเทียมช่วยส่งเสริมให้มีการกระตุ้นสารทุติยภูมิในพืช จึงนำมาใช้ในการผลิตขมิ้นชันเพื่อให้มีสารทุติยภูมิสูงผ่านเกณฑ์คุณภาพวัตถุดิบขมิ้นชันตามมาตรฐานสมุนไพรไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้แสงเทียมต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน ดำเนินการทดลองที่สถาบันวิจัยพืชสวน ระหว่างปี 2565-2566 ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ T-test จำนวน 2 กรรมวิธี คือ การให้แสงสีน้ำเงิน (450 นาโนเมตร) และการให้แสงสีแดง (660 นาโนเมตร) ในขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 84-2 ที่อายุ 120 ถึง 210 วันหลังปลูก กำหนดวันละ 3 ชั่วโมง ช่วงเวลา 03.00 – 06.00 น. ความเข้มแสง 80-100 $\mu$mol $m^{-2}s^{-1}$ พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงิน มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์สูง 7% และขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดงมีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ 5.5% ซึ่งผ่านเกณฑ์คุณภาพที่ต้องมีไม่ต่ำกว่า 5% ของวัตถุดิบขมิ้นชันตามมาตรฐานสมุนไพรไทย นอกจากนี้ ขมิ้นชันมีการตอบสนองทางด้านอัตราการเจริญเติบโต องค์ประกอบของผลผลิตและคุณภาพสีเนื้อ ที่ดีกว่าเมื่อได้รับแสงสีน้ำเงิน ซึ่งมีความแตกต่างกันกับการได้รับแสงสีแดง ดังนั้น การนำเทคโนโลยีการใช้แสงเทียมสีน้ำเงินสามารถเพิ่มปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์และควบคุมคุณภาพวัตถุดิบในขมิ้นชันที่ปลูกแบบไม่ใช้ดินได้
**คำหลัก:** ขมิ้นชัน; แสงเทียม; สารเคอร์คูมินอยด์; ผลผลิต

**ABSTRACT:** Artificial lighting encourages plants to activate secondary metabolites. So, it is used in the turmeric production in order to have high secondary components that meet the Thai Herbal Pharmacopoeia for raw turmeric resources. This study looked at the effects of artificial lighting on the curcuminoids content in soilless turmeric cultivation. The experiment was conducted at the Horticultural Research Institute between 2022–2023. The average T-test was contrasted with 2 treatments: blue light (450 nm) and red light (660 nm) in Trang 84-2 cultivars of turmeric at 120 to 210 days after planting, 3 hours every day from 3:00 to 6:00 a.m. and 80 to 100 $\mu$mol $m^{-2}s^{-1}$ of light intensity. It was found that turmeric exposed to blue light contained 7% of curcuminoids while red light treatment had 5.5% of curcuminoids. Both of them met Thai herbal Pharmacopoeia for quality by not being less than 5% of turmeric raw materials. In addition, turmeric responded better to blue light exposure than red light in terms of growth rate, yield composition and color quality. Therefore, turmeric cultivated in soilless can have its curcuminoids content increased and the quality of its raw materials controlled by the use of artificial blue light technology.
**Keywords:** turmeric; LEDs lighting; curcuminoids content; yield

## บทนำ

สารเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) คือ สารทุติยภูมิในขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) เป็นสารสีเหลือง มี 3 ชนิด ได้แก่ ดีเมท็อกซีเคอร์คูมิน (dimethoxycurcumin) บิส-ดีเมท็อกซีเคอร์คูมิน (bis-demethoxycurcumin) และ เคอร์คูมิน (curcumin) แสงเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิตและมีผลต่อการสังเคราะห์สารทุติยภูมิของพืช ได้แก่ สารฟีโนลิกและสารฟลาโวนอยด์ (Kim et al.,

* Corresponding author: noomsainoi@gmail.com

2003; Hemm et al., 2004; Xie and Wang, 2006) พืชจะสร้างสารทุติยภูมิจากสารปฐมภูมิเพื่อปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม (Carvalho et al., 2016; Bantis et al., 2016) แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงมีผลต่อการผลิตสารประกอบฟีนอล (Lattanzio et al., 2006) แสงที่พืชนำมาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร พืชสร้างคลอโรฟิลด์ a และ b ได้ดีที่สุดในช่วงความยาวคลื่น 400-480 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 630-680 นาโนเมตร (แสงสีแดง) อย่างไรก็ตาม พืชต้องการแสงที่มีความยาวคลื่นและสัดส่วนของแสงที่แตกต่างกัน ช่วงการเจริญของต้นกล้า ให้แสงสีน้ำเงิน (450 นาโนเมตร) ต่อแสงสีแดง (660 นาโนเมตร) สัดส่วน 75:25 ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น ให้แสงสีน้ำเงินต่อแสงสีแดง สัดส่วน 50:50 และช่วงการออกดอกให้ผลผลิต ให้แสงสีน้ำเงินต่อแสงสีแดง สัดส่วน 25:75 (นภัทร และไชยยันต, 2560) เทคโนโลยีการผลิตพืชด้วยแสงเทียมจาก light-emitting diodes (LEDs) สามารถกำหนดสเปคตรัม และความเข้มของแสงได้ ให้พลังงานแสงที่สูง ปลดปล่อยความร้อนต่ำ ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน (Yeh and Chung, 2009) ผักใบเขียวที่ปลูกภายใต้แสงสีแดงและสีขาวมีน้ำหนักสดของพืชมาก แต่ปริมาณสารฟลาโวนอยด์มีมากภายใต้แสงสีน้ำเงิน (Matysiak and Kowalski, 2019)

การปลูกขมิ้นชันในโรงเรือนที่ประเทศญี่ปุ่น ความเข้มแสงสัมพัทธ์ 73 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีและมีปริมาณสารเคอร์คูมินสูง (Hossain et al., 2009) และความเข้มแสงมีผลต่อระดับสารฟีโนลิก ฟลาโวนอยด์ และสารต้านอนุมูลอิสระในขิง (Ghasemzadeh et al., 2010) และการปลูกขิงพันธุ์ Halia Bara ที่ประเทศมาเลเซียในสภาพโรงเรือนที่มีการพรางแสงระดับความเข้มแสง 310 $\mu$mol $m^{-2}s^{-1}$ มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์และสารต้านอนุมูลอิสระสูง และที่ระดับความเข้มแสง 790 $\mu$mol $m^{-2}s^{-1}$ มีปริมาณสารฟีโนลิกสูง พบมากในใบและรองลงมาคือเหง้า นอกจากนี้ ต้นปทุมมาที่ได้แสงสีแดงช่วงแสง 632-660 นาโนเมตร มีผลต่อการลดลงของสรีรวิทยา ปริมาณแป้งและน้ำตาล แต่การให้แสงในตอนกลางคืนช่วยปรับปรุงคุณภาพของดอกและเหง้าของปทุมมา (Chidburee et al., 2007) แสง LED สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักเหง้าขมิ้นอ้อยภายหลังการเก็บเกี่ยว (Onsri et al., 2021) ความเข้มแสงจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของพืช และมีผลต่อสารสำคัญในพืชสมุนไพรได้ (Briskin and Gawienowski, 2001) ดังนั้น เทคโนโลยีการผลิตพืชด้วยแสงเทียมสามารถเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิในพืชได้ จึงต้องศึกษาการใช้แสงเทียมต่อการเพิ่มสารสำคัญในขมิ้นชันสายพันธุ์ตรัง 84-2 เพื่อพัฒนาการผลิตให้ได้มาตรฐานและมีคุณภาพมากขึ้น และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

**วิธีการศึกษา**

ทดสอบโดยใช้วิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย จำนวน 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 การให้แสงสีน้ำเงิน (450 นาโนเมตร) และกรรมวิธีที่ 2 การให้แสงสีแดง (660 นาโนเมตร) มี 15 ซ้ำ ดำเนินการทดลองในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2565 – กรกฎาคม 2566 ที่สถาบันวิจัยพืชสวน ศึกษาในขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 84-2 ใช้ส่วนของแง่งเป็นท่อนพันธุ์โดยคัดเลือกให้มีขนาดน้ำหนักระหว่าง 20-30 กรัมและมีตาบนท่อนพันธุ์ประมาณ 3-4 ตา นำท่อนพันธุ์แช่ในสารป้องกันเชื้อราเป็นเวลา 10 นาที ผึ่งลมให้แห้งหมาดและปลูกในตะกร้าขนาด 12 นิ้ว ที่ใช้กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก จำนวน 1 ท่อนพันธุ์ต่อตะกร้า ปฏิบัติดูแล ให้น้ำ ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 15 กรัมต่อต้น เมื่อขมิ้นชันมีใบจริง 3-4 ใบ และให้ปุ๋ยสูตร 0-52-34 อัตรา 10 กรัมต่อต้น เมื่อขมิ้นชันมีอายุ 90 วันหลังปลูกและติดตั้งชุดหลอดไฟแอลอีดีแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงพร้อมชุดควบคุมการเปิดปิด (timer) ในโรงเรือนมุ้งตาข่าย เริ่มให้แสงเมื่อขมิ้นชันมีอายุ 120 - 210 วันหลังปลูก ในช่วงเวลา 03.00 – 06.00 น. ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ความเข้มแสงประมาณ 80-100 $\mu$mol $m^{-2}s^{-1}$ (Spectrum meter PLA-20, Barcelona) เก็บเกี่ยวผลผลิตขมิ้นชันที่ยุบตัวสมบูรณ์แล้วเมื่ออายุ 270 วันหลังปลูก (9 เดือน) การบันทึกข้อมูล คือ ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในส่วนของหัวแม่และหัวแง่ง และอัตราการเจริญเติบโต การวิเคราะห์สารเคอร์คูมินอยด์ใช้วิธีการทดสอบแบบ In-house method ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารสำคัญในพืชสมุนไพร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**1. ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoid)**

การให้แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงกับขมิ้นชันในช่วงระหว่างอายุ 120 - 210 วันหลังปลูกส่งผลให้ขมิ้นชันมีการตอบสนองต่อการสร้างปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในผลผลิตแตกต่างกัน (Table 1) ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีปริมาณสาร Demethoxy curcumin 1.67 % (w/w) และ Curcumin 4.21 % (w/w) ซึ่งมีปริมาณสูงแตกต่างกับขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดง สำหรับปริมาณสาร Bis-demethoxy curcumin พบว่ามีมากในขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดง (1.74 % (w/w)) ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมด พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีปริมาณสูงสุด 7.0 % (w/w) และขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดงมีปริมาณ 5.5 % (w/w) ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia, THP) กำหนดให้วัตถุดิบขมิ้นชันสำหรับผลิตยาต้องมีปริมาณเคอร์คูมินอยด์

ไม่น้อยกว่า 5.0 % (w/w) (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) การเพิ่มขึ้นของสารออกฤทธิ์ในขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินสอดคล้องกับการทดลองของ Kondo et al. (2014) รายงานว่าการให้แสงสีน้ำเงินความเข้มแสง 50 μmol m-2s-1 ในอุ่นทำให้มีปริมาณแอนโธไซยานินสูงที่สุด

**Table 1** Curcuminoid content parameters in 84-2 cultivars of turmeric under different LEDs light.

| Treatments | Demethoxy curcumin % (W/W) | Bis-demethoxy curcumin % (W/W) | Curcumin % (W/W) | Total Curcumin (%) (THP standard ≥ 5 %) |
|---|---|---|---|---|
| Blue LEDs | 1.67 | 1.14 | 4.21 | 7.0 |
| Red LEDs | 1.24 | 1.74 | 2.53 | 5.5 |
| T-test | ** | ** | ** | - |

** =significant at P≤0.01

**2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต**

การเก็บเกี่ยวผลผลิตขมิ้นชันที่อายุ 270 วันหลังปลูก (9 เดือน) พบว่า การให้แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงกับขมิ้นชันในช่วงอายุระหว่าง 120 - 210 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกัน **(Figure 1)** ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีปริมาณผลผลิตสดเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด 108.2 กรัม มากกว่าขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดงมีปริมาณผลผลิตสดเฉลี่ยต่อต้น 61.7 กรัม

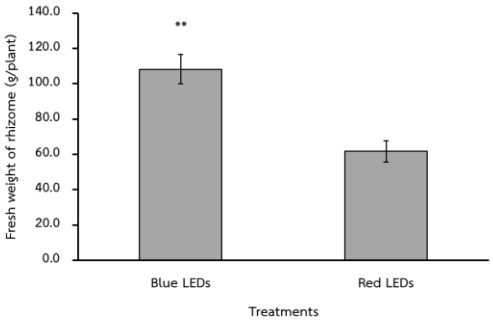



**Figure 1** Average fresh weight of rhizome turmeric (g/plant) under different LEDs light.

ผลผลิตในส่วนของหัวแม่พันธุ์ **(Table 2)** พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีผลให้เกิดความแตกต่างของผลผลิตในส่วนของหัวแง่งที่ 1 และ 2 ของขมิ้นชัน ซึ่งผลผลิตต่อต้นในส่วนของหัวแง่งที่ 1 พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีปริมาณน้ำหนักสด 55.93 กรัม น้ำหนักแห้ง 9.99 กรัม ขนาดความกว้าง 2.36 เซนติเมตรและขนาดความยาว 4.70 เซนติเมตร มากกว่าแตกต่างกับขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดง และผลผลิตต่อต้นในส่วนของหัวแง่งที่ 2 พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินให้จำนวนหัวแง่ง 6.50 หัวแง่ง มีปริมาณน้ำหนักสด 26.59 กรัม น้ำหนักแห้ง 3.32 กรัม ขนาดความกว้าง 1.36 เซนติเมตรและขนาดความยาว 3.82 เซนติเมตร มากกว่าแตกต่างกับขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดง Hogewoning et al. (2010) กล่าวว่า แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงมีผลต่อการเจริญเติบโตและช่วยในการสะสมมวลชีวภาพของพืชทำให้ได้ผลผลิตใกล้เคียงกัน แต่แสงสีน้ำเงินช่วยยกระดับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการแบ่งตัวของคลอโรฟิลล์ (Wu et al., 2007)

**Table 2** Rhizome yield parameters in 84-2 cultivars of turmeric under different LEDs light

| Treatments | Mother rhizome/plant | | | 1° rhizome/plant | | | | | 2° rhizome/plant | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FW (g) | width (cm) | length (cm) | Number of fingers | FW (g) | DW (g) | width (cm) | length (cm) | Number of fingers | FW (g) | DW (g) | width (cm) | length (cm) |
| Blue LEDs | 27.45 | 2.68 | 6.35 | 4.33 | 55.93 | 9.99 | 2.36 | 4.70 | 6.50 | 26.59 | 3.32 | 1.36 | 3.82 |
| Red LEDs | 26.89 | 2.47 | 6.25 | 4.73 | 31.83 | 5.37 | 1.82 | 4.16 | 4.43 | 6.31 | 0.73 | 1.15 | 2.81 |
| T-test | ns | ns | ns | ns | ** | ** | ** | * | ** | ** | ** | * | ** |

ns = non significant, * = significant at P≤0.05, ** =significant at P≤0.01, FW = fresh weight, DW = dry weight

การวัดคุณภาพสีของผลผลิต **(Table 3)** พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงมีการตอบสนองต่อปริมาณคุณภาพสี ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดงหรือสีเขียว (a) แตกต่างกัน ยกเว้นค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b) ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีค่า a เท่ากับ 34.95 ซึ่งมากกว่าแตกต่างกันกับขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดงมีค่า a เท่ากับ 32.43

**Table 3**. The color value parameters in 84-2 cultivars of turmeric yield under different LEDs light.

| treatments | L | a | b |
|---|---|---|---|
| Blue LEDs | 59.41 | 34.95 | 65.49 |
| Red LEDs | 60.77 | 32.43 | 69.21 |
| T-test | * | ** | ns |

ns = non significant, * = significant at P≤0.05, ** =significant at P≤0.01

**3. อัตราการเจริญเติบโต**

ขมิ้นชันมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่อายุ 120 วันหลังปลูก พบว่า ขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีจำนวนต้นเฉลี่ย 3.47 ต้นต่อกอ และแสงสีแดงมีจำนวนต้นเฉลี่ย 3.27 ต้นต่อกอ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่จำนวนแผ่นใบของขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมี 6.20 ใบต่อต้น มีความแตกต่างกับขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดงมี 4.87 ใบต่อต้น **(Table 4)** สอดคล้องกับการศึกษาในต้นปทุมมาที่ได้รับแสงสีแดงมีผลต่อการลดลงของสรีรวิทยา ปริมาณแป้งและน้ำตาล (Chidburee et al., 2007)

**Table 4.** Average of plant No./clump and leaf lamina No./plant in 84-2 cultivars of turmeric under different LEDs light for 120 day after planting.

| Treatment | Plant No./clump (plants) | Leaf lamina No./plant (leaves) |
|---|---|---|
| Blue LEDs | 3.47±0.24 | 6.20±0.21 |
| Red LEDs | 3.27±0.15 | 4.87±0.18 |
| T-test | ns | * |

ns = non significant, * = significant at p≤0.05

อัตราการเจริญเติบโตของขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงในช่วงระหว่างอายุ 120 - 210 วันหลังปลูกมีการตอบสนองที่แตกต่างกัน อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของขมิ้นชันเมื่อเปรียบเทียบกับความสูงก่อนได้รับแสงเทียม พบว่า ขมิ้นชันอายุ 150 วันหลังปลูกที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีอัตราความสูงเพิ่มขึ้น 0.49 ซม./วัน และลดลงต่อเนื่องตามลำดับเพราะเริ่มเข้าสู่ระยะยุบตัวในส่วนเหนือดินของขมิ้นชัน แต่ขมิ้นชันอายุ 150 วันหลังปลูกที่ได้รับแสงสีแดงมีการเปลี่ยนแปลงความสูงลดลง -0.11 ซม./วัน และลดลงต่อเนื่องตามลำดับ แสดงว่า การให้แสงสีแดงทำให้ขมิ้นชันเริ่มเข้าสู่ระยะยุบตัวในส่วนเหนือดินเร็วขึ้น **(Figure 2a)** อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างใบของขมิ้นชัน เมื่อเปรียบเทียบกับความกว้างใบก่อนได้รับแสงเทียม พบว่า ขมิ้นชันอายุ 150 วันหลังปลูกที่ได้รับแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงมีอัตราความกว้างใบลดลงไม่มีความแตกต่างกัน **(Figure 2b)** แสดงว่าขมิ้นชันมีการขยายตัวของแผ่นใบสูงสุดที่อายุ 120 วันหลังปลูกก่อนเข้าสู่ระยะยุบตัว แต่แสงสีน้ำเงินทำให้ขมิ้นชันมีอัตราการลดลงของความกว้างใบน้อยกว่าแสงสีแดง จากการศึกษาต้นมันฝรั่งในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า แสงสีน้ำเงินช่วยให้มีการขยายตัวของแผ่นใบมันฝรั่งมากกว่าแสงสีแดงเพราะแสงสีน้ำเงินชักนำให้มีการสร้างไมโครทิวบูล (microtubule) มากขึ้นทำให้มีการเจริญเติบโตดี (Chen et al., 2020)

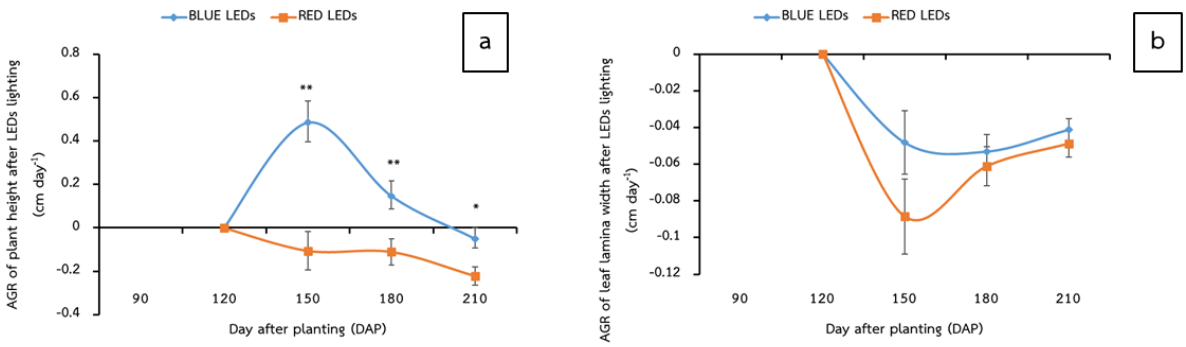



**Figure 2.** Average growth rate (AGR) of plant height (a) and leaf lamina width (b) after LEDs lighting (cm/day) of turmeric under different LEDs light.

## สรุป

ขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 84-2 ที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์สูงสุด 7.0 % (w/w) และขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดงมีปริมาณ 5.5 % (w/w) ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (THP) กำหนดให้วัตถุดิบขมิ้นชันสำหรับผลิตยาต้องมีปริมาณเคอร์คูมินอยด์ไม่น้อยกว่า 5.0 % (w/w)

การให้แสงสีน้ำเงินกับขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 84-2 ส่งเสริมให้มีปริมาณและองค์ประกอบของผลผลิต คุณภาพสีเนื้อ และมีการตอบสนองทางด้านอัตราการเจริญเติบโตที่ดีมากกว่าขมิ้นชันที่ได้รับแสงสีแดง

การนำเทคโนโลยีการใช้แสงเทียมเพื่อเพิ่มปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันที่ปลูกในระบบปลูกแบบไม่ใช้ดินมาใช้ สามารถควบคุมคุณภาพวัตถุดิบได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดของการผลิตขมิ้นชันในระบบปลูกแบบไม่ใช้ดิน คือ ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการเจริญเติบโตจนให้ผลผลิตของขมิ้นชัน

## คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการสงเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนการวิจัยในโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตสมุนไพรคุณภาพ (ขมิ้นชัน พลูคาว บัวบก) ในระบบปลูกไม่ใช้ดิน (substrate culture) และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายและศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง สำหรับการให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 84-2 และสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร สำหรับสถานที่ดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณทีมผู้ช่วยนักวิจัยทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัย ในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. รายงานประจำปีงบประมาณ 2557. สำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี. 2560. ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25:158-176.

Bantis, F., T. Ouzounis, and K. Radoglou. 2016. Artificial LED lighting enhances growth characteristics and total phenolic content of *Ocimum basilicum*, but variably affects transplant success. Scientia Horticulturae. 198: 277-283.

Briskin, D.P., and M.C. Gawienowski. 2001. Differential effects of light and nitrogen on production of hypericins and leaf glands in Hypericum perforatum. Journal of Plant Physiology. 39: 1075–1081.

Carvalho, S.D., M.L. Schwieterman, C.E. Abrahan, T.A. Colquhoun, and K.M. Folta. 2016. Light Quality Dependent Changes in Morphology, Antioxidant Capacity, and Volatile Production in Sweet Basil (*Ocimum basilicum*). Frontiers in Plant Science. 7: 1-12.

Chen, L., K. Zhang, X. Gong, H. Wang, Y. Gao, X. Wang, Z. Zeng, and Y. Hu. 2020. Effects of different LEDs light spectrum on the growth, leaf anatomy, and chloroplast ultructure of potato plantlets *in vitro* and minituber production after transplanting in the greenhouse. Journal of Integrative Agriculture. 19: 108-119.

Chidburee, A., W. Bundittaya, C. Suwanthada, N. Ohtake, K. Sueyoshi, T. Ohyama, and S. Ruamrungsri. 2007. Effects of red light on growth, photosynthesis and food reserves in Curcuma *alismatifolia Gagnep*. Thai Journal of Agricultural Science. 40: 57-63.

Ghasemzadeh, A., H.Z.E. Jaafar, A. Rahmat, P.E.M. Wahab, and M.R.A. Halim. 2010. Effect of different light intensities on total phenolics and flavonoids synthesis and anti-oxidant activities in young ginger varieties (*Zingiber officinale* Roscoe). International Journal of Molecular Sciences. 11: 3885-3897.

Hemm, M.R., S.D. Rider, J. Ogas, D.J. Murry, and C. Chapple. 2004. Light induces phenylpropanoid metabolism in Arabidopsis roots. Plant Journal. 38: 765–778.

Hogewoning, S.W., G. Trouwborst, H. Maljaars, H. Poorter, W. van Ieperen, and J. Harbinson. 2010. Blue light dose–responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of Cucumis sativus grown under different combinations of red and blue light. Journal of Experimental Botany. 61: 3107-3117.

Hossain, M.A., H. Akamine, Y. Ishimine, R. Teruya, Y. Aniya, and K. Yamawaki. 2009. Effects of relative light intensity on the growth, yield and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.) in Okinawa, Japan. Plant Production Science. 12: 29-36.

Kim, D.O., S.W. Jeond, and C.Y. Lee. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry. 81: 321–326.

Kondo, S., H. Tomiyama, A. Rodyoung, K. Okawa, H. Ohara, S. Sugaya, N. Terahara, and N. Hirai. 2014. Abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grape skin are affected by light emitting diode (LED) irradiation at night. Journal of Plant Physiology. 171:823-829.

Lattanzio, V, V.M.T. Lattanzio, and A. Cardinali. 2006. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. Phytochemistry. 2006; 23-67.

Matysiak, B., and A. Kowalski. 2019. White, blue and red LED lighting on growth, morphology and accumulation of flavonoid compounds in leafy greens. Zemdirbyste-Agriculture. 106:281-286.

Onsri K., B. Manochai, and P. Chulaka. 2021. Raising in the active compound contents of post–harvest zedoary rhizome in response to exposure to various color of light-emitting diodes. Thai Journal of Science and Technology. 7: 32-47.

Wu, M.C., C.Y. Hou, C.M. Jiang, Y.T. Wang, C.Y. Wang, H.H. Chen, and H.M. Chang. 2007. A novel approach of LED light radiation improves the antioxidant activity of pea seedlings. Food Chemistry. 101: 1753-1758.

Xie, B.D., and H.T. Wang. 2006. Effects of light spectrum and photoperiod on contents of flavonoid and terpene in leaves of *Ginkgo biloba* L. Nanjing Forestry University. 30: 51–54.

Yeh, N., and J.P. Chung. 2009. High brightness LEDs Energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 13: 2175–2180.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของปุ๋ยหมักเศษผักต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกและมะเขือเทศ

# Effect of vegetable scraps compost on growth of chilli and tomato seedlings

**ประภาสิริ องค์รักษ์[1*], ชฎาพร สุนทร[2], เยาวพา จิระเกียรติกุล[2] และ ภาณุมาศ ฤทธิไชย[2]**
**Prapasiri Ongrak[1*], Chadaporn Soonthon[2], Yaowapha Jirakiattikul[2] and Panumart Rithichai[2]**

*[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120*
*[1] Department of Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathum Thani 12120*
*[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120*
*[2] Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathum Thani 12120*

**บทคัดย่อ:** ปุ๋ยหมักเป็นส่วนผสมที่สำคัญของวัสดุเพาะกล้า การนำเศษผักมาทำปุ๋ยหมักเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เป็นประโยชน์ งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักเศษผักผสมกับวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก (*Capsicum annuum*) และมะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum*) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 ทรีทเมนต์ 4 ซ้ำ เพาะเมล็ดพริกและมะเขือเทศในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ ดังนี้ พีทมอส (T1) ปุ๋ยหมักเศษผักและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T2) ปุ๋ยหมักเศษผักและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) และปุ๋ยหมักเศษผัก ขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร (T4) บันทึกการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกและมะเขือเทศ เมื่ออายุ 35 และ 28 วันหลังหยอดเมล็ด ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ต้นกล้าพริกมีน้ำหนักแห้งต้นและรากไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเพาะในวัสดุเพาะทุกสูตร แต่การเพาะในพีทมอสต้นกล้าพริกมีค่าสัดส่วนของต้นและรากต่ำกว่าการเพาะในวัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสม สำหรับต้นกล้ามะเขือเทศเพาะในวัสดุเพาะสูตร T3 และ T4 มีน้ำหนักแห้งต้นสูงกว่าการเพาะในพีทมอส ส่วนน้ำหนักแห้งรากและค่าสัดส่วนของต้นและรากมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเพาะในวัสดุเพาะทุกสูตร ดังนั้น วัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมกับขุยมะพร้าว หรือถ่านแกลบ ในสูตร T2 T3 และ T4 สามารถใช้ทดแทนพีทมอสในการเพาะต้นกล้าพริกและมะเขือเทศได้
**คำสำคัญ:** พริก; วัสดุเพาะกล้า; มะเขือเทศ; ปุ๋ยหมักเศษผัก

**ABSTRACT:** Compost is an important component of growing media. Utilizing vegetable scraps to make compost is one approach to transform agricultural waste into beneficial resources. Therefore, this study aimed to investigate the effect of vegetable scraps compost mixed with different substrates on the growth of chilli (*Capsicum annuum*) and tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings. The experiments were arranged in completely randomized design with four treatments and four replications. Chilli and tomato seeds were sown in different growing media as follows; peat moss (T1), vegetable scraps compost: cocopeat in the ratio of 1:1 by volume (T2), vegetable scraps compost: carbonized rice hull in the ratio of 1:1 by volume (T3) and vegetable scraps compost: cocopeat: carbonized rice hull in the ratio of 1:1:1 by volume (T4). Growth of chilli and tomato seedlings were determined at 35 and 28 days after seeding, respectively. Results indicated that shoot and root dry weights of chilli seedlings were not statistically different among the treatments. However, seedlings grown in peat moss had a lower shoot and root ratio than those grown in vegetable scraps compost treatments. In the case of tomato seedlings, shoot dry weights of T3 and T4 were higher than that of peat moss. Root dry weight and shoot and root ratio were not significantly different among the treatments. Accordingly, the growing media consisting of vegetable scraps compost mixed with coconut peat or carbonized rice hull in the T2, T3 and T4 could be effectively used as substituted for peat moss in the cultivation of chilli and tomato seedlings.
**Keywords:** chilli; growing media; tomato; vegetable scraps compost

[*] Corresponding author: prapasiri1994@gmail.com

**บทนำ**

พริกและมะเขือเทศเป็นพืชในวงศ์ Solanaceae ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การปลูกนิยมใช้วิธีการเพาะกล้า เนื่องจากใช้พื้นที่ไม่มาก เมล็ดมีโอกาสสูญเสียน้อย (แคทรีญา, 2560) การใช้วัสดุเพาะที่เหมาะสมส่งผลให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดี มีความสม่ำเสมอ ต้นกล้าแข็งแรง และตั้งตัวได้ดีหลังย้ายปลูก วัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเพาะต้นกล้า ควรอุ้มน้ำได้ดี มีความพรุนเพียงพอที่จะระบายน้ำส่วนเกินได้ง่าย สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างวัสดุเพาะกับบรรยากาศได้ดี มีความยืดหยุ่นไม่ยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือแตกเมื่อแห้ง มีความหนาแน่นรวมน้อย น้ำหนักเบา มีระดับความเป็นกรด-ด่างเหมาะสมกับพืช มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุเพียงพอที่จะรักษาธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ไม่มีสารพิษเจือปน ไม่สะสมโรค แมลง และเมล็ดวัชพืช วัสดุหาได้ง่าย และราคาไม่แพง (พเยาว์ และคณะ, 2557) ในปัจจุบันวัสดุเพาะที่นิยมใช้คือพีทมอส เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดี อุ้มน้ำ ร่วนโปร่ง ถ่ายเทอากาศได้ดี มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช แต่เป็นวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีต้นทุนในการผลิตที่สูง (ภานุมาศ และคณะ, 2563) ดังนั้นการนำอินทรียวัตถุเหลือใช้บางชนิดจากการเกษตรและอุตสาหกรรมในประเทศมาใช้เป็นวัสดุเพาะ เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัสดุเพาะเพื่อลดการ นำเข้าพีทมอส โดยนิยมนำมาผสมกันเพื่อให้เป็นวัสดุเพาะที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด วัสดุที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะมีหลายชนิด เช่น ขุยมะพร้าว มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าพีทมอสในการใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกพืช โดยเฉพาะการอุ้มน้ำ ระบายอากาศ ปราศจากโรคและแมลงและมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุสูง (Meerow, 1994) ถ่านแกลบมีความพรุนมาก อุ้มน้ำได้ดี มีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุเพาะกันอย่างแพร่หลาย (Kämpf and Jung, 1991) ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ นอกจากจะมีธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ในดิน และทำให้ดินร่วนซุย (บ้านและสวน Kitchen, 2566) จากรายงานการศึกษาวัสดุเพาะสูตรต่างๆ พบว่า การเพาะต้นกล้ามะเขือเทศโดยใช้พีทมอสผสมกับ filter cake อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีที่สุด และให้ผลใกล้เคียงกับการใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า (ชมพู่ และคณะ, 2551) การใช้วัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว ถ่านชีวภาพจากแกลบ ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 2:1:1 โดยปริมาตร ในการเพาะต้นกล้ามะเขือเปราะ พบว่าเมล็ดมีความงอกสูง ต้นกล้าแข็งแรง โดยให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า (ภานุมาศ และคณะ, 2563) จากรายงานข้างต้นจะเห็นได้ว่าการใช้วัสดุเพาะชนิดต่างๆ ส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดี จึงได้ทดลองนำปุ๋ยหมักเศษผักมาผสมกับวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ เพื่อใช้เพาะเมล็ดพริกและมะเขือเทศ ซึ่งการนำปุ๋ยหมักเศษผัก เช่น กะหล่ำปลี ผักกาดขาว และมะเขือเทศ ที่เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะมีส่วนที่เหลือทิ้งอยู่มาก มาใช้เป็นวัสดุเพาะ เป็นการทำให้วัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มีประโยชน์มากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักเศษผักผสมกับวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกและมะเขือเทศ

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 4 ทรีทเมนต์ 4 ซ้ำ ดังนี้ พีทมอส เป็นทรีทเมนต์ควบคุม (T1) ปุ๋ยหมักเศษผักและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T2) ปุ๋ยหมักเศษผักและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) และปุ๋ยหมักเศษผัก ขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร (T4)

ปุ๋ยหมักเศษผักที่ใช้ในการทดลองนี้นำมาจากบริษัท เราฮักดิน จำกัด ในปุ๋ยหมักเศษผักประกอบด้วยเศษผักเหลือทิ้ง (กระหล่ำปลี ผักกาดขาว และมะเขือเทศ) 85% และมูลวัวนม 15% ปุ๋ยหมักเศษผักที่ใช้ทดลองมีลักษณะเป็นผงสีดำ ร่อนผ่านตะแกรงก่อนนำไปผสมเป็นวัสดุเพาะกล้า สำหรับขุยมะพร้าวนำไปแช่น้ำ 12 ชั่วโมง เพื่อลดสารแทนนิน จากนั้นนำมาตากแดดให้แห้ง

นำวัสดุเพาะกล้าทั้ง 4 ทรีทเมนต์ มาบรรจุในถาดเพาะขนาด 28 x 54 เซนติเมตร จำนวน 105 หลุม/ถาด หยอดเมล็ดพริกขี้หนู พันธุ์ห้วยสีทน และมะเขือเทศสีดาลูกผสม พันธุ์แพรวชมพู ชนิดละ 50 หลุม หลุมละ 3 เมล็ด วางถาดเพาะในโรงเรือนหลังคาพลาสติก เมื่อเมล็ดงอกถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ให้น้ำทุกวัน บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

- อายุการงอกเมื่อต้นกล้างอก 50% ของจำนวนหลุมที่เพาะ
- ปริมาณคลอโรฟิลล์ (ค่า SPAD) โดยใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus) เมื่อต้นกล้าพริกอายุ 35 วัน และมะเขือเทศอายุ 28 วันหลังหยอดเมล็ด
- การเจริญเติบโตของต้นกล้า ได้แก่ ความสูงต้น น้ำหนักแห้งต้นและราก เมื่อต้นกล้าพริกอายุ 35 วัน และมะเขือเทศอายุ 28 วันหลังหยอดเมล็ด โดยน้ำหนักแห้งอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
- ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเพาะ โดยบันทึกความหนาแน่นรวม (กองวิเคราะห์ดิน, 2536) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

การนำปุ๋ยหมักเศษผักมาเป็นส่วนผสมในวัสดุเพาะ มีผลทำให้เมล็ดพริกและมะเขือเทศงอกช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในพีทมอส **(Table 1 และ 2)** อาจเป็นเพราะวัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมมีความหนาแน่นรวมของวัสดุเพาะสูง **(Table 3)** ส่งผลต่อการอุ้มน้ำและการระบายอากาศของวัสดุเพาะ โดยเฉพาะการเพาะเมล็ดพริกและมะเขือเทศในสูตรปุ๋ยหมักเศษผักและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T2) และปุ๋ยหมักเศษผักและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) พบว่า เมล็ดผักทั้งสองชนิดงอกช้ากว่าการเพาะในพีทมอสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมในสูตรปุ๋ยหมักเศษผักและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T2) ปุ๋ยหมักเศษผักและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) และปุ๋ยหมักเศษผักผสมขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร (T4) ส่งผลให้ต้นกล้าสูงและมีใบเขียวมากกว่าการเพาะในพีทมอส **(Table 1 และ 2)** เนื่องจากมีค่า SPAD สูงกว่าต้นกล้าที่เพาะในพีทมอส โดยค่า SPAD เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการสังเคราะห์แสง ปริมาณไนโตรเจนในใบ รวมทั้งสุขภาพของพืช (Ling et al., 2011)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก **(Table 1)** พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นและรากไม่แตกต่างกันทางสถิติในวัสดุเพาะทุกสูตร แต่การเพาะในพีทมอส (T1) มีค่าสัดส่วนของต้นและรากต่ำที่สุด ส่วนการเพาะในปุ๋ยหมักเศษผักผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) มีสัดส่วนต้นต่อรากสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการเพาะในปุ๋ยหมักเศษผักผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T2) สำหรับสัดส่วนต้นต่อรากของต้นกล้า แสดงถึงความสมดุลระหว่างการคายน้ำและการดูดน้ำของพืช โดยต้นกล้าที่ดีควรมีน้ำหนักแห้งของรากมาก มีค่าสัดส่วนต้นต่อรากต่ำ เพื่อให้ต้นกล้ามีความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารมากขึ้น (Monk, 1996) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพาะต้นกล้าพริกในพีทมอส ทำให้ระบบรากมีการเจริญเติบโตได้ดี อย่างไรก็ตามการเพาะต้นกล้าพริกเมื่อใช้ปุ๋ยหมักเศษผักผสมกับวัสดุอื่นๆ คือ ปุ๋ยหมักเศษผักผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T2) ปุ๋ยหมักเศษผักผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) และปุ๋ยหมักเศษผักผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร (T4) พบว่า ไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยต้นกล้าพริกสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีใบเขียวและระบบรากที่แข็งแรง มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกใกล้เคียงกัน **(Figure 1A)**

ในต้นกล้ามะเขือเทศ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักเศษผักผสมกับวัสดุเพาะส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะในปุ๋ยหมักเศษผักผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (T3) และปุ๋ยหมักเศษผักผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร (T4) ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งต้นสูงกว่าการเพาะในพีทมอส ส่วนระบบราก พบว่าน้ำหนักแห้งรากและสัดส่วนต้นต่อรากมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเพาะในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ **(Table 2)** แสดงว่าระบบรากของต้นกล้ามะเขือเทศสามารถพัฒนาได้ดีเมื่อเพาะในวัสดุเพาะทุกสูตรที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมเทียบเท่ากับการเพาะในพีทมอส **(Figure 1B)**

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าพืชต่างชนิดจะมีการตอบสนองต่อสูตรวัสดุเพาะแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม วัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมในการทดลองนี้ ส่งผลทางบวกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกและมะเขือเทศ และสามารถใช้ได้ผลดีเทียบเท่ากับการเพาะในพีทมอส ซึ่งเป็นวัสดุเพาะที่นิยมใช้กันทั่วไป เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีในการอุ้มน้ำ ร่วน โปร่ง ถ่ายเทอากาศดี มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช มี pH 5.5 – 6.5 และน้ำหนักเบา เหมาะต่อการเพาะต้นกล้าพืชชนิดต่าง ๆ (ภานุมาศ และคณะ, 2563) จาก **Table 3** พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุเพาะที่ศึกษาในการทดลองนี้มีความแตกต่างกัน โดยความหนาแน่นรวมของวัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมมีค่าสูง เนื่องจากปุ๋ยหมักเศษผักมีลักษณะเป็นผง จึงมีความแน่นทึบมากกว่าพีทมอส วัสดุเพาะทุกสูตร มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.4 - 7.7 ซึ่งสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้กับพืชได้ รวมทั้งไม่มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ โดยทั่วไปค่า pH ที่เหมาะสมที่พืชสามารถนำธาตุอาหารมาใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ในช่วง 6.0-7.0 (Hemilrick, 1991) ค่า EC ของวัสดุเพาะทุกสูตรมีค่าค่อนข้างต่ำ (ค่า EC อยู่ในช่วง 0.98 - 2.44 mS/cm) แสดงให้เห็นว่าวัสดุเพาะทุกสูตรในการทดลองนี้มีธาตุอาหารที่ละลายน้ำในรูปเกลือหรือไอออนที่ไม่เกินความต้องการของพืช คือ ไม่เกิน 4 mS/cm (สุดชล, 2555) จึงไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า นอกจากนี้พีทมอสยังมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าวัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสม อาจเป็นเพราะพีทมอสมีสีเข้มกว่าวัสดุเพาะสูตรอื่นๆ โดยทั่วไปวัสดุเพาะที่มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำมักมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

การใช้วัสดุเพาะสูตรอื่นๆ ที่ให้ผลดีเช่นเดียวกับการใช้พีทมอส ได้มีรายงานแล้วในการเพาะต้นกล้ามะเขือเปราะ โดยใช้ขุยมะพร้าวผสมถ่านชีวภาพจากแกลบและปุ๋ยคอก อัตราส่วน 2:1:1 โดยปริมาตร เมล็ดมีอัตราการงอกที่ดี ต้นกล้าแข็งแรง และให้ผลเหมือนกับการใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า (ภานุมาศ และคณะ, 2563) นอกจากนี้การใช้ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ และปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:0.5 โดยปริมาตร ส่งผลให้ต้นกล้าแตงกวา ผักกาดขาวปลี และผักกาดหอม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (ปรียาภรณ์, 2546)

**Table 1** Germination time, SPAD value, shoot length, shoot dry weight, root dry weight and shoot/root ratio of chilli seedlings grown in different growing media

| Treatment | Germination time (DAS) | SPAD value | Shoot length (cm) | Shoot DW (mg/plant) | Root DW (mg/plant) | Shoot/root ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 6.00±0.00[c] | 18.91±1.03[c] | 9.55±0.15[b] | 88.83±6.85 | 40.00±2.21 | 2.27±0.06[c] |
| T2 | 8.00±0.00[a] | 26.64±1.58[a] | 12.24±0.96[ab] | 116.67±10.08 | 41.67±2.56 | 2.76±0.07[ab] |
| T3 | 7.25±0.43[b] | 28.15±2.07[a] | 13.51±0.33[a] | 142.83±4.48 | 47.00±4.56 | 2.91±0.05[a] |
| T4 | 6.25±0.43[c] | 21.60±1.09[b] | 11.22±2.80[ab] | 118.33±43.89 | 40.67±11.32 | 2.63±0.13[b] |
| **F-test** | ** | ** | * | ns | ns | ** |
| **C.V. (%)** | 5.14 | 7.82 | 14.82 | 22.75 | 17.27 | 0.04 |

T1: peat moss, T2: vegetable scraps compost: cocopeat in the ratio of 1:1 by volume, T3: vegetable scraps compost: carbonized rice hull in the ratio of 1:1 by volume, T4: vegetable scraps compost: cocopeat: carbonized rice hull in the ratio of 1:1:1 by volume. DAS: days after seeding, Means±SD within each column followed by the same letters are not significantly different at $p \leq 0.05$ level by DMRT, ns non-significantly different at $P > 0.05$, * Significantly different at $P \leq 0.05$, ** Significantly different at $P \leq 0.01$

**Table 2** Germination time, SPAD value, shoot length, shoot dry weight, root dry weight, and shoot/root ratio of tomato seedlings grown in different growing media

| Treatment | Germination time (DAS) | SPAD value | Shoot length (cm) | Shoot DW (mg/plant) | Root DW (mg/plant) | Shoot/root ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 4.00±1.22[c] | 17.52±1.80[b] | 13.21±1.28[c] | 133.50±21.53[b] | 36.33±13.83 | 4.89±0.37 |
| T2 | 7.00±0.00[a] | 25.63±2.35[a] | 15.49±1.82[bc] | 164.67±15.81[b] | 31.17±1.66 | 5.08±0.45 |
| T3 | 6.00±0.00[ab] | 25.80±2.42[a] | 19.18±1.30[a] | 235.83±19.26[a] | 44.00±3.50 | 5.24±0.23 |
| T4 | 5.00±0.00[bc] | 20.48±2.53[b] | 17.32±2.47[ab] | 236.67±57.03[a] | 43.83±4.53 | 4.96±0.69 |
| **F-test** | ** | ** | ** | ** | ns | ns |
| **C.V. (%)** | 12.66 | 11.84 | 12.65 | 19.75 | 22.47 | 0.11 |

T1: peat moss, T2: vegetable scraps compost: cocopeat in the ratio of 1:1 by volume, T3: vegetable scraps compost: carbonized rice hull in the ratio of 1:1 by volume, T4: vegetable scraps compost: cocopeat: carbonized rice hull in the ratio of 1:1:1 by volume. DAS: days after seeding, Means±SD within each column followed by the same letters are not significantly different at $p \leq 0.05$ level by DMRT, ns non-significantly different at $P > 0.05$,** Significantly different at $P \leq 0.01$

**Table 3** Bulk density, pH value, electrical conductivity (EC) and organic matter (OM) of different growing media

| Treatment | Bulk density (g/cm$^3$) | pH | EC (mS/cm) | OM (%) |
|---|---|---|---|---|
| T1 | 0.20±0.01 | 5.47±0.03 | 0.98±0.01 | 30.42±0.30 |
| T2 | 0.37±0.02 | 6.99±0.03 | 1.59±0.14 | 5.36±0.99 |
| T3 | 0.48±0.01 | 7.70±0.06 | 1.41±0.10 | 2.52±0.58 |
| T4 | 0.37±0.01 | 7.49±0.07 | 2.44±0.20 | 4.13±0.42 |

T1: peat moss, T2: vegetable scraps compost: cocopeat in the ratio of 1:1 by volume, T3: vegetable scraps compost: carbonized rice hull in the ratio of 1:1 by volume, T4: vegetable scraps compost: cocopeat: carbonized rice hull in the ratio of 1:1:1 by volume.

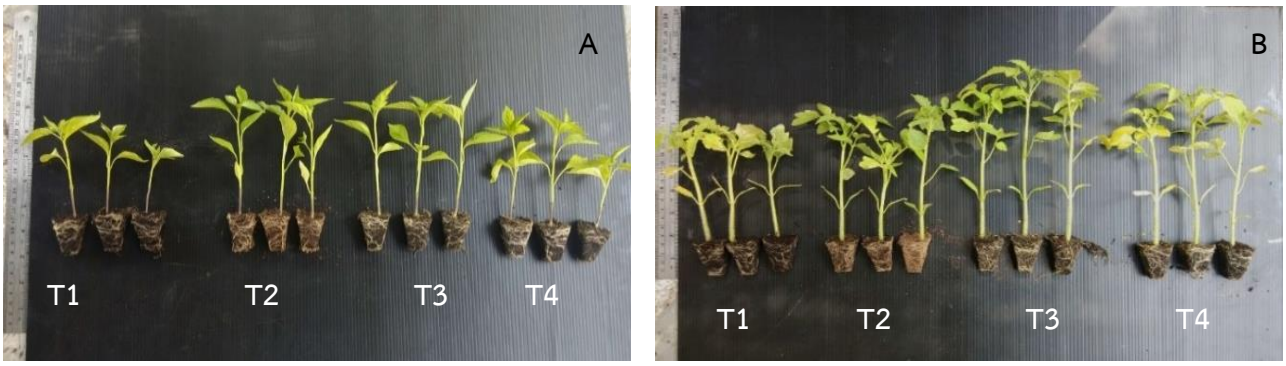



**Figure 1** Chilli seedlings at 35 days after seeding (A) and tomato seedlings at 28 days after seeding (B) grown in peat moss (T1), vegetable scraps compost: cocopeat in the ratio of 1:1 by volume (T2), vegetable scraps compost: carbonized rice hull in the ratio of 1:1 by volume (T3) and vegetable scraps compost: cocopeat: carbonized rice hull in the ratio of 1:1:1 by volume (T4)

**สรุป**

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักเศษผักผสมกับวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก และมะเขือเทศ พบว่า วัสดุเพาะที่มีปุ๋ยหมักเศษผักเป็นส่วนผสมกับถ่านแกลบ หรือขุยมะพร้าวทั้ง 3 สูตร คือ ปุ๋ยหมักเศษผักและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ปุ๋ยหมักเศษผักและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร และ ปุ๋ยหมักเศษผัก ขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกและมะเขือเทศไม่แตกต่างกับการเพาะกล้าในพีทมอส ดังนั้น วัสดุเพาะกล้าทั้ง 3 สูตรจึงสามารถนำมาใช้ในการเพาะต้นกล้าพริกและมะเขือเทศทดแทนพีทมอสได้

**เอกสารอ้างอิง**

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. แหล่งที่มา: https://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf. ค้นเมื่อ 7 กันยายน 2565.

กองวิเคราะห์ดิน. 2536. การศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่นรวมของชุดดินต่าง ๆ ตามกลุ่มชุดดิน. แหล่งที่มา: http://oss101.ldd.go.th/osrdata&service/OSR_PDF/TBSSK_Distribute/D_SSK275.pdf. ค้นเมื่อ 29 มีนาคม 2566

แคทรีญา พรหมรินทร์. 2560. “มะเขือเทศ” การปลูกมะเขือเทศที่บ้านเรา. แหล่งที่มา: https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/57339/-blo-agragr-agr. ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2566.

ชมพู่ โทวรรณา ชานนท์ ลาภจิตร และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2551. ผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 3: 281-284.

บ้านและสวน Kitchen. 2565. ทำปุ๋ยจากเศษอาหารในครัวเรือน .แหล่งที่มา: https://www. baanlaesuan.com/44024/garden-farm/farming-101/fertilizer. ค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2565.

ปรียาภรณ์ แนมใส. 2546. อิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมณ์, บุตรี พุทธรักษ์ และพิเชฏฐ์ พร้อมมูล. 2557. วัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางที่ปลูกในภาชนะเพาะชำพลาสติก. วารสารยางพารา. 18: 7-14.

ภานุมาศ ถือธรรม, เกศศิรินทร์ แสงมณี และอิสระ ตั้งสุวรรณ์. 2563. ผลลของวัสดุเพาะกล้าจากแหนแดงและถ่านชีวภาพต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเปราะ. วารสารเกษตรนเรศวร. 17: 20-27.

สุดชล วุ้นประเสริฐ. 2555. การศึกษาสัดส่วนและความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในการผลิตผักคะน้าและผักชีในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในระบบปิด. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

Hemilrick, D.G. 1991. Growth and nutritional responses of nine grape cultivars to low soil pH. HortScience. 26: 269-271.

Kämpf, A. N., and M. Jung. 1991. The use of carbonized rice hull as a horticultural substrate. Acta Horticulturae. 294: 271-283.

Monk, C. 1996. Ecological importance of root/shoot ratios. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 6: 402-406.

Meerow, A. W. 1994. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. HortScience. 29: 1484-1486.

Ling, Q., Huang, W., and Jarvis, P. 2011. Use of a SPAD-502 meter to measure leaf chlorophyll concentration in *Arabidopsis thaliana*. Photosynthesis Research. 107: 209-214.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# อิทธิพลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วกัวร์ในสภาพดินปนกรวด

# Effect of plant spacing on growth and yield potential of guar under lateritic soils

**ภาคภูมิ ตันเตชสาธิต[1*], ผ่องพรรณ ไชยศาสตร์[1], สันติพงษ์ วงมีแก้ว[1] และ วิมลนันทน์ กันเกตุ[1]**
**Phakphoom Tantachasatid[1*], Phongphan Chaiyasart[1], Santipong Wongmeekaew[1] and Wimolnan Kanket[1]**

[1] *คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000*

[1] *Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalemphrakiat Sakonnakhon Province Campus, Sakonnakhon Province, 47000*

**บทคัดย่อ:** การศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วกัวร์ในสภาพดินปนกรวด มีที่มาจากข้อมูลที่กล่าวว่า ถั่วกัวร์ หรือ Guar bean (*Cyamopsis Tetragonalobus*) เป็นพืชตระกูลถั่วอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับเป็นพืชทางเลือกให้กับเกษตรกรไทยที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากถั่วกัวร์เป็นพืชที่ทนแล้งสามารถทนต่อสภาพอุณหภูมิที่สูงได้ ซึ่งการวิจัยนี้ทำการทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ มีการใช้ระยะปลูก จำนวน 4 ระยะปลูก รวมเป็น ทั้งหมด 16 แปลง คือ ระยะปลูกที่ 30x30 (T1) 45x30 (T2) 60x30 (T3) และ 45x45 เซนติเมตร (T4) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตของถั่วกัวร์ และข้อมูลสมบัติดินบางประการก่อนและหลังการทดลอง จากผลการทดลอง พบว่า ระยะปลูกไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของถั่วกัวร์ อย่างไรก็ตามที่ระยะปลูก 30x30 และ 45x30 เซนติเมตร ความสูงต้นมีแนวโน้มที่สูงกว่าระยะปลูกอื่นๆ ในขณะที่ถั่วกัวร์ระยะปลูก 45x30 เซนติเมตร มีความยาวฝัก จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อแปลงมากกว่าระยะปลูกอื่นๆ ส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงที่สุดที่ 111.74 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกับระยะปลูก 30x30 เซนติเมตร (T1) จากผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนและหลังการปลูกถั่วกัวร์ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในดินก่อนและหลังปลูกในทุกๆ ระยะปลูก แต่พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ทุกระยะปลูกมีค่าสูงขึ้นหลังจากการปลูกถั่วกัวร์ โดย ที่ระยะปลูกที่ 45x30 เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุด จากการทดลองสรุปได้ว่าระยะปลูกที่ 45*30 เซนติเมตร ในสภาพดินปนกรวด สามารถส่งเสริมให้ถั่วกัวร์มีการเจริญเติบโตได้ดี มีองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตสูงกว่าการปลูกที่ระยะอื่นๆ

**คำสำคัญ:** ถั่วกัวร์; ระยะปลูก; ดินปนกรวด; ธาตุอาหารพืช

**ABSTRACT:** The study of the effect of plant spacing on growth and yield potential of Guar under lateritic soils that according to the data, guar bean (*Cyamopsis tetragonalobus*) is another legume suitable as an alternative crop for Thai farmers affected by the current drought crisis because it is drought-tolerant and able to withstand high temperature conditions. This study was conducted the experiment at Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus. Randomized Complete Block Design was planned for this experiment. The experiment was carried out in 4 replications. The plant spacing for 4 plant spacing, totaling 16 plots as follows: plant spacing at 30x30 (T1), 45x30 (T2), 60x30 (T3) and 45x45 centimeters (T4). Guar growth, yield components, yield and some soil properties were recorded. The results showed that plant spacing had no effect on guar bean height. However, at the plant spacing 30x30 (T1) and 45x30 centimeters (T2), the plant height tends to be higher than other planting distances. While the plant spacing 45x30 centimeters guar beans have pods length, number of pods per plant and seed weight per plot more than the other, resulting in the highest yield at 111.74 kilograms per rai, but not different from the spacing of 30x30 centimeters (T1). From the results of some soil properties analysis before and after planting Guar bean was found that the pH value, organic matter content and total nitrogen were no statistical difference in the soil before and after planting at all plant spacing. But it was found that the amount of

[*] Corresponding author: phakphoom.tan@ku.th

available phosphorus in all planting distances were higher in soil at after guar bean planting and highest was found at plant spacing at 45x30 centimeters (T2). From the experiments, it can be concluded that the plant spacing Guar beans at 45x30 centimeters in lateritic soil condition can promote the highest growth, yield component and yield potential of Guar beans than the other plant spacing.
**Keywords:** guar beans; plant spacing; lateritic soil; plant nutrients

**บทนำ**

ถั่วกัวร์ หรือ Guar bean (*Cyamopsis Tetragonalobus*) เป็นพืชตระกูลถั่วอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับเป็นพืชทางเลือกให้กับเกษตรกรไทยที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นพืชที่ทนแล้ง สามารถ ทนต่อสภาพอุณหภูมิที่สูงได้ (Garcia et al., 2023) สามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เจริญเติบโตได้ในทุกสภาพเนื้อดิน ดินเค็ม หรือในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Avola et al., 2020) และยังสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ในสภาวะแห้งแล้ง (Zahran and Rhizobium, 2023) มีระบบรากที่แข็งแรง และมีศักยภาพในการดูดซับธาตุอาหารพืชและน้ำได้สูงในระบบดิน (Bhurad et al., 2023) อีกทั้งเป็นพืชที่มีการจัดการทางต้นทุนต่ำ แต่มีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจสูง ด้วยคุณสมบัติของถั่วกัวร์แตกต่างจากคุณสมบัติจากถั่วชนิดอื่นๆ คือ ในเมล็ดถั่วกัวร์ มีสารสำคัญอยู่ในเนื้อในเมล็ด (endosperm) คือ สาร galactomannan ซึ่งเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเป็นสารเพิ่มความหนืด สร้างเจล และเพิ่มเนื้อสัมผัสเพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรูปทรงดูดีและมีรสชาติที่ดีขึ้น โดยในแต่ละปีประเทศไทยนำเข้า guar gum มีมูลค่าประมาณ 310 ล้านบาท เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (ระวิวรรณ, 2559) จากรายงานวิจัยก่อนหน้าพบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วกัวร์ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น ระยะปลูก ความหนาแน่นของประชากร และวันปลูกที่เหมาะสม จากการศึกษาของ Mahdipour-Afra et al. (2021) พบว่าจำนวนประชากรที่เหมาะสมในการปลูกถั่วกัวร์ 2 สายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพกึ่งแห้งแล้ง ที่ทำให้ถั่วมีการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพสูงที่สุดอยู่ที่ 13 ต้น/ตารางเมตร และผลการวิจัยของ Siddaraju et al. (2010) ที่ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วกัวร์ ที่ระยะปลูก 3 ระยะ คือ 45x15, 45x30 และ 60x30 เซนติเมตร พบว่าที่ระยะปลูก 45x30 เซนติเมตร ส่งผลทำให้ถั่วกัวร์มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกที่ระยะปลูกอื่น ๆ เช่นเดียวกับ Ramanjaneyulu et al. (2018) ทำการศึกษาผลของระยะห่างระหว่างแถวและระยะเวลาหว่านต่อผลผลิตของเมล็ด คุณภาพ และการดูดกินธาตุอาหารของถั่วกัวร์ (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub) ในสภาพภูมิอากาศกึ่งแห้งแล้ง ประเทศอินเดีย พบว่าถั่วกัวร์ที่ปลูกในระยะแคบ ที่ 30 เซนติเมตร ส่งผลทำให้ถั่วกัวร์มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกที่ระยะ 60 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกในระยะแคบจะมีจำนวนประชากรพืช และผลผลิตชีวมวลมากกว่า ทำให้ถั่วกัวร์มีผลผลิตเมล็ดสูงเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วที่ปลูกระยะที่กว้างกว่า เป็นไปในทางเดียวกันกับงานวิจัยเรื่องระยะปลูกถั่ว กัวร์ที่พบว่าระยะปลูกที่แคบที่ 30-40 เซนติเมตร จะทำให้ถั่วกัวร์มีผลผลิตสูงกว่าระยะปลูกที่ 60 เซนติเมตร (Jagtap et al., 2011; Lal et al., 2012) จากข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตของถั่วกัวร์ ประเทศไทยนับเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตถั่วกัวร์ในหลายภูมิภาค เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทรัพยากรดินของภาคส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการค่อนข้างสูง มีศักยภาพทางการเกษตร และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากเนื้อดินที่เป็นดินทราย หรือดินร่วนหยาบ เนื่องจากมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นหินเนื้อหยาบ มีความสามารถในการเก็บกักธาตุอาหารพืชและน้ำต่ำ เป็นดินตื้นหรือมีกรวดลูกรังปะปนในชั้นดิน ทำให้มีข้อจำกัดในการปลูกพืช จังหวัดสกลนครเป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ พื้นที่ดินส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นดินเนื้อหยาบ ปนกรวดลูกรัง โดยมีพื้นที่ดินปนกรวดมากถึง 1.6 ล้านไร่ หรือร้อยละ 27 ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558; Vijarnsorn, 1984) ประกอบกับถั่วกัวร์ที่สามารถปลูกได้บนพื้นที่ที่มีข้อจำกัดดังกล่าว อ้างอิงจากรายงานของ Bhurad et al. (2023) ที่ศึกษาผลของปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของถั่วกัวร์ที่ปลูกในดินปนกรวด พบว่า ถั่วกัวร์สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี ในดินปนกรวดที่มีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำ ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ระดับต่ำถึงปานกลาง ในเขตจังหวัด Konkan ประเทศอินเดียทั้งนี้ต้องมีการใส่จุลธาตุอาหาร และบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มเติมด้วย ดังนั้นจึงทำการทดสอบการเจริญเติบโต และศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วกัวร์ โดยศึกษาการจัดการระยะปลูกที่เหมาะสมกับถั่วกัวร์ ในสภาพดินปนกรวดที่มีการเก็บกักน้ำและปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ เพื่อพัฒนาถั่วกัวร์ให้มีศักยภาพเป็นพืชเศรษฐกิจดังเช่น ถั่วเหลือง และถั่วเขียว เป็นการลดการนำเข้าและสามารถผลิตในประเทศได้ และสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการด้านการเกษตรในภาวะน้ำแล้งที่เหมาะสม เพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างรายได้ทดแทนการปลูกพืชในภาวะปกติให้แก่เกษตรกร และเสนอทางเลือกเชิงนโยบายแก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง

**วิธีการศึกษา**

ทำการทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ในช่วงเดือนตุลาคม 2562-มกราคม 2563 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 4 ซ้ำ มีการใช้ระยะปลูก จำนวน 4 ระยะปลูก รวมเป็นทั้งหมด 16 แปลง ดังนี้ ระยะปลูกที่ 30x30 (169 ต้นต่อแปลง คิดเป็น 17,777 ต้น/ไร่) (T1) 45x30 (104 ต้นต่อแปลง คิดเป็น 10,940 ต้น/ไร่) (T2) 60x30 (78 ต้นต่อแปลง คิดเป็น 8,205 ต้น/ไร่) (T3) และ 45x45 เซนติเมตร (64 ต้นต่อแปลง คิดเป็น 6,732 ต้น/ไร่) (T4) ทำแปลงทดลองขนาด 3.90*3.90 ตารางเมตร เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ปรับพื้นที่ปลูกให้มีความสม่ำเสมอ และปลูกตามแผนการทดลองที่วางไว้ โดยหยอดเมล็ดถั่วกัวร์ หลุมละ 2-3 เมล็ดหลังจากเมล็ดงอกทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ก่อนปลูกคลุกเชื้อไรโซเบียมกับเมล็ด อัตรา 200 กรัมต่อเมล็ดถั่วกัวร์ 5 กิโลกรัม และใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ รองที่ก้นหลุม ในระยะออกดอกและติดฝัก ใส่ปุ๋ยสูตร 12-12-24 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อต้นถั่วอายุ 20-30 วัน กำจัดวัชพืช โรค และแมลงตลอดระยะเวลาปลูก เป็นการปลูกโดยการอาศัยน้ำฝน ตลอดการทดลอง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 มิลลิเมตร และอุณหภูมิที่สูงตลอดการทดลองเฉลี่ยอยู่ที่ 31.48 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต 4 ระยะคือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ออกดอก ติดฝัก และสุกแก่ หาองค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตของถั่วกัวร์ที่ระยะสุกแก่ และวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System (SAS)

**ผลการศึกษา**

การเจริญเติบโตด้านความสูง

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วกัวร์ที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ระยะออกดอก ระยะติดฝัก และระยะสุกแก่ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการจัดการระยะปลูกพืชที่ต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วกัวร์ โดยที่ระยะ 30x30, 45x30, 60x30 และ 45x45 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย 25.55, 44.66, 56.14 และ 60.68 เซนติเมตร ตามลำดับ **(Table 1)**

ขนาดของดอกและฝัก

จาก **Table 2** พบว่าระยะปลูกมีผลต่อความยาวก้านดอก โดยที่ระยะปลูกที่ 30x30 เซนติเมตร มีความยาวก้านดอกมากที่สุด คือ 1.19 เซนติเมตร รองลงมาเป็นระยะปลูกที่ 45x45, 45x30 และ 60x30 เซนติเมตร ที่มีความยาวก้านที่ 1.02, 0.99 และ 0.85 เซนติเมตร ตามลำดับ ในส่วนของความยาวฝัก พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยระยะปลูกที่ 45x30 เซนติเมตร มีความยาวฝักมากที่สุดที่ 8.42 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูกที่ 30x30 และ 45x45 เซนติเมตร ที่มีความยาวฝักรองลงมา คือ 8.03 และ 8.07 เซนติเมตร ส่วนระยะปลูกที่ 60x30 เซนติเมตร มีความยาวฝักต่ำสุดที่ 7.97 เซนติเมตร

**Table 1** Effect of plant spacing on Guar height at vegetative growth, flowering stage, pod development and mature stage

| Plant spacing | Plant height (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Vegetative growth | Flowering stage | Pod development | Mature stage |
| T1 (30x30 cm) | 26.19 | 49.24 | 57.20 | 59.23 |
| T2 (45x30 cm) | 26.39 | 48.04 | 54.20 | 58.95 |
| T3 (60x30 cm) | 32.97 | 48.23 | 53.86 | 63.42 |
| T4 (45x45 cm) | 29.04 | 48.23 | 57.90 | 62.03 |
| **F-test** | ns | ns | ns | ns |
| **C.V (%)** | 14.68 | 11.39 | 22.40 | 16.26 |

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by DMRT test ($P<0.05$), ns is not significant

**Table 2** Effect of plant spacing on Guar flowers size and pods size

| Treatment | Flowers size (cm) | | | Pods size (cm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pedicel | Flower | Flower width | Pods width | Pods length |
| T1 (30x30 cm) | 1.19[a] | 1.12 | 2.45 | 0.47 | 8.03[b] |
| T2 (45x30 cm) | 0.99[c] | 0.84 | 2.07 | 0.49 | 8.42[a] |
| T3 (60x30 cm) | 0.85[d] | 1.01 | 1.81 | 0.49 | 7.97[c] |
| T4 (45x45 cm) | 1.02[b] | 0.54 | 1.50 | 0.48 | 8.07[b] |
| **F-test** | ** | ns | ns | ns | ** |
| **C.V (%)** | 0 | 17.34 | 25.34 | 2.51 | 0.285 |

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by DMRT test (P<0.05), **Significant at P ≤ 0.01, ns is not significant

องค์ประกอบผลผลิต

จากข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของถั่วกัวร์ จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยจำนวนเมล็ดต่อฝักมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.37-3.98 เมล็ด ส่วนจำนวนฝักต่อต้น 33.80-40.67 ฝัก แต่ที่ระยะปลูก 45x30 เซนติเมตร เป็นระยะปลูกที่ให้จำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด ส่วนน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อแปลง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง โดยระยะปลูกที่ 45x30, 60x30 และ 45x45 เซนติเมตร ทำให้น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อแปลง มีน้ำหนักสูงสุด คือ 8.54, 8.50 และ 7.38 กรัม ขณะที่ระยะปลูกที่ 30x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อแปลงต่ำสุดที่ 6.07 กรัม และเมื่อคำนวณผลผลิตเมล็ดเป็นผลผลิตต่อไร่ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำรับทดลอง โดยระยะปลูกที่ 45x30 เซนติเมตร ได้ผลผลิตต่อไรสูงที่สุดที่ 111.74 กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อแปลงที่สูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ รองลงมาคือระยะปลูก 30x30 มีผลผลิต 98.87 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ระยะปลูก 60x30 และ 45*45 เซนติเมตร ให้ผลผลิตเมล็ดต่ำกว่าอยู่ที่ 66.31 และ 59.80 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ **(Table 3)**

**Table 3** Yield components of guar as influenced by different plant spacing

| Plant spacing | Seeds/pod | Pods/plant | Seeds weight/plot (g) | Yield (kg/rai) |
|---|---|---|---|---|
| T1 (30x30 cm) | 7.37 | 37.90 | 6.07[b] | 98.87[a] |
| T2 (45x30 cm) | 7.76 | 40.67 | 8.54[a] | 111.74[a] |
| T3 (60x30 cm) | 7.98 | 36.65 | 8.50[a] | 66.31[b] |
| T4 (45x45 cm) | 7.57 | 33.80 | 7.38[a] | 59.80[b] |
| **F-test** | ns | ns | * | * |
| **C.V (%)** | 4.29 | 28.53 | 15.61 | 15.28 |

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by DMRT test (P<0.05), *Significant at P ≤ 0.05, ns is not significant

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินเพื่อปลูกถั่วกัวร์ในระยะปลูกทั้ง 4 แบบ **(Table 4)** พบว่าค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ดินก่อนปลูก และหลังปลูกมีค่าใกล้เคียงกัน และอยู่ในระดับกรดปานกลาง โดยที่ pH ก่อนปลูกอยู่ระหว่าง 5.91-6.04 (กรดปานกลาง) และหลังการทดลองดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.52-5.79 (กรดจัด - กรดปานกลาง) ปริมาณอินทรียวัตถุในทุกระยะปลูกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยที่ระยะปลูก 45x30 เซนติเมตร มีอินทรียวัตถุสูงที่สุด 3.70 กรัม/กิโลกรัม (อยู่ในระดับต่ำมาก) อีกทั้งยังเป็นระยะปลูกที่มีการสะสมอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองสูงกว่าระยะปลูกอื่น ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินก่อนปลูกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-0.85 กรัม/กิโลกรัม ภายหลังการปลูกถั่วกัวร์ดินมีปริมาณไนโตรเจนระหว่าง 0.71-0.75 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำ

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระยะปลูกที่ 45x30 และ 45x45 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด คือ 0.21 และ 0.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่แตกต่างกับที่ระยะปลูกที่ 60x30 เซนติเมตร (0.16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ส่วนที่ระยะปลูกที่ 30x30 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุดคือ 0.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หลังการปลูกถั่วกัวร์ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในทุกระยะปลูก และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยระยะปลูกที่ 30x30 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด คือ 0.31 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือระยะปลูกที่ 45x45 เซนติเมตร 0.27 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ระยะปลูกที่ 30x30 และ 60x30 เซนติเมตรมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด คือ 0.21 และ 0.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทั้งนี้ในดินก่อนและหลังปลูกถั่วกัวร์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก

**Table 4** Soil properties changed as influenced by different plant spacing

| Treatment | Soil pH (soil:$H_2O$; 1:1) | | Organic matter content (g/kg) | | Total N (g/kg) | | Available P (mg/kg) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | Before | After | Before | After | Before | After |
| T1 (30x30 cm) | 5.95 | 5.52 | 2.50 | 3.10 | 0.68 | 0.75 | $0.13^{b}$ | $0.21^{c}$ |
| T2 (45x30 cm) | 5.91 | 5.65 | 2.13 | 3.70 | 0.85 | 0.75 | $0.21^{a}$ | $0.31^{a}$ |
| T3 (60x30 cm) | 6.04 | 5.79 | 3.00 | 3.20 | 0.84 | 0.75 | $0.16^{ab}$ | $0.22^{c}$ |
| T4 (45x45 cm) | 5.95 | 5.62 | 1.77 | 3.30 | 0.67 | 0.71 | $0.22^{a}$ | $0.27^{b}$ |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | ** |
| C.V (%) | 3.89 | 2.17 | 13.60 | 12.17 | 19.12 | 8.97 | 16.44 | 3.84 |

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by DMRT test ($P<0.05$), **Significant at $P \leq 0.01$, *Significant at $P \leq 0.05$, ns is not significant

**วิจารณ์**

จากการทดลองด้านการเจริญเติบโตของถั่วกัวร์ พบว่าระยะปลูกที่ต่างกันไม่มีผลต่อความสูง แต่ที่ระยะปลูกที่ห่างขึ้น (60x30 และ 45x45 เซนติเมตร) ถั่วกัวร์จะมีแนวโน้มของความสูงที่มากกว่าระยะปลูกที่ใกล้กัน (30x30 และ 45x30) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumari and Reddy (2017) ที่ทำการทดลองเรื่องการตอบสนองของสายพันธุ์ถั่วกัวร์ต่อระยะปลูกที่แตกต่างกัน 6 ระยะ ในอันดับดินแอลฟิซอลส์เขตอาศัยน้ำฝน พบว่าความสูงของถั่วกัวร์ที่ระยะปลูกทั้ง 6 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความสูงของระยะปลูกที่ห่างกัน (30 และ 45 เซนติเมตร) จะมีความสูงมากกว่าการปลูกระยะใกล้กัน (22.5 เซนติเมตร) และจำนวนฝักของถั่วกัวร์เนื่องจากการปลูกระยะห่าง จะมีจำนวนประชากรต่อพื้นที่น้อย ถั่วกัวร์ได้รับปัจจัยการเจริญเติบโต เช่น แสง ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ ธาตุอาหาร และน้ำ อย่างเพียงพอ ทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ นำมาใช้ในการสร้างอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตได้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้การปลูกระยะห่าง เกิดการแข่งขันเพื่อรับปัจจัยต่าง ๆ น้อยกว่าการปลูกด้วยระยะแคบที่มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มาก (ธัชวีร์ และอมรรัตน์, 2563)

ด้านศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วกัวร์ พบว่าการปลูกถั่วกัวร์ที่ระยะ 45x30 เซนติเมตร ถั่วกัวร์มีความยาวฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อแปลง และผลผลิตต่อไร่สูงกว่าระยะปลูกอื่นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ramanjaneyulu et al. (2018) ที่ทำการศึกษาผลของระยะห่างระหว่างแถวและระยะเวลาหว่านต่อผลผลิตของเมล็ด คุณภาพ และการดูดกินธาตุอาหารของถั่วกัวร์ (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub) ในสภาพภูมิอากาศกึ่งแห้งแล้ง ประเทศอินเดีย พบว่าถั่วกัวร์ที่ปลูกในระยะแคบ ที่ 30 เซนติเมตร ส่งผลทำให้ถั่วกัวร์มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกที่ระยะ 60 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกในระยะแคบจะมีจำนวนประชากรพืช และผลผลิตชีวมวลมากกว่า ทำให้ถั่วกัวร์มีผลผลิตเมล็ดสูงเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วที่ปลูกระยะที่กว้างกว่า เป็นไปในทางเดียวกันกับงานวิจัยเรื่องระยะปลูกถั่วกัวร์ที่พบว่าระยะปลูกที่แคบที่ 30-40 เซนติเมตร จะทำให้ถั่วกัวร์มีผลผลิตสูงกว่าระยะปลูกที่ 60 เซนติเมตร (Jagtap et al., 2011; Lal et al., 2012)

**สรุป**

การผลิตถั่วกัวร์ที่ระยะปลูกที่แตกต่างกัน 4 แบบ ในสภาพดินปนกรวดที่มีข้อจำกัดทั้งในเรื่องการเก็บกักธาตุอาหาร น้ำ และความหนาแน่นรวมของดิน สรุปได้ว่าการปลูกถั่วกัวร์ที่ระยะ 45x30 เซนติเมตร ถั่วกัวร์มีความยาวฝัก และน้ำหนักเมล็ดต่อแปลงมากกว่าระยะปลูกอื่นๆ ส่งผลให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด ถึง 111.74 กิโลกรัม/ไร่ ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินนั้น โดยทั่วไปพบว่าในการปลูกถั่วช่วงปีแรก มักจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินที่ชัดเจน จึงต้องมีการวิจัยในระยะยาวเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดินทั้งสมบัติทางเคมี และการสะสมธาตุอาหารหลัก

**เอกสารอ้างอิง**

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สำนักพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ธัชวีร์ ขวัญแก้ว และอมรรัตน์ ชุมทอง. 2563. ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วหรั่งพันธุ์สงขลา 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28(2): 322-330.

ระวิวรรณ โชติพันธ์. 2559. ศักยภาพการปลูกถั่วกัวร์ในประเทศไทย แหล่งข้อมูล: https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=31449. ค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2566.

Avola, G., E. Riggi, C. Trostle, O. Sortino, and F. Gresta. 2020. Deficit irrigation on Guar genotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.): Effects on seed yield and water use efficiency. Agronomy. 10(6): 789.

Bhurad, D.D., N.H. Khobragade, M.S. Jadhav, P.S. Sawant, and K.P. Palkar. 2023. Effect of NPK levels on growth, yield and quality of cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub] in lateritic soils of Konkan. The Pharma Innovation Journal. 12(1): 3720-3723.

Garcia, A., K. Grover, D. VanLeeuwen, B. Stringam, and B. Schutte. 2023. Growth and performance of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes under various irrigation regimes with and without biogenic silica amendment in arid Southwest US. Plants (Basel). 29; 12(13): 2486.

Jagtap, D.N., L.D. Waghule, and V.M. Bhale. 2011. Effect of sowing time, row spacing and seed rate on production potential of guar. Adv. Res. J. Crop Improv. 2: 27-30.

Kumari, C. R., and B. S. Reddy. 2017. Response of cluster bean varieties to various inter and intra row spacings in rainfed alfisols. Indian J. Agric. Res., Print ISSN:0367-8245 / Online ISSN:0976-058X.

Lal, H.A., B. Shahjhan, Salah-ud-Din Sultan, and M. Rashid. 2012. Response of new guar strains to various row spacings. Pak. J. Agric. Sci. 49: 469-471.

Mahdipour-Afra, M., M. A. Alikhani, S. Abbasi, and A. M. Bidgoli. 2021. Growth, yield and quality of two guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) ecotypes affected by sowing date and planting density in semi-arid area. Public Library of Science. 16(9): 1-12.

Ramanjaneyulu, A.V., A. Madhavi, T.L. Neelima, P. Naresh, K. Indudhar Reddy, and A. Srinivas. 2018. Effect of row spacing and sowing time on seed yield, quality parameters and nutrient uptake of guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub] in semi-arid climate of southern Telanagana, India. Legume Research. 41(2): 287-292.

Siddaraju, R., S. Narayanasawamy, and S.R. Prasad. 2010. Study on growth, and yield attributes as influenced by varieties and row spacing in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). Mysour Journal of Agricultural Sciences. 44(1): 16-21.

Vijarnsorn, P. 1984. Skeletal Soils of Thailand, pp. F2.1-F2.4. In Proc.5 ASEAN Soil Conference Vol. I Dep. of Land Dev., Bangkok, Thailand.

Zahran, H., and H. Rhizobium. 2023. Legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 63: 968–989.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมลงกับอุณหภูมิบริเวณแปลงพืชผสมผสานอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

# The relationship between the number of insects and the temperature of the area Integrated plant plot, Muang district, Sakon Nakhon province

**วรางรัตน์ เป้งไชยโม**[1*]

**Varangrat Pengchaimo**[1*]

[1]*คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000*

[1]*Faculty of Agricultural Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University,*

*680 Nittayo Road, That Choeng Chum Subdistrict, Mueang District, Sakon Nakhon Province 47000*

**บทคัดย่อ**: การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมลงกับอุณหภูมิเดือนเมษายน ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566 ในพื้นที่แปลงพืชผสมผสานทั้ง 3 แปลง ได้แก่ แปลงพืชผสมผสานตำบลธาตุเชิงชุม แปลงพืชผสมผสานตำบลพังขวาง และแปลงพืชผสมผสานตำบลห้วยยาง อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร โดยทำการสำรวจแมลงด้วยวิธีการใช้สวิงโฉบ เดือนละ 1 ครั้ง ๆ ละ 5 จุด (จุดละ 10 ตารางเมตร) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแมลงสูงสุดในเดือนพฤษภาคม เฉลี่ยเท่ากับ 13.80 ตัว คิดเป็นร้อยละ 39.73 ต่ออุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 37.58 องศาเซลเซียส จากปริมาณแมลงทั้งหมดที่พบตลอด 3 เดือน รองลงมาคือ เดือนมิถุนายน และเดือนเมษายน ซึ่งมีปริมาณแมลงเฉลี่ย 10.60 และ 10.33 ตัว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30.52 ต่ออุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 35.23 องศาเซลเซียส และร้อยละ 29.75 ต่ออุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 39.43 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับปริมาณแมลงที่พบมีค่าความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงในเดือนเมษายน และแปรผกผันในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน

**คำสำคัญ** : ความสัมพันธ์; แมลง; อุณหภูมิ; พืชผสมผสาน; จังหวัดสกลนคร

**Abstract**: Study of the relationship between the amount of insects and temperature from April to June 2023 in the three mixed plant plots, namely, That Choeng Chum Subdistrict mixed plant plot. Mixed plant plots in Phang Khwang Subdistrict and mixed plant plots in Huai Yang Subdistrict Mueang Sakon Nakhon District Sakon Nakhon Province By surveying insects using the swing hover method once a month at 5 points (10 square meters each). The study found that insect abundance peaked in May. The average was 13.80, accounting for 39.73 percent, with an average temperature of 37.58 degrees Celsius from the total amount of insects found throughout the 3 months, followed by June. and April which had an average quantity of insects of 10.60 and 10.33, which is 30.52 percent for the average temperature of 35.23 degrees Celsius and 29.75 percent for the average temperature of 39.43 degrees Celsius, respectively. In addition, it was found that the correlation coefficient between temperature and the amount of insects found had a direct relationship in April. and fluctuates in May and June.

**Keywords:** relationships; insect; temperature; mixed plants; Sakon Nakhon province

## บทนำ

การบริหารศัตรูพืชแบบผสมผสานเป็นทางเลือกหนึ่งของวิธีการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตพืชแบบปลอดสารพิษ รวมทั้งการจัดการสัดสวนที่เหมาะสมระหว่างแมลงศัตรูธรรมชาติกับแมลงศัตรูพืชที่เนสิ่งสำคัญของระบบการผลิตพืชแบบปลอดสารพิษที่จะทำให้เกิดความสมดุลทางชีววิธีตามธรรมชาติโดยการศึกษาสำรวจแมลงในแปลงปลูกพืชด้วยวิธีการตรวจนับจำนวนแมลงตัวห้ำ ตัวเบียน และแมลงศัตรูพืชในแปลงผลิตพืชปลอดสารพิษ (จตุรงค์ และคณะ, 2549) ซึ่งในประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศเหมาะสมในการเจริญเติบโตของ สิ่งมีชีวิต จึงพบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาก จำนวนมาก และจากการเพิ่มขึ้นของประชากรใน

* Corresponding author: varangrat@snru.ac.th

ประเทศ ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตรมากยิ่งขึ้นทำให้ทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลายเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งอาจส่งผลต่อจำนวนของแมลง เนื่องจากพืชอาศัย และพืชอาหารมีจำนวนลดลง อาจทำให้แมลงบางชนิดสูญพันธุ์ได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศ นอกจากนี้การลักลอบค้าแมลงสวยงามบางชนิดก็ส่งผลต่อจำนวนแมลงได้เช่นกัน (ณภาภัช และคณะ, 2560) ดังเช่นในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสกลนคร บริเวณตำบลธาตุเชิงชุม ตำบลพังขวาง และตำบลห้วยยาง ประชากรส่วนใหญ่จะปลูกพืชแบบผสมผสาน เช่น พริก มะเขือ แตงกวา แตงโม ผักบุ้ง เป็นต้น เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน และส่งขายที่ตลาดในเขตตัวเมืองสกลนคร หรือบางรายก็ปลูกเพื่อนำเมล็ดส่งให้แก่บริษัทผลิตเมล็ดพันธุ์ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีการปลูกพืชชนิดเดิมซ้ำ ๆ เป็นเวลาหลาย 10 ปี ส่งผลให้เกิดปัญหาแมลงศัตรูพืชอย่างหนัก ประชากรส่วนใหญ่มักใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดเนื่องจากเห็นผลเร็วจึงมีการใช้สารเคมีนั้นมาอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการสะสมของสารเคมีในพื้นที่นั้น อีกทั้งแมลงศัตรูพืชยังเกิดการดื้อสารเคมีเช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยเล็งเห็นว่าหากมีการทำข้อมูลเชิงสถิติเกี่ยวกับปริมาณชนิดแมลงศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติที่พบในพื้นที่นี้ในแต่ละช่วงฤดูกาลเพาะปลูกจะช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการปลูก และเลือกใช้วิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้อย่างประสิทธิภาพและปลอดภัย

## วิธีการศึกษา

### 1. วิธีดำเนินการสำรวจ

1.1. วัสดุอุปกรณ์ในการสำรวจวิจัย ได้แก่ สวิงโฉบแมลง น้ำเปล่า ถุงซิปล็อก ช้อนตักแมลง กระชอน ลวด กล้องถ่ายรูปดิจิตอล คู่มือจำแนกชนิดแมลง (ศานิต, 2545; Choate, 2003) กล้องดิจิตอลไมโครสโคป กำลังขยาย 1000X จานทดลอง แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ สมุด ปากกาสำหรับบันทึก เทอร์โมมิเตอร์ และเข็มหมุด

1.2 ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์ในการสำรวจแมลง นำถุงผ้าโปร่งที่เย็บเป็นแบบถุงกาแฟ ที่ปากถุงใช้ผ้าดิบ หรือผ้าฝ้ายทำเป็นขอบเพื่อความแข็งแรง และใช้สำหรับสอดลวดเป็นโครงของสวิง โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของปากถุง ประมาณ 40-50 เซนติเมตร ความลึกของถุงควรมีขนาด 2 เท่าของปากสวิง เช่น ปากสวิงมีขนาด 40 เซนติเมตร ความลึกของสวิงควรมีขนาดความลึก 80-100 เซนติเมตร ส่วนของก้นถุงจะต้องมีลักษณะป้าน ไม่แหลม ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อโฉบแล้วผีเสื้อหรือแมลงจะไปอยู่ที่ปลายถุง ซึ่งจะทำให้ปีกของผีเสื้อเสียหายได้ ขอบสวิงใช้เส้นลวดขนาดเบอร์ 8 ซึ่งสามารถหาซื้อได้จากร้านวัสดุก่อสร้างทั่วไป ดัดให้เป็นวงกลมแล้วสอดเข้าไปในขอบสวิง ปล่อยปลายลวดประมาณข้างละ 8 และ 12 เซนติเมตร ด้ามสวิงใช้วัสดุที่มีความเบา แข็งแรง และตรง อาจเป็นท่อน้ำ พี วี ซี ชนิดหนาขนาด 4 หุน หรือไม้ไผ่รวก ความยาว 1.20-1.50 เมตร

### 2. การวางแผนการดำเนินงานและแผนผังการสำรวจ

การดำเนินงานและแผนผังการสำรวจ (วรางรัตน์, 2561) แปลงพืชผสมผสานตำบลธาตุเชิงชุม แปลงพืชผสมผสานตำบลพังขวาง และแปลงพืชผสมผสานตำบลห้วยยาง อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร โดยทำการสำรวจแมลงแต่ละแปลงด้วยสวิงโฉบตามเส้นทแยง (Figure 1) เดือนละครั้ง ครั้งละ 5 จุด (จุดละ 10 ตารางเมตร) ซึ่งแต่ละจุดจะทำการโฉบสวิงไปและกลับจุดละ 5 รอบ รวมโฉบสวิงไปและกลับจำนวน 25 รอบ กระจายทั่วพื้นที่ในช่วงเวลาเช้า 06.00 – 08.00 น. พร้อมอ่านค่าอุณหภูมิจากเครื่องเทอโมมิเตอร์ทุกครั้งที่ทำการโฉบสำรวจ ตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566

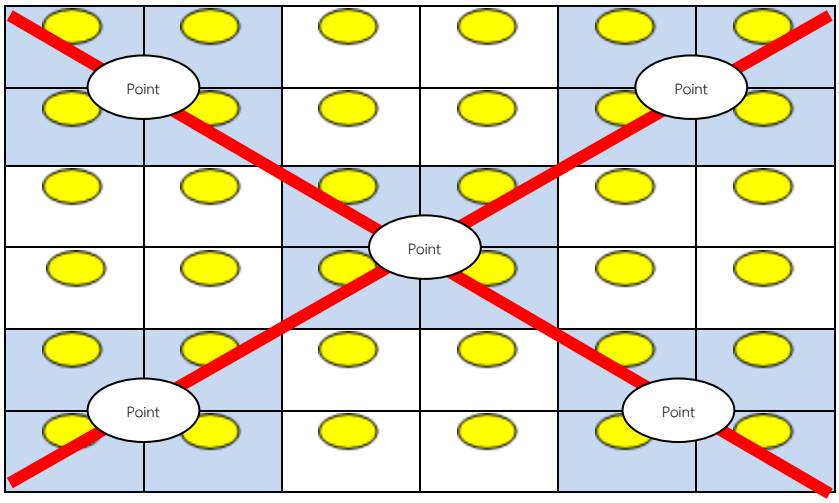



**Figure 1** Five survey points along the diagonal

**3. การเก็บรวบรวมข้อมูล**

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บบันทึกข้อมูลแมลงที่ได้จากการโฉบด้วยสวิงในช่วงเวลาเช้า 06.00 – 08.00 น. โดยทำตักหรือช้อนเอาแมลงที่ตกอยู่ก้นสวิงขึ้นมา แล้วนำไปใส่ลงในถุงซิปล็อกที่มีแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (เทแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในถุงซิปล็อกพอท่วมตัวแมลงเพื่อป้องกันการเน่าเปื่อยก่อนนำไปจัดจำแนกชนิด) แล้วล็อกถุงซิปให้แน่น ทำแบบนี้ทุกครั้งที่สำรวจจนครบ 3 เดือน พร้อมกับบันทึกอุณหภูมิในวันที่ทำการโฉบสำรวจ แล้วนำแมลงที่ได้ไปนับจำนวนและทำการจัดจำแนกชนิดและสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมลงที่พบกับอุณหภูมิต่อไป

3.2 วิธีการนับจำนวนและจำแนกชนิดแมลง นำแมลงที่ได้มาทำการล้างด้วยน้ำเปล่าที่มีกระชอนวางรองรับตัวแมลง จากนั้นทำการนับจำนวนของแมลงที่ได้แล้วบันข้อมูลตามชนิดแมลงต่าง ๆ ที่พบจากการโฉบสำรวจ ตามคู่มือของ (ศานิต, 2550; Choate, 2003) พร้อมบันทึกภาพถ่ายแมลง (หากแมลงที่มีขนาดเล็กมากจะทำการส่องด้วยแว่นขยาย หรือส่องผ่านกล้องสเตอริโอเพื่อนับจำนวนและจำแนกชนิดแมลง) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS 9.1 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ผลการศึกษา**

จากการสำรวจปริมาณแมลงในแปลงพืชผสมผสานทั้ง 3 พื้นที่ ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสกลนครตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2566 พบว่า แมลงมีการกระจายตัวสูงในพื้นที่ตำบล พังขวาง ตลอดทั้ง 3 เดือน ดังนี้ เดือนเมษายน พบปริมาณแมลงสูงสุดบริเวณจุดสำรวจที่ 3 จำนวน 27 ตัว เดือนพฤษภาคม พบปริมาณแมลงสูงสุดบริเวณจุดสำรวจที่ 1 จำนวน 36 ตัว และเดือนมิถุนายน พบปริมาณแมลงสูงสุดบริเวณจุดสำรวจที่ 1 จำนวน 42 ตัว รองลงมาได้แก่ ตำบลธาตุเชิงชุม และห้วยยาง**ตามลำดับ (Figure 1)**

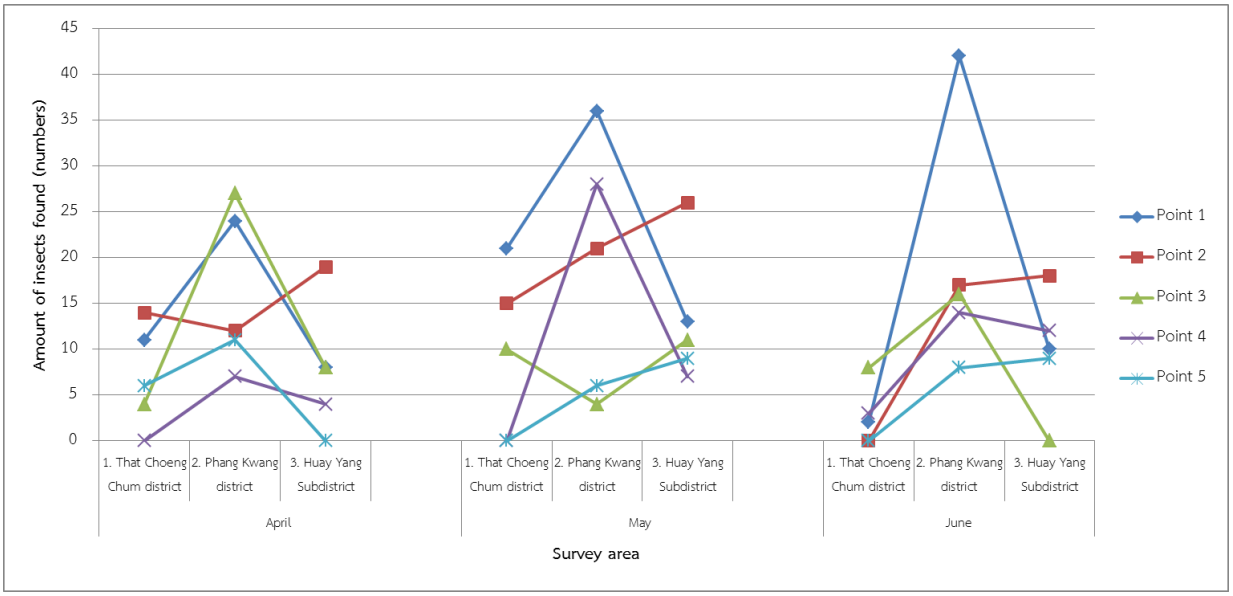



**Figure 1** Graph of distribution of insect populations found in 3 surveyed areas from April to June 2023.

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมลงที่พบกับอุณหภูมิในทั้ง 3 พื้นที่ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าในเดือนเมษายน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.46 หมายถึงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณแมลงจะแปรผันตามอุณหภูมิเช่นกัน ส่วนในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.45 และ -0.30 ตามลำดับ หมายถึงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณแมลงจะแปรผกผันกันกับอุณหภูมิเช่นกัน **(Table 1)**

**Table 1** Correlation between the number of insects exposed to temperature in the 3 surveyed areas from April to June 2023

| Survey area | Temperature (°C) | Number of insects found (numbers) | Mean±SD | Correlation Between insects with temperature |
|---|---|---|---|---|
| **April** | | | | |
| 1. That Choeng Chum district | 38.50 | 35.00 | 7.00±5.57 | |
| 2. Phang Kwang district | 39.80 | 81.00 | 16.20±8.76 | 0.46 |
| 3. Huay Yang Subdistrict | 40.00 | 39.00 | 7.80±7.09 | |
| **May** | | | | |
| 1. That Choeng Chum district | 37.25 | 46.00 | 9.20±9.26 | |
| 2. Phang Kwang district | 36.00 | 95.00 | 19.00±13.86 | -0.45 |
| 3. Huay Yang Subdistrict | 39.50 | 66.00 | 13.20±7.50 | |
| **June** | | | | |
| 1. That Choeng Chum district | 35.00 | 13.00 | 2.60±3.89 | |
| 2. Phang Kwang district | 34.70 | 97.00 | 19.40±13.11 | -0.30 |
| 3. Huay Yang Subdistrict | 36.00 | 49.00 | 9.80±6.50 | |

จากจำนวนปริมาณแมลงที่สำรวจพบสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แมลงศัตรูพืช และแมลงศัตรูธรรมชาติ ซึ่งทั้ง 3 พื้นที่สำรวจตลอด 3 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์จำนวนแมลงศัตรูมากกว่าเป็นเท่าตัวของเปอร์เซ็นต์จำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติ **(Table 2)**

**Table 2** showing the percentage of insect pests and natural enemies found in the 3 surveyed areas from April to June 2023

| Survey area | Insect type | |
|---|---|---|
| | Pest (%) | Natural enemies (%) |
| **April** | | |
| 1. That Choeng Chum district | 57.14 | 42.86 |
| 2. Phang Kwang district | 55.56 | 44.44 |
| 3. Huay Yang Subdistrict | 71.79 | 28.21 |
| **May** | | |
| 1. That Choeng Chum district | 78.26 | 21.74 |
| 2. Phang Kwang district | 67.37 | 32.63 |
| 3. Huay Yang Subdistrict | 75.76 | 24.24 |
| **June** | | |
| 1. That Choeng Chum district | 100.00 | 0.00 |
| 2. Phang Kwang district | 60.82 | 39.18 |
| 3. Huay Yang Subdistrict | 57.14 | 38.78 |

**สรุปและวิจารณ์**

การสำรวจปริมาณแมลงในแปลงพืชผสมผสานของทั้ง 3 พื้นที่เขตอำเภอเมือง จังหวัดสกลนครพบว่ามีปริมาณแมลงสูงในเดือนที่มีอุณหภูมิสูงจากค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เป็นบวก และปริมาณลดน้อยลงในเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำลงจากค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เป็นลบ ต่างจาก อภิชาติ และคณะ (2558) กล่าวว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสหสัมพันธ์น้อยกับแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติ แต่กลับสอดคล้องกับ PPTV Online (2562) รายงานว่า ภาวะโลกร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้จำนวนประชากรแมลงลดลงอย่างต่อเนื่อง คิดเป็น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี และเมื่อสำรวจอย่างต่อเนื่องพบว่าแมลงลดลงไปแล้วกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แมลงบางชนิดมีแนวโน้มที่ประชากรจะเพิ่มสูงขึ้นมากเช่น แมลงสาบ และ แมลงวันบ้าน ทั้งนี้ยังสืบเนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเกษตรกรรมแบบเข้มข้น และการใช้สารเคมี กำจัดศัตรูพืชที่สาเหตุทำให้ประชากรแมลงลดอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกประเภทแมลงได้ 2 ประเภท คือ แมลงศัตรูพืช และแมลงศัตรูธรรมชาติ ทั้งนี้จะต้องทำการสำรวจอย่างต่อเนื่องเพื่อเก็บข้อมูลปริมาณแมลงกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของแมลงเพื่อจะได้เป็นข้อมูลที่แม่นยำแก่ผู้ที่สนใจหรือเกษตรกรในการวางแผนการเพาะปลูกต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**

จตุรงค พวงมณี, ระพีพงศ เกษตรสุนทร, กุหลาบ อุตสุข, พิมพรรณ นันตะภูมิ และ กรรณิการ์ มณีหาญ. 2549. การศึกษาจำนวนแมลงศัตรูพืชและ แมลงศัตรูธรรมชาติในระบบการผลิตผกปลอดสารพิษ. 153-158 น. ในรายงานการประชุมวิชาการ ศวพก. ป 2549

ณภาภัช ไชยน้ำอ้อม, วรชาติ โตแก้ว และมานิตย์ อัญญะโพธิ์. 2560. รายงานการวิจัย เรื่อง ความหลากชนิดของแมลง และการใช้ประโยชน์ ในบริเวณป่าชุมชน บ้านหินฮาว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น. 105 น. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วรางรัตน์ เสนาสิงห์. 2561. การศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงในระบบนิเวศมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ งานเกษตรแฟร์นนทรีอีสานครั้งที่ 5 เรื่อง “นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อคุณภาพชีวิตและสังคมที่ยั่งยืน” พฤศจิกายน 2561. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

ศานิต รัตนภุมมะ. 2550. กีฎวิทยาแม่บท. ฉบับปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2. ภาควิชากีฎวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อภิชาต สายยศ, จินตนา อะสุรินทร์ และวันทนา ศรีรัตนศักดิ์. 2558. สหสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมกับแมลงศัตรูข้าวและแมลงศัตรูธรรมชาติในศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์. น. 159-165. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2558.

PPTV Online. 2562. ประชากรแมลงลดฮวบ แต่อาจส่งผลจำนวนแมลงน่ารังเกียจพุ่ง. แหล่งข้อมูล: https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99/98212. ค้นเมื่อ 29 กรกฎาคม 2566.

Choate. P. M. 2003. Identifying Insects and Related Arthropods. Introduction to the Identification of Insects and Related Arthropods – 2003.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของระบบปลูกพืชแบบไร้ดินและการให้แสงเสริมจากหลอด LED ต่อผลผลิตและสารสำคัญของชิงเฮาที่ปลูกในโรงเรือน

# Effect of soilless culture systems and supplement LED light on yield and active compounds of *Artemisia annua* L. grown in greenhouse

**สุมาพร พวงแก้ว[1], เบญญา มะโนชัย[1*] และ ปริยานุช จุลกะ[1]**
**Sumaporn Phuangkaew[1], Benya Manochai[1*] and Pariyanuj Chulaka[1]**
[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900*
[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** ชิงเฮา (*Artemisia annua* L.) มีสรรพคุณ ทั้งต้นรักษาริดสีดวงทวาร และไข้มาเลเรีย เป็นหนึ่งในพิกัดยาไทยนำเข้าจากจีน รสขม กลิ่นหอม การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระบบการปลูกพืชไร้ดินและการให้แสงเสริมจากหลอด LED ต่อการผลิตในโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD หน่วยทดลองหลัก คือ การให้แสงเสริมสีขาวจากหลอด LED (ไม่ให้แสง, ให้แสง) หน่วยทดลองย่อยคือ ระบบปลูก DRFT NFT substrate ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Enshi และปลูกลงดิน ดำเนินการ 3 รอบ รอบละ 4 เดือน ผลการทดลอง พบว่า ระบบ DRFT ให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง สารประกอบฟีนอลิก และสาร ฟลาโวนอยด์เฉลี่ยในรอบปีสูงที่สุด รองลงมาคือ NFT การปลูกลงดิน และ substrate แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า ระบบ NFT แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าระบบ DRFT การปลูกลงดินและ Substrate ตามลำดับ การใช้แสงเสริมทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 15% และ 43% สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น 34% 48% และ 18% ตามลำดับ
**คำสำคัญ:** โกฐจุฬาลัมพา; ระบบปลูกพืช; แสงขาว; สารสำคัญ

**ABSTRACT:** *Artemisia annua* L. is a Thai drug coordinated with a bitter taste and pleasant aroma. This experiment aimed to study the effect of soilless culture and supplemental light from the LED on production in a greenhouse. The experimental design utilized a split plot in RCBD, with the main plots: LED additional lighting (no light, light provided) and the subplots: soilless culture systems using Enshi solution (DRFT, NFT, substrate) compared to soil-based cultivation. The experiment was conducted for 3 crops (4 months/crop). The results indicated that the DRFT provided the highest fresh weight, dry weight, phenolic compound, and flavonoid content average throughout the year. The NFT ranked second, followed by soil-based and substrate culture. Furthermore, the NFT exhibited the highest antioxidant activity compared to the DRFT, soil-based cultivation, and substrate culture, respectively. Additionally, the fresh weight, dry weight, phenolic compound, flavonoid, and antioxidant activity levels increased by 15%, 43%, 34%, 48%, and 18%, in response to supplemental lighting
**Keywords:** sweet wormwood; cultivation systems; white light; active compounds

## บทนำ

*Artemisia annua* L. หรือ ชิงเฮา อยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) เป็นพืชที่มีกลิ่นหอมซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 13-29 องศาเซลเซียส แสงแดดจัด และปริมาณน้ำฝนในช่วง 500-1,300 มิลลิเมตร (อรสา, 2551) โดยชิงเฮาเป็นสมุนไพรที่ใช้ทางการแพทย์ตั้งแต่ดั้งเดิม มีถิ่นกำเนิดจากประเทศจีน แต่สามารถปลูกได้หลากหลายในเขตอบอุ่นและเขตหนาว (Ferreira et al., 2005) artemisinin เป็นหนึ่งในสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลักของชิงเฮา ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม sesquiterpene lactone ที่ออกฤทธิ์ต้านเชื้อมาเลเรียหลายชนิด ต้านเนื้องอก และต้านเชื้อแบคทีเรีย (Sack, 1975) โดยประเทศไทยไม่มีการปลูกชิงเฮาในระดับอุตสาหกรรม แต่พบการสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น สาธารณประชาชนจีน หรือ อินเดีย เป็นต้น โดยการนำเข้ามาในชื่อ โกฐ

* Corresponding author: benya.m@ku.th

จุฬาลัมพา ซึ่งเป็นเครื่องยาที่มีรสสุขุม แก้ไข้ ขับเหงื่อ และมีกลิ่นหอม ได้มาจากส่วนแห้งเหนือดินของพืชในสกุล Artemisia ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ *A. vulgaris*, *A. annua* และ *A. pallens* แต่พบว่าชื่อไทยมีเพียงชื่อเดียวคือ โกฐ-จุฬาลัมพา ส่งผลให้การนำมาใช้ประโยชน์เกิดมีความสับสน และบางครั้งการนำเข้าจากต่างประเทศในรูปแบบสมุนไพรแห้งไม่ใช่ ชนิดที่ต้องการ (อุทัย และคณะ, 2556) เนื่องจากชิงเฮา (*A. annua*) ไม่ใช่พืชพื้นถิ่นของประเทศไทย ข้อมูลพบว่าและจะเริ่มออกดอกหลังเมล็ดงอก 140 วัน และนับเวลาจากระยะออกดอกจนถึงดอกร่วงอีก 45 วัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.6 กิโลกรัมสดต่อต้น อัตราการทำแห้งเท่ากับ 1 ต่อ 2.8 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสด และปริมาณอาร์เทมิซินินลดลงเมื่อเทียบจากชิงเฮาสายพันธุ์ของจีนและเวียดนาม (อรสา, 2551) ทำให้การผลิตชิงเฮาในเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ถูกจำกัดด้วยการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อม โดยชิงเฮาสามารถปลูกลงดินได้ในจังหวัดภาคเหนือ แต่มีการเจริญเติบโตไม่ดีในพื้นที่ร้อน เพราะพืชจะมีลักษณะผิดปกติ เช่น การเจริญเติบโตแคระแกรน การออกดอกก่อน ช่อดอกผิดปกติ ไม่มีเมล็ด และมีปริมาณอาร์เทมิซินินที่ต่ำ (Sankhuan, 2022)

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชได้พัฒนาไปมากการปลูกในโรงเรือนเป็นระบบการปลูกที่น่าสนใจ โดย ศุภฤกษ์ (2563) ศึกษาการผลิตชิงเฮาด้วยระบบ NFT เพื่อหาสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการผลิตในประเทศ โดยทำการทดลองในพื้นที่ จ. กรุงเทพมหานคร พบว่าสารละลายธาตุอาหารสูตร Enshi ทำให้ชิงเฮามีปริมาณน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณ artemisinin ต่อต้นสูงที่สุด และมีการปลูก *Achillea millefolium* L. ด้วยระบบ NFT พบว่ามีปริมาณชีวมวลของทั้งต้นมากกว่าต้นที่ปลูกในดิน 9 เท่า (Pedneault et al. 2014) ธนภูมิ (2564) ได้ศึกษาการปลูก *Lactuca sativa* L. ในระบบ DRFT พบว่า มวลชีวภาพแห้งส่วนต้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกลงดิน นอกจากนี้ยังมีการทดลองปลูก *Artemisia annua* L. ในระบบวัสดุปลูก พบว่าการปลูกด้วยแกลบเผาเจริญเติบโตเร็วกว่าที่ปลูกลงดิน (Mambé et al. 2012) แต่เนื่องจากชิงเฮาเป็นพืชวันสั้น ทำให้เมื่อนำมาปลูกในประเทศไทยออกดอกเร็ว ซึ่งจะมีผลทำให้ปริมาณสารสำคัญในชิงเฮาลดลง ดังนั้นแนวทางการผลผลิตโดยเพิ่มความยาววันควบคู่ไปกับการปลูก คือ การให้แสงเสริมด้วยหลอดไฟ LED (สีขาว) จากรายงานของ ชญานิศ และคณะ (2563) พบว่าการให้แสงเสริมจากหลอด LED (สีขาว) กับ *Stevia rebaudiana* Bert. ให้ผลเชิงบวกต่อความสูง พื้นที่ใบ และปริมาณสตีวิโอไซด์ อย่างไรก็ตามการผลิตพืชในโรงเรือนนั้นสามารถเพาะปลูกได้ตลอดทั้งปี ดังนั้นเพื่อศึกษาอิทธิพลของระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินรูปแบบต่าง ๆ ร่วมกับการให้แสงเสริมจากหลอด LED ต่อปริมาณผลผลิตและสารสำคัญในชิงเฮาที่ผลิตในโรงเรือนตลอดทั้งปี เป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาและเป็นวัตถุประสงค์หลักของการทดลองในครั้งนี้

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block Design โดยกำหนดหน่วยทดลองหลัก คือ ให้การให้แสงเสริมสีขาวจากหลอด LED ได้แก่ การให้แสงเวลา 03:00-06:00 น. และ 18:00-21:00 น. ทำให้พืชได้รับความยาวนานวันเพิ่มขึ้นเป็น 18 ชั่วโมงต่อวัน และรักษายะระห่างของหลอดไฟจากยอดต้นพืช 30 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับการไม่ให้แสงเสริม โดยป้องกันการรบกวนแสงด้วยผ้าสีดำ หน่วยทดลองย่อยคือ ระบบปลูก 3 ระบบได้แก่ ระบบ DRFT ระบบ NFT ระบบ substrate และการปลูกลงดินผสมสำเร็จรูป ทั้งหมด 8 Treatment combinations ได้แก่

ทรีทเมนต์ที่ 1 ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูก DRFT
ทรีทเมนต์ที่ 2 ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูก NFT
ทรีทเมนต์ที่ 3 ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูก substrate
ทรีทเมนต์ที่ 4 ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูกลงดินผสมสำเร็จรูป
ทรีทเมนต์ที่ 5 ไม่ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูก DRFT
ทรีทเมนต์ที่ 6 ไม่ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูก NFT
ทรีทเมนต์ที่ 7 ไม่ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูก substrate
ทรีทเมนต์ที่ 8 ไม่ให้แสงเสริม ร่วมกับระบบปลูกลงดินผสมสำเร็จรูป

ทดลองรอบละ 4 เดือน คือ รอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว: เดือนตุลาคม-มกราคม พ.ศ. 2564-2565) รอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน: เดือนมีนาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2565) และ รอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน: เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2565) ที่โรงเรือนต้นแบบสาธิตด้านการผลิตพืชสวนภาควิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยในแต่ทรีทเมนต์การสุ่มเก็บตัวอย่างทรีทเมนต์ละ 14 ซ้ำ บันทึกข้อมูล น้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง, ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์, ปริมาณสารฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองถูกนำเข้าประมวลผล และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรม RStudio และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least Significant Difference)

**การเตรียมพืช**

เพาะเมล็ดชิงเฮา ในกล่องพลาสติกใสที่บรรจุพีทมอสใช้ระยะเวลาประมาณ 3 วัน เมล็ดจะเริ่มงอก เมื่อต้นกล้าอายุครบ 7 วัน จะย้ายปลูกลงถาดหลุมที่บรรจุพีทมอสเป็นวัสดุปลูก และจะย้ายลงระบบปลูกเมื่อต้นกล้าอายุครบ 50 วัน หรือสูงประมาณ 3 เซนติเมตร ย้ายลงถ้วยปลูกที่ใช้ปลูกในระบบ soilless culture สำหรับระบบปลูก substrate culture เริ่มจากการนำขุยมะพร้าวและขุยมะพร้าวสับอัตราส่วน 1:1 ผสมให้เข้ากัน จากนั้นล้างขุยมะพร้าวด้วยน้ำสะอาดเพื่อลดความเค็ม หรือ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าไม่เกิน 0.2 $m^S$/cm แล้วตากในที่ร่มก่อนนำไปใช้ สำหรับระบบ hydroponics เริ่มจากการทำความสะอาดอุปกรณ์ในระบบ เช่น รางปลูก ถังเก็บสารละลาย ด้วยน้ำยาทำความสะอาดฆ่าเชื้ออเนกประสงค์ หลังจากนั้นนำไปตากให้แห้ง การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชสูตร Enshi ตามวิธีของ Hori (1966) และวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่สม่ำเสมอตลอดการทดลอง ปรับค่า pH เริ่มต้นของสารละลายธาตุอาหารให้ได้ค่าอยู่ในช่วง 6.0 โดยประมาณ สำหรับใช้กับระบบปลูก NFT, DRFT และ Substrate โดยระบบ Substrate จะมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช 300 มิลลิลิตร/วัน สำหรับการปลูกในดินผสมสำเร็จรูป มีส่วนผสม ประกอบด้วยใบก้ามปู ดินขุยไผ่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว และอื่น ๆ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 1.6 $m^S$/cm ค่า pH 8 ปลูกในกระถางขนาด 8 นิ้ว รดน้ำ 300 มิลลิลิตร/วัน และให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ปริมาณ 1 กรัม/2 สัปดาห์ เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อพืชออกดอก 50 % ของจำนวนต้นทั้งหมด ดัดแปลงจาก Tempeam (1996) โดยทุกรอบการผลิตที่ใช้ระยะเวลาประมาณ 120 วัน การเก็บเกี่ยวโดยการเก็บเกี่ยวทั้งต้นชั่งน้ำหนักผลผลิต และนำไปล้างทำความสะอาดและแยกชิ้นส่วนของใบกับลำต้น ผึ่งลมให้แห้งก่อนนำไปอบด้วยตู้อบรมร้อน ที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์น้ำหนักแห้งและปริมาณสารสำคัญต่อไป

**การวิเคราะห์สารสำคัญ**

**การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ**

เตรียมสารสกัดชิงเฮาโดยนำผงชิงเฮาที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในส่วนเหนือดินจำนวน 1กรัม สกัดด้วยเอทานอล 95เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 4 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) รายงานเป็นค่า $EC_{50}$ หน่วยมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยดัดแปลงจากวิธีของ Ingkasupart et al. (2015) ด้วยเครื่อง microplate reader

**การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม**

เตรียมตัวอย่างโดยนำผงชิงเฮาที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในส่วนเหนือดินจำนวน 1 กรัม สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมโดยดัดแปลงจากวิธีของ Gao et al. (2000) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (กราฟของกรดแกลลิก) เพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ได้จากตัวอย่าง โดยรายงานในหน่วยมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อต้น ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer

**การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์**

เตรียมตัวอย่างโดยนำผงชิงเฮาที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในส่วนเหนือดินจำนวน 1 กรัม บดและสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยวิธี aluminum chloride colorimetric method เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานเควอซิทิน (Quercetin) ดัดแปลงวิธีการทดลองจาก Prommuak et al. (2008) และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (กราฟของ เควอซิทิน) เพื่อหาปริมาณสารประกอบสารฟลาโวนอยด์ที่ได้จากตัวอย่างโดยรายงานในหน่วยมิลลิกรัมของเควอซิทินต่อต้นด้วยเครื่อง UV-Visspectrophotometer

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**อิทธิพลของระบบปลูกร่วมกับการให้แสงเสริมสีขาวจากหลอด LED ต่อผลผลิต**

การปลูกชิงเฮาในโรงเรือน ทั้ง 3 รอบการผลิต พบว่ารอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) และรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) การปลูกชิงเฮาภายใต้การให้แสงเสริมและไม่ให้แสงเสริมให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน แต่ในรอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) พบว่าการให้แสงเสริมจากหลอดไฟ LED มีน้ำหนักผลผลิตชิงเฮาทั้งในรูปแบบสด และแห้งสูงกว่าการไม่ให้แสงเสริม ($p<0.05$) **(Table 1)** นอกจากนี้ยังพบว่า การให้แสงเสริมจากหลอด LED มีน้ำหนักผลผลิตสูงกว่าการไม่ได้รับแสงเสริมจากหลอด LED และในรอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) ให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือการปลูกในรอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) แต่รอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) มีปริมาณผลผลิตน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการผลิตตลอดทั้งปีพบว่าการให้แสงเสริมไม่มีผลต่อน้ำหนักสดที่ผลิตได้รวมในรอบปี แต่มีผลต่อ

น้ำหนักแห้งรวม โดยการให้แสงเสริมจากหลอด LED จะทำได้น้ำหนักแห้งของต้นชิงเฮารวม 49.32 กรัม/ต้น/ปี **(Table 1)** มากกว่าการไม่ได้ให้แสงเสริม 53.60%

ในด้านระบบปลูกพบว่า ระบบปลูกมีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตทั้ง 3 รอบการผลิต โดยแต่ละระบบจะให้ปริมาณผลผลิตแต่ละรอบแตกต่างกันออกไป โดยในรอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) พบว่า ระบบการผลิตแบบ NFT จะให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด (201.11 g/plant) ($p<0.05$) แตกต่างจากระบบ DRFT (167.86 g/plant) ดินปลูก (81.18 g/plant) และ substrate (38.81 g/plant) ตามลำดับ แต่ในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) พบว่า ระบบปลูก DRFT (64.95 g/plant) และระบบ Substrate (60.30 g/plant) ให้ปริมาณผลผลิตสดสูงไม่แตกต่างกัน รองลงมาคือการปลูกในดิน (36.36 g/plant) และการปลูกในระบบ NFT ให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด (6.51 g/plant) สำหรับรอบการผลิตที่3 (ฤดูฝน) พบว่าระบบผลิต DRFT ให้น้ำหนักผลผลิตสดสูงที่สุด (154.4 g/plant) ($p<0.05$) รองลงมาคือ NFT(98.21 g/plant) substrate (32.73 g/plant) และ ดินปลูก (8.13 g/plant) ตามลำดับ จากข้อมูลน้ำหนักผลผลิตสดจะเห็นว่าระบบปลูก DRFT ทำให้ชิงเฮามีผลผลิตสูงตลอดทั้งสามรอบการผลิต แต่ในด้านน้ำหนักแห้งพบว่า รอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) ระบบปลูก NFT ให้น้ำหนักแห้งสูงที่สุด (33.94 g/plant) สอดคล้องกับผลผลิตสด แต่ในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) ระบบ Substrate ให้น้ำหนักแห้งสูงที่สุด (13.99 g/plant) และในรอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) ระบบ DRFT ให้น้ำหนักแห้งสูงที่สุด (21.51 g/plant) จากข้อมูลผลผลิตน้ำหนักแห้งจะเห็นว่า ระบบ DRFT จะให้ค่าน้ำหนักแห้งค่อนข้างสูงกว่าระบบการผลิตอื่น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลน้ำหนักสด และเมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตรวมในรอบปีพบว่า ระบบปลูก DRFT ทำให้ได้ผลผลิตชิงเฮาทั้งในรูปแบบสดและแห้งดีที่สุด รองลงมาคือระบบ NFT substrate และการปลูกลงดิน ตามลำดับ **(Table 1)** โดยชิงเฮาที่ผลิตในระบบ DRFT จะมีน้ำหนักสดมากกว่าต้นที่ปลูกลงดินในกระถาง 203% และมีน้ำหนักแห้งมากกว่าประมาณ 105%

เมื่อพิจารณาด้านอิทธิพลร่วมพบว่า ระบบปลูก DRFT ร่วมกับการให้แสงเสริมจากหลอด LED จะให้ค่าน้ำหนักสดค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอตลอดทั้ง 3 รอบการผลิต ในขณะที่ระบบปลูก NFT จะให้ปริมาณผลผลิตสดค่อนข้างผันผวนโดยเฉพาะในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) สำหรับระบบปลูก substrate และในดินให้ผลผลิตโดยรวมค่อนข้างน้อยกว่าระบบ DRFT และ NFT แต่ในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) ให้ปริมาณผลผลิตสดและแห้งสูงกว่าระบบอื่น อย่างไรก็ตามการให้แสงเสริมร่วมกับระบบปลูกให้ผลผลิตสดแตกต่างกันเล็กน้อยแต่เมื่อพิจารณาผลผลิตแห้งพบว่าการให้แสงเสริมจะทำให้ได้น้ำหนักผลผลิตแห้งสูงกว่าการไม่ได้รับแสงเสริม **(Table 1, Figure 1a และ 1b)** และเมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตพืชแบบไม่ใช้ดินกับการปลูกลงดินผสมในกระถางพบว่า การปลูกในระบบ DRFT NFT และ Substrate ที่มีการให้แสงเสริมทำให้มีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น 115% 68.65% และ -3.64% ตามลำดับ และค่าน้ำหนักแห้งมีค่าเพิ่มขึ้น 64.64% 46.29% และ 15.69%

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ารอบการให้แสงเสริมมีอิทธิพลมากในรอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) ซึ่งตรงกับช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน โดยฤดูฝนท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมเป็นจำนวนมาก ทำให้ปริมาณแสงแดดมีไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์แสงในพืช และส่งผลต่อระยะเวลาที่พืชได้รับแสงในแต่ละวันลดลง โดยทั่วไปช่วงแสงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านลำต้น และการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ ส่งผลให้ชิงเฮาที่ปลูกในฤดูฝนมีการเจริญเติบโตระยะ vegetative growth น้อยกว่าและเข้าสู่ระยะ reproductive growth เร็วขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Ceunen and Geuns (2013) ที่พบว่าการปลูกหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bert.) ภายใต้สภาพวันสั้นทำให้หญ้าหวานมีผลลิตลดลง เมื่อเทียบกับหญ้าหวานที่ปลูกในภายสภาพวันยาว และในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) ตรงกับช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน เป็นช่วงฤดูร้อน การปลูกในระบบ NFT ทำให้ปริมาณผลผลิตสดและแห้งมีค่าน้อยลดลงอย่างมากแตกต่างจากการผลิตรอบที่ 1(ฤดูหนาว) เนื่องจากสารละลายธาตุอาหารที่อุ่นเกินไปส่งผลให้ พืชเกิดความเครียดจากความร้อน และการสะสมของแบคทีเรีย และเชื้อราที่เป็นอันตรายกับพืช (John, 2023) แต่ในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูฝน) การปลูกลงดินและระบบ Substrate มีปริมาณผลผลิตสูงกว่าสาเหตุเนื่องมาจากมีช่องว่างของอากาศทำให้เกิดการระบาย หรือการถ่ายเทของอุณหภูมิได้ดีกว่าระบบปลูกที่รากพืชอยู่ในน้ำ สอดคล้องกับรายงานของ ศิริเพ็ญ (2537) พบว่าปริมาณความเข้มแสงส่งผลทำให้อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิจะผันแปรตามอุณหภูมิอากาศ ในทางกลับกันการถ่ายเทความร้อนของการปลูกลงดิน และระบบ Substrate จะขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน เป็นต้น และอาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมี เช่น สารประกอบทางเคมีในดิน หรือวัสดุปลูกเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน หรือเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิของดินและวัสดุปลูกเปลี่ยนแปลงได้ตามคุณสมบัติของตัวเองไม่ได้ขึ้นกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกเพียงอย่างเดียว (สุรศักดิ์, 2527) ผลการทดลองพบว่าระบบปลูก DRFT ให้ปริมาณผลผลิตที่ดีกว่าเนื่องจากปริมาตรของสารละลายธาตุอาหารที่พืชได้รับมีมากกว่าระบบอื่นรากพืชสัมผัสกับสารละลายสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภฤกษ์ และคณะ (2563) ที่พบว่าการปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ทำให้ชิงเฮามีปริมาณสารสำคัญ และปริมาณผลผลิตสูงกว่าการปลูกลงดินในช่วงฤดูหนาว ดังนั้นควรปลูกในช่วงที่มีอากาศเย็นเช่น รอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) และรอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี และในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) สภาพอากาศร้อนทำให้รากพืชที่แช่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง และมีรายงานว่าเมื่อรากพืชแช่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้อุณหภูมิสูงกว่า 23.8 °C

ส่งผลระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลงต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ และการระเหยของสารละลายอาจเกิดขึ้นได้ ทำให้สารอาหารมีความเข้มข้นสูงขึ้น (John, 2023) ส่งผลต่อการดูดธาตุอาหารพืชจึงมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดี ดังจะเห็นได้ชัดในระบบ DRFT และ NFT และด้วยเหตุนี้ทำให้ชิงเฮาที่ปลูกในฤดูร้อนซึ่งมีอากาศถ่ายเทในวัสดุปลูกได้ดีกว่าทำให้มีผลผลิตสูงกว่าระบบการผลิตแบบ hydroponics

**อิทธิพลของระบบปลูกร่วมกับการให้แสงเสริมสีขาวจากหลอด LED ต่อสารสำคัญ**

การปลูกชิงเฮาในโรงเรือนในรอบปี พบว่าการปลูกชิงเฮาภายใต้การให้แสงเสริมและไม่ให้แสงเสริมให้ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยค่าแสดงใน Table 2 นอกจากนี้ยังพบว่า การให้แสงเสริมจากหลอด LED ทำให้ชิงเฮามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าการไม่ได้รับแสงเสริมจากหลอด LED ประมาณ 2 เท่า ในทุกรอบการผลิต และในรอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) ชิงเฮามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและสารฟลาโวนอยด์มากกว่ารอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) และรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) ซึ่งให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก รวม และสารฟลาโวนอยด์น้อยที่สุด

ในด้านระบบปลูกพบว่า ระบบปลูกมีอิทธิพลต่อปริมาณสารสำคัญทั้ง 3 รอบการผลิต โดยแต่ละระบบจะให้ปริมาณผลผลิตแต่ละรอบแตกต่างกันออกไป ($p<0.01$) ในรอบการผลิตที่ 1 (ฤดูหนาว) พบว่า ระบบการผลิตแบบ NFT ทำให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด (121.50 $mg_{QT}$/ plant และ 163.36 $mg_{GAE}$/plant) และในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) พบว่า Substrate ทำให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด (66.85 $mg_{QT}$/ plant และ 66.45 $mg_{GAE}$/ plant) สำหรับรอบการผลิตที่ 3 (ฤดูฝน) พบว่าระบบผลิต DRFT ทำให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด (126.95 $mg_{QT}$/ plant และ 150.99 $mg_{GAE}$/ plant) และพบว่าระบบปลูก NFT ทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดในทุกรอบการผลิต คือ รอบที่ 2 (ฤดูร้อน) (0.12 mg/ml), รอบที่ 1 (ฤดูร้อน) (0.38 mg/ml) และรอบที่ 3 (ฤดูฝน) (0.38 mg/ml) ตามลำดับ จากข้อมูลปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในแต่ละรอบการผลิต จะเห็นว่าระบบปลูก DRFT ทำให้ชิงเฮามีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงตลอดทั้งสามรอบการผลิต แต่ในด้านฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง พบว่าระบบปลูก NFT ร่วมกับการให้แสงเสริมให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสูงที่สุดในรอบปี (0.26 mg/ml) ในขณะที่รอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) พบว่าระบบปลูก NFT ร่วมกับการไม่ให้แสงเสริมให้ผลปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมต่ำที่สุด คือ 0.88 $mg_{QT}$/ plant และ 1.89 $mg_{GAE}$/ plant ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาด้านอิทธิพลร่วมพบว่า ระบบปลูก DRFT ร่วมกับการให้แสงเสริมจากหลอด LED จะให้สารสำคัญค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ในขณะที่ระบบปลูก NFT จะให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมค่อนข้างผันผวน โดยเฉพาะในรอบการผลิตที่ 2 (ฤดูร้อน) อย่างไรก็ตามการให้แสงเสริมร่วมกับระบบปลูกให้ค่าปริมาณสารสำคัญแตกต่างกันเล็กน้อย เมื่อพิจารณาค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าทธิพลร่วมการให้แสงเสริม และไม่ได้รับแสงต่อระบบปลูกทำให้ได้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันมาก แต่สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น 34% 48% และ 18% ตามลำดับ **(Table 2 , Figure 1c และ 1d)** และยังพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม สัมพันธ์กับปริมาณสารฟลาโวนอยด์ **(Table 2 , Figure 1f และ 1g)** โดยปริมาณฟลาโวนอยด์ในชิงเฮามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกับปริมาณฟีนอลิกซึ่งเป็นไปตามที่ Hossain et al. (2017) กล่าวว่าการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณฟลาโวนอยด์มีแนวโน้มเหมือนกับฟีนอลิก จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ารอบการให้แสงเสริมมีอิทธิพลมากในรอบปี สอดคล้องกับรายงานของ Ceunen et al. (2012) Ceunen and Geuns (2013) พบว่าความยาววันมีผลต่อปริมาณสตีวิออลไกลโคไซด์ในหญ้าหวานโดยเป็นพืชในสกุลเดียวกับชิงเฮา มากกว่าหญ้าหวานชุดควบคุมที่ปลูกในสภาพวันสั้น ดังนั้นชิงเฮาที่อยู่ในสภาพวันยาว (ให้แสงสริม) จึงมีสารสำคัญมากกว่า เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ พบว่าสอดคล้องกับผลผลิตของระบบปลูก โดยระบบปลูกDRFT มีผลทำให้ชิงเฮาสร้างน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุดในรอบปี จึงทำให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารประกอบต่อต้นมีค่าสูงตามไปด้วย ระบบปลูก NFT ร่วมกับการไม่ให้แสงเสริมให้ผลปริมาณสารฟลาโวนอยด์และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมต่ำที่สุด **(Table 2)** เนื่องจากผลผลิตสด และแห้งที่ต่ำที่สุด **(Table 1)** สอดคล้องกับรายงานของ ชญานิศ และคณะ (2563) พบว่า เมื่อคำนวณปริมาณสตีวิโอไซด์ในหญ้าหวานเป็นต่อต้นแล้วเทียบกับน้ำหนักใบแห้ง 1 กรัมให้ผลเชิงบวก

**Table 1** Fresh weight, and dry weight of *A. annua* L. grown in Crop 1 (October-December), Crop2 (March-June), and Crop3 (June-October).

| Treatment | | Fresh weight (g/plant) | | | Total fresh weight (g/year) | Dry weight (g/plant) | | | Total dry weight (g/year) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Crop1 | Crop2 | Crop3 | | Crop1 | Crop2 | Crop3 | |
| Main plot | LED | 129.51±69.10 | 44.15±22.08 | 88.53±70.56$^{a}$ | 257.27±120.57 | 25.48±11.88 | 9.04±5.44 | 14.80±11.13$^{a}$ | 49.32±16.27$^{a}$ |
| | No LED | 114.96±64.43 | 39.91±27.38 | 58.21±46.52$^{b}$ | 211.23±106.67 | 18.13±9.39 | 7.38±5.23 | 6.60±4.65$^{b}$ | 32.11±11.55$^{b}$ |
| **F-test** | | ns | ns | * | ns | ns | ns | * | * |
| Sub plot | DRFT | 167.86±21.86$^{b}$ | 64.95±11.23$^{a}$ | 154.40±40.56$^{a}$ | 379.61±48.96$^{a}$ | 27.72±7.44$^{b}$ | 8.80±2.75$^{b}$ | 21.51±10.08$^{a}$ | 58.02±14.10$^{a}$ |
| | NFT | 201.11±11.80$^{a}$ | 6.51±2.19$^{c}$ | 98.21±12.53$^{b}$ | 304.04±26.93$^{b}$ | 33.94±4.26$^{a}$ | 1.27±0.54$^{c}$ | 13.53±4.85$^{b}$ | 48.74±8.58$^{b}$ |
| | Substrate | 38.81±7.58$^{d}$ | 60.30±4.88$^{a}$ | 32.73±10.61$^{c}$ | 128.14±16.99$^{c}$ | 7.59±1.22$^{d}$ | 13.99±1.81$^{a}$ | 6.19±1.95$^{c}$ | 27.77±3.89$^{c}$ |
| | Soil | 81.18±12.32$^{c}$ | 36.36±12.28$^{b}$ | 8.13±3.56$^{d}$ | 125.20±24.66$^{c}$ | 17.96±5.82$^{c}$ | 8.78±4.73$^{b}$ | 1.59±0.93$^{d}$ | 28.33±10.99$^{c}$ |
| **F-test** | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LED | DRFT | 180.93±19.25$^{ab}$ | 57.33±6.23$^{ab}$ | 192.12±17.62$^{a}$ | 418.23±34.96$^{a}$ | 34.16±4.53$^{a}$ | 6.35±0.87$^{c}$ | 30.98±3.89$^{a}$ | 71.50±3.83$^{a}$ |
| | NFT | 207.31±10.88$^{a}$ | 8.13±1.71$^{c}$ | 108.14±8.69$^{b}$ | 321.44±20.53$^{ab}$ | 36.65±4.01$^{a}$ | 1.72±0.38$^{e}$ | 17.81±1.55$^{b}$ | 56.18±4.81$^{b}$ |
| | Substrate | 41.28±6.33$^{d}$ | 63.26±2.86$^{ab}$ | 42.44±3.92$^{cd}$ | 142.30±8.76$^{c}$ | 8.03±1.34$^{c}$ | 14.76±1.33$^{a}$ | 8.00±0.57$^{d}$ | 30.79±2.28$^{de}$ |
| | Soil | 88.55±10.73$^{c}$ | 47.86±4.57$^{b}$ | 11.43±1.45$^{d}$ | 147.12±11.97$^{c}$ | 23.07±3.04$^{b}$ | 13.33±1.37$^{ab}$ | 2.43±0.48$^{ef}$ | 38.83±2.89$^{cd}$ |
| No LED | DRFT | 154.80±15.94$^{b}$ | 72.57±9.89$^{a}$ | 116.69±6.48$^{b}$ | 340.98±23.29$^{ab}$ | 21.28±2.22$^{b}$ | 11.24±1.43$^{b}$ | 12.03±1.67$^{c}$ | 44.55±2.67$^{bc}$ |
| | NFT | 194.91±9.38$^{ab}$ | 4.88±1.16$^{c}$ | 88.29±6.18$^{bc}$ | 286.65±20.80$^{b}$ | 31.24±2.44$^{a}$ | 0.82±0.15$^{e}$ | 9.24±2.60$^{cd}$ | 41.29±3.20$^{cd}$ |
| | Substrate | 36.34±8.13$^{d}$ | 57.34±4.74$^{ab}$ | 23.02±3.95$^{d}$ | 113.99±9.56$^{c}$ | 7.15±0.93$^{c}$ | 13.21±1.93$^{a}$ | 4.39±0.73$^{e}$ | 24.75±2.56$^{e}$ |
| | Soil | 73.81±9.13$^{cd}$ | 24.86±2.73$^{c}$ | 4.84±0.94$^{d}$ | 103.28±9.21$^{c}$ | 12.85±2.21$^{c}$ | 4.24±0.39$^{d}$ | 0.75±0.15$^{f}$ | 17.84±2.31$^{e}$ |
| **F-test** | | ** | ** | ** | * | * | * | * | * |
| **CV (%)** | | 7.9 | 11.85 | 13.95 | 6.85 | 10.05 | 12.95 | 12.25 | 14.35 |

Data expressed as mean value+SE. Different alphabets indicated significant different among the treatment at P-value< 0.05(*) or 0.01(**), ns= Not significant

**Table 2** Active compounds of *A. annua* L. from Crop 1 (October-December), Crop2 (March-June), and Crop3 (June-October).

| Treatment | | Total flavonoids compound ($mg_{QT}/g_{plant}$) | | | Total ($mg_{QT}$/year) | Total phenolic compound ($mg_{GAE}/g_{plant}$) | | | Total ($mg_{GAE}$/year) | $EC_{50}$ (mg/ml) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Crop1 | Crop2 | Crop3 | | Crop1 | Crop2 | Crop3 | | Crop1 | Crop2 | Crop3 | Average |
| Main plot | LED | 107.87±57.22$^{a}$ | 29.34±24.16$^{a}$ | 58.31±45.76$^{a}$ | 195.51±81.18$^{a}$ | 87.39±51.75$^{a}$ | 32.50±23.37$^{a}$ | 77.00±55.39$^{a}$ | 196.89±76.08$^{a}$ | 0.37±0.08$^{b}$ | 0.15±0.047$^{a}$ | 0.46±0.09$^{a}$ | 0.33±0.15$^{a}$ |
| | No LED | 50.07±23.98$^{b}$ | 17.99±14.90$^{b}$ | 22.21±14.91$^{b}$ | 90.27±38.94$^{b}$ | 44.07±28.38$^{b}$ | 20.20±17.96$^{b}$ | 21.53±15.70$^{b}$ | 85.80±34.84$^{b}$ | 0.50±0.05$^{a}$ | 0.19±0.039$^{b}$ | 0.52±0.08$^{b}$ | 0.40±0.16$^{b}$ |
| **F-test** | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Sub plot | DRFT | 112.79±49.40$^{a}$ | 25.82±6.04$^{a}$ | 83.05±47.63$^{a}$ | 221.7±89.5$^{a}$ | 70.78±29.91$^{b}$ | 21.34±4.33$^{b}$ | 89.22±65.71$^{a}$ | 181.34±92.39$^{a}$ | 0.49±0.05$^{c}$ | 0.15±0.033$^{ab}$ | 0.49±0.02$^{bc}$ | 0.38±0.17$^{b}$ |
| | NFT | 121.50±46.47$^{a}$ | 1.72±0.96$^{b}$ | 42.20±15.51$^{b}$ | 165.4±60.0$^{b}$ | 126.16±40.05$^{a}$ | 3.17±1.59$^{c}$ | 69.37±33.25$^{a}$ | 198.70±72.78$^{a}$ | 0.38±0.05$^{a}$ | 0.12±0.016$^{a}$ | 0.38±0.05$^{a}$ | 0.29±0.13$^{a}$ |
| | Substrate | 36.23±9.31$^{b}$ | 50.33±18.37$^{c}$ | 32.08±13.98$^{b}$ | 118.6±38.9$^{c}$ | 24.78±8.00$^{d}$ | 56.92±12.47$^{a}$ | 32.11±14.25$^{b}$ | 113.82±32.34$^{b}$ | 0.47±0.02$^{c}$ | 0.21±0.012$^{b}$ | 0.47±0.02$^{b}$ | 0.39±0.13$^{b}$ |
| | Soil | 45.36±22.16$^{b}$ | 16.79±10.47$^{d}$ | 3.70±2.74$^{c}$ | 65.9±34.0$^{d}$ | 41.20±17.40$^{c}$ | 23.96±13.82$^{b}$ | 6.36±5.34$^{b}$ | 71.52±35.67$^{c}$ | 0.41±0.14$^{b}$ | 0.21±0.027$^{b}$ | 0.60±0.05$^{c}$ | 0.41±0.18$^{b}$ |
| **F-test** | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LED | DRFT | 159.09±19.99$^{a}$ | 21.21±4.05$^{c}$ | 126.95±23.31$^{a}$ | 307.3±28.2$^{a}$ | 97.54±16.65$^{b}$ | 22.01±3.35$^{c}$ | 150.99±25.27$^{a}$ | 270.54±21.23$^{a}$ | 0.44±0.00$^{cd}$ | 0.12±0.011$^{ab}$ | 0.47±0.01$^{ab}$ | 0.34±0.16$^{ab}$ |
| | NFT | 164.10±23.06$^{a}$ | 2.57±0.60$^{d}$ | 55.34±7.77$^{b}$ | 222.0±22.5$^{b}$ | 163.36±17.01$^{a}$ | 4.45±1.26$^{d}$ | 100.19±11.14$^{b}$ | 268.00±21.99$^{a}$ | 0.33±0.01$^{a}$ | 0.10±0.007$^{a}$ | 0.33±0.02$^{a}$ | 0.26±0.11$^{a}$ |
| | Substrate | 43.04±8.00$^{bcd}$ | 66.85±8.62$^{a}$ | 44.85±6.01$^{bc}$ | 154.7±15.0$^{c}$ | 31.18±6.03$^{de}$ | 66.45±6.63$^{a}$ | 45.44±5.34$^{c}$ | 143.06±13.50$^{b}$ | 0.46±0.01$^{cd}$ | 0.20±0.006$^{ab}$ | 0.46±0.01a$^{b}$ | 0.37±0.13$^{b}$ |
| | Soil | 65.24±11.91$^{bcd}$ | 26.73±3.67$^{bc}$ | 6.09±1.78$^{de}$ | 98.1±11.7$^{de}$ | 57.47±5.71$^{c}$ | 37.09±4.91$^{b}$ | 11.39±2.13$^{c}$ | 105.95±7.83$^{bc}$ | 0.27±0.01$^{a}$ | 0.20±0.030$^{ab}$ | 0.57±0.03$^{ab}$ | 0.35±0.16$^{b}$ |
| No LED | DRFT | 66.48±7.09$^{bc}$ | 30.43±3.66$^{bc}$ | 39.14±4.05$^{bc}$ | 136.1±7.8$^{cd}$ | 44.01±6.16$^{cd}$ | 20.67±5.18$^{c}$ | 27.45±10.51$^{c}$ | 92.13±11.75$^{bcd}$ | 0.53±0.01$^{e}$ | 0.20±0.003$^{ab}$ | 0.51±0.01$^{ab}$ | 0.41±0.16$^{bc}$ |
| | NFT | 78.90±6.68$^{b}$ | 0.88±0.17$^{d}$ | 29.06±8.22$^{bcd}$ | 108.8±8.2$^{de}$ | 88.96±7.78$^{b}$ | 1.89±0.37$^{d}$ | 38.54±11.19$^{c}$ | 129.39±13.17$^{bc}$ | 0.43±0.01$^{b}$ | 0.20±0.013$^{ab}$ | 0.42±0.01$^{ab}$ | 0.33±0.14$^{ab}$ |
| | Substrate | 29.42±4.02$^{cd}$ | 33.82±6.27$^{b}$ | 19.31±4.28$^{cde}$ | 82.5±10.5$^{e}$ | 18.39±2.96$^{e}$ | 47.40±9.16$^{b}$ | 18.79±3.25$^{c}$ | 84.58±12.19$^{cd}$ | 0.49±0.01b$^{c}$ | 0.22±0.004$^{ab}$ | 0.49±0.01$^{ab}$ | 0.40±0.13$^{bc}$ |
| | Soil | 25.48±5.18$^{d}$ | 6.85±1.13$^{d}$ | 1.32±0.40$^{e}$ | 33.6±5.5$^{f}$ | 24.92±5.05$^{de}$ | 10.83±1.11$^{cd}$ | 1.33±0.31$^{c}$ | 37.08±5.25$^{d}$ | 0.55±0.01$^{e}$ | 0.22±0.016$^{b}$ | 0.64±0.04$^{b}$ | 0.47±0.18$^{c}$ |
| **F-test** | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| **CV (%)** | | 16 | 26.65 | 19.45 | 6.9 | 15.4 | 18.9 | 39.45 | 17.05 | 4.95 | 21.95 | 9.55 | 13.1 |

Data expressed as mean value+SE. Different alphabets indicated significant different among the treatment at P-value< 0.05(*) or 0.01(**), ns= Not significant

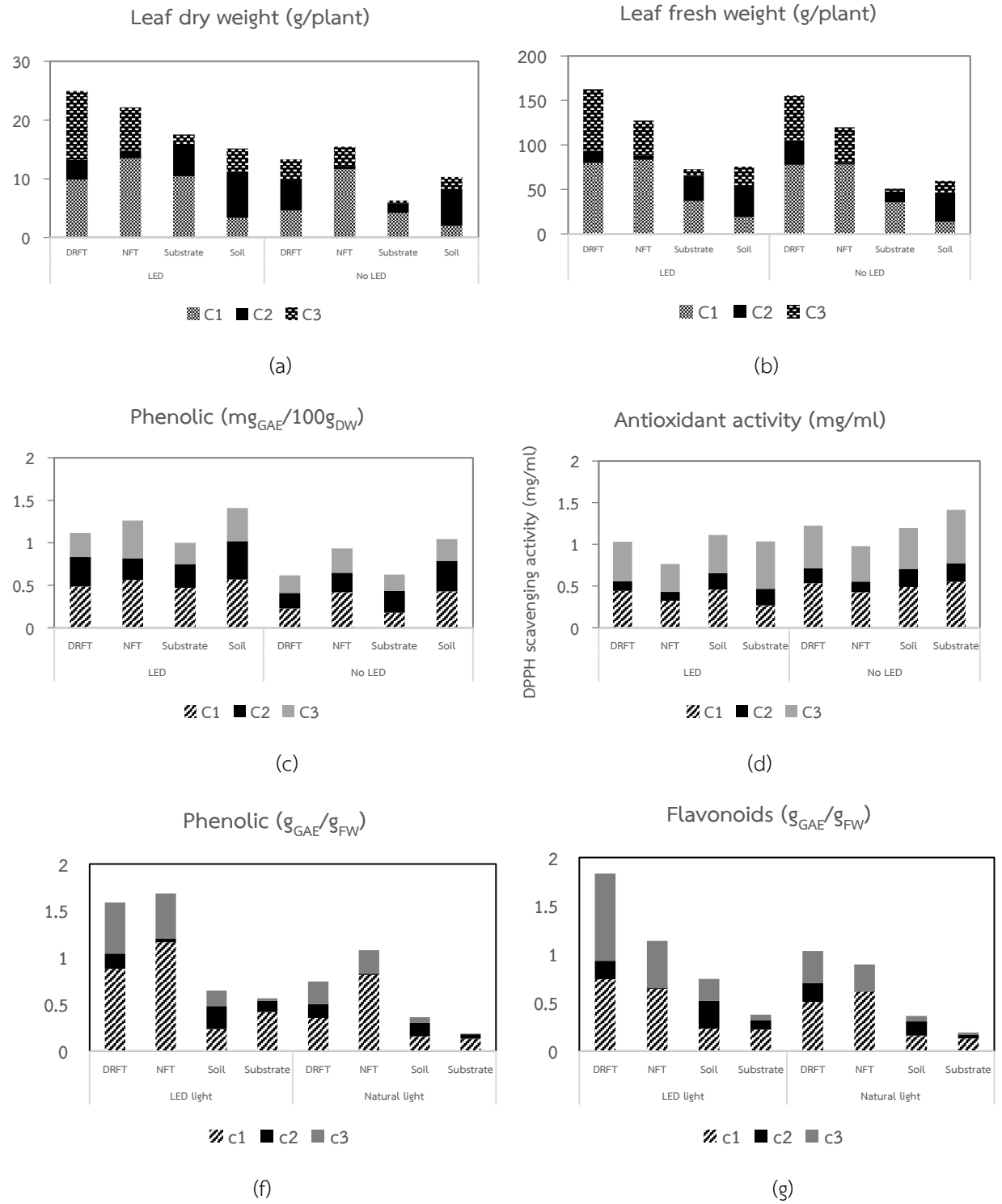



**Figure 1** Graph represents the percentage of (a) Leaf fresh weight; (b) Leaf dry weight; (c) phenolic compound ($mg_{GAE}/100g_{DW}$); (d) Antioxidant activity (mg/ml); (f) phenolic compound ($g_{GAE}/g_{FW}$); (g) flavonoids compound ($g_{GAE}/g_{FW}$) of *A. annua* L. grown in Crop 1 (October-December), Crop2 (March-June), and Crop3 (June-October).

## สรุป

ระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินมีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตและสารสำคัญ โดยระบบปลูกที่ส่งเสริมปริมาณผลผลิตและสารสำคัญในชิงเฮามากที่สุดคือระบบ DRFT รองลงมาคือ NFT และ substrate ตามลำดับ และการใช้แสงเสริมจากหลอด LED ช่วยเพิ่มปริมาณ

ผลผลิตและสารสำคัญในชิงเฮาเพิ่มมากขึ้น และฤดูกาลมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตโดยการผลิตที่ตรงช่วงฤดูร้อนจะทำให้มีปริมาณผลผลิตและสารสำคัญลดลงและระบบ NFT เป็นระบบที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด

**เอกสารอ้างอิง**


ชญานิศ ทิพยดาราพาณิชย์, เบญญา มะโนชัย และปริยานุช จุลกะ. *2563.* Application LED Supplemental Light with Nutrient Solution for *Stevia rebaudiana* Bert. Production Using NFT System. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. 58: 83-90.

ธนภูมิ ศิริงาม และนราศักดิ์ บุญมี. 2564. การตอบสนองของผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คเมื่อปลูกในสารละลายน้ำหมักชีวภาพนมร่วมกับการพ่นทางใบในระบบไฮโดรพอนิกส์. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 10(3): 27-36.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2537. สาหร่ายวิทยาประยุกต์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศุภฤกษ์ หาญอนุชน, เบญญา มะโนชัย และปริยานุช จุลกะ. 2563. Effects of Nutrient Formula on Yield and Quality of *Artemisia annua* L. Grown in NFT System. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. 58(7): 183-190.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2527. ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาของแก่น. 1-446.

อรสา ดิสถาพร. 2551. การพัฒนาการปลูกและการใช้พืชสมุนไพรจีนในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตรกรมส่งเสริมการเกษตร.

อุทัย โสธนะพันธุ์, ปนัดดา พัฒนวศิน, จันคนา บูรณะโอสถ, สุนันทา ศรีโสภณ, Kumar, A. P., และ Huang, B. 2556. การพิสูจน์ชนิดทางพฤกษศาสตร์ของโกฐจุฬาลัมพาที่ใช้ในปัจจุบันด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบาง. วารสารไทยเภสัชศาสตร์ และวิทยาการสุขภาพ. 8(1): 1-6.

Ceunen, S., and J. M.C. Geuns. 2013. Influence of photoperiodism on the spatio-temporal accumulation of *steviol glycosides* in Stevia rebaudiana Bertoni. Plant Science. 198: 72-82.

Ceunen, S., S. Werbrouck, and J.M. Geun. 2012. Stimulation of steviol glycoside accumulation in *Stevia rebaudiana* by red LED light. Journal of Plant Physiology. 169: 749-752.

Ferreira, J. F. S., Laughlin, J. C., Delabays, N., and Magalhães, P. M. d. 2005. Cultivation and genetics of *Artemisia annua* L. for increased production of the antimalarial artemisinin. Plant Genet Resour, 3(2): 206–229.

Gao, X., M Ohlander, N. Jeppsson, Bjork, L., and Trajkovski., V. 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. J. Agric. Food Chem, 48: 1485-1490.

Hori, H. 1966. Effect of Plant Density on the Yield of Hydroponically Grown Heat-Tolerant Tomato under Summer Temperature Conditions. American Journal of Plant Sciences, 12(6).

Hossain, H., K. Moon, and J. Kim. 2017. Antioxidant properties of Korean major persimmon (*Diospyros kaki*) leaves. Food Science and Biotechnology.27:177-184.

Ingkasupart, P., M. Benya, Woo, T. S., and Jeong., H. H. 2015. Antioxidant activities and lutein content of 11 marigold cultivars (*Tagetes* spp.) grown in Thailand. Food Science and Technology (Campinas) 35(2): 380-385.

John. 2023. Maintaining hydroponic solution temperature. Available: https://www.greenhousemag.com/article/maintaining-hydroponic-solution-temperature/. Accessed Jul. 29, 2023.

Mambé, A-D B., Elie Konan Y., and S-K N'GONIAN. 2012. Effects of substrates on the emergence and growth of *Artemisia annua* L. (Asteraceae) in soilless culture in Daloa (West Central Côte d'Ivoire). International Journal of Science and Research Archive. 04(1): 198–209.

Pedneault, K., M. Dorais, S. Leonhart, P. Angers, and A. Gosselin. 2014. Time-course accumulation of flavonoids in hydroponically grown *Achillea millefolium* L. Canada Journal of Plant Sciences. 94: 383-395.

Prommuak C, De-Eknamkul W, and Shotipruk A., 2008. Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extracts. Sep Purif Technol. 62(2): 444-448.

Sack, R. B.. 1975. Human diarrheal disease caused by enterotoxigenic Escherichia coli. Annual Review of Microbiology. 29: 333–353.

Sankhuan, D., Gamolthip N., Niwat K., Masaru N., and Kanyaratt S. 2022. Variation in terpenoids in leaves of *Artemisia annua* grown under diferent LED spectra resulting in diverse antimalarial activities against Plasmodium falciparum. BMC Plant Biology. 22(1):128

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ความผสมกันได้ของไฮเดรนเยียลูกผสม

# Crossability of *Hydrangea* Hybrids

**นิพนธ์ กิติดี[1*], อรรถพร จันทร์ดี[1] และ ณัฐา โพธาภรณ์[2]**

**Nipon Kitidee[1*], Attaporn Jandee[1] and Nuttha Potapohn[2]**

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวง ชนกาธิเบศรดำริ มูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่ *50100*

[1] *Royal Project Agricultural Research and Development Center Chanaka Dhibesra Damri, Royal Project Foundation, Chiang Mai, 50100*

[2] ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ *50200*

[2] *Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200*

**บทคัดย่อ:** ไฮเดรนเยียเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่ผู้บริโภคและตลาดมีความต้องการมาก เนื่องจากดอกมีขนาดใหญ่ สีสันสวยงามสะดุดตา สามารถปลูกเป็นไม้กระถางและผลิตเป็นไม้ตัดดอกได้ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการผสมตัวเองและผสมข้ามระหว่างพันธุ์ของไฮเดรนเยียจำนวน 8 พันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ พบว่า การผสมตัวเองของไฮเดรนเยียพันธุ์ Magical Green Fire และพันธุ์ Magical Ruby Red มีการผสมติด 100 และ 66.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไฮเดรนเยียพันธุ์ 027 มีการผสมติด 65 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ไฮเดรนเยียพันธุ์ Magical Ocean พันธุ์ Robin พันธุ์ภูเรือ พันธุ์ดอกซ้อน และพันธุ์ 031 ไม่สามารถผสมตัวเองได้ ส่วนของเปอร์เซ็นต์การงอก พบว่า ไฮเดรนเยียพันธุ์ Magical Green Fire มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 54.3 เปอร์เซ็นต์ และไฮเดรนเยียพันธุ์ 027 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ไฮเดรนเยีย พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด แต่มีเพียงคู่ผสมระหว่างไฮเดรนเยียพันธุ์ 031 x *Hydrangea* Magical Ocean มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 18 เปอร์เซ็นต์ ไฮเดรนเยียพันธุ์ 031 x *Hydrangea* Robin มี เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 20 เปอร์เซ็นต์ ไฮเดรนเยียพันธุ์ 031 x ไฮเดรนเยียพันธุ์ภูเรือ มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ โดยการปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกต้นลูกผสมไฮเดรนเยียที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นไม้ตัดดอกได้ จำนวน 2 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสมที่ 1 (พันธุ์ 027 x พันธุ์ Magical Ruby Red) และคู่ผสมที่ 2 (พันธุ์ 031 x พันธุ์ Magical Ruby Red)

**คำสำคัญ:** การปรับปรุงพันธุ์; ไฮเดรนเยีย; เปอร์เซ็นการงอก

**ABSTRACT:** Hydrangea is an ornamental flower in high demand, due to its large and colorful flower. It is used as a potted plant and cut flower. This research was conducted to improve self-pollinated and cross-pollinated among hydrangea varieties for better characteristics using 8 varieties. At present, only 2 varieties can could give flowers. The results showed that *H.* 'Magical Green Fire' and *H.* 'Magical Ruby Red' could set seed at 100% and 66.7% respectively. Moreover, *Hydrangea* code 027 could set seed for more than 65%. However, *H.* 'Magical Ocean', *H.* 'Robin', *H.* 'Phu Rua', Hydrangea Double flower and Hydrangea code 031 had no seed set.

Hydrangea Magical Green Fire seed germination was at 54.3%. and Hydrangea code 027 seed germination was at 1%. In addition, crossing among hydrangea varieties could be done with more than 50% seed set seed germination. Cross between Hydrangea code 031 with Hydrangea Magical Ocean could germinate at 18%, Hydrangea code 031 with Hydrangea Robin could germinate at 20% and Hydrangea code 031 with Hydrangea Phu Rua could germinate at 8%. Seeds were planted and evaluated. In this year, a selection was done and 2 cross-pollinations of new hybrids were selected as cut flowers, No.1 (027 x Magical Ruby Red) and No.2 (code 031 x Magical Ruby Red).

**Keywords:** breeding; hydrangea; germination percentage

* Corresponding author: nipon.agri@gmail.com

**บทนำ**

ไฮเดรนเยียจัดเป็นไม้ดอกประเภทไม้พุ่ม ออกดอกเกือบตลอดทั้งปี มีถิ่นกำเนิดแถบเทือกเขาหิมาลัย และเอเชียตะวันออก ชอบอากาศเย็น ไฮเดรนเยียเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมปลูกเป็นไม้ดอก ที่ใช้ในการตกแต่งบริเวณภายในและภายนอกสถานที่ และนิยมใช้ประโยชน์เป็นไม้ตัดดอก เนื่องจากเป็นดอกไม้ที่มีสีสันสวยงาม (วิชัย, 2520)

ไฮเดรนเยียมีลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขา สูง 30 – 360 เซนติเมตร รากเป็นระบบรากฝอย ออกตามบริเวณข้อ ใบเป็นใบเดี่ยว ไม่มีหูใบ ออกตรงกันข้ามตามข้อ ลักษณะเป็นรูปไข่ (oval) ขอบใบจักฟันเลื่อย (serrate) ใบยาว 8 – 10 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อ (inflorescence) ช่อดอกเป็นแบบกระจุกซ้อนเชิงประกอบ (compound dichasium) เจริญมาจากตาที่อยู่ปลายยอดของกิ่งหรือลำต้น ในแต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยที่มีกลีบเลี้ยง 4 - 5 กลีบ ดอกบานเต็มที่มีขนาดประมาณ 2.5 เซนติเมตร ดอกส่วนมากเป็นหมัน ส่วนของดอกที่เห็นได้ชัดคือ กลีบเลี้ยงซึ่งมีหลายสี ได้แก่ แดง ขาว ชมพู ม่วง และน้ำเงิน โดยปกติไฮเดรนเยีย ไม่มีการติดฝักตามธรรมชาติ แต่หากมีการผสมเกสร ดอกที่ถูกผสมจะพัฒนาไปเป็นเป็นผล และมีเมล็ดประมาณ 100 เมล็ดต่อผล ในส่วนที่เหมาะสมอายุฝักยังไม่มีการรายงานที่แน่ชัด (วิชัย, 2520; Weiler, 1980; Marchall, 1985)

ปัจจุบันไม้ตัดดอกที่ทางมูลนิธิโครงการหลวงเป็นผู้ผลิตและเป็นผู้จำหน่ายรายใหญ่ของประเทศไทย ซึ่งมีการผลิตที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหลักโดยปัจจุบันทางมูลนิธิโครงการหลวงได้ปรับปรุงพันธุ์มาแล้วมากกว่า 10 ปี จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 027, 031 และ U1 ออกส่งเสริมให้แก่เกษตรกร และมีเกษตรกรที่ปลูกไฮเดรนเยียอยู่ประมาณ 30 ราย และมูลนิธิโครงการหลวงได้นำพันธุ์เข้ามาปลูกทดสอบอีก 4 พันธุ์ได้แก่ *Hydrangea* Magical Green Fire, *Hydrangea* Magical Ruby Red, *Hydrangea* Magical Ocean และ *Hydrangea* Robin

สืบศักดิ์ และคณะ (2549) ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไฮเดรนเยียเพื่อการค้า โดยทำการผสมข้ามสายพันธุ์ไฮเดรนเยีย เพื่อคัดเลือกเป็นไม้ตัดดอก จำนวน 3 คู่ผสม ได้แก่ คู่ที่ 1 RPF H001 X RPF H006, คู่ที่ 2 RPF H001 X RPF H015 และคู่ที่ 3 RPF H013 X RPF H015 พบว่า ลูกผสมที่ได้ต้องใช้ระยะเวลาเพื่อพัฒนาจากต้นจนบานดอกถึง 1 ปี ซึ่งเบื้องต้นได้คัดเลือกได้ 15 หมายเลข จากลูกผสมทั้งหมด 1,450 ต้น พบว่า มีลักษณะเด่นในคู่ผสมที่มีการกระจายตัวของรูปร่างช่อดอกที่ 72.5% เป็นแบบกลม (Mophead) และ 27.5% เป็นลูกไม้คล้ายหมวกแบนที่มีขอบหยัก (Lacecap) โดยมีสัดส่วนการกระจายตัวของสีดอก คือ สีม่วง 58% สีชมพู 24.2% สีฟ้า 14.5% และสีขาว 3.3% พบว่า 82.3% ของลูกผสมบานดอกได้ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และ 17.7% บานดอกในเดือนมีนาคม นอกจากนี้มีการศึกษาไฮเดรนเยียที่ปลูกในประเทศฝรั่งเศส ที่เกิดจากการผสมระหว่าง *H. maritina* สายพันธุ์ Joseph และ *H. macrophylla* สายพันธุ์ Otaksa, Rosea, Mariesii และ Veitchii รวมไปถึง *H. japonica* ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ร่วมกับ *H. acuminata* และ *H. thunbergii* ซึ่งไฮเดรนเยียทั้ง 5 ชนิดนี้ มีลักษณะเด่นเฉพาะที่แตกต่างกัน เช่น พันธุ์ *H. maritina* มีก้านขนาดใหญ่ ช่อดอกใหญ่ จุดเด่นคือ ทนความแห้งแล้งได้ ส่วน *H. japonica* สามารถออกดอกได้ง่าย เจริญเติบโตได้ดีในที่ร่มรำไร และพันธุ์ *H. acuminata* ออกดอกง่าย ทนความหนาวเย็นได้ มีจำนวนดอกย่อยต่อช่อมาก ส่วนพันธุ์ *H. thunbergii* มีก้านสั้นเตี้ย ออกดอกง่าย เป็นพันธุ์เบา และทนต่อความหนาวเย็นปานกลางได้ (Marchall, 1985)

**วิธีการศึกษา**

1. รวบรวมพันธุ์และคัดเลือกต้นไฮเดรนเยีย เพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ จำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ 1. *Hydrangea* Magical Green Fire 2. *Hydrangea* Magical Ruby Red 3. *Hydrangea* Magical Ocean 4. *Hydrangea* Robin 5. สายพันธุ์ภูเรือ จ.เลย 6. สายพันธุ์จีน 7. สายพันธุ์ 027 และ 8. สายพันธุ์ 031 **(Table 1)**

**Table 1** Morphology of eight *Hydrangea* varieties

| Varieties | Morphology | | |
|---|---|---|---|
| | Plant | Leaf | Flowers and inflorescences |
| 1. *Hydrangea* Magical Green Fire | erect height 15-18 cm. | Single leaf, no ears, leaves are oval, leaf edge, long leaves 15-20 cm. | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster are greenish-pink |
| 2. *Hydrangea* Magical Ocean | erect height 15-17 cm. | | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster are light pink, tips of sepal are green |
| 3. *Hydrangea* Magical Ruby Red | erect height 12-14 cm. | | Inflorescence form biparous cyme compound dichasium and sepal cluster are red |
| 4. *Hydrangea* Robin | erect height 12-15 cm. | | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster are pink |
| 5. *Hydrangea* Phu Rua | erect height 30-40 cm. | | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster are deep blue, blue and pink |
| 6. *Hydrangea* China | erect height 20-30 cm. | | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster are pink |
| 7. *Hydrangea* Code 027 | erect height 30-40 cm. | | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster white |
| 8. *Hydrangea* Code 031 | erect height 30-40 cm. | | Inflorescence form compound dichasium and sepal cluster are deep blue, blue and pink |

2. การเตรียมดอกแม่พันธุ์ ควรเลือกดอกที่มีความสมบูรณ์ โดยดอกจริงอยู่ในระยะที่ดอกตูมพร้อมจะบาน การเตรียมดอกพ่อพันธุ์ ควรเลือกเกสรพ่อพันธุ์ที่บานดอกแล้ว โดยทำการตัดเกสรเพศผู้ออกมา แล้วใช้เกสรพ่อพันธุ์แตะหรือขยี้เบาๆ ลงบนเกสรแม่พันธุ์ โดยระวังการปะปนของละอองเกสรสายพันธุ์อื่น ผสมเกสรทำในช่วงเวลา 8.00-10.00 น. เมื่อทำการผสมเกสรเสร็จ ทำการคลุมดอกเพื่อป้องกันเกสรจากต้นอื่นหรือแมลงที่มาช่วยผสม และช่วยรักษาความชื้นให้ดอก ติดป้ายชื่อคู่ผสม และวันที่ทำการผสมเกสร

3. บันทึกข้อมูล จำนวนดอกที่ทำการผสมเกสร เปอร์เซ็นต์การติดฝัก จำนวนเมล็ดที่ได้ต่อฝัก และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

**ผลการศึกษา**

การผสมเกสรไฮเดรนเยียทั้ง 8 สายพันธุ์ โดยทำการผสมเกสรในทุกสายพันธุ์ พบว่า ไฮเดรนเยียสายพันธุ์ Magical Green Fire สามารถผสมตัวเองติดฝัก 100 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนสายพันธุ์ Magical Ruby Red และรหัส 027 สามารถผสมตัวเองติดฝัก 66.7 และ 65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ในสายพันธุ์ Magical Ocean, Robin, ภูเรือ, ดอกซ้อน, รหัส 031 และสายพันธุ์จีน ไม่สามารถผสมตัวเองได้ การผสมเกสรข้ามสายพันธุ์ในไฮเดรนเยีย พบว่า การผสมเกสรในไฮเดรนเยียสายพันธุ์ Magical Green Fire x Robin, Magical Green Fire x รหัส 031, Robin x รหัส 031 และ รหัส 031 x พันธุ์จีน มีเปอร์เซ็นต์การติดฝักที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนการผสมเกสรในสายพันธุ์ รหัส 027 x Magical Ruby Red, รหัส 031 x ภูเรือ, รหัส 031 x Magical Ocean, รหัส 031 x Robin, รหัส 031 x Magical Ruby Red และ รหัส 031 x Magical Green Fire มีเปอร์เซ็นต์การติดฝักที่ 95, 81.6, 76, 76, 60 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ **(Table 2)** นอกจากนี้ในการผสมข้ามพันธุ์อื่น ยังติดปัญหาเรื่องการออกดอก ที่บางสายพันธุ์การออกดอกไม่พร้อมกัน และมีปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ที่เข้ามีผลต่อการออกดอก ส่งผลให้ไม่สามารถผสมข้ามบางสายพันธุ์ได้

เมื่อฝักไฮเดรนเยียแก่และพร้อมนำมาเพาะเมล็ดแล้ว พบว่า ไฮเดรนเยียสายพันธุ์ Magical Green Fire ที่ทำการผสมตัวเอง มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงที่สุดที่ 54.3 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของไฮเดรนเยียสายพันธุ์ รหัส 027 ที่ผสมตัวเองมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเพียงแค่ 1 เปอร์เซ็นต์ แต่เมล็ดของไฮเดรนเยียสายพันธุ์ Magical Ruby Red ที่ผสมตัวเองไม่มีการงอกของเมล็ดเลย ไฮเดรนเยียลูกผสมเมื่อนำมาเพาะเมล็ดแล้ว พบว่า ไฮเดรนเยียสายพันธุ์ลูกผสมที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ Robin x รหัส 031, Magical Green Fire x รหัส 031, รหัส 031 x Magical Green Fire, รหัส 027 x Magical Ruby Red, รหัส 031 x Magical Ruby Red, Magical Green Fire x Robin และ รหัส 031 x จีน ที่ 83, 80, 72, 69, 69, 56 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไฮเดรนเยียลูกผสมสายพันธุ์ รหัส 031 x Robin, รหัส 031 x Magical Ocean และ รหัส 031 x ภูเรือ มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 20, 18 และ 8 เปอร์เซ็นต์

การปรับปรุงพันธุ์ไฮเดรนเยีย เบื้องต้นสามารถคัดเลือกได้ลูกผสมที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นไม้ตัดดอก โดยช่อดอกมีสีชมพูถึงสีแดง กลีบเลี้ยงหนา ก้านช่อดอกยาวมากกว่า 30 เซนติเมตร ช่อดอกตั้งตรง การเข้าทำลายของโรคและแมลงน้อย ซึ่งสามารถคัดเลือกได้จำนวน 2 รหัส ได้แก่ ไฮเดรนเยียลูกผสมรหัส 031 x Magical Ruby Red จำนวน 1 ต้น และไฮเดรนเยียรหัส 027 x Magical Ruby Red จำนวน 1 ต้น **(Figure 1)**

**Table 2** Self and cross pollination of *Hydrangea* 8 varieties

| No | Mather plant | Father plant | No. Pollination (flower) | Pod set (%) | Number seed per pod (%) | Seed germination (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Hydrangea* Magical Green Fire | *Hydrangea* Magical Green Fire | 60 | 100 | 30 | 54.3 |
| 2 | *Hydrangea* Magical Green Fire | *Hydrangea* Robin | 40 | 100 | 32 | 56 |
| 3 | *Hydrangea* Magical Green Fire | *Hydrangea* Code 031 | 10 | 100 | 14 | 80 |
| 4 | *Hydrangea* Magical Ruby Red | *Hydrangea* Magical Ruby Red | 60 | 66.7 | 0 | 0 |
| 5 | *Hydrangea* Magical Ocean | *Hydrangea* Magical Ocean | 60 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | *Hydrangea* Robin | *Hydrangea* Robin | 60 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | *Hydrangea* Robin | *Hydrangea* Code 031 | 20 | 100 | 26 | 83 |
| 8 | *Hydrangea* Phu Rua | *Hydrangea* Phu Rua | 60 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | *Hydrangea* Code 027 | *Hydrangea* Code 027 | 40 | 65 | 6 | 1 |
| 10 | *Hydrangea* Code 027 | *Hydrangea* Magical Ruby Red | 60 | 95 | 23 | 69 |
| 11 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* Code 031 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* Magical Green Fire | 40 | 55 | 36 | 72 |
| 13 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* Magical Ruby Red | 60 | 60 | 15 | 69 |
| 14 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* Magical Ocean | 50 | 76 | 61 | 18 |
| 15 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* Robin | 50 | 76 | 37 | 20 |
| 16 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* Phu Rua | 60 | 81.6 | 76 | 8 |
| 17 | *Hydrangea* Code 031 | *Hydrangea* China | 20 | 100 | 16 | 52 |
| 18 | *Hydrangea* China | *Hydrangea* China | 60 | 0 | 0 | 0 |

**Figure 1** Varietal improvement selection as a new cut flower of hydrangea
A) code 027 x Magical Ruby Red and B) code 031 x Magical Ruby Red

**วิจารณ์**

จากการปรับปรุงพันธุ์ไฮเดรนเยีย โดยการผสมตัวเอง และผสมข้ามสายพันธุ์ พบว่า การผสมตัวเองของไฮเดรนเยียทั้ง 8 สายพันธุ์ มีเพียง 3 สายพันธุ์ ที่สามารถผสมตัวเองได้ และจากการผสมข้ามสายพันธุ์ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การติดฝักในสายพันธุ์ที่สามารถผสมเกสรได้ตั้งแต่ 8 ถึง 83 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุของอุณหภูมิที่สูงมากในช่วงเวลาทำการผสม ซึ่งส่งผลให้การถ่ายเรณูเกิดขึ้นได้ไม่ดีมากนัก โดยอุณหภูมิที่สูงเร่งให้เกิดการระเหยของน้ำที่ปลายยอดเกสรเพศเมีย ส่งผลให้เรณูที่ตกบนยอดเกสรเพศเมียไม่สามารถดูดซับความชื้นจากบริเวณดังกล่าวได้ จึงทำให้หลอดเรณูไม่สามารถงอกได้ และการติดฝักให้ดีเกิดได้น้อยลง (Krasaechai, 2004) นอกจากนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับโครโมโซมของไฮเดรนเยียแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งมีการศึกษาของ Tränkner *et al.*, 2020 ทำการผสมเกสรไฮเดรนเยียทั้งหมด 19 สายพันธุ์ พบว่า ไฮเดรนเยียที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มีระดับของจำนวนชุดโครโมโซมตั้งแต่ 2 ถึง 4 ชุด โดยพบว่าการผสมตัวเองของไฮเดรนเยียไม่สามารถติดฝักได้ ส่วนคู่ผสมไฮเดรนเยียที่มีชุดโครโมโซมจำนวน 2x2, 2x3 และ 3x2 ชุด ส่วนมากสามารถติดฝักได้ แต่ในคู่ผสมไฮเดรนเยียที่มีชุดโครโมโซมจำนวน 3x3, 2x4 และ 4x2 ชุด ไม่สามารถติดฝักได้ ในส่วนของเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด มีตั้งแต่ 28 ถึง 81 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดไม่สมบูรณ์ เช่น เมล็ดอ่อนเกินไปหรือเกิดจากแมลงขนาดเล็กกัดกินทำให้เมล็ดไม่งอก ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ได้ต้นที่คัดเลือกไว้ได้ จำนวน 2 ต้น ซึ่งจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้ความกรุณาให้ทุนสำหรับนำมาใช้ในการดำเนินงานในงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้ดำเนินงานไปได้ด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

วิชัย อภัยสุวรรณ. 2520. ดอกไม้เมืองไทย ชุดที่ 2. ประเสริฐศิริ, กรุงเทพมหานคร. 267 หน้า

สืบศักดิ์ เสนาวงศ์ และ ขนิษฐา เสนาวงศ์. 2549. เทคโนโลยีการผลิตไฮเดรนเยียเพื่อการค้า. รายงานฉบับสมบูรณ์. มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่. 22 หน้า

อดิศร กระแสชัย. 2547. บทปฏิบัติการ Cytogenetics in Agriculture. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 98 หน้า.

Marchall, C. 1985. The Pictorial Guide to Garden Flowers. Marchall Carvendish book Ltd., London. 248 pp.

Tränkner, C., K. Günther, P. Sahr, F. Engel and A. Hohe. 2020. Targeted generation of polyploids in *Hydrangea macrophylla* through crossbased breeding. Biomedcentral Genetics. 21:147.

Weiler, T. C. 1980. Hydrangea. In R. A. Larson(ed.). Introduction to Floriculture. Academic PressInc., NewYork. 353-372 pp.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การทดสอบพันธุ์ดีเด่นดาหลาจากแปลงรวบรวมพันธุ์ในจังหวัดเลย

# Varietal test of selected clone torch ginger from collection plot in Loei Province

**ชิดชนก ก่อเจดีย์[1*], พรพยุง คงสุวรรณ[2], นนทกร จันทร์แสง[2] และ สุภาภรณ์ สาชาติ[3]**
**Chitchanok Korchedee[1*], Pornpayung Kongsuwun[2], Nonthakorn Junsaeng[2] and Supaporn Sachati[3]**
*[1] ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ตำบลปลาบ่า อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160*
*[1] Loei Horticultural Research Center Pla Ba, Phu Rua, Loei 42160*
*[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา 95150*
*[2] Yala Horticultural Research Center, Than To, Than To, Yala 95150*
*[3] สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*
*[3] Horticulture Research Institute, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** การทดสอบพันธุ์ดีเด่นดาหลาจากแปลงรวบรวบรวมพันธุ์ในแหล่งปลูกจังหวัดเลย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ในปี 2561-2564 เพื่อทดสอบพันธุ์ดาหลาที่มีลักษณะดีเด่น ที่ผ่านการคัดเลือกจากแปลงรวบรวมพันธุ์ดาหลาของศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 11 กรรมวิธี 3 ซ้ำ โดยใช้ดาหลาดีเด่นจำนวน 9 โคลน และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ ผลการทดลอง พบว่า โคลน 11 โคลน 15 และ โคลน 13 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีที่สุด มีจำนวนทางใบเฉลี่ย 54.3 47.9 และ 46.8 ทางใบ ความยาวทางใบเฉลี่ย 174.9 171.4 และ 146.3 เซนติเมตร จำนวนใบย่อยเฉลี่ย 19.6 17.3 และ 20.5 ใบย่อย ตามลำดับ เมื่อเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบ การออกดอก พบว่า โคลน 15 และ โคลน 21 มีจำนวนดอกเฉลี่ยมากที่สุด 49.6 และ 42.8 ดอก แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบ ด้านน้ำหนักช่อดอก โคลน 21 โคลน 18 และ โคลน 15 มีน้ำหนักช่อดอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 73.2 80.1 และ 95.4 กรัม ตามลำดับ โดยภาพรวม จำนวนดอก ลักษณะฟอร์มดอก และน้ำหนักช่อดอก โคลน 15 และ โคลน 21 มีความเหมาะสมสำหรับแนะนำเป็นไม้ตัดดอกต่อไป
**คำสำคัญ:** ทดสอบพันธุ์; ดาหลา; จังหวัดเลย

**ABSTRACT:** Varietal test of selected clone Torch Ginger from collection plot was conducted at the Loei Horticultural Research Center in 2018-2021. The aim of research for tested outstanding characteristic Torch Ginger that passed the selection from collection plot of the Yala Horticultural Research Center. The experimental design was randomized complete block design (RCBD) with 11 treatments and 3 replications of selected clone Torch Ginger 9 clone and 2 comparative cultivar. The results showed that clone 11 clone 15 and clone 13 had the best growth, gave an average number of leaf stalk 54.3 47.9 and 46.8 leaf stalk, gave an average length of leaf stalk 174.9 171.4 and 146.3 centimeter, gave an average number of leaflet 19.6 17.3 and 20.5 leaflet, respectively compared with comparative cultivar. Flowering, results showed that clone 15 and clone 21 gave the hightest an average number of flowers 49.6 and 42.8 flower. Weight of inflorescence, clone 21 clone 18 and clone 15 had the least an average weight 73.2 80.1 and 95.4 gram. Overall, number of flowers, flower shape and weight of inflorescence, clone 15 and clone 21 are suitable for recommend as cut flowers.
**Keywords:** varietal test; torch ginger; loei province

## บทนำ

ดาหลา (Torch Ginger) เป็นไม้ดอกเมืองร้อนอยู่ในวงศ์ขิงข่า (Zingiberaceae) อยู่ในสกุล *Etlingera* มีลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้า (rhizome) มีลักษณะทอดเลื้อย เป็นที่เกิดของหน่อดอกและหน่อต้น ส่วนลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบที่โอบซ้อนกันแน่นเรียกว่า ลำต้นเทียม (pseudostem) มีกลิ่นหอมฉุนเฉพาะตัว ออกดอกได้ตลอดปี แต่จะให้ดอกมากในช่วงเดือนมีนาคม

* Corresponding author: chitchanok.2d@gmail.com

-พฤษภาคม พบทั่วไปในภาคใต้ตอนล่าง และภาคเหนือของประเทศมาเลเซีย หน่อ ดอก และผลอ่อน ใช้เป็นอาหารได้ เป็นได้ทั้ง ผักสดและนำมาแปรรูป ดอกดาหลามีลักษณะเป็นช่อดอกที่มีสีสวยงาม เป็นไม้ดอกพื้นเมืองของทางภาคใต้ ที่มีการปลูกเป็นการค้าและใช้เป็นไม้ตัดดอก ทดแทนการนำดอกไม้จากแหล่งอื่นมาใช้ได้ มีผู้นำดาหลาไปปลูกเป็นการค้าสำหรับตัดดอกในจังหวัดนนทบุรี สมุทรสาคร กาญจนบุรี ระยอง จันทบุรี และกระบี่ ราคาดอกละ 5-20 บาท ส่วนต้นพันธุ์ราคา 50-300 บาท (ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา, 2563, ดาริกา, 2563) พืชสกุลนี้มีประมาณ 110 ชนิด ในประเทศไทยพบมีประมาณ 15 ชนิด ชนิดที่น่าสนใจและใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการพัฒนาพันธุ์ของกรมวิชาการโดยศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา คือ 1. ดาหลา (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm.) 2. ดาหลาดำ ดาหลาไฟ (แดงป่า) หรือดาหลาหอม (*Etlingera fulgens* (Ridl) C.K. Lim.) 3. ดาหลากุหลาบสยาม (*Etlingera corneri* Mood & Ibrahim) 4. ดาหลาถ้วย หรือกาหลอ (*Etlingera venusta* (Ridl) R.M. Sm.) 5. ดาหลาขี้แมว (*Etlingera maingayi* (Baker) R.M. Sm.) (ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา, 2563)

เนื่องจากพันธุ์ที่ปลูกในปัจจุบันมีช่อดอกและก้านดอกใหญ่ น้ำหนักมาก เมื่อดอกบานกลีบดอกแผ่ใหญ่ การบรรจุห่อทำได้ยาก ช่อดอกช้ำง่าย จึงมีการพัฒนาพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีความหลากหลายแตกต่างจากพันธุ์เดิม การทดสอบพันธุ์ดีเด่นดาหลาจากแปลงรวบรวมพันธุ์ในจังหวัดเลยในครั้งนี้ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเลยในปี 2561-2564 เพื่อเป็นการทดสอบพันธุ์ดาหลาที่มีลักษณะดีเด่นที่ผ่านการคัดเลือกจากแปลงรวบรวมพันธุ์ดาหลาของศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา แล้วนำมาขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งดำเนินการตั้งแต่ปี 2559 โดยคัดจากลักษณะช่อดอก 2 แบบ คือ รูปทรงแบบดอกกระถินและรูปทรงแบบถ้วย การเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพดอก ซึ่งบางสายพันธุ์ให้ผลผลิตดอกได้ตลอดทั้งปี ฟอร์มดอกเล็ก สีของดอกสวย เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นไม้ตัดดอกเพื่อการค้า และส่งออกต่างประเทศต่อไป

**อุปกรณ์และวิธีการ**

ต้นดาหลาโคลนต่างๆ ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) 11 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ๆ ละ 21 ต้น ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 คือ โคลน 1 กรรมวิธีที่ 2 คือ โคลน 2 กรรมวิธีที่ 3 คือ โคลน 6 กรรมวิธีที่ 4 คือ โคลน 11 กรรมวิธีที่ 5 คือ โคลน 13 กรรมวิธีที่ 6 คือ โคลน 15 กรรมวิธีที่ 7 คือ โคลน 18 กรรมวิธีที่ 8 คือ โคลน19 กรรมวิธีที่ 9 คือ โคลน 21 กรรมวิธีที่ 10 คือ ตรัง 2 (พันธุ์เปรียบเทียบ) และกรรมวิธีที่ 11 คือ แดงดก (พันธุ์เปรียบเทียบ) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ต.ปลาบ่า อ.ภูเรือ จ.เลย ในปี 2561-2564

นำต้นพันธุ์ดาหลามาปลูกในแปลงทดลองระยะปลูก 3x3 เมตร โดยขุดหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร ผสมดินปลูกด้วยปุ๋ยคอกกับแกลบดิบในอัตราส่วน 2:1:0.5 ผสมคลุกให้เข้ากันใส่ไปในหลุมที่เตรียมไว้ และวางระบบน้ำโดยใช้หัวแบบมินิสปริงเคลอร์ การดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 10 กิโลกรัม/ต้น/ปี โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ในช่วงต้นและปลายฝน ใส่ปุ๋ยเคมี 16-16-16 โดยแบ่งใส่ปีแรก 3 ครั้ง คือ อายุ 3 เดือนหลังปลูก ใส่อัตรา 100 กรัม/ต้น อายุ 6 เดือนหลังปลูก ใส่อัตรา 150 กรัม/ต้น อายุ 12 เดือนหลังปลูก ใส่อัตรา 200 กรัม/ต้น และในปีที่ 2 เป็นต้นไป แบ่งใส่ 2 ครั้ง อัตรา 300 กรัม/ต้น/ครั้ง ทุก 6 เดือน การตัดแต่งทางใบ เริ่มตัดแต่งเมื่ออายุ 1 ปีหลังปลูก ตัดแต่งทุก 4 เดือน โดยในปีที่ 2 ตัดแต่งให้เหลือ 70 % ของกอ ปีที่ 3 เป็นต้นไป ตัดแต่งให้เหลือ 60-70 % ของกอ รดน้ำวันเว้นวัน (หากฝนไม่ตก) การเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการตัดดอกทุกเดือน โดยตัดชิดโคนเหนือดิน 1-2 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์การบานของดอกที่ระยะ 80 เปอร์เซ็นต์

บันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนทางใบ จำนวนหน่อ ความยาวทางใบ และจำนวนใบย่อย จำนวนดอก/กอ น้ำหนักดอก อายุการปักแจกันของดอกที่ระยะ 80 เปอร์เซ็นต์ สี และลักษณะฟอร์มดอก

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

การเจริญเติบโต ในปี 2564 ดาหลาโคลน 11 มีจำนวนทางใบเฉลี่ยสูงที่สุด 54.3 ทางใบ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับโคลน 15 และโคลน 13 ที่มีจำนวนทางใบเฉลี่ยรองลงมา 47.9 และ 46.8 ทางใบ ความยาวทางใบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โคลน 11 มีความยาวทางใบเฉลี่ยมากที่สุด 174.9 เซนติเมตร ส่วนจำนวนใบย่อยโคลน 21 มีจำนวนใบย่อยเฉลี่ยมากที่สุด 20.9 ใบย่อย ไม่แตกต่างทางสถิติกับโคลน 13 โคลน 19 โคลน 11 และพันธุ์เปรียบเทียบ และจำนวนหน่อ พบว่าโคลน 21 และโคลน 15 มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด 8.4 และ 8.3 หน่อ เมื่อเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบ **(Table 1)**

**Table 1** Growth data of selected clone Torch Ginger and comparative cultivar at the Loei Horticultural Research Center in 2021.

| Treatments | Clone number | Number of leaf stalk (leaf stalk) | Length of leaf stalk (cm) | Number of leaflet (leaflet) | Number of shoot (shoot) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 37.4 cde | 147.7 | 17.9 bcde | 5.1 cd |
| 2 | 2 | 38.9 bcde | 128.8 | 15.8 e | 7.9 ab |
| 3 | 6 | 32.9 e | 121.8 | 15.2 e | 5.6 cd |
| 4 | 11 | 54.3 a | 174.9 | 19.6 abcd | 5.8 bcd |
| 5 | 13 | 46.8 abc | 146.3 | 20.5 ab | 7.1 abc |
| 6 | 15 | 47.9 ab | 171.4 | 17.3 cde | 8.3 a |
| 7 | 18 | 43.7 bcd | 135.4 | 17.1 de | 5.0 d |
| 8 | 19 | 33.5 e | 170.3 | 19.9 abc | 6.9 abcd |
| 9 | 21 | 44.3 bcd | 164.3 | 20.9 a | 8.4 a |
| 10 | Trang 2 | 35.1 de | 150.8 | 19.2 abcd | 4.9 d |
| 11 | Dang Dok | 38.1 bcde | 137.4 | 18.7 abcd | 5.7 cd |
| F-test | | * | ns | * | * |
| C.V. (%) | | 14.1 | 18.0 | 8.5 | 19.1 |

1/ Mean followed by the same letters indicate no differences at P<0.05 (*) by DMRT.

2/ ns = Non significant

การออกดอก พบว่า โคลน 15 มีจำนวนดอกเฉลี่ยมากที่สุด 49.6 ดอก ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับโคลน 21 และโคลน 1 มีจำนวนดอกเฉลี่ยรองลงมา 42.8 และ 33.1 ดอก ตามลำดับ (บันทึกข้อมูลถึงเดือนเมษายน 2565) ด้านน้ำหนักช่อดอก โคลน 21 โคลน 18 และ โคลน 15 มีน้ำหนักช่อดอกน้อยที่สุด 73.2 80.1 และ 95.4 กรัม ตามลำดับ อายุปักแจกันที่ระยะดอกบาน 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ตรัง 2 มีอายุปักแจกันเฉลี่ยมากที่สุด 9.0 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับโคลน 1 และโคลน 13 มีอายุปักแจกันเฉลี่ยรองลงมา 8.7 และ 8.7 วัน ตามลำดับ สีดอกแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มดอกสีแดง (Red group) ได้แก่ โคลน 1 โคลน 2 โคลน 11 โคลน 13 โคลน 15 โคลน 19 โคลน 21 ตรัง 2 และแดงดก และกลุ่มดอกสีขาว (White group) ได้แก่ โคลน 6 และโคลน 18 ส่วนลักษณะฟอร์มดอกเป็นทรงแบบกระถินหรือคบไฟ ได้แก่ โคลน 1 โคลน 2 โคลน 6 โคลน 13 โคลน 18 ตรัง 2 และแดงดก และทรงแบบถ้วย ได้แก่ โคลน 11 โคลน 15 โคลน 19 และโคลน 21 **(Table 2, Figure 1)** จากการทดสอบโคลน 15 และโคลน 21 โดยภาพรวมมีความน่าสนใจ เนื่องจากมีจำนวนดอกมากที่สุด มีลักษณะดอกทรงแบบถ้วย น้ำหนักช่อดอกน้อย ง่ายต่อการบรรจุหีบห่อ สามารถพัฒนาเพื่อแนะนำเป็นไม้ตัดดอกได้ ซึ่งดาหลาพันธุ์ที่ปลูกทั่วไปมีดอกขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก การบรรจุหีบห่อทำได้ยาก ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลามีงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ดาหลาเพื่อให้ได้ดาหลาพันธุ์ใหม่ และได้เสนอเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ ยะลา 1 ยะลา 2 ยะลา 3 และยะลา 4 ซึ่งช่อดอกมีลักษณะทรงถ้วย น้ำหนักช่อดอกน้อย 98.0-157.7 กรัม และกลีบประดับมีสีสันสวยงาม (นาตยา, 2558, ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา, 2563)

**Table 2** Number of flowers, weight of inflorescence, vase life and flower color of selected clone Torch Ginger and comparative cultivar at the Loei Horticultural Research Center in 2020-2022

| Treatments | Clone number | Number of flowers (flower) | Weight of inflorescence (gram) | Vase life (day) | Flower color |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 33.1 abc | 138.4 bcd | 8.7 a | Red Group (46A) |
| 2 | 2 | 25.4 bcd | 183.4 a | 7.0 b | Red Group (46C) |
| 3 | 6 | 8.3 d | 147.5 abcd | 3.7 c | White Group (NN155B) |
| 4 | 11 | 24.3 bcd | 149.0 abc | 6.7 b | Red Group (45A) |
| 5 | 13 | 16.1 cd | 172.0 ab | 8.7 a | Red Group (51A) |
| 6 | 15 | 49.6 a | 95.4 de | 7.0 b | Red Group (53A) |
| 7 | 18 | 10.1 d | 80.1 e | 6.0 b | White Group (N155B) |
| 8 | 19 | 6.5 d | 115.2 cde | 7.5 ab | Red Group (45A) |
| 9 | 21 | 42.8 ab | 73.2 e | 6.0 b | Red Group (N45A) |
| 10 | Trang 2 | 24.0 bcd | 145.9 abcd | 9.0 a | Red Group (53B) |
| 11 | Dang Dok | 26.3 bcd | 181.9 a | 7.0 b | Red Group (46B) |
| F-test | | * | * | * | |
| C.V. (%) | | 53.8 | 16.7 | 12.4 | |

1/ Mean followed by the same letters indicate no differences at P<0.05 (*) by DMRT.

2/ ns = Non significant

Flower color used color chart from the Royal Horticulture Society (RHS)

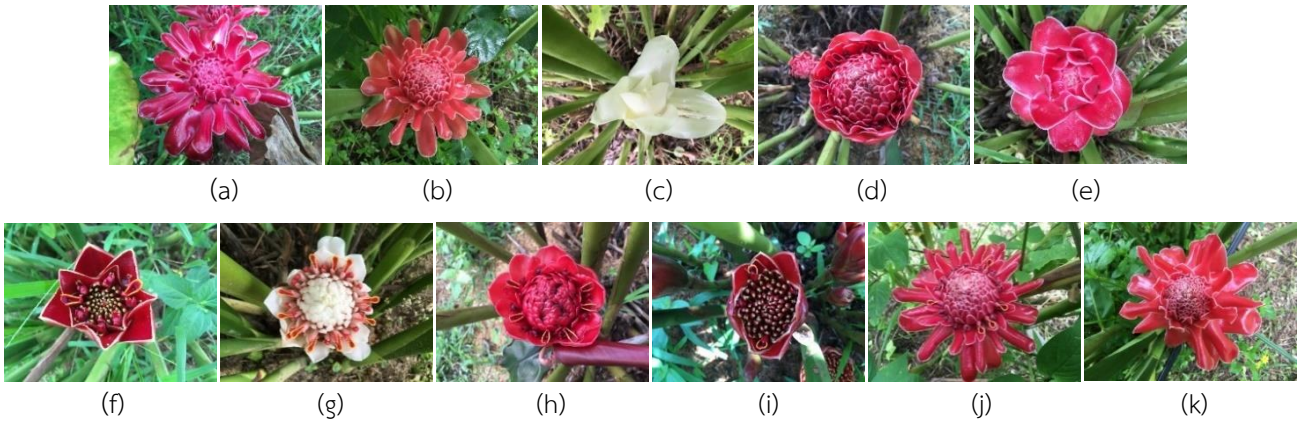



**Figure 1** Flower characteristic of selected clone Torch Ginger and comparative cultivar: (a) Clone 1; (b) Clone 2; (c) Clone 6; (d) Clone 11; (e) Clone 13; (f) Clone 15; (g) Clone 18 (h); Clone 19 (i); Clone 21; (j) Trang 2; (k) Dang Dok

**สรุป**

จากการทดสอบพันธุ์ดีเด่นดาหลาจากแปลงรวบรวบรวมพันธุ์ในแหล่งปลูกจังหวัดเลย เทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าโคลน 15 และโคลน 21 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตดี โดยภาพรวมมีความน่าสนใจ เนื่องจากมีจำนวนดอกมากที่สุด 49.6 และ 42.8 ดอก มีลักษณะดอกทรงแบบถ้วย น้ำหนักช่อดอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 95.4 กรัม และ 73.2 กรัม **ง่ายต่อการบรรจุหีบห่อ** สามารถพัฒนาเพื่อแนะนำเป็นไม้ตัดดอกได้

**คำขอบคุณ**

ข้าราชการ ลูกจ้างประจำ และพนักงานราชการของศูนย์วิจัยพืชสวนเลย และศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา

**เอกสารอ้างอิง**

ดาริกา ดาวจันอัด. 2563. ดาหลา จากไม้ตัดดอกมาเป็นพืชเส้นใย. หนังสือพิมพ์ กสิกร. ปีที่ 93 ฉบับที่ 3/2563 กุมภาพันธ์-มีนาคม 2563. หน้า 6-12.

นาตยา ดำอำไพ. 2558. โครงการวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ดาหลา กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา. 2563. ดาหลาลูกผสมยะลา. หนังสือพิมพ์ กสิกร. ปีที่ 93 ฉบับที่ 5/2563 มิถุนายน-กรกฎาคม 2563. หน้า 6-13.

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

# ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของเทียนไทย

# Effect of paclobutrazol on the growth of garden balsam

**นิมมานรดี พรหมทอง[1*], ทินน์ พรหมโชติ[1] และ บุษกร มาตย์ศรี[1]**
**Nimmannoradee Promtong[1*], Thin Promchot[1] and Budsakorn Madsri[1]**
[1] *คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ต.เมืองศรีไค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190*
[1] *Faculty of Agriculture, Ubonratchathani University, 85 Muangsikai, Warinchamrap, Ubonratchathani, 34190*

**บทคัดย่อ:** การศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของเทียนไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูงของพืชให้มีความเหมาะสมใช้เป็นไม้กระถาง ดำเนินวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ในต้นเทียนไทยดอกสีม่วง การทดลองประกอบด้วยความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (น้ำกลั่น) 50 100 และ 150 ppm ราดสาร 100 มิลลิลิตรต่อต้น พบว่า ต้นเทียนไทยที่ราดสารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นมีค่าขนาดทรงพุ่ม ความสูงของลำต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และจำนวนดอกต่อต้นน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้ราดสาร (น้ำกลั่น) ต้นที่ไม่ราดสารพบว่ามีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 41.50 เซนติเมตร จำนวนดอกลดลง ใบมีขนาดเล็กลงแต่สีเข้มขึ้น จากงานวิจัยดังกล่าวแม้ว่าสารพาโคลบิวทราโซลจะทำให้มีทรงพุ่มกะทัดรัด และลดความสูงพืชได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้สารพาโคลบิวทราโซลเนื่องจากให้จำนวนดอกต่อต้นที่น้อยกว่าไม่ราดสาร และทำให้เกิดดอกได้ช้าลง
**คำสำคัญ:** สารพาโคลบิวทราโซล; เทียนไทย; การเจริญเติบโต

**ABSTRACT:** Study on the effect of paclobutrazol on the growth of Garden Balsam. The purpose of this research was to reduce plant height for a suitable use as a potted plant. A completely randomized design experimental plan was conducted in Garden Balsam (purple flowers). The experiment includes 4 different concentrations of paclobutrazol: 0 (distilled water), 50, 100, and 150 ppm, pouring 100 ml of substance per plant. It was found that every concentration of paclobutrazol-treated Garden Balsam had a canopy, stem height, number of leaves, leaf width, leaf length, stem diameter, and the number of flowers were decreased when compared with the control treatment (distilled water). While the highest stem height at 41.50 centimeters is in control. It was found that when applied paclobutrazol all concentrations reduced the number of flowers. The leaves are smaller but darker in color. From this experiment, paclobutrazol application could create a compact canopy and reduce plant height. However, it is not recommended to use paclobutrazol since it produces fewer flowers when compared with control and delay flowering time.
**Keywords:** paclobutrazol; garden balsam; growth

## บทนำ

เทียนไทยอยู่ในสกุล *Impatiens* วงศ์ Balsaminaceae เรียกทั่วไปว่า Garden Balsam ต้นเทียนไทย (Garden balsam) จัดเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก มีอายุราว 1 ปี มีความสูงของต้นประมาณ 30-70 เซนติเมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านใกล้กับโคนต้น ข้อกลวง ต้นใหญ่ เป็นรูปกลมทรงกระบอก ลำต้นมีลักษณะกลม เป็นสีเขียวอ่อนอมสีแดง อวบน้ำ มีเนื้อนิ่ม ผิวเรียบ เนื้อใส โคนต้นเป็นสีแดง (นิจศิริ และ ธวัชชัย, 2547) ดอกเป็นดอกเดี่ยวจะออกติดกันช่อหนึ่งอาจจะมี 2 - 3 ดอก ดอกมีหลายสี เช่น สีชมพู สีแดง สีส้มและสีขาวออกดอกตรงส่วนยอดของลำต้น (โชติอนันต์, 2551) พืชสกุลนี้มีดอกที่รูปทรง สีสันสวยงามเหมาะที่จะนำมาพัฒนาเป็นไม้ดอกกระถาง หรือตกแต่งพื้นที่ เช่น ปรับปรุงให้มีทรงพุ่มเล็ก ดอกขนาดใหญ่กว่าเดิม หรือพันธุ์ลูกผสมที่มีรูปทรงหรือสีสันใหม่ๆอันจะเป็นนิยมของตลาดทั้งในและต่างประเทศ (ฐิติมา และคณะ, 2553) ในต่างประเทศเทียนพื้นเมืองหลายสายพันธุ์ถูกพัฒนาขึ้นเป็นไม้ประดับกระถางทำให้มีลักษณะต้นเตี้ยด้วยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน Benzyl aminopurine (BAP) ในต้นเทียน New Guinea แต่

* Corresponding author: nimmannoradee.p@ubu.ac.th

ส่งผลต่อจำนวนดอกที่ลดลง (Jill, 2018) ลักษณะโดยทั่วของไม้กระถางนั้นคือต้องมีขนาดต้นและทรงพุ่มที่กระทัดรัด ไม่เล็กหรือไม่ใหญ่เกินไป ซึ่งจะทำให้สะดวกในการขนย้ายและเกิดความสวยงามเมื่อนำไปประดับตกแต่ง (สมเพียร, 2532) ในการผลิตไม้ดอกกระถางนั้นคุณภาพของดอกเป็นปัจจัยสำคัญ รวมถึงลักษณะรูปร่างของต้นควรมีขนาดกะทัดรัดและแตกแขนงได้ดี (Berstand, 2017) การทำให้ขนาดและทรงพุ่มของไม้กระถาง มีความกะทัดรัด สามารถทำได้หลายวิธีทั้งการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ปรับปรุงพันธุ์สำหรับผลิตเป็นไม้กระถางการเด็ดยอด การตัดแต่งกิ่ง และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ดาร์มิโนไซด์ ยูนิโคนาโซล และพาโคลบิวทราโซล เป็นต้น สำหรับสารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol: PBZ) ซึ่งเป็นสารที่ไปขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนในกลุ่มจิบเบอเรลลิน (Gibberellins) ในพืชจึงมีผลชะลอการเจริญเติบโตของเนื้อบริเวณใต้ปลายยอด และการยืดยาวของข้อปล้อง (Hopskin and Huner, 2008) นิยมนำมาใช้กับพืชในกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อควบคุม ความกว้างทรงพุ่มและอาจกระตุ้นการออกดอกในพืชบางชนิดด้วย (พีรเดช, 2537) เช่น ในรักเร่ (Dahlias) พันธุ์ Golden Emblem ให้สารพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 0.24, 0.47, 0.95 และ 1.9 มิลลิกรัมต่อกระถาง ส่งผลให้มีความสูงที่ลดลง (Whipder et al, 1995) และในต้นดาวเรืองพันธุ์ Inca yellow ที่ปลูกในกระถางพบว่าใช้พาโคลบิวทราโซลราดที่ความเข้มข้น 250 – 270 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ดาวเรืองมีการออกดอกเร็วขึ้น จากที่ต้นเทียนไทยมีลักษณะทรงต้นที่สูงและกิ่งแขนงที่ไม่กะทัดรัด จึงได้ทำงานทดลองขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของเทียนไทยเพื่อให้ความสูงที่ลดลงและมีความเหมาะสมใช้เป็นไม้กระถาง

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทำการทดลองในต้นเทียนไทยดอกสีม่วง ประกอบด้วยกรรมวิธีแตกต่างกัน 4 ระดับ กรรมวิธีที่ 1 ราดน้ำกลั่น (control) กรรมวิธีที่ 2 ราด Paclobutrazol ความเข้มข้นที่ 50 ppm กรรมวิธีที่ 3 ราด Paclobutrazol ความเข้มข้นที่ 100 ppm และกรรมวิธีที่ 4 ราด Paclobutrazol ความเข้มข้นที่ 150 ppm แต่ละกรรมวิธีมีจำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 1 กระถาง ดำเนินการราดสาร 1 ครั้ง หลังย้ายกล้าปลูกได้ 10 วัน ราดสารปริมาตร 100 มิลลิลิตร ต่อต้น และทำการเก็บข้อมูลหลังราดสาร 1 เดือน ประกอบด้วยข้อมูล 1. การเจริญเติบโตของต้น (ขนาดทรงพุ่ม ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 2. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง และ เก็บข้อมูลวันดอกบาน งานวิจัยดำเนินการทดลอง ณ สำนักงานไร่ฝึกทดลอง และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2565 ถึง เดือนมกราคม 2566 หลังเก็บข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อขนาดทรงพุ่มและความสูงของต้นเทียนไทย**

จากการศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของเทียนไทยพบว่า ขนาดทรงพุ่มของต้นเทียนไทยในกรรมวิธีราดด้วยน้ำกลั่น (control) มีค่าขนาดทรงพุ่มมากกว่ากรรมวิธีที่ราดสารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้น ให้ขนาดของทรงพุ่มเท่ากับ 49.20 เซนติเมตร **(Table 1)** การศึกษาของธีราภรณ์ (2557) ศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมขนาดทรงพุ่ม และการเติบโตของดาวเรืองพันธุ์ Pagoda Yellow พบว่า หลังราดสารพาโคลบิวทราโซล ให้ความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าต้นควบคุม (control) นอกจากนี้จากการศึกษาของสมชายและเพทาย (2549) ทำการให้สาร Paclobutrazol ในปริมาณ 0.5 มิลลิกรัม กับต้นเทียนซ้อน ด้วยวิธีราดลงดินจำนวน 1 และ 2 ครั้ง มีผลทำให้ขนาดของทรงพุ่มต้นเทียนซ้อนน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้ราดสาร ด้านความสูงต้นหลังราดสาร 1 เดือน มีค่าความสูงต้นเท่ากับ 41.50 เซนติเมตร เซนติเมตร มากกว่ากรรมวิธีที่ราดสารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้น ซึ่งการศึกษาของ นพดล (2537) กล่าวว่าเนื่องมาจากสาร Paclobutrazol มีผลในการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินซึ่งเป็นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตภายในพืชทำให้ต้นพืชมีปริมาณจิบเบอเรลลินน้อยลงส่งผลให้เกิดการชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ สอดคล้อง Koutrobus et al. (2004) ที่ให้สาร PBZ กับทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) ด้วยความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะออกดอก ทำให้ทานตะวันมีความสูงต้นลดลงด้วย นอกจากนี้การให้สาร PBZ ยังทำให้พืชมีความกะทัดรัดเพิ่มมากขึ้นด้วยดังจะเห็นได้จากค่าความสูงและลักษณะต้น **(Table 1 and Figure 1A)** สอดคล้องกับการเพิ่มความกะทัดรัดในต้นเจอราเนียมที่ปลูกเป็นไม้

กระถางโดยได้รับสาร PBZ ด้วยเช่นกัน (Banon et al., 2009) ทั้งนี้เป็นเพราะประสิทธิภาพของการใช้สาร PBZ ยังขึ้นกับระยะเวลาวิธีการการตอบสนองของพืชและปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมด้วย (พีรเดช, 2537)

**ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อจำนวนใบ ความกว้าง และความยาวใบของต้นเทียนไทย**

จากกรรมวิธีราดด้วยน้ำกลั่น (control) มีค่าจำนวนใบมากกว่าราดพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้น มีค่าจำนวนใบเท่ากับ 84.20 ใบต่อต้น **(Table 1)** ซึ่งการศึกษาของ ฤกษ์ชัย (2555) ทดลองราดสารพาโคลบิวทราโซลกับต้นฤาษีผสมพบว่าที่ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถควบคุมจำนวนใบให้ลดลงได้ เช่นเดียวกับธนวดี และคณะ (2559) ศึกษาผลของสารละลายพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol; PBZ) ต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน พบว่าการพ่น PBZ เข้มข้น 200 ppm ส่งผลให้จำนวนใบเฉลี่ยของต้นต่ำที่สุด ความกว้างใบและความยาวใบหลังราดสารมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญยิ่งโดยการราดด้วยน้ำกลั่น (control) ค่าความกว้างใบและความยาวใบมากกว่ากรรมวิธีที่ราดสารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้น นอกจากนี้กรรมวิธีที่ราดสารพบว่าใบมีสีเขียวเข้มกว่าที่ราดด้วยน้ำกลั่น **(Figure1B)** เพราะสารพาโคลบิวทราโซลมีผลในการยับยั้งการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของเซลล์โดยกลไกการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินชั่วคราวในพืช (Sterett, 1985) ทั้งนี้เนื่องมาจากสารพาโคลบิวทราโซลทำให้เนื้อเยื่อชั้น palisade cell เพิ่มขึ้นทำให้ช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลงและเซลล์เรียงตัวกันแน่นขึ้น (พีรเดช, 2537) ส่งผลให้พืชมีขนาดใบลดลงเช่นเดียวกับในใบ *Ficus benjamina* L. เช่นเดียวกับหัตถ์ชัย และคณะ (2559) ศึกษาผลชะลอการเจริญเติบโตของช่อดอก Guzmania Lingulata พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดความยาวของใบประดับช่อดอกได้

**ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นเทียนไทย**

ด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นหลังราดสารพบว่าการราดด้วยน้ำกลั่น (control) ค่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญยิ่งโดยให้เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่ากรรมวิธีราดสารทุกความเข้มข้น **(Table 1)** ซึ่งนภดล (2537) กล่าวว่าเนื่องจากสาร Paclobutrazol มีผลในการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินซึ่งเป็นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตภายในพืชทำให้ต้นพืชมีปริมาณจิบเบอเรลลินน้อยลงส่งผลให้เกิดการชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ และพีรเดช (2529) ทำให้ลักษณะที่ได้ราดสาร Paclobutrazol น้อยกว่าต้นที่ไม่ได้ราดสาร ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของเทียนไทยพบว่าน้ำหนักสด และ น้ำหนักแห้งทั้งหมด ที่ราดด้วยน้ำกลั่นจะมีค่ามากกว่าราดด้วยสารทุกความเข้มข้น อย่างไรก็ตามราดด้วย PBZ ทุกความเข้มข้นให้น้ำหนักทั้งสองแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักสดและแห้งในกรรมวิธีราดด้วยน้ำกลั่น (Control) ให้น้ำหนักสดและแห้งสูงกว่ากรรมวิธีราดสารทุกกรรมวิธี **(Table 1)**

**ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อจำนวนดอกและวันดอกบานของต้นเทียนไทย**

จากการศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อจำนวนดอกต่อต้นของเทียนไทย พบว่าต้นเทียนไทยที่ได้รับสารทุกความเข้มข้นส่งผลให้จำนวนดอกแตกต่างกับไม่ราดสาร (20.60 ดอกต่อต้น) และในต้นที่ราดสารมีจำนวนดอกอยู่ระหว่าง 2.40 – 10.20 ดอกต่อต้น **(Table 1)** และดอกที่เกิดขึ้นจากการที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นส่งผลให้ดอกเกิดเป็นกระจุกบริเวณกิ่งก้านของใบ **(Figure 1)** ซึ่งจากการใช้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 250-270 mg/l ในดาวเรืองพันธุ์ Inca yellow ในกระถางส่งผลให้จำนวนดอกที่เพิ่มขึ้นและเร่งการออกดอกให้เร็วขึ้น (Chon et al, 1995) นอกจากนี้การศึกษาของ ใจศิลป์ (2542) ศึกษาการราดสารพาโคลบิวทราโซลพบว่าความเข้มข้น 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อกระถางในต้นชวนชมส่งผลให้มีจำนวนดอกมากที่สุด แต่ความเข้มข้นที่สูงขึ้นทำให้จำนวนดอกต่อต้นลดลง ซึ่งภาณุ (2529) ศึกษาพบว่าการราดสาร Paclobutrazol ความเข้มข้น 125 และ 250 ppm อัตรา 50 มิลลิกรัมต่อกระถางกับเบญจมาศพันธุ์ขาวเกษตรและเหลืองเกษตร ทำให้ขนาด ดอกเล็กลง นอกจากนั้นยังพบว่าสาร Paclobutrazol ส่งผลให้มีจำนวนดอกต่อต้นเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ ไม่ได้ราดสาร โดยต้นที่ได้ราดสารในปริมาณ 1.5 มิลลิกรัมมีจำนวนดอกต่อต้นมากที่สุดแต่การพัฒนาของดอกไม่ดีเนื่องจากดอกเกิดการกระจุกตัวอยู่บริเวณปลายยอด

ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อระยะวันดอกบาน พบว่าต้นเทียนไทยที่ได้ราดสาร Paclobutrazol 150 ppm มีระยะเวลาการออกดอกหลังจากการเพาะเมล็ดนานที่สุด คือ 75-82 วัน โดยต้นเทียนไทยที่ไม่ได้ราดสารมีระยะเวลาการเกิดดอกใช้เวลาสั้นที่สุดคือ 39-47 วัน **(Table 2)** นพดล (2537) กล่าวว่าเนื่องมาจากสาร Paclobutrazol มีผลในการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินซึ่งเป็นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตภายในพืชทำให้ต้นพืชมีปริมาณจิบเบอเรลลินน้อยลงส่งผลให้เกิดการชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ และภาณุพล (2557) ศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่ออการใช้น้ำและการเติบโตของดาวเรืองกระถาง อาจเป็นไปได้ว่าสาร PBZ ออกฤทธิ์จำเพาะกับการยืดยาวของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญใต้ปลายยอด (sub apical meristem) มากกว่าเซลล์บริเวณอื่น (Hopskin and Huner, 2008) จึงทำให้จุดเจริญบริเวณปลายยอด (apical meristem) ที่จะพัฒนาต่อไปเป็นตาดอก (flower bud) ได้รับ

ผลกระทบเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าเมื่อใช้สาร PBZ ในความเข้มข้นที่เพิ่มสูงมากขึ้น (1,600 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถลดจำนวนขนาด และความยาวก้านดอกของต้นดาวกระจายได้

**Table 1** Plant growth of Garden Balsam 1 month after pouring paclobutrazol 4 different levels of concentration

| Plant growth parameters | Paclobutrazol pouring (ppm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 (Control) | 50 | 100 | 150 |
| Total fresh weight (g) | 545.28a | 232.82b | 165.00b | 132.46b |
| Total dry weight (g) | 34.20a | 19.26b | 13.43b | 10.13b |
| Plant height (cm) | 41.50a | 19.00b | 18.00b | 15.86b |
| Canopy width (cm) | 49.20a | 24.00b | 22.20b | 20.40b |
| Number of leaves (no.) | 84.20a | 63.00b | 59.60b | 54.40b |
| Leaf length (cm) | 15.20a | 11.40b | 10.80b | 8.60b |
| Leaf width (cm) | 4.60a | 3.20b | 3.40b | 3.20b |
| Stem diameter (mm) | 18.00a | 12.28b | 13.23b | 12.03b |
| Number of Flowers (No. /plant) | 20.60a | 10.20b | 10.00b | 2.40b |

Means in a same row followed by the different letters are significantly different by DMRT ($P < 0.05$)

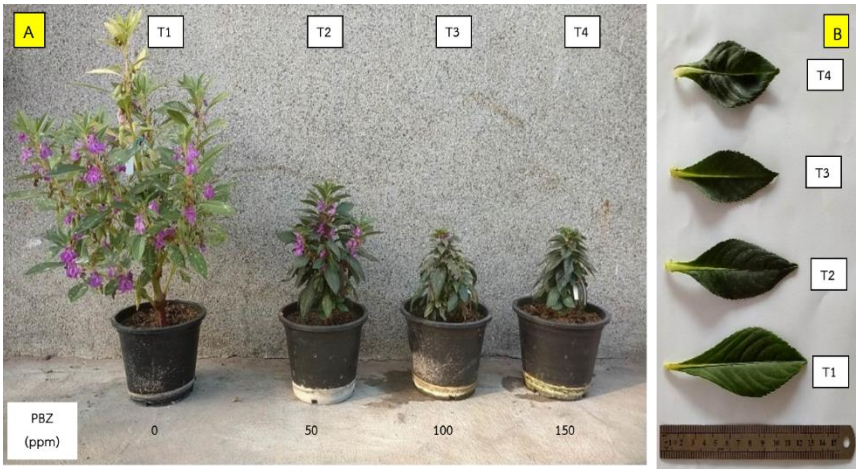



**Figure 1** Plant canopy (A) and leaf characteristics (B) of Garden Balsam at the flowering stage after receiving 4 different levels of paclobutrazol concentration

**Table 2** Effect of paclobutrazol on day of flowering

| Paclobutrazol pouring (ppm) | Day of flowering (Day) |
|---|---|
| 0 (Control) | 39-47 |
| Paclobutrazol 50 ppm | 56-70 |
| Paclobutrazol 100 ppm | 70-75 |
| Paclobutrazol 150 ppm | 75-82 |

**สรุป**

จากการศึกษาผลของ Paclobutrazol ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่น), 50, 100, 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าต้นเทียนไทยที่ราดสารทุกความเข้มข้นส่งผลต่อการยืดระยะเวลาการออกดอกพบว่ามีระยะการบานของดอกเท่ากับ 56-82 วัน จำนวนดอกลดลง ใบมีขนาดเล็กลง จากงานวิจัยดังกล่าวแม้ว่าสารพาโคลบิวทราโซลจะทำให้มีทรงพุ่มกระทัดรัด ความสูงที่ลดลง และสามารถยืดระยะการบานของดอกได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้สารพาโคลบิวทราโซลเนื่องจากให้จำนวนดอกต่อต้นที่น้อยกว่าไม่ราดสาร

**เอกสารอ้างอิง**


ใจศิลป์ ก้อนใจ. 2542. การศึกษาอิทธิพลของสารพาโคลบิวทราโซล ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกของชวนชม. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 119 หน้า.

โชติอนันต์ อินทุใสตระกูล. 2551. สมุนไพรไทย สำหรับงานสาธารณสุขมูลฐาน.ดวงกมลพับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ฐิติมา ธาราวุฒิ, วิภวา เสมแย้ม, ปิยเกษตร สุขสถาน และสุญาณี เวสสบุตร. 2553. ปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลเทียน (Genus Impatiens) ของไทยเพื่อพัฒนาเป็นไม้ดอกประดับ. บทความวิชาการ องค์การสวนพฤกษศาสตร์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 1-9.

ธนวดี พรหมจันทร์, กันยารัตน์ หรัถยา, พรนภา รุ่งสว่าง, อาริสา ทับทิม, และพิมพ์ใจ มีตุ้ม. 2559. ผลของความเข้มข้นและวิธีการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3(2): 10-18.

ธนาวุฒิ นักรู้ และเสาวณี คงศร. 2561. อิทธิพลของสารแพคโคลบิวทราโซลในการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นชาฮกเกี้ยน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49: 217-220.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ.

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. 2557. พาโคลบิวทราโซล: ผลต่อการเติบโตของทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์. วารสารแก่นเกษตร 42(1): 39-46.

นิจศิริ เรืองรังสี และธวัชชัย มังคละคุปต์. 2547. สมุนไพรไทย. กรุงเทพฯ: ฐานการพิมพ์.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. วิชัยการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

ภาณุพล หงษ์ภักดี. 2557. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการใช้น้ำและการเติบโตของดาวเรืองกระถาง. วารสารเกษตร 30(3): 281 – 289.

เยาวพา จิระเกียรติกุล. 2546. ผลของสาร Paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของดาวกระจาย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 11(1): น. 1-8.

ฤกษ์ชัย บูรณสุบรรณ. 2555. การราดสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมขนาดทรงพุ่มของต้นฤาษีผสมในวัสดุปลูกที่มีกาบมะพร้าวสับเป็นส่วนประกอบ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 14 หน้า.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2532. เทคโนโลยีการผลิตและธุรกิจไม้ตัดดอก. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมชาย ชคตระการ และเพทาย กาญจนเกษร. 2549. ผลของสาร Paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของเทียนซ้อน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 14(2): 62-76.

หัตถ์ชัย กสิโอฬาร, พรรวี เฮงฉุน, ยุพาวรรณ ราชภูมิ และลัดดารัตน์ ขาวสระ. 2559. การใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของช่อดอก *Guzmania Lingulata.* วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(4) : 14-17.

องอาจ หาญชาญเลิศ. 2534. การใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อผลิตเบญจมาศพันธุ์เหลืองไต้หวันเป็นไม้ดอกกระถาง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29. กรุงเทพฯ.

อัจฉราภรณ์ แสนทองคำ, สุมนา นีระ, สนั่น จอกลอย และภาณุพล หงส์ภักดี. 2562. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลและเมพิควอทคลอไรด์เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตและการออกดอกของแก่นตะวันกระถาง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 37(2): 200 - 211.

Jill, E. 2018. The bedding a pot plant center-new product opportunities for bedding and pot plant growers. Agriculture and Horticulture Development Board. 64 p.

Hopkins, W. G. and N. P. A. Huner. 2008. Introduction to Plant Physiology, 4th ed. John Wiley & Sons, Chichester. 512 p.

Hongpakdee, P. and P. Sontha. 2014. Morphological changes and physiological responses of potted marigolds to paclobutrazol application. Khon Kaen Agr. J. 42(3) (Suppl.): 541-546. (in Thai)

Koutroubas, S. D., G. Vassiliou, S. Fotiadis, and C. Alexoudis. 2004. Response of sunflower to plant growth regulators. In New Directions for a Diverse Planet: In Proceedings 4th International Crop Science Congress.

Pattanachatchai, N. 2014. Paclobutrazol: effects on canopy growth and chlorophyll content of Adenium obesum cv. Holland. Khon Kaen Agr. J. 42(1): 39-46. (in Thai)

Sterett, J.P. 1985. Paclobutrazol: A promising growth inhibitor for injection into woody plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 4-8.

Wongpanich, M. 1996. Effect of paclobutrazol on growth of ornamental tree seedlings. BS Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การคัดเลือกพันธุ์ดาหลาลูกผสม ชุดที่ 2

# Selection the second hybrid of torch ginger

**พรพยุง คงสุวรรณ[1*], สุภาภรณ์ สาชาติ[2], ชิดชนก ก่อเจดีย์[3] และ นนทกร จันทร์แสง[4]**

Pornpayung Kongsuwon[1*], Supaporn Sachati[2], Chitchanok Korchedee[3] and Nonthakorn Junsaeng[4]

*[1] ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ตำบลธารโต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา 95150*
*[1] Yala Horticultural Research Center, Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Thanto, Thanto, Yala, 95150*
*[2] สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900*
*[2] Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900*
*[3] ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ตำบลปลาบ่า อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160*
*[3] Loei Horticultural Research Center, Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Pla ba, Phu Ruea, Loei, 42160*
*[4] ข้าราชการบำนาญ*
*4 pensioner*

**บทคัดย่อ:** การผสมดาหลาข้ามชนิด ได้ดาหลาลูกผสม ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก 8 สายต้น ลักษณะช่อดอก ทรงรูปถ้วยคล้ายดาหลากุหลาบ จำนวน 6 สายต้น คือ 59-1-002 59-1-016 60-2-003 มีกลีบประดับสีแดงอมส้ม (ORN34A YG146D) 60-2-048 60-2-017 สีชมพูเข้ม (GP185A YG146C) 60-2-016 สีชมพูอมแดง (GR181B YG146C) และทรงรูปถ้วยคล้ายดอกทิวลิป จำนวน 2 สายต้น คือ 59-1-019 และ 59-1-003 กลีบประดับสีแดงอมส้ม (ORN34A YG146D) สายต้น 59-1-002 มีก้านช่อดอกยาวมากที่สุดเท่ากับ 46.23 ซม. และสายต้น 60-2-017 มีก้านช่อดอกสั้นที่สุดเท่ากับ 17.40 ซม. สายต้น 59-1-016 มีเส้นรอบวงก้านช่อดอกมากที่สุดเท่ากับ 2.76 ซม. และสายต้น 60-2-017 มีเส้นรอบวงก้านช่อดอกน้อยที่สุดเท่ากับ 2.00 ซม. มีการเจริญเติบโตแตกกอดี ให้ผลผลิตดอกต่อกอต่อปี 19-71 ดอก และมีอายุปักแจกัน 5-7 วัน
**คำสำคัญ:** การปรับปรุงพันธุ์พืช; การผสมข้ามชนิด; การคัดเลือก; กลีบดอกชมพูอมแดง

**ABSTRACT:** Interspecific hybrid of torch ginger through criteria selection for 8 clones: Inflorescence the form of a deep cup be similar to rose of Siam torch ginger is 6 clones; Bracts reddish-orange (ORN34A YG146D): 59-1-002, 59-1-016 and 60-2-003, Dark pink (GP185A YG146C); 60-2-048 and 60-2-017, Reddish pink (GR181B YG146C); 60-2-016 and cup-shaped similar to tulips; Bracts reddish-orange (ORN34A YG146D) 59-1-016 and 59-1-019. There has a good growth, 59-1-002 has longest of peduncle is 46.23 cm However, 60-2-017 its shortest peduncle is 17.40 cm, 59-1-016 has peduncle of circumference is 2.76 cm and early late, 60-2-017 has the peduncle circumference is 2.00 cm, it yields 19-71 flowers per clump per year and vase life of 5-7 days.
**Keywords:** Plant breeding; Interspecific hybridization; Selection clone; Reddish pink petals

## บทนำ

ดาหลา (Torch ginger) เป็นพืชพื้นถิ่นทางภาคใต้มีศักยภาพพัฒนาเป็นไม้ดอกเศรษฐกิจได้ นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในรูปของไม้ตัดดอก ปลูกประดับสถานที่ บริโภคสด (หน่อ ดอก และผลอ่อน) แปรรูปสำหรับบริโภค (กมลทิพย์ และสุธีรา, 2559) ใช้เป็นพืชสมุนไพรทางเลือกในการรักษาไข้ไทฟอยด์ (Yusuf et al., 2017) และสกัดสารสำคัญต่างๆ (ปิยศิริ และคณะ, 2554) จึงมีผู้ประกอบการในจังหวัด นนทบุรี สมุทรสาคร กาญจนบุรี ระยอง จันทบุรี และกระบี่ ปลูกดาหลาเป็นไม้ตัดดอกเพื่อการค้า (สุรวิช, 2559) ราคาเฉลี่ย 5-20 บาท/ดอก ราคาต้นพันธุ์ 50-300 บาท/หน่อ ตลาดต่างประเทศที่สำคัญนำเข้าดอกดาหลา คือ ตะวันออกกลาง (บาห์เรน สหรัฐอาหรับอีมิเรต และคูเวต ฯลฯ) และมาเลเซีย (Khaw, 2001) ส่วนต้นพันธุ์ส่งออกไปยังประเทศแองโกลา สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สเปน และแอฟริกาใต้ ซึ่งมีปริมาณความต้องการสูง (โสระยา, 2556) อย่างไรก็ตาม พันธุ์ที่ปลูกในปัจจุบันมีขนาดดอกและก้านดอกใหญ่ น้ำหนักมาก การบรรจุหีบห่อทำได้ยาก ทำให้กลีบดอกช้ำง่าย ต้นทุนการขนส่งสูง ผลผลิตต่อกอเฉลี่ยต่ำ ออกดอกเป็นฤดู ทั้งนี้ ได้มีการรวบรวมพันธุ์ (อาภรณ์, 2543) และใช้เป็นฐานพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ด้วยการผสมพันธุ์ข้ามชนิด (สุทธาชีพ, 2553) เพื่อเพิ่มความหลากหลายของพันธุ์ให้มีลักษณะรูปทรงดอก สี และขนาดดอก สอดคล้องกับความต้องการของตลาดในการนำไปใช้

* Corresponding author: pornpayung.doa@gmail.com

ประโยชน์ที่หลากหลายทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศที่มีแนวโน้มความต้องการในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกรมวิชาการเกษตร ได้วิจัยพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ดาหลาให้มีขนาด รูปทรง และสีสันที่หลากหลายขึ้น จากรูปแบบหรือรูปทรงเดิม โดยศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง คัดเลือกพันธุ์ดาหลาลูกผสมชุดที่ 1 ปี 2549-2553 และออกเป็นพันธุ์แนะนำ ตรัง 1-5 (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2556) ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย คัดเลือกพันธุ์ด้วยการฉายรังสี ปี 2553-2557 และศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีผสมข้ามชนิด ปี 2559-2564 เพื่อให้ได้ดาหลาพันธุ์ใหม่ (สิรนุช, 2540) มีลักษณะขนาดดอกเล็กลง รูปทรงใหม่ และสีสันหลากหลาย ผ่านหลักเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด รองรับให้เกษตรกรและผู้ที่มีส่วนได้เสียในห่วงโซ่การผลิตไม้ดอกไม้ประดับทั้งในประเทศและต่างประเทศนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการผสมพันธุ์ข้ามชนิด (Cross breeding) โดยใช้ดาหลาพันธุ์แท้ 2 ชนิด คือ ดาหลากุหลาบสยาม (Dahlakuhlabsayam: DKS) (*Etlingera corneri*) ดาหลาดำ และแดงป่า (Dahladum: DD, Daengpa: DP) (*Etlingera fuigens*) ซึ่งดอกมีขนาดเล็ก สี และรูปทรงดอกดี แต่ดาหลากุหลาบสยาม และแดงป่าออกดอกปีละครั้ง ให้ผลผลิตดอก 60-70 ดอก/กอ/ปี ส่วนดาหลาดำออกดอกตลอดปี ให้ผลผลิตดอก 100-150 ดอก/กอ/ปี และดาหลาทั่วไป (*Etlingera elatior*) สายต้นคัดเลือก 5 สายต้น ได้แก่ บัวแดงใหญ่ (Buadaengyai: BA) ลูกผสมบานเย็นกับบัวชมพู (BYBP hybrid) บัวชมพู (Buachumpho: BP) บัวแดงเล็ก (Buadaenglek: BL) และลูกผสมดาหลาขาวกับบัวชมพู (DHBP hygbrid) ที่มีสีและรูปทรงดอกดี อายุการใช้งานนาน ออกดอกตลอดปี ให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 100 ดอก/กอ/ปี เป็นพ่อแม่พันธุ์ดำเนินการคัดเลือกต้นดาหลาชนิดพันธุ์ทั่วไป (*Etlingera elatior*) สายต้นคัดเลือก 5 สายต้น และพันธุ์แท้ 2 ชนิด คือ ดาหลากุหลาบสยาม (*Etlingera corneri*) และดาหลาดำ (*Etlingera fuigens*) ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา ต.ธารโต อ.ธารโต จ.ยะลา ทำการผสมข้ามชนิดระหว่างปี พ.ศ. 2559-2560 และติดตามการผสมติด การติดเมล็ด การเพาะเมล็ด เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเป็นต้นกล้า และการนำต้นกล้าลูกผสมไปปลูกทดสอบเพื่อคัดเลือกสายต้นให้ตรงตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในปี พ.ศ. 2561-2564 ดังนี้

1. คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะสีและรูปทรงดอกตามเกณฑ์คัดเลือก อายุการใช้งานนาน ออกดอกตลอดปี มีศักยภาพให้ผลผลิตดอกดีอย่างน้อย 70-100 ดอก/กอ/ปี ที่อายุ 3 ปี (ขนาดกอไม่ต่ำกว่า 1 ตารางเมตร)

2. ในการผสมพันธุ์โดยวิธีการถ่ายละอองเกสรด้วยมือ จะต้องดูแลรักษาเตรียมต้นพ่อแม่พันธุ์ให้เจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่ เพื่อให้ได้ดอกที่มีเกสรตัวผู้และตัวเมียที่สมบูรณ์พร้อมสำหรับการผสม (ธัญญะ, 2558) โดยเตรียมดอกที่ใช้เป็นต้นแม่พันธุ์โดยคัดต้นที่ดอกจริงยังไม่บาน ทำการตัดอับเรณูทิ้งนำถุงพลาสติกใส ขนาด 50 X 70 ซม. ทำเป็นกระโจมมาครอบดอกไว้ เพื่อป้องกันการผสมเกสรตามธรรมชาติ และเตรียมดอกตัวผู้โดยใช้มีดโกนตัดดอกจริงออก แล้วเก็บละอองเกสรตัวผู้ใส่ถุงพลาสติกหรือภาชนะที่เหมาะสม ในช่วงเวลา 05.00 - 07.00 น. ไม่ควรเก็บละอองเกสรตัวผู้ไว้นานก่อนการผสม หากเกินช่วงเวลาดังกล่าวละอองเกสรตัวผู้จะฟุ้งกระจายเมื่อโดนแสง และควรผสมหรือถ่ายละอองเกสรให้เสร็จก่อนเวลา 07.00 น. โดยตรวจสอบดอกต้นแม่ที่ครอบดอกไว้บานพร้อมที่จะผสมจึงทำการผสม โดยละอองเกสรตัวผู้ 1 ดอก สามารถผสมได้ 10-20 ดอกจริง นำถุงพลาสติกใสขนาด 50 X 70 ซม. มาครอบดอกแม่พันธุ์ที่ทำการผสมเรียบร้อยแล้ว มัดปากถุงพลาสติกด้วยเชือกฟาง เพื่อป้องกันไม่ให้ดอกสัมผัสกับถุงพลาสติก และป้องกันนก แมลงต่างๆ มาผสมซ้ำ การผสมควรใช้ดอกดาหลา 1 ดอกต่อ 1 คู่ผสม และดอกตัวผู้ 1-2 ดอกต่อตัวเมีย 1 ดอกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผสมติดที่สูงขึ้น (สุทธาชีพ, 2553)

3. นำเมล็ดลูกผสมเพาะเป็นต้นกล้า ดูแลรักษาเมื่ออายุประมาณ 3-4 เดือน จึงย้ายปลูกในแปลง โดยใช้ระยะปลูก 3x3 เมตร ขุดหลุมปลูกขนาด 50x50x50 ซม. ผสมดินปลูกใช้ดินร่วน 2 ส่วน แกลบดิบ 1 ส่วน และปุ๋ยคอก 0.5 ส่วน ผสมคลุกให้เข้ากันในหลุม และนำต้นกล้าลูกผสมปลูกในแปลง ดูแลรักษา กำจัดวัชพืชบริเวณโคนต้น ระหว่างแถวปลูก ตัดแต่งทางใบ ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก และให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 2 วันต่อครั้ง แต่ไม่เกินช่วง 5 วัน หากฝนไม่ตก

4. เมื่อต้นดาหลาลูกผสมออกดอก ดำเนินการคัดเลือกต้นที่มีสี และรูปทรงดอกดี รูปทรงถ้วย กลีบประดับคล้ายดอกกุหลาบ ให้ผลผลิตดอกเกือบตลอดปี อายุการใช้งานนาน ตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้

**การบันทึกข้อมูล**

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ของพ่อแม่พันธุ์ และลูกผสม
2. การเจริญเติบโต ผลผลิตดอกต่อกอ องค์ประกอบของดอก และอายุการปักแจกัน

**เกณฑ์การคัดเลือก**

1. สีดอกแปลกใหม่จากเดิม รูปทรงดอกดีเล็กลง ทรงรูปถ้วย กลีบประดับคล้ายกุหลาบ
2. ให้ผลผลิตเกือบตลอดปี อายุการปักแจกัน ไม่น้อยกว่า 7-10 วัน

**ผลการศึกษา**

การผสมพันธุ์เพื่อสร้างประชากรดาหลาลูกผสม ชุดที่ 2 โดยผสมพันธุ์ข้ามดาหลาชนิดพันธุ์แท้หายาก 2 ชนิด ใน ปี พ.ศ. 2559 ดำเนินการผสมข้ามชนิดจำนวน 5 คู่ผสม ได้แก่ 1) BA X DKS 2) BP X DKS 3) BL X DKS 4) DKS X BL และ 5) DKS X DD พบว่า มีการผสมติดพัฒนาเป็นผลอ่อน หลังผสม 14 วัน จำนวน 3 คู่ผสม คือ 1) BL X DKS 2) DKS X BL และ 3) DKS X DD และมีเพียง 1 คู่ผสม ที่ผลอ่อนพัฒนาเป็นผลแก่สมบูรณ์ คือ BL X DKS เก็บเกี่ยวผลแก่ที่สมบูรณ์อายุ 170-180 วัน ดำเนินการเพาะเมล็ด ภายในโรงเรือนพลาสติกพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดงอกเป็นต้นกล้าสมบูรณ์อายุ 45 วัน ย้ายต้นกล้าลูกผสมปลูกในถุงดินปลูกขนาด 4 X 7 นิ้ว ในเรือนเพาะชำพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ดูแลรักษาอายุ 3 เดือน และเมื่ออายุ 9 เดือน เหลือต้นกล้าจำนวน 88 สายต้น นำปลูกในแปลง ดูแลรักษาต้นเจริญเติบโตสมบูรณ์ อายุหลังปลูก 48 เดือน เหลือจำนวน 27 สายต้น

ปี 2560 ดำเนินการผสมข้ามชนิดจำนวน 13 คู่ผสม ได้แก่ 1) BA x DKS 2) BL x DKS 3) BP x DKS 4) DHBP hybrid x DKS 5) DD x DKS 6) DKS x BA 7) DKS x BP 8) DKS x BYBP hybrid 9) DKS x DHBP hybrid 10) DKS x DD 11) DKS x BL 12) BYBP hybrid x DKS และ 13) DKS x DP พบว่า มีการผสมติดพัฒนาเป็นผลอ่อนหลังผสม 14 วัน เพียง 3 คู่ผสม และพัฒนาเป็นผลแก่สมบูรณ์ คือ 1) BA x DKS 2) BP x DKS และ 3) DD x DKS เก็บเกี่ยวผลแก่อายุ 180 วัน มาเพาะเมล็ด เมล็ดงอกเป็นต้นกล้าสมบูรณ์อายุ 45 วัน คือ ดาหลาลูกผสม 1) BA x DKS (จำนวน 240 ต้น) 2) BP x DKS (จำนวน 392 ต้น) และ 3) DD x DKS (จำนวน 154 ต้น) ดูแลรักษาต้นกล้าในโรงเรือนเพาะชำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 8 เดือน เหลือต้นกล้า 1) BA x DKS (จำนวน 153 ต้น) 2) BP x DKS (จำนวน 19 ต้น) 3) DD x DKS (จำนวน 55 ต้น) นำปลูกในแปลงทั้งหมด 227 สายต้น ต้นเจริญเติบโตสมบูรณ์ อายุหลังปลูก 38 เดือน การดูแลรักษา ลูกผสม ปี 2559 และ 2560 โดยกำจัดวัชพืชบริเวณรอบโคนต้น และระหว่างแถวปลูก ตัดแต่งทาง โดยตัดทางใบเหี่ยว และทางใบซ้อนแน่นออกให้เหลือ 60 เปอร์เซ็นต์/กอ เพื่อให้มีพื้นที่สังเคราะห์แสงอย่างน้อย 40-50 เปอร์เซ็นต์ ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 และใส่ปุ๋ยคอก และให้น้ำ

การเจริญเติบโต ผลผลิตดอก และอายุปักแจกัน เมื่อดาหลาลูกผสมออกดอกจึงดำเนินการคัดเลือกตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด ปี 2559 ลูกผสมที่เจริญเติบโตสมบูรณ์ อายุหลังปลูก 48 เดือน จำนวน 27 สายต้น คือ BL X DKS คัดเลือกได้ 4 สายต้น คือ 1) 59-1-002 2) 59-1-003 3) 59-1-016 4) 59-1-019 และ ปี 2560 ลูกผสมเจริญเติบโตสมบูรณ์ อายุหลังปลูก 38 เดือน จำนวน 42 สายต้น คือ DD x DKS คัดเลือกได้ 4 สายต้น คือ 1) 60-2-003 2) 60-2-016 3) 60-2-017 และ 4) 60-2-048 พบว่า จำนวนทางใบต่อกอต่อปี ในสายต้น 59-1-019 มีจำนวนทางใบเฉลี่ยมากที่สุด 121 ทางใบ รองลงมา คือ สายต้น 60-2-016 60-2-003 59-1-002 59-1-003 60-2-017 59-1-016 และ 60-48-36 มีจำนวนทางใบต่อกอต่อปีเฉลี่ย 88 77 70 56 55 42 และ 36 ทางใบ ตามลำดับ ส่วนความยาวทางใบ สายต้น 59-1-016 มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 259 ซม. รองลงมา คือ สายต้น 60-2-048 60-2-003 60-2-017 59-1-019 59-1-003 59-1-002 และ 60-2-016 มีความยาวทางใบเฉลี่ย 250 245 229.67 219.33 214.67 208.67 และ 200 ซม. ตามลำดับ ผลผลิตดอกต่อกอต่อปี พบว่า สายต้น 59-1-003 ให้ผลผลิตดอกสูงที่สุด คือ 71 ดอก รองลงมา คือ สายต้น 60-2-003 60-2-016 60-2-17 59-1-002 59-1-019 59-1-016 และ 60-2-48 ให้ผลผลิตดอกต่อกอต่อปีเฉลี่ย 70 66 60 54 39 25 และ 19 ดอก ตามลำดับ และอายุปักแจกัน เมื่อตัดดอกบาน 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สายต้น 59-1-002 59-0-016 และ 60-2-48 มีอายุปักแจกันเฉลี่ยมากที่สุด คือ 7 วัน รองลงมา คือ สายต้น 59-1-003 และ 59-1-019 มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 6 วัน และสายต้น 60-2-003 60-2-016 และ 60-2-017 มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 5 วัน **(Table 1)**

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดาหลาลูกผสมสายต้น 59-1-002 59-1-003 59-1-016 และ 59-1-019 ลักษณะ ทรงกอ ลำต้นใต้ดิน มีขนาดใบกว้าง x ยาว เท่ากับ 13.67 x 59.87 7.98 x 12.23 13.97 X 57.57 และ 15.57 x 59.90 ซม. ตามลำดับ รูปใบยาวรี ปลายใบแหลม ขอบใบเป็นคลื่น แผ่นใบไม่ขน ใบสีเขียวอมเหลือง สีเขียวเข้ม ท้องใบสีเขียวอมเหลือง สีม่วงอมเทา สีน้ำตาล เส้นก้านใบปรากฏชัดด้านท้องใบสีเขียวอมเหลือง สีม่วงอมเขียว สีส้มอมเทา และสีน้ำตาล ช่อดอกรูปทรงถ้วยคล้ายดอกกุหลาบ และดอกทิวลิป ขนาดช่อดอกกว้างยาว เท่ากับ5.3 x 7.47 7.05 x 7.54 6.75 x 8.17 และ 7.17 x 7.67 ซม. ตามลำดับ ความยาวก้านช่อดอก เท่ากับ 46.23 34.33 24.43 และ 23.44 ซม. ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก เท่ากับ 1.17 1.37 1.38 และ 1.17 ซม. ตามลำดับ กลีบประดับสีแดงอมส้ม ส่วนดาหลาลูกผสมสายต้น 60-2-003 60-2-016 60-2-017 และ 60-2-048 ลักษณะทรงกอ ลำต้นใต้ดิน มีขนาดใบกว้างยาว เท่ากับ 12.93 x 55.97 12.83 x 58.43 11.60 x 53.07 และ 14.90 x 64.20 ซม. ตามลำดับ รูปใบยาวรี ปลายใบแหลม ขอบใบเป็นคลื่น แผ่นใบไม่ขน ใบแก่สีเขียวเข้ม ท้องใบสีม่วงอมเทา เส้นก้านใบปรากฏชัดด้านท้องใบสีม่วงอมเทา ช่อดอกรูปทรง

ถ้วยคล้ายดอกกุหลาบ ขนาดช่อดอกกว้างยาว เท่ากับ 5.30 x 7.57 5.78 x 8.20 4.95 x 7.50 และ 6.00 x 7.27 ซม. ตามลำดับ ความยาวก้านช่อดอก เท่ากับ 19.83 27.77 17.40 และ 24.67 ซม. ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก 1.10 1.10 1.00 และ 1.13 ซม. ตามลำดับ กลีบประดับสีชมพูเข้ม และสีชมพูอมแดง **(Figure 1)**

**วิจารณ์**

การผสมพันธุ์ข้ามชนิดของดาหลาลูกผสมคาดว่าเป็นการรวมลักษณะเด่นของพืชสองต้นเข้าด้วยกันหรือเป็นการเพิ่มลักษณะดีที่ต้นเดิมไม่มีเข้าไป (นพพร, 2546) เพื่อให้พืชที่ได้มีลักษณะหรือคุณลักษณะใกล้เคียงกับที่คาดการณ์ไว้ในเกณฑ์ ซึ่งขึ้นกับความสามารถของยีนที่อยู่บนโครโมโซมจะตัวกันหรือแสดงออกในลักษณะใด (ไพศาล และปิยะดา, 2550) และเป็นการสร้างประชากรใหม่ที่คาดว่าจะมีลักษณะแตกต่างไปจากพันธุ์พื้นเมืองเดิม ทั้งขนาด รูปทรง สี และแหล่งธรรมชาติเดิมที่มีการเจริญเติบโต ซึ่งคู่ผสมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นพันธุ์แท้หายาก มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพป่า หากนำมาปลูกในสภาพแวดล้อมทั่วไปที่ไม่ใกล้เคียงกับสภาพป่าจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือเจริญเติบโตได้ไม่ดี หรือมีการเจริญเติบโตแต่ไม่ให้ผลผลิตดอกหรือให้ดอกได้ไม่มีคุณภาพ (สิรนุช, 2540) อย่างไรก็ตาม การผสมข้ามพันธุ์มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ความสามารถที่จะผสมติดหรือไม่ขึ้นกับพันธุกรรมเดิมของคู่ผสม หากคู่ผสมมีความคล้ายคลึงกันทางด้านพันธุกรรม แต่อาจมีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะที่แสดงออก อาจเพิ่มเปอร์เซ็นต์การผสมติดขึ้นได้ ทั้งนี้ก็ขึ้นกับปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ หากอากาศที่ร้อนจัดจะทำให้การผสมเกสรมีแนวโน้มไม่สำเร็จ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ต้องไม่สูงเกินไป เพราะทำให้อับละอองเกสรแตกได้ยากขึ้น เมื่อผสมติดที่ดีเมล็ดก็จะมีพัฒนาการที่สมบูรณ์ เปอร์เซ็นต์การงอกสูง และมีอัตราการรอดชีวิตสูงขึ้นด้วย โดยดาหลาในการทดลองมีอัตราการงอกสูง และการอนุบาลต้นกล้าก็เป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมให้ต้นกล้าดาหลาเจริญเติบโตได้ดีด้วย หลังย้ายปลูกลงแปลงในสภาพที่เหมาะสมโดยใช้ร่มเงาจากสะตอทำให้ดาหลาลูกผสมกับพันธุ์หายากดังกล่าวเจริญเติบโตได้ดี (อรุณี, 2550) เริ่มให้ผลผลิตดอกหลังย้ายปลูก 1-2 ปี ซึ่งทำให้สามารถคัดเลือกลักษณะสายพันธุ์ขนาด ปริมาณผลผลิตดอกตรงตามเกณฑ์ที่ต้องการได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์และเพิ่มมูลค่าส่วนแบ่งการตลาดของดาหลาไม้ตัดดอกในอนาคต และยังเป็นการลดการนำพืชป่าดั้งเดิมจากป่าออกมาปลูกเพื่อเป็นการค้าได้

**สรุป**

ดาหลาลูกผสมผ่านเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด 8 สายต้น คือ ลักษณะการเจริญเติบโตแตกกอดี ให้ผลผลิตดอกเกือบตลอดปี ลักษณะสี (กลีบประดับสีแดงอมส้ม สีชมพูเข้ม และสีชมพูอมแดง) รูปทรงดอกเป็นรูปถ้วย กลีบประดับคล้ายดอกกุหลาบและดอกทิวลิป ขนาดดอกเล็ก อายุการปักแจกันไม่น้อยกว่า 5-7 วัน ซึ่งจะดำเนินการทดสอบพันธุ์ลูกผสมในแหล่งปลูกต่างๆ ของประเทศ ปี 2566-2568 และเสนอขอรับรองพันธุ์เพื่อกระจายพันธุ์สู่เกษตรกรต่อไป

**Table 1** Growth, yield, vase life of Torch ginger, Hybrid line (BL x DKS) at 48 months after planting and Hybrid line (DD x DKS) at 48 months after planting in 2021

| Clone | No. of foliar per clump (foliar) | Length of foliar (cm) | No. of leaflet per foliar (leaf) | No. of flower per clump (flower) | Vase life (day) |
|---|---|---|---|---|---|
| **59-1-002** | 70 | 208.67 | 19 | 54 | 7 |
| **59-1-003** | 56 | 214.67 | 20 | 71 | 6 |
| **59-1-016** | 42 | 259 | 23 | 25 | 7 |
| **59-1-019** | 121 | 219.33 | 24 | 39 | 6 |
| **60-2-003** | 77 | 245 | 22 | 70 | 5 |
| **60-2-016** | 88 | 200 | 19 | 66 | 5 |
| **60-2-017** | 55 | 229.67 | 22 | 60 | 5 |
| **60-2-048** | 36 | 250 | 22 | 19 | 7 |

**Figure 1** Blooming stages, characteristics of peduncle of 8 clones of Torch ginger flower (BL X DKS and DD X DKS)

**คำขอบคุณ**

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัย และบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านของ ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา และศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานวิจัยเป็นอย่างสูง ในการจัดการและดูแลรักษาแปลงพ่อแม่พันธุ์ รวมถึงแปลงปลูกสำหรับคัดเลือกพันธุ์ ส่งผลให้สามารถคัดเลือกสายต้นลูกผสมที่มีลักษณะเด่นตามเกณฑ์ ขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัยทุกท่านในการบันทึกและแปรผลข้อมูล และทุนสนับสนุนการทำวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ภายใต้โครงการวิจัยการพัฒนาพันธุ์ดาหลา กรมวิชาการเกษตร ปี 2559-2564

**เอกสารอ้างอิง**

กมลทิพย์ กรรไพเราะ และสุธีรา ศรีสุข. 2559. การพัฒนาและใช้ประโยชน์จากดาหลาเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงสุขภาพ. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา.

ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอก. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นพพร คล้านพงษ์พันธุ์. 2546. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยศิริ สุนทรนนท์, อุบล ตันสม และสมภพ เภาทอง. 2554. การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระในดอกดาหลา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันพัฒนาและวิจัยชายแดนภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ และปิยะดา ทิพยผ่อง. 2550. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 8. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2556. ดาหลาพันธุ์ตรัง 1-5. *ใน* พืชสวนพันธุ์ดี กรมวิชาการเกษตร เล่ม 3. พิมพ์ที่ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

สิรนุช ลามศรีจันทร์. 2540. การกลายพันธุ์ของพืช. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธาชีพ ศุภเกสร. 2553. รายงานโครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ดาหลา. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2559. การปลูกดาหลา. แหล่งข้อมูล: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/flower/dahla.pdf. ค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2562.

โสระยา ร่วมรังษี. 2556. การพัฒนาไม้ดอกของไทยสู่การแข่งขันในตลาดอาเซียน. วารสารแก่นเกษตร. 41: 209-212.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต. 2550. การกลายพันธุ์: เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาภรณ์ เจียมสายใจ. 2543. การรวบรวมพันธุ์ดาหลา. เอกสารวิชาการที่ 24 สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Khaw, S.H. 2001. The genus *Etlingera* (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia including a new species. Gardens' Bulletin Singapore. 53: 191-239.

Yusuf, M., Shabbir, M. and Mohammad, F. 2017. Natural colorants: historical, processing and sustainable prospects. Natural Products and Bioprospecting. 7: 123–145.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของวิธีการทำบาดแผลต่อการออกรากและการเจริญเติบโตของกิ่งตอนกุหลาบชนิด *Rosa multiflora*

# Effect of wounding methods on rooting and growth of *Rosa multiflora* air layering

**มัณฑณา บุญมาฉาย[1] ธกรกฤษ วรโชติชาญเดชา[1], ภาสันต์ ศารทูลทัต[1] และ เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์[1*]**
Manthana Boonmachay[1] Thakornkit Worachotchandacha[1], Parson Saradhuldhat[1] and Kriengsak Thaipong[1*]

[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140*
[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

**บทคัดย่อ:** ปัจจุบันมีข้อมูลวิธีการตอนกิ่งในกุหลาบอยู่อย่างจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของวิธีการทำบาดแผลต่อการออกรากและการเจริญเติบโตของกิ่งตอนกุหลาบชนิด *Rosa multiflora* วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 ทรีตเมนต์ ได้แก่ การทำบาดแผลกิ่งตอนแบบควั่นกิ่ง และ แบบปาดกิ่ง ทรีตเมนต์ละ 20 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กิ่ง หลังตอนกิ่งเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จึงตัดกิ่งตอนที่ออกรากมาย้ายปลูกและนำไปวางไว้ในกระบะพ่นหมอก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากนั้นนำมาเลี้ยงในสภาพโรงเรือนที่มีการพรางแสง 50% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า การทำบาดแผลกิ่งตอนแบบควั่นกิ่งมีความสำเร็จมากกว่าแบบปาดกิ่ง โดยมีกิ่งตอนที่ออกราก 95% และ 80% ตามลำดับ หลังตัดกิ่งตอนที่ออกรากมาชำ พบว่ารอดชีวิต 100% ในกิ่งตอนที่ทำบาดแผลทั้งสองวิธีการ ในขณะที่การเจริญเติบของยอดใหม่และรากหลังการย้ายปลูกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ระหว่างต้นที่ได้จากการทำบาดแผลกิ่งตอนทั้งสองวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จึงสรุปได้ว่า การทำบาดแผลด้วยวิธีการควั่นกิ่งสามารถชักนำให้กิ่งตอนกุหลาบชนิด *R. multiflora* ออกรากได้ดีกว่าแบบปาดกิ่ง โดยที่วิธีการทำบาดแผลไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรากและกิ่งใหม่หลังย้ายปลูก
**คำสำคัญ:** การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ; การตอนกิ่ง; การควั่นกิ่ง; การปาดกิ่ง

**Abstract:** Currently, there is a lack of information on the air layering methods for roses. Hence, the objective of this study was to examine the impact of different methods of wounding on the rooting and growth of *Rosa multiflora* air layering. The completely randomized design was employed with two wounding techniques: girdling and slicing. Each method was 20 replicated, with one stem per replication. Following an 8-week period of layering, only stems that were successfully developed roots were transplanted and placed in mist boxes for an additional 6 weeks. Subsequently, the rooted stems were removed and carefully nurtured in a greenhouse shaded with a 50% saran for 4 weeks. The findings indicated that girdling as a wounding method yielded a higher success rate for layering compared to the slicing method, with root development observed in 95% and 80% of rooted stems, respectively. After 10 weeks of transplantation, all plants from both wounding methods survived. There was no significant difference ($P > 0.05$) in the growth of new shoots and roots between plants derived from the two wounding methods after the 10-week transplantation period. Consequently, it can be concluded that girdling is more effective than slicing in inducing rooting in *R. multiflora* air layering. Moreover, these wounding methods had no discernible impact on the survival of plants or the subsequent growth of new shoots and roots following transplantation.
**Keywords:** asexual propagation; layering; girdling; slicing

* Corresponding author: kriengsak.t@ku.ac.th

**บทนำ**

กุหลาบชนิด *Rosa multiflora* เป็นหนึ่งในชนิดของกุหลาบที่นิยมนำมาใช้เป็นต้นตอเพื่อใช้ในการขยายพันธุ์กุหลาบพันธุ์ดี การขยายพันธุ์กุหลาบนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปักชำ การติดตา การตอนกิ่ง และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น (มณฑกาฬ, 2551)

การตอนกิ่ง (layering) เป็นหนึ่งในวิธีการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ นิยมในพืชหลายชนิด โดยเป็นการทำให้ส่วนของพืชออกรากขณะอยู่กับต้นแม่ด้วยการทำบาดแผลบริเวณกิ่ง โดยการตัดท่อลำเลียงอาหาร แต่ท่อน้ำยังอยู่ ทำให้บริเวณบาดแผลมีการสะสมอาหาร แต่ปลายกิ่งยังได้รับน้ำอยู่ หลังจากกิ่งของพืชที่ทำการตอนออกรากดีแล้วจึงตัดกิ่งมาชำ หลังจากต้นไม้ฟื้นตัวดีแล้วจึงย้ายปลูกต่อไป ต้นที่ได้จากการตอนกิ่งจะมีลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกประการ โดยมีหลักที่สำคัญในการตอนกิ่ง คือ ต้องใช้วัสดุที่มีความชื้นไปหุ้มบริเวณของกิ่งพืชที่ต้องการให้ออกราก และถ้าส่วนนั้นมีแผลก็จะสามารถชักนำให้ออกรากได้ดีขึ้นด้วย วิธีการตอนกิ่ง มีข้อดีคือสามารถทำให้พืชที่ชำกิ่งออกรากยาก สามารถออกรากได้ (สนั่น, 2515; แสนสุข และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม การตอนกิ่งนั้นมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อการออกราก เช่น การทำบาดแผล การใช้ฮอร์โมน และอายุกิ่ง เป็นต้น

สำหรับวิธีการทำบาดแผลที่นิยมเพื่อชักนำให้กิ่งตอนออกรากได้ดีขึ้น ได้แก่ การปาดกิ่ง (Slicing) และการควั่นกิ่ง (Girdling) โดยแบบควั่นกิ่งเหมาะกับพืชที่ออกรากยากที่สามารถลอกเปลือกไม้ออกง่าย ส่วนแบบปาดกิ่งเหมาะกับพืชที่ออกรากไม่ยากที่ไม่สามารถลอกเปลือกไม้ออกได้ (แสนสุข และคณะ, 2556) ในปี 2564 มนทิรา ได้ศึกษาการทำบาดแผลต่อการเกิดรากกิ่งตอนกระดังงาสงขลา โดยมีทั้งหมด 4 ทรีตเมนต์ ได้แก่ 1) การควั่นกิ่งปกติ 2) การกรีดกิ่ง 3) การปาดกิ่ง และ 4) การควั่นร่วมกับการกรีดกิ่ง พบว่า วิธีการควั่นร่วมกับการกรีดกิ่ง ส่งผลให้กิ่งตอนเกิดรากมากที่สุดเฉลี่ย 88% มีรากยาวมากที่สุดเฉลี่ย 3.96 ซม. ในขณะที่วิธีการปาดกิ่งมีจำนวนรากมากที่สุดเฉลี่ย 6.75 ราก

การขยายพันธุ์กุหลาบสำหรับใช้เป็นต้นตอนิยมใช้วิธีการปักชำ แต่ผลสำเร็จสามารถผันแปรได้ง่ายตามองค์ประกอบต่าง ๆ ของวิธีการปักชำ ในขณะที่วิธีการตอนกิ่งมีโอกาสประสบความสำเร็จมากกว่า อย่างไรก็ตาม การตอนกิ่งมีวิธีการและขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่าการปักชำ โดยเฉพาะเมื่อใช้วิธีการทำบาดแผลแบบควั่นกิ่ง ประกอบกับกิ่งกุหลาบที่มีขนาดเหมาะสม (ประมาณ 0.5-1.0 ซม.) สำหรับการตอนกิ่งนั้นมีทั้งส่วนที่สามารถลอกเปลือกได้และไม่ได้ การทำบาดแผลกิ่งตอนด้วยการปาดกิ่งมีวิธีการทำบาดแผลง่ายกว่าและใช้ระยะเวลาในการตอนกิ่งน้อยกว่าการควั่นกิ่ง จึงอาจเป็นวิธีการที่เหมาะสมอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการขยายพันธุ์กุหลาบสำหรับนำมาใช้เป็นต้นตอได้ รวมทั้งอาจนำมาใช้เป็นวิธีการขยายพันธุ์กุหลาบพันธุ์ดีบางพันธุ์ที่มีความแข็งแรง เจริญเติบโตดีได้ ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานเกี่ยวกับการทำบาดแผลกิ่งตอนด้วยการปาดกิ่งในกุหลาบมาก่อน

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของวิธีการทำบาดแผลต่อการออกรากและการเจริญเติบโตของกิ่งตอนกุหลาบชนิด *R. multiflora*

**วิธีการศึกษา**

ทำการตอนกิ่งกุหลาบชนิด *R. multiflora* ที่เป็นกิ่งกึ่งแก่กึ่งอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. ความยาวประมาณ 30 ซม. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 ทรีตเมนต์ ได้แก่ วิธีการทำบาดแผลกิ่งตอนแบบควั่นกิ่ง และ แบบปาดกิ่ง ทรีตเมนต์ละ 20 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กิ่ง โดยมีวิธีการตอนกิ่งและการย้ายกิ่งตอน ดังนี้

1) การตอนกิ่งโดยการทำบาดแผลแบบควั่นกิ่ง ทำโดยการใช้มีดควั่นกิ่งโดยรอบเป็นวงแหวน 2 วง ห่างกันประมาณความยาวเส้นรอบวงของกิ่งที่ตอน จากนั้นกรีดรอยแผลจากด้านบนถึงด้านล่าง ลอกเปลือกไม้ออก โดยใช้สันมีดขูดเนื้อเยื่อเจริญที่เป็นเมือกลื่นติดเนื้อไม้บริเวณรอยควั่นออกให้หมด ขูดจากด้านบนลงมาด้านล่างเบา ๆ ทาเจลเร่งราก Amazing Grow® ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ของ Indole-3-butyric acid (IBA) ความเข้มข้น 3,000 ppm บริเวณรอยควั่นด้านบน (ทางด้านยอด) และทำการหุ้มกิ่งตอนด้วยขุยมะพร้าวชื้น

2) การตอนกิ่งโดยการทำบาดแผลแบบปาดกิ่ง ทำโดยการใช้มีดเฉือนใต้ท้องกิ่งเป็นรูปปากฉลามเข้าเนื้อไม้ประมาณ 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง ความยาวบาดแผลประมาณ 3 ซม. จากนั้นใช้ไม้จิ้มฟันคั่นเพื่อไม่ให้รอยแผลติดกัน ทาเจลเร่งราก Amazing Grow® บริเวณบาดแผล และทำการหุ้มกิ่งตอนด้วยขุยมะพร้าวชื้น

หลังตอนกิ่งเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ตัดเฉพาะกิ่งที่ออกรากมาย้ายปลูกลงในกระถาง 6 นิ้ว โดยใช้วัสดุย้ายปลูก คือ ขุยมะพร้าวแกลบดิบ ขี้เถ้าแกลบ ทรายหยาบ และดินออกซิซอลล์ อัตราส่วน 3 : 2 : 1 : 0.5 : 0.5 ตามลำดับ จากนั้นนำไปไว้ในกระบะพ่นหมอกที่มีการพ่นละอองน้ำทุก 5 นาที ครั้งละ 10 วินาที ตั้งแต่เวลา 8.30 น. ถึง 17.00 น. และใช้ตาข่ายพรางแสง 60% เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากนั้นนำต้นกุหลาบมาเลี้ยงในสภาพโรงเรือนที่มีการพรางแสง 50% เป็นเวลา 4 สัปดาห์

**การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล**

หลังตอนกิ่งแล้วบันทึกข้อมูลเส้นศูนย์กลางกิ่ง (มม.) โดยวัดใต้และเหนือตุ้มตอนประมาณ 1 ซม. ในวันที่เริ่มทำการตอนกิ่ง ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ จากนั้นติดตามจำนวนวันที่เริ่มสังเกตเห็นรากจากภายนอกตุ้มตอน และ จำนวนกิ่งที่ออกราก

หลังจากตัดกิ่งตอนเฉพาะกิ่งที่ออกรากมาย้ายปลูกลงกระถางแล้วบันทึกข้อมูล ดังนี้ จำนวนต้นที่มีชีวิตรอดหลังย้ายปลูก (%) ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) ความสูงทรงพุ่ม (ซม.) น้ำหนักสดส่วนลำต้นเหลัก (ก.) โดยตัดกิ่งแขนงและรากออกทั้งหมด น้ำหนักแห้งส่วนลำต้นหลัก (ก.) จำนวนราก โดยนับจำนวนรากทั้งหมด เส้นผ่านศูนย์กลางราก (มม.) เลือกรากที่สมบูรณ์ที่สุดของต้นนั้น ๆ เพียง 1 ราก วัดบริเวณโคนรากด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ความยาวราก (ซม.) ใช้รากเดียวกันกับที่วัดเส้นผ่านศูนย์กลางราก น้ำหนักสดส่วนราก (ก.) ล้างรากให้สะอาด ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง น้ำหนักแห้งส่วนราก (ก.) นำรากที่ชั่งน้ำหนักสดแล้วเข้าเครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70-72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**1. ขนาดกิ่งและการออกรากของกิ่งตอนขณะที่ยังไม่ตัดมาชำ**

เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่ง ณ ตำแหน่งใต้และเหนือตุ้มตอนในวันที่เริ่มตอนกิ่งระหว่างกิ่งที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งและปาดกิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งใต้ตุ้มตอนของกิ่งที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งและแบบปาดกิ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.9 และ 8.6 มม. ตามลำดับ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งเหนือตุ้มตอนของกิ่งที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งและปาดกิ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.6 และ 8.2 มม. ตามลำดับ **(Table 1)** แสดงให้เห็นว่าขนาดของกิ่งตอนระหว่างวิธีการทำบาดแผลทั้ง 2 แบบ มีความสม่ำเสมอกัน จึงไม่จัดเป็นเหตุปัจจัยที่ทำให้เกิดรากแตกต่างกัน โดยพบว่ากิ่งตอนที่ทำบาดแผลแบบปาดกิ่งและแบบควั่นกิ่งเริ่มเห็นรากที่ผิวของตุ้มตอนใกล้เคียงกัน เฉลี่ย 38 และ 52 วันหลังตอนกิ่ง ตามลำดับ ($P > 0.05$) แต่การทำบาดแผลแบบปาดกิ่งมีจำนวนกิ่งที่ออกรากน้อยกว่าการทำบาดแผลแบบควั่นกิ่ง คิดเป็น 80 และ 95% ตามลำดับ **(Table 1)** ทั้งนี้เนื่องจากการทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งนั้นเป็นการตัดท่อลำเลียงอาหารจากส่วนยอดไม่ให้ผ่านลงไปด้านล่างใต้รอยควั่นได้ จึงทำให้เกิดการสะสมอยู่เหนือรอยควั่นและส่งผลต่อเนื่องในการสร้างแคลลัสที่สามารถพัฒนาต่อไปเป็นรากได้มากกว่าแบบปาดกิ่ง อย่างไรก็ตามไม่สอดคล้องกับงานทดลองของ มนทิรา (2564) ที่ได้ศึกษาการทำบาดแผลต่อการเกิดรากของกิ่งตอนกระดังงาสงขลา โดยมีการทำบาดแผล 4 แบบ คือ การควั่นกิ่ง การกรีดกิ่ง การปาดกิ่ง และการควั่นร่วมกับการกรีดกิ่ง ทำการศึกษา 8 สัปดาห์ พบว่า การทำบาดแผลแบบปาดกิ่งมีจำนวนกิ่งตอนออกรากมากกว่าแบบควั่นกิ่ง เท่ากับ 75% และ 50% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าพืชต่างชนิดกันซึ่งมีความแตกต่างทางลักษณะทั้งทางกายภาพและทางพันธุกรรม มีการตอบสนองต่อวิธีการทำบาดแผลเพื่อชักนำให้กิ่งตอนเกิดรากได้แตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาวิธีการทำบาดแผลเพิ่มเติม ทั้งนี้เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมทั้งในแง่ของการออกรากและขั้นตอนการปฏิบัติ

**Table 1** Stem diameter on the first day of layering and rooting data of *Rosa multiflora* at 8 weeks after layering.

| Wounding method | DAL[1/] (mm) | DAU[2/] (mm) | DSR[3/] (day) | NRB[4/] (%) | NSP[5/] (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Girdling | 8.9 | 8.6 | 52 | 95 | 100 |
| Slicing | 8.6 | 8.2 | 38 | 80 | 100 |
| ***Prob.* of t-test** | 0.34 | 0.17 | 0.07 | - | - |

Remark: [1/]DAL = diameter at above layering position, [2/]DAU = diameter at under layering position, [3/]DSR = Days to start rooting from the first day of layering, [4/]NRB = number of rooted branches after layering for 8 weeks and [5/]NSP = number of survived plants after transplanting for 10 weeks.

**2. จำนวนต้นที่รอดชีวิตและการเจริญเติบโตของกิ่งตอนหลังย้ายปลูก**

หลังจากย้ายปลูกกิ่งตอนเฉพาะที่ออกรากด้วยวิธีการทำบาดแผลแบบควั่นกิ่ง 19 ต้น และแบบปาดกิ่ง 16 ต้น เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า มีจำนวนต้นที่รอดชีวิตเท่ากับ 100% ทั้งสองวิธีการ **(Table 1)** นอกจากนี้ยังพบว่าเฉพาะน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกิ่งตอนที่ทำบาดแผลต่างกัน ($P < 0.01$) โดยการทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งส่งผลให้กิ่งตอนมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนลำต้น เฉลี่ย 33.43 และ 14.85 ก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าแบบปาดกิ่ง ที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนลำต้น เท่ากับ 25.05 และ 11.56 ก. ตามลำดับ **(Table 2)** ในขณะที่การเจริญเติบโตด้านอื่น ๆ ทั้งความกว้างทรงพุ่มและความสูงทรงพุ่ม จำนวนราก เส้นผ่านศูนย์กลางราก ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ระหว่างวิธีการทำบาดแผลกิ่งตอนทั้ง 2 แบบ ($P > 0.05$) โดยกิ่งตอนที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งและแบบปาดกิ่ง มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 20.39 และ 22.69 ซม. ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 38.66 และ 32.44 ซม. **(Table 2)** จำนวนรากเฉลี่ย 15 และ 17 ราก เส้นผ่านศูนย์กลางรากเฉลี่ย 1.12 และ 1.23 มม. ความยาวรากเฉลี่ย 20.36 และ 15.71 ซม. น้ำหนักสดรากเฉลี่ย 0.80 และ 1.62 ก. และน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 0.29 และ 0.19 ก. ตามลำดับ **(Table 3)** แสดงให้เห็นว่ากิ่งตอนที่มีวิธีการทำบาดแผลทั้ง 2 แบบนั้น เมื่อชักนำให้เกิดรากได้แล้ว รากสามารถพัฒนาได้อย่างต่อเนื่องและทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุจากดินเข้าสู่ส่วนต่าง ๆ ของลำต้น และยังสร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการเจริญของส่วนลำต้นและยอดได้อย่างสมบูรณ์ (วรางคณา, 2561) ส่วนสาเหตุที่ทำให้น้ำหนักสดและแห้งลำต้นของกิ่งตอนที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งมีค่ามากกว่าแบบปาดกิ่งนั้น อาจเกิดขึ้นเนื่องจากกิ่งตอนที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งมีปริมาณแคลลัสที่สร้างขึ้นบริเวณรอยแผลมากกว่าแบบปาดกิ่ง และยังสังเกตเห็นว่าส่วนลำต้นเหนือบาดแผลแบบควั่นกิ่งมีขนาดใหญ่กว่าแบบปาดกิ่ง **(Figure 1)** จึงส่งผลให้น้ำหนักสดส่วนลำต้นและน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นของกิ่งตอนที่ทำบาดแผลแบบควั่นกิ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่ากิ่งตอนที่ทำบาดแผลแบบปาดกิ่งตามไปด้วย **(Table 2)**

**Table 2** Growth of *Rosa multiflora* propagated by air layering with two wounding methods after transplanting for 10 weeks.

| Wounding method | Canopy width (cm) | Canopy height (cm) | Stem fresh weight (g) | Stem dry weight (g) |
|---|---|---|---|---|
| Girdling | 20.36 | 38.66 | 33.43 | 14.85 |
| Slicing | 22.69 | 32.44 | 25.05 | 11.56 |
| ***Prob.* of t-test** | **0.64** | **0.44** | **< 0.01** | **< 0.01** |

**Table 3** Root growth of *Rosa multiflora* propagated by air layering with two wounding methods after transplanting for 10 weeks.

| Wounding method | Number of roots | Diameter of root (mm) | Length of root (cm) | Root fresh weight (g) | Root dry weight (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| Girdling | 15 | 1.12 | 20.35 | 1.62 | 0.29 |
| Slicing | 17 | 1.23 | 15.71 | 0.80 | 0.19 |
| ***Prob.* of t-test** | **0.58** | **0.88** | **0.09** | **0.08** | **0.10** |

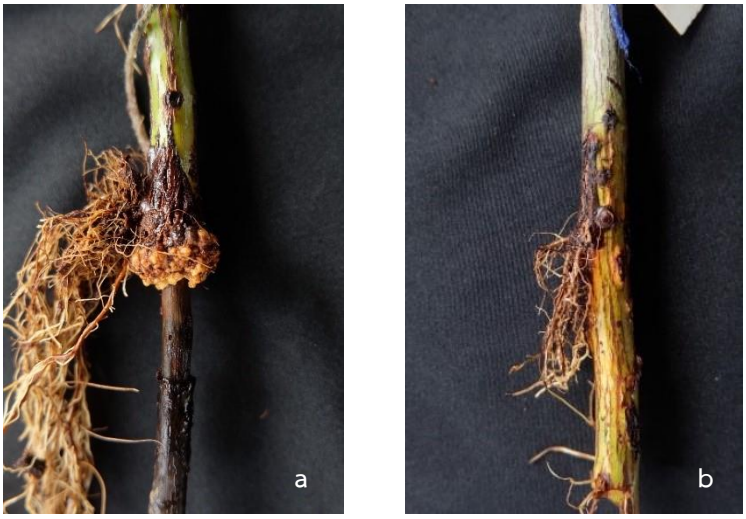



**Figure 1** Root characteristics in *Rosa multiflora* air layering wounded by girdling (a) and slicing (b).

**สรุปและข้อเสนอแนะ**

วิธีการทำบาดแผลกิ่งตอนทั้งแบบควั่นกิ่งและแบบปาดกิ่งสามารถชักนำให้กิ่งตอนกุหลาบ *R. multiflora* ออกรากได้ค่อนข้างสูง เฉลี่ย 95 และ 80% ตามลำดับ โดยหลังย้ายปลูกทุกต้นรอดชีวิต 100% ทั้ง 2 วิธีการ และวิธีการทำบาดแผลทั้งสองวิธีไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในด้านลำต้น ราก และกิ่งใหม่ของกิ่งตอนหลังย้ายปลูก การทำบาดแผลกิ่งตอนด้วยการปาดกิ่งจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการตอนกิ่งกุหลาบชนิด *R. multiflora* ได้

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่สนับสนุนงบประมาณ สถานที่และวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

**เอกสารอ้างอิง**

มนทิรา ไชยตะญากูร. 2564. ศึกษาการทำบาดแผลต่อการเกิดรากกิ่งตอนกระดังงาสงขลา. ใน: ประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี ครั้งที่ 1 วันที่ 23 สิงหาคม 2564. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

มณฑกาฬ ลีมา. 2551. คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร: กุหลาบ. กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, กรุงเทพฯ.

วรางคณา จันดา. 2561. นิเวศน่ารู้-เรื่องราก. แหล่งข้อมูล: https://www.seub.or.th/bloging/knowledge ค้นเมื่อ 26 กันยายน 2566.

สนั่น ขำเลิศ. 2515. กุหลาบ. การขยายพันธุ์กุหลาบโดยวิธีตอนกิ่ง. วารสารพืชสวน. 8(2): 41-52.

แสนสุข รัตนผล, วิชัย ตู้แก้ว, เสาวรส ธรรมเพียร, ณัฐทิยา หาญณรงค์ และเสาวนีย์ แก้วพระเวช. 2556. องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น smart officer: การขยายพันธุ์พืช. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของ *Thelocactus setispinus*

# Effect of Growing Media on Growth of *Thelocactus setispinus*

**วชิราภรณ์ สุขะกูล[1], กฤษณา แก้วสุวรรณ[1], นพพร จรูญชนม์[1] และ เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์[1*]**
**Wachiraporn Sukakun[1], Kritsana Kaewsuwan[1], Nopporn Jaroonchon[1] and Kriengsak Thaipong[1*]**

[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140*
[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140*

**บทคัดย่อ:** ปัจจุบันข้อมูลวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อแคคตัสแต่ละชนิด รวมทั้ง *Thelocactus setispinus* มีอยู่จำกัด การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของ *T. setispinus* โดยสุ่มปลูกไม้เมล็ดอายุ 8 เดือนที่มีขนาดใกล้เคียงกันในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน 6 สูตร โดยมีอัตราส่วนอย่างละ 1 ส่วน สูตรละ 10 ต้น ดังนี้ สูตรที่ 1 ดินออกซิซอลส์ ทรายหยาบ และขี้เถ้าแกลบ สูตรที่ 2 ดินออกซิซอลส์ ทรายหยาบ ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าวร่อน สูตรที่ 3 ดินออกซิซอลส์ ทรายหยาบ ขี้เถ้าแกลบ และพีทมอส สูตรที่ 4 ดินร่วน ทรายหยาบ และขี้เถ้าแกลบ สูตรที่ 5 ดินร่วน ทรายหยาบ ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าวร่อน และสูตรที่ 6 ดินร่วน ทรายหยาบ ขี้เถ้าแกลบ และพีทมอส บันทึกการเจริญเติบโต ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ขนาดดอก สีดอกและน้ำหนักสดลำต้น เป็นนานเวลา 15 เดือน ผลการทดลองพบว่า *T. setispinus* ที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 6 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใหญ่ที่สุด เฉลี่ย 7.35 ซม. วัสดุปลูกสูตรที่ 3 ส่งผลให้ดอกมีขนาดใหญ่ที่สุด เฉลี่ย 6.84 ซม. ในขณะที่วัสดุปลูกไม่มีผลต่อสีดอก ดังนั้นวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินร่วน, ทรายหยาบ, ขี้เถ้าแกลบ และพีทมอส อย่างละ 1 ส่วน มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *T. setispinus*
**คำสำคัญ:** แคคตัส; ฮามาโตะแคคตัส; hedgehog cactus

**ABSTRACT:** Information on the appropriate growing media for each cactus species, including *Thelocactus setispinus*, is limited. Therefore, this experiment aimed to determine the effect of growing media on the growth of *T. setispinus*. Eight-month-old seedlings of the same size were randomly planted in 6 different growing media with the ratio of 1 part of each component for ten plants per formulation. The components of growing material in formula 1 consisted of oxisols soil (OS), coarse sand (CS), and rice husk ash (RHA); formula 2 consisted of OS, CS, RHA, and coconut coir (CC); formula 3 consisted of OS, CS, RHA, and peat moss (PM), formula 4 consisted of loam soil (LS), CS, and RHA; formula 5 consisted of LS, CS, RHA, and CC; and formula 6 consisted of LS, CS, RHA, and PM. Plant growth were collected, i.e., stem diameter, flower size, flower color, and stem fresh weight for 15 months after planting. The results showed that *T. setispinus* grown in formula 6 had the highest stem diameter, with 7.35 cm. Formula 3 resulted in the largest flower size of 6.84 cm. However, the growing media did not affect flower color. Therefore, a growing medium containing one part of loam soil, coarse sand, rice husk ash, and peat moss is suitable for promoting good growth of *T. setispinus.*
**Keywords:** cactus; hamatocactus; hedgehog cactus

## บทนำ

*Thelocactus setispinus* (Engelm.) E.F. Anderson เป็นแคคตัสชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการปลูกเลี้ยงเป็นอย่างมาก ชื่อเดิมคือ *Hamatocactus setispinus* (Engelm.) Britton & Rose โดยผู้ปลูกเลี้ยงในประเทศไทยนิยมเรียกว่าฮามาโตะ ลักษณะเด่นของฮามาโตะที่แตกต่างจากชนิดอื่นในสกุลเดียวกัน คือ มีหนามกลางเป็นหนามตะขอ ตุ่มหนามไม่เป็นเต้าแบบชนิดอื่น มีพูบาง หยักและเป็นเกลียวเล็กน้อย ถิ่นกำเนิดอยู่ในรัฐนูเอโว เลออน, ซานหลุยส์โปโตซี, ตาเมาลีปัส ประเทศเม็กซิโก และในรัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา การปลูกเลี้ยงฮามาโตะนั้นดูแลง่าย ทนทาน โตเร็ว เหมาะสำหรับนักเลี้ยงมือใหม่ ชอบแสงแดด ชอบดินปลูกระบายน้ำดี

* Corresponding author: kriengsak.t@ku.ac.th

ขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเมล็ด (Anonymous, 2564) แม้ว่าแคคตัสจะเป็นพืชที่ทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยเฉพาะร้อนและแห้งในสภาพธรรมชาติได้เป็นอย่างดี แต่สำหรับการปลูกเลี้ยงเพื่อเป็นไม้ประดับแล้วแคคตัสก็เหมือนกับพืชอื่น ๆ ทั่วไปที่ยังต้องการน้ำ ธาตุอาหารต่าง ๆ และวัสดุปลูกที่เหมาะสม เพื่อการเจริญเติบโตที่ดี

วัสดุปลูกที่ดีและเหมาะสมควรมีธาตุอาหารสมบูรณ์ ระบายน้ำได้เป็นอย่างดี และไม่อุ้มน้ำมากนัก (วชิรพงศ์, 2540) สามารถค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินได้ เก็บสำรองน้ำและธาตุอาหารพืช ดูดซับความชื้นและสามารถแลกเปลี่ยนอากาศได้ดี (ชัยสิทธิ์, 2551) วัสดุทางการเกษตรหลายชนิดมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกแคคตัสได้ดี ได้แก่ ดินออกซิซอลส์ เป็นดินที่มีคุณสมบัติการระบายน้ำได้ดี ไม่จับตัวเป็นก้อนและมีเซสควิออกไซด์ในปริมาณสูง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, ม.ป.ป.), ดินร่วนเป็นดินที่อุดมด้วยแร่ธาตุอยู่มาก มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกต้นไม้ (หน้าดินจัดสวน, 2559) ทรายหยาบมีส่วนช่วยในการระบายน้ำ, ขี้เถ้าแกลบเป็นส่วนที่เพิ่มความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูก ช่วยในการยึดลำต้น ให้ความโปร่งและระบายน้ำดี, ขุยมะพร้าวมีน้ำหนักเบา อุ้มน้ำได้ดี (สนั่น, 2522) และพีทมอสมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (ศิริลักษณ์, 2540) งานวิจัยของ ธีรพล และคณะ (2545) พบว่าต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่ปลูกเลี้ยงด้วยวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของทรายหยาบ (10) : ถ่านแกลบ (4) : ขุยมะพร้าว (2) : ปุ๋ยหมัก (1) และปุ๋ยออสโมโคส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยงโตกว่าต้นกล้าที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ ได้แก่ สูตรที่ 1 วัสดุปลูก castus1 [ทรายหยาบ (10) : ถ่านแกลบ (4) : ขุยมะพร้าว (2) : ปุ๋ยหมัก (1)], สูตรที่ 2 วัสดุปลูก castus1 + ปุ๋ยน้ำ, สูตรที่ 3 วัสดุปลูก castus1 (1) + เพอไรท์ (1) + ปุ๋ยออสโมโคส และสูตรที่ 4 ทรายหยาบ (1) + เพอไรท์ (1) + ปุ๋ยน้ำ Ritthidechrat and Anuwong (2022) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของแคคตัสสกุล *Gymnocalycium, Astrophytum, Mammillaria* และ *Echinopsis* พบว่า วัสดุปลูกสูตรที่ 3 (ขี้เถ้าแกลบ : มูลไส้เดือน) และ วัสดุปลูกสูตรที่ 4 (ขี้เถ้าแกลบ : ขุยมะพร้าวสับ : เม็ดดินเผา : มูลไส้เดือน) ส่งผลให้แคคตัสมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวรากและจำนวนรากมากที่สุด อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาวัสดุปลูกในแคคตัสชนิดฮามาโตะมาก่อน การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบผลของวัสดุปลูกและได้วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแคคตัสชนิดฮามาโตะ

**วิธีการศึกษา**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยคัดเลือกต้นแคคตัสฮามาโตะอายุ 8 เดือนหลังเพาะเมล็ด ที่มีความสมบูรณ์และขนาดใกล้เคียงกัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเริ่มต้นประมาณ 2.15 – 2.27 ซม. จากนั้นนำมาเคาะวัสดุปลูกเดิมออกแล้วนำไปล้างราก ตัดแต่งรากให้เหลือประมาณ 1 ซม. วางใส่ตะกร้าผึ่งไว้ในที่ร่ม 3 – 4 วัน เพื่อให้แผลที่รากแห้ง จากนั้นสุ่มปลูกลงในวัสดุปลูกจำนวน 6 สูตร สูตรละ 10 ต้น โดยวัสดุปลูกแต่ละสูตรมีส่วนผสมอย่างละ 1 ส่วน ดังนี้

วัสดุปลูกสูตรที่ 1 : ดิน Oxisols, ทรายหยาบ และขี้เถ้าแกลบ

วัสดุปลูกสูตรที่ 2 : ดิน Oxisols, ทรายหยาบ, ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าว

วัสดุปลูกสูตรที่ 3 : ดิน Oxisols, ทรายหยาบ, ขี้เถ้าแกลบ และพีทมอส

วัสดุปลูกสูตรที่ 4 : ดินร่วน, ทรายหยาบ และขี้เถ้าแกลบ

วัสดุปลูกสูตรที่ 5 : ดินร่วน, ทรายหยาบ, ขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าว

วัสดุปลูกสูตรที่ 6 : ดินร่วน, ทรายหยาบ, ขี้เถ้าแกลบ และพีทมอส

บันทึกข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก สีดอก ต่อเนื่องเป็นเวลา 15 เดือน จากนั้นนำมาหาน้ำหนักสดลำต้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 95%

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

วัสดุปลูกต่างชนิดกันส่งผลให้แคคตัสฮามาโตะมีขนาดลำต้น ขนาดดอก และน้ำหนักสดลำต้นต่างกัน ($P < 0.05$) ต้นที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 6 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดตลอดการติดตามเป็นเวลา 15 เดือน โดยในเดือนที่ 15 มีค่าเฉลี่ย 7.35 ซม. ส่วนต้นที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ย 6.30, 6.73, 6.70, 6.73 และ 6.91 ซม. ตามลำดับ **(Table 1)** สำหรับสัปดาห์ที่ 6 (พ.ย. 63) และ 9 (ก.พ. 64) เดือนหลังปลูกที่พบว่าวัสดุปลูกสูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างกันนั้นเนื่องจากเริ่มต้นปลูก (พ.ค. 63) ต้นแคคตัสมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยวัสดุปลูกจะค่อย ๆ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแคคตัสตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าในช่วง 9 เดือนแรกหลังย้ายปลูกยังไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจน โดยจะเริ่มพบความแตกต่างชัดเจนหลังย้ายปลูกไปแล้ว 13 เดือนเป็นต้นไป **(Table 1)** วัสดุปลูกสูตรที่ 3 ส่งผลให้แคคตัสฮามาโตะมีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากที่สุด เฉลี่ย 6.84 ซม. ส่วนต้นที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ มีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกใกล้เคียงกันระหว่าง 6.18 – 6.29 ซม. **(Table**

**2)** อย่างไรก็ตาม วัสดุปลูกต่างชนิดกันไม่ส่งผลให้แคคตัสฮามาโตะมีสีดอกแตกต่างกัน โดยมีสีเหลืองอมเขียวเหมือนกัน **(Table 2)** สำหรับน้ำหนักสดลำต้น พบว่า ต้นที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรที่ 3 ที่มีค่าน้อยที่สุด เฉลี่ย 49.5 ก. ส่วนต้นที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 51.3 – 59.0 ก. **(Table 2)**

การที่วัสดุปลูกสูตรที่ 6 ส่งผลให้แคคตัสฮามาโตะมีการเจริญเติบโตดีกว่าวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ เนื่องมาจากวัสดุปลูกสูตรที่ 6 มีส่วนประกอบของวัสดุ 2 ชนิดรวมอยู่ด้วยกัน คือ ดินร่วนและพีทมอส ในขณะที่วัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ มีเพียงดินร่วนหรือพีทมอสอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นส่วนประกอบ โดยดินร่วนมีคุณสมบัติร่วนซุย และมีแร่ธาตุต่าง ๆ อยู่มาก ส่วนพีทมอสมีลักษณะโปร่ง มีช่องว่างอากาศในโครงสร้างสูง สามารถเก็บความชื้นได้ดี การมีทั้งดินร่วนและพีทมอสเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยกันจึงเป็นการส่งเสริมคุณสมบัติที่ดีต่อกัน ส่วนการที่พบว่าวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเป็นส่วนประกอบส่งผลให้แคคตัสฮามาโตะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าวัสดุปลูกที่มีดินออกซิซอลส์เป็นส่วนประกอบ เนื่องจากดินร่วนมีการสะสมแร่ธาตุต่าง ๆ มากกว่าในดินออกซิซอลส์ที่มีการสะสมของเซสควิออกไซด์ในปริมาณสูงเท่านั้น (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, ม.ป.ป.) คุณสมบัติต่าง ๆ ของส่วนประกอบ 2 ชนิดนี้ (ดินร่วนและพีทมอส) ที่มีอยู่ในวัสดุปลูกสูตรที่ 6 จึงอาจมีส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ต้นแคคตัสฮามาโตะเจริญเติบโตได้ดี สอดคล้องกับ ศิริธร (2528) ที่ได้กล่าวว่าการมีดินผสมอยู่มากในวัสดุปลูกจะช่วยชะลอการสูญเสียธาตุอาหารของพืชที่ปลูกในระยะยาวได้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้ดินร่วน ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ และปุ๋ยคอก เป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกว่ามีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตของต้นเทียนซ้อนและจำนวนดอกดีกว่าการใช้ดินร่วนเพียงอย่างเดียว (อมรรัตน์, 2561) รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิวาพร (2543) ที่พบว่าการใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูกต้นกล้าบานชื่นหนูทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตรวดเร็วและมีความสม่ำเสมอกัน ความกว้างทรงพุ่ม ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบดีที่สุด แสดงให้เห็นว่านอกจากแคคตัสฮามาโตะแล้ว ทั้งดินและพีทมอสยังมีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตที่ดีในพืชชนิดอื่นด้วย อย่างไรก็ตาม แคคตัสแต่ละชนิดอาจมีความต้องการวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่างกัน เช่น งานวิจัยของ ธีรพล และคณะ (2545) พบว่าต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่ปลูกเลี้ยงด้วยวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของทรายหยาบ (10) : ถ่านแกลบ (4) : ขุยมะพร้าว (2) : ปุ๋ยหมัก (1) และปุ๋ยออสโมโคส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยงโตกว่าต้นกล้าที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ อีก 4 สูตร ในขณะที่ Ritthidechrat and Anuwong (2022) พบว่า แคคตัสสกุล *Gymnocalycium, Astrophytum, Mammillaria* และ *Echinopsis* สามารถเจริญเติบโตได้ดีในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบและมูลไส้เดือน หรือในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว สับ เม็ดดินเผา และมูลไส้เดือน เป็นต้น จึงควรมีการทดลองวัสดุปลูกที่เหมาะสมในแคคตัดชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติม รวมทั้งควรมีการทดลองเพิ่มเติมด้วยว่าวัสดุปลูกสูตรที่ 6 ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแคคตัสฮามาโตะดีที่สุดในการทดลองนี้เป็นวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อแคคตัสชนิดอื่น ๆ ด้วยหรือไม่

**Table 1** Stem diameter (cm) of *Thelocactus setispinus* after planting in six different growing media for 15 months.

| Treatment | 2020 | | | 2021 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | May | Aug | Nov | Feb | May | Aug |
| 1 | 2.26 | 3.34 | 4.60 b[2/] | 5.01 b | 5.92 c | 6.30 c |
| 2 | 2.19 | 3.33 | 4.73 a | 5.14 a | 6.17 b | 6.73 b |
| 3 | 2.16 | 3.35 | 4.37 c | 4.88 c | 6.27 b | 6.70 b |
| 4 | 2.26 | 3.56 | 4.60 b | 5.14 ab | 6.28 b | 6.73 b |
| 5 | 2.15 | 3.40 | 4.59 b | 5.06 ab | 6.29 b | 6.91 b |
| 6 | 2.27 | 3.64 | 4.73 a | 5.17 a | 6.58 a | 7.35 a |
| F-test | ns[1/] | ns | ** | ** | ** | ** |
| CV (%) | 4.46 | 4.74 | 2.72 | 2.46 | 3.85 | 4.95 |

[1/]ns and ** mean non-significant and significantly difference at $P \leq 0.01$, respectively.

[2/]Mean values followed by different letters in the same column are significantly difference at $P \leq 0.05$ by DMRT.

**Table 2** Flower diameter, flower color and stem fresh weight of *Thelocactus setispinus* grown in six different growing media for 15 months.

| Treatment | Flower diameter (cm) | Flower color | Stem fresh weight (g) |
|---|---|---|---|
| 1 | 6.29 b | Yellow, 1C-D | 51.3 ab |
| 2 | 6.28 b | Yellow, 1C-D | 53.9 ab |
| 3 | 6.84 a | Yellow, 1C-D | 49.5 b |
| 4 | 6.18 b | Yellow, 1C-D | 58.3 a |
| 5 | 6.26 b | Yellow, 1C-D | 59.0 a |
| 6 | 6.21 b | Yellow, 1C-D | 58.8 a |
| F-test | *[1/] | | * |
| CV (%) | 6.86 | | 16.41 |

[1/]* mean significantly difference at $P \leq 0.05$.

[2/]Mean values followed by different letters in the same column are significantly difference at $P \leq 0.05$ by DMRT.

**สรุปและข้อเสนอแนะ**

วัสดุปลูกที่ส่งผลให้แคคตัสฮามาโตะมีการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ดินร่วน, ทรายหยาบ, ขี้เถ้าแกลบ และพีทมอส ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 โดยวัสดุปลูกไม่มีผลต่อสีดอก

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่สนับสนุนงบประมาณ สถานที่และวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

**เอกสารอ้างอิง**

ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2551. การผลิตวัสดุปลูกสำหรับไม้ดอกไม้ประดับ. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การปลูกและการดูแลรักษาไม้ดอกหอมเพื่อการขยายพันธุ์และการใช้ประโยชน์. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.

ทิวาพร ผดุง. 2543. ผลของวัสดุปลูกและปุ๋ยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าบานชื่นหนู. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย, ยุวดี ด่านอนันต์ และพรพิมล ไชยมาลา. 2545. การคัดเลือกพันธุ์แคคตัสสำหรับการปลูกเลี้ยงบนที่สูง. รายงานผลสรุปโครงการวิจัยที่ 3040 3345. มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่.

วชิรพงศ์ หวลบุตตา. 2540. แคคตัส: ไม้ดอกไม้ประดับฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่งจำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ เจริญดี. 2540. ผลของเครื่องปลูก 4 ชนิดต่อการเจริญเติบโตของเฟินเงินและเฟินหางไก่. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศิริธร ลีละศิธร. 2528. วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อผักกาดขาวปลี. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สนั่น ขำเลิศ. 2522. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. ม.ป.ป. การจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน. แหล่งข้อมูล: http://oss101.ldd.go.th/thaisoils_museum/survey_1/class_03 ox.htm. ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2564.

หน้าดินจัดสวน. 2559. หน้าดิน คืออะไร. แหล่งข้อมูล: https://xn--l3cjb3esbn8l.com. ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2564.

อมรรัตน์ ชุมทอง. 2561. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของเทียนซ้อนกระถาง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49(1) พิเศษ: 262-265.

Anonymous. 2564. แคคตัส 'ฮามาโตะ'. แหล่งข้อมูล: https://www.siamplants.com/2021/08/thelocactus-setispinus.html. ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2564.

Ritthidechrat, K., and C. Anuwong. 2022. Effects of different potting media on the growth of commercial cacti. ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports. Report. 25(4): 59-67.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของสนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอะโวคาโดพันธุ์แฮส (*Persea americana* Mill. cv. Hass) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

# Effect of high voltage electrostatic field on qualities of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) during storage at room temperature

**ไชยรัตน์ วิวรรธน์พชร[1] และ สุกัญญา เอี่ยมลออ[1*]**

**Chairat Wiwatpachara[1] and Sukanya Aiamla-or[1*]**

[1] *สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000*

[1] *Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Suranaree Sub-District, Muang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima 30000*

**บทคัดย่อ:** อะโวคาโดเป็นผลไม้เศรษฐกิจและลักษณะของผลมีการเปลี่ยนแปลงเข้ากระบวนการสุกอย่างรวดเร็วภายหลังจากเก็บเกี่ยว ส่งผลให้คุณภาพของผลมีคุณภาพลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา การใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงเป็นเทคนิคทางกายภาพทางด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งไม่กำเนิดความร้อนระหว่างกระบวนการ เป็นเทคโนโลยีสะอาดปลอดภัยต่อผู้บริโภคที่เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตทางด้านพืชสวน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงสูงต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของอะโวคาโดพันธุ์แฮสในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ความแรงของสนามไฟฟ้า 1 และ 2 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 120 นาที จากนั้นบรรจุผลลงในกล่องกระดาษและทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% เป็นระยะเวลานาน 7 วัน ผลการศึกษาพบว่าการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงมีแนวโน้มชะลอการลดลงความแน่นเนื้อและสามารถรักษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ได้แก่ ชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า *a** และการลดลงของค่า *L**, *b**, และ *C** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผลการจากทดลองสามารถบ่งชี้ว่าการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายของอะโวคาโดได้

**คำสำคัญ:** อะโวคาโด; สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูง; การอ่อนนุ่มของผล; การสุกแก่; คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

**ABSTRACT:** Avocado is an economic fruit with rapidly ripens and softens after harvest. As a result, the quality of the product is quickly decreasing during storage. The use of a high-voltage electric field (HVEF) is a post-harvest handling physical technique that does not generate heat during the process. It is a clean and safe technology for consumers that is another way to be used to extend their postharvest shelf life. Therefore, this study aimed to investigate the effect of a HVEF on the quality of Hass avocado during storage at room temperature. Avocado fruits were treated with 1 and 2 kV/cm for 30, 60, and 120 minutes and then packed into carton boxes. Subsequently, fruits were stored at room temperature, 75-80% RH for 7 days. The results showed that the HVEF tends to reduce the loss of firmness. Besides, HVEF significantly maintained the change of peel color, as well as delayed an increase of *a** and delayed the decrease of *L**, *b**, and *C** values when compared with the control. These results indicated that HVEF might be an effective method for extending avocado storage and shelf life.

**Keywords:** avocado; high voltage electrostatic field; softening; ripening; postharvest quality

## บทนำ

อะโวคาโด (*Persea americana* Mill. cv. Hass) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญ เนื้อผลอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ไขมัน โปรตีน เส้นใย วิตามิน A, C, D, E, K, B6 และ B12 (United States Department of Agriculture, 2023) และอะโวคาโดจัดเป็น “Oleaginous fruit” มีกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่ำและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูง ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวมีความสามารถช่วยลดไลโพโปรตีนความหนาแน่นต่ำที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) ที่นำไปสู่การเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) และกลุ่มของโรคที่แสดงความผิดปกติในส่วนหลอดเลือดหัวใจ (Coronary heart disease) (Requejo-Tapia, 1999; Blakey, 2011) การหันมารักสุขภาพกำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

* Corresponding author: sukanya.aia@sut.ac.th

ทำให้อะโวคาโดเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณการผลิตและการส่งออกอะโวคาโดเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ข้อจำกัดของการผลิตอะโวคาโดในทางการค้าคือ อายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากอะโวคาโดเป็นผลไม้กลุ่ม Climacteric fruit การหายสูงเมื่อเข้าสู่ระยะการสุกแก่และมีการผลิตเอธิลีนเพิ่มสูงขึ้น (Giovannoni, 2001) เอธิลีนมีผลกระตุ้นให้ผลอะโวคาโดมีการเข้าสู่กระบวนการสุกแก่และการอ่อนนุ่มของผลอย่างรวดเร็ว สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูง (High Voltage Electrostatic Field; HVEF) เป็นเทคนิคทางกายภาพทางด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งไม่กำเนิดความร้อนระหว่างกระบวนการ และเป็นเทคโนโลยีสะอาดปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยมีรายงานว่าการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงสามารถช่วยเพิ่มลักษณะทางคุณภาพของผลผลิตในเชิงบวกใน แครนเบอร์รี เห็ดพอเทอร์เบลโล มันเทศ และมะเขือเทศราชินี โดยชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ลดการอ่อนนุ่มของผล และรักษาการพัฒนาของสี และยังมีผลต่อลักษณะสรีรวิทยา การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และอื่น ๆ (Palanimuthu et al., 2009; Yan et al., 2020; Pang et al., 2021; Zhao et al., 2023) เทคนิคดังกล่าวจึงน่าจะเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตพืชสวน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงสูงต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของอะโวคาโดพันธุ์แฮสในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

## วิธีการศึกษา

### การเตรียมผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดพันธุ์แฮสจำนวน 147 ผลจากสวนของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางการค้าหรืออายุ 242 -250 วันหลังจากดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของช่อดอก บรรจุใส่กล่องกระดาษลูกฟูกและขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว อาคารเครื่องมือ 14 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยรถขนส่งที่ควบคุมอุณหภูมิ 0-8 องศาเซลเซียส ระหว่างการขนส่ง จากนั้นนำผลผลิตมาคัดเลือก โดยพิจารณาความสม่ำเสมอของการสุกแก่ คือผลรูปไข่ สีเขียวเข้ม น้ำหนัก 150-250 กรัม และปราศจากตำหนิ เพื่อใช้สำหรับการทดลอง หลังจากนั้นแบ่งผลออกเป็น 7 กลุ่ม ๆ ละ 21 ผล

### กรรมวิธีสนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูง

นำผลอะโวคาโดมาผ่านการให้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงตามวิธีการของ Liu et al. (2017) ซึ่งมีการดัดแปลงเล็กน้อย โดยมีรายละเอียดดังนี้ วางผลอะโวคาโดระหว่างแผนโลหะทั้งสอง ซึ่งระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง 10 เซนติเมตร ผลอะโวคาโดที่ไม่ได้รับการให้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงเป็นตัวอย่างของผลในชุดควบคุม (กรรมวิธีที่ 1) ในขณะที่ผลอะโวคาโดอีก 6 กลุ่ม นำไปให้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงที่ความแรงของสนามไฟฟ้า 1 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 30, 60 หรือ 120 นาที (กรรมวิธีที่ 2-4) และความแรงสนามไฟฟ้า 2 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 30, 60 หรือ 120 นาที (กรรมวิธีที่ 5-7) ภายหลังการให้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงบรรจุผลลงในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 27.3 x 43.3 x 20.5 เซนติเมตร ซึ่งมีรู 8 รู และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 27±2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% เป็นระยะเวลานาน 7 วัน ทำการสุ่มผลอะโวคาจำนวน 3 ผลต่อชุดการทดลอง ทุก ๆ วัน จำนวนผล 1 ผลคือ 1 ซ้ำ เพื่อตรวจวัดคุณภาพของผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของผล ความแรงของสนามไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างแรงดันไฟฟ้า (กิโลโวลต์) ต่อระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ (เซนติเมตร)

### การวัดคุณภาพของผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผลโดยใช้เครื่อง Chroma meter (CR-400/410, Konica Minolta, ญี่ปุ่น) วัดค่า $L^*$, $a^*$, $b^*$, Hue° และ $C^*$ ซึ่งค่า $L^*$ แสดงค่าความสว่าง (มืด = 0/สว่าง = 100) ค่า $a^*$ แสดงสีเขียวไปจนถึงสีแดง (เขียว = $-a^*$/แดง = $+a^*$) ค่า $b^*$ แสดงสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลือง (น้ำเงิน = $-b^*$/เหลือง = $+b^*$) ค่า Hue° แสดงสีแดง เหลือง เขียว และน้ำเงินตามลำดับ (แดง = 0°/เหลือง = 90°/เขียว = 180°/น้ำเงิน = 270°) และค่า $C^*$ แสดงความอิ่มตัวของสี (ตุ่น = 0/สดใส = 100) โดยวัดสีเปลือกจำนวน 5 ตำแหน่งต่อผล จากนั้นนำมาค่าเฉลี่ย

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids content; TSS) โดยใช้เครื่อง Hand-Held Refractometer (PAL-1, Atago, ญี่ปุ่น) บดเนื้อผลชั้นกลาง (Mesocarp) 15 กรัม จากนั้นผสมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร และนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง โดยอ่านค่า 3 ซ้ำ หน่วยของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แสดงเป็น °Brix จากนั้นนำมาค่าเฉลี่ย

ความแน่นเนื้อของผล (Fruit firmness) โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (TA.XTExpress 490C, Stable Micro System, อังกฤษ) ใช้หัวกดทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (P/5) ให้หัวกดเคลื่อนที่ 5 มิลลิเมตร เมื่อหัวกดสัมผัสที่เนื้ออะโวคาโด ความแน่นเนื้อของผลแสดงเป็นนิวตัน (N) จากนั้นนำมาค่าเฉลี่ย

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) ชุดทดลองละ 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ (IBM® SPSS® Statistics version 18.0) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และแสดงค่า Standard Error of Mean (SEM)

**ผลการศึกษา**

**1. การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผล *L**, a*, *b**, Hue° และ *C****

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผลอะโวคาโดในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ 75-80% พบว่าค่า *L** มีการลดลงตามอายุการเก็บรักษา ในกรรมวิธีที่มีการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูง พบว่าค่า *L** มีการเปลี่ยนแปลงลดลงช้ากว่าชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งเห็นอย่างชัดเจนในวันที่ 1 และ 2 ของการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า *L** ในระหว่างการเก็บรักษาใน **Figure 1A** พบว่าความแรงของสนามไฟฟ้า 1 หรือ 2 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 30-120 นาที มีค่า *L** ลดลงช้าเมื่อเปรียบเทียบกับผลอะโวคาโดในชุดควบคุม โดยเฉพาะที่ความแรงของสนามไฟฟ้า 1 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ระยะเวลา 120 นาที มีค่า *L** ลดลงช้าเมื่อเปรียบเทียบกับผลอะโวคาโดในชุดควบคุม แต่อย่างไรก็ตามการลดลงของค่า *L** ของผลอะโวคาโนแต่ละชุดทดลองหลังจากวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่า *a** มีการเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา พบว่าค่า *a** ของผลที่อยู่ในกรรมวิธีที่ 4, 5 และ 7 ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากชุดควบคุมในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้น พบว่าผลอะโวคาโดมีค่า *a** เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา **(Figure 1B)**

การเปลี่ยนแปลงค่า *C** และ *b** ของเปลือกผลอะโวคาโดที่อยู่ในชุดควบคุมและผลอะโวคาโดในกรรมวิธี 2-7 ระหว่างการเก็บรักษา มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษาเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่า *L** คือ ค่า *C** หรือ *b** ของผลอะโวคาโดที่อยู่ในกรรมวิธีที่ 2, 4, 5 และ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดควบคุมในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้น ค่า *C** หรือ *b** ของเปลือกผลอะโวคาโดในชุดควบคุมเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา แต่การเปลี่ยนแปลงลดลงของค่า *C** หรือ *b** ของเปลือกผลอะโวคาโดในกรรมวิธีที่ได้รับสนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงมีแนวโน้มลดลงช้ากว่าชุดควบคุม **(Figure 1C, 1E)**

ค่า Hue° มีการลดลงตามอายุการเก็บรักษา ช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา ค่า Hue° ของเปลือกผลอะโวคาโดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังจากนั้น ค่า Hue° ของเปลือกผลอะโวคาโดเริ่มมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงแตกต่างกันในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา การใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงในกรรมวิธีที่ 2, 4 และ 5 มีผลทำให้ค่า Hue° ของเปลือกผลอะโวคาโดมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงช้ากว่าชุดควบคุม **(Figure 1D)**

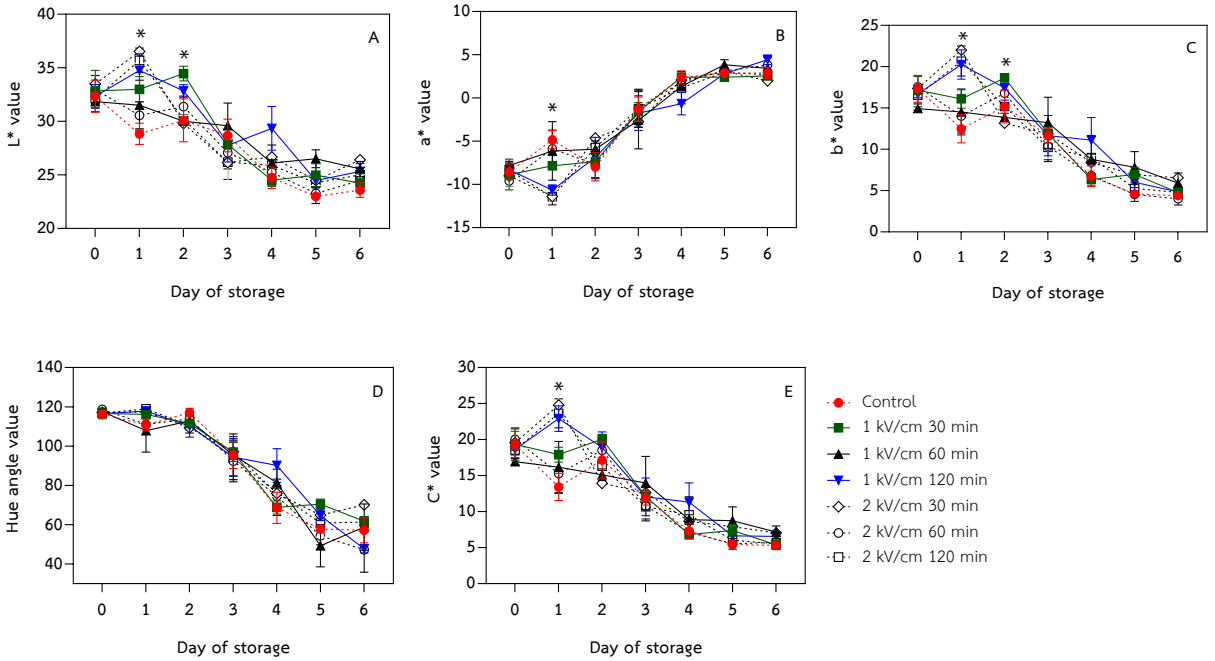



**Figure 1** Effect of HVEF on *L** (A), *a** (B), *b** (C), Hue angle (D), and *C** values (E) of Hass avocado peel after treated by electric field strength 1 and 2 kV/cm for different times (30, 60, and 120 minutes) and control during storage under the condition 27±2 °C and 75-80% RH, Bar indicates the standard error (±SE).

**2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของผล**

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดและ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา จากนั้นมีแนวโน้มคงที่ พบว่ากรรมวิธีที่ 4 มีแนวโน้มชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม **(Figure 2A)**

การใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ความแน่นเนื้อของผลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1 ถึง 3 วันของการเก็บรักษา จากนั้นความแน่นเนื้อของผลมีแนวโน้มลดลงจนมีค่าไม่แตกต่างกัน **(Figure 2B)**

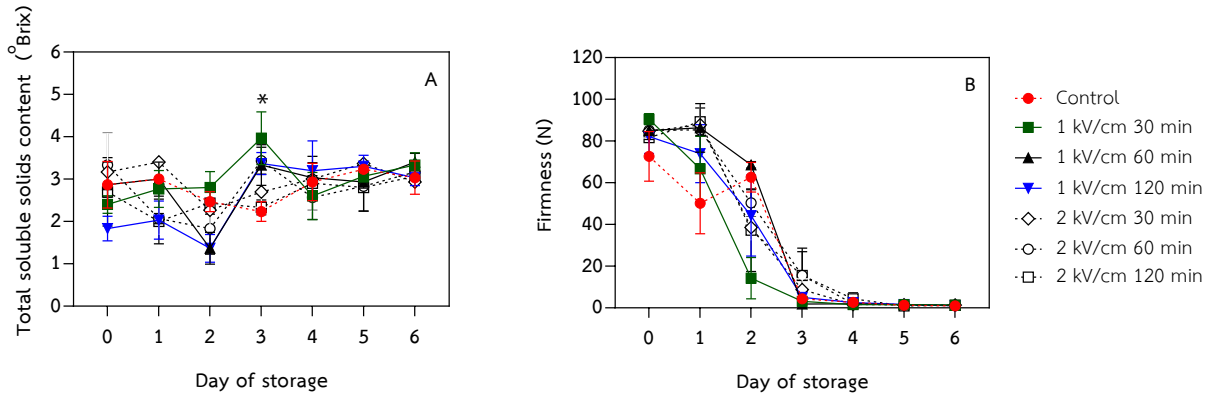



**Figure 2** Effect of HVEF on total soluble solids content (A), and firmness (B) of Hass avocado after treated by electric field strength 1 and 2 kV/cm for different times (30, 60, and 120 minutes) and control, during storage under the condition 27±2 °C and 75-80% RH, Bar indicates the standard error (±SE).

**วิจารณ์**

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางคุณภาพของผลผลิตในอะโวคาโด การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผลอะโวคาโด ค่า *L**, *b**, Hue° และ *C** มีแนวโน้มลดลง และค่า *a** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงมีแนวโน้มชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yan et al., (2020) ที่ศึกษาการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงในเห็ดพอเทอร์เบลโล ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า *L**, *a** และ *b** สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาเป็นผลมาจากผลของอะโวคาโดเข้ากระบวนการสุกแก่ของผล การหายใจและการเปลี่ยนแปลงแป้งไปเป็นน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกรรมวิธีที่มีการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุม แต่มีกรรมวิธี 4 ที่มีแนวโน้มชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีรายงานว่าการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลของแครนเบอร์รี่ มันเทศ และมะเขือเทศเชอรี่ (Palanimuthu et al., 2009; Pang et al., 2021; Zhao et al., 2023) อะโวคาโดมีการอ่อนนุ่มของผลอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา จากการทดลองการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงสูงสามารถช่วยชะลอการลดลงของความแน่นของผลได้ โดยการอ่อนนุ่มของผลสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของการเสื่อมสภาพของผนังเซลล์โดยเฉพาะโครงสร้างของเพคติน Defilippi et al. (2018) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเพคตินในโครงสร้างของผนังเซลล์ในฮะโวคาโด พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเพคตินที่ละลายน้ำได้ (water-soluble pectin) ในระหว่างการเก็บรักษา และยังพบว่ามีการเพิ่มขึ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยผนังเซลล์ ได้แก่ Polygalacturonase และ β-galactosidase และมีรายงานว่าการใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ในกลุ่มของเพคติน นั่นคือ เอนไซม์ Pectinesterase ในลูกพลับ (Liu et al., 2017) และบรอกโคลี (Kao et al., 2019)

**สรุป**

การใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงกับผลอะโวคาโดพันธุ์แฮสที่ความแรงของสนามไฟฟ้า 1 และ 2 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 120 นาที ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางคุณภาพ โดยมีผลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผล ได้แก่ ค่า *L**, *a**, *b**, และ *C** มีแนวโน้มในการชะลอค่า Hue° และความแน่นเนื้อของผล แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ดังนั้น การใช้สนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูงอาจเป็นวิธีที่ช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาในอะโวคาโด อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้เป็นเพียงการศึกษาลักษณะทางคุณภาพของผลผลิต ซึ่งในอนาคตผู้วิจัยจะทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ต่อไป

**คำขอบคุณ**

ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนการใช้เครื่องมือสำหรับทำการการทดลอง รวมไปถึงสถานที่ในการทดลอง ขอบคุณ ดร. ธนาวิทย์ กุลรัตนรักษ์ สำหรับความอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาเรื่องเครื่องมือสนามไฟฟ้าสถิตแรงดันสูง

**เอกสารอ้างอิง**

Blakey, R. J. 2011. Management of avocado postharvest physiology. Accessed: https:// ukzn-dspace.ukzn.ac.za/handle/10413/7893._September 4, 2022

Defilippi, B. G., Ejsmentewicz, T., Covarrubias, M. P., Gudenschwager, O., and Campos-Vargas, R. 2018. Changes in cell wall pectins and their relation to postharvest mesocarp softening of “Hass” avocados (*Persea americana* Mill.). Plant Physiology and Biochemistry. 128; 142-151.

Giovannoni, J. 2001. Molecular biology of fruit maturation and ripening. Annual review of plant biology. 52(1), 725-749.

Kao, N.-Y., Tu, Y.-F., Sridhar, K., and Tsai, P.-J. 2019. Effect of a high voltage electrostatic field (HVEF) on the shelf-life of fresh-cut broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). LWT. 116: 108532.

Liu, C.-E., Chen, W.-J., Chang, C.-K., Li, P.-H., Lu, P.-L., and Hsieh, C.-W. 2017. Effect of a high voltage electrostatic field (HVEF) on the shelf life of persimmons (*Diospyros kaki*). LWT. 75: 236-242.

Palanimuthu, V., Rajkumar, P., Orsat, V., Gariépy, Y., and Raghavan, G. 2009. Improving cranberry shelf-life using high voltage electric field treatment. Journal of Food Engineering. 90(3): 365-371.

Pang, L., Lu, G., Cheng, J., Lu, X., Ma, D., Li, Q., and Pan, S. 2021. Physiological and biochemical characteristics of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) roots treated by a high voltage alternating electric field during cold storage. Postharvest Biology and Technology. 180: 111619.

Requejo-Tapia, L. C. 1999. International trends in fresh avocado and avocado oil production and seasonal variation of fatty acids in New Zealand-grown cv. Hass: a thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master in Applied Science in Agribusiness at Massey University. Massey University, Accessed: https://mro.massey.ac.nz/handle/10179/10503. October 16, 2022

United States Department of Agriculture. 2023. Avocados, raw, all commercial varieties. Accessed: https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171705/nutrients. September 15, 2022

Yan, M., Yuan, B., Xie, Y., Cheng, S., Huang, H., Zhang, W., Chen, J., and Cao, C. 2020. Improvement of postharvest quality, enzymes activity and polyphenoloxidase structure of postharvest *Agaricus bisporus* in response to high voltage electric field. Postharvest Biology and Technology. 166: 111230.

Zhao, Y., Li, L., Gao, S., Wang, S., Li, X., and Xiong, X. 2023. Postharvest storage properties and quality kinetic models of cherry tomatoes treated by high-voltage electrostatic fields. LWT. 176: 114497.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของสารละลายปักแจกันและพัลซิ่งต่ออายุการปักแจกันของดอกปทุมมา (*Curcuma* sp.) พันธุ์ซากุระที่อุณหภูมิห้อง

# Effect of holding and pulsing solution on vase life of patumma flower (*Curcuma* sp.) cv. Sakura at room temperature

**สุกัญญา เอี่ยมลออ[1,2*], ศุภาพิชญ์ มาตรา[1] และ ณัฏฐ์นรี หาดทราย[1]**
**Sukanya Aiamla-or[1,2*], Saphaphit Mattra[1] and Natnaree Hardsai[1]**
[1] *สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000*
[2] *ศูนย์วิจัยนวัตกรรมยกระดับคุณภาพผลิตผลทางการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม*
[1] *Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Suranaree Sub-District, Muang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima 30000*
[2] *Innovation of Quality Enhancement of Agricultural Products for Agro-Industry-Research Center, Suranaree University of Technology, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** ปทุมมาพันธุ์ซากุระมีช่อดอกขนาดเล็ก กลีบประดับมีสีชมพูอ่อนคล้ายกับดอกซากุระทำให้ช่อดอกปทุมมาเป็นที่น่าดึงดูดใจสำหรับผู้บริโภคที่นำมาประดับตกแต่งสถานที่ทั้งเป็นไม้กระถางและการปักแจกัน โดยทั่วไปปทุมมาพันธุ์ซากุระเมื่อตัดมาทำเป็นไม้ตัดดอกมีอายุการปักแจกัน 5-6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการปักแจกันของดอกปทุมมาโดยสารละลายพัลซิ่งนาน 24 ชั่วโมง และสารละลายปักแจกันที่มีองค์ประกอบ 2.5% sucrose + 100 mg/L 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) หรือ 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS ผลจากการทดลอง พบว่าสารละลาย 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS สามารถยืดอายุการปักแจกัน ชะลอการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียน้ำหนักและคงการบานดอกจริงของปทุมมาได้ นอกจากนี้ ดอกที่ปักในสารละลาย 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านคุณภาพดีกว่าดอกที่ปักในน้ำกลั่น
**คำสำคัญ:** ปทุมมา; พัลซิ่ง; สารละลายปักแจกัน; 8-ไฮดรอกซิควีนโนลีนซัลเฟท

**ABSTRACT:** Pathumma cv. Sakura has small inflorescences. The bracts are light pink, similar to that of cherry blossoms, making Pathum bouquets attractive to consumers as both potted and vase decorations. In general, the cut flower of Patumma cv. Sakura has a vase life of about 5-6 days at room temperature. This study was objected to prolong vase life by using pulsing for 24 hr and holding solutions, which those solutions contained 2.5% sucrose + 100 mg/L 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) or 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS. The results revealed that holding solution with 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS extended the vase life, delayed the increase of weight loss and retained the flower blooming of the inflorescences. Furthermore, flowers held in 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS had a great acceptance score from consumers when compared to flowers held in distilled water.
**Keywords:** patumma; pulsing; holding solution; 8-hydroxyquinoline sulfate

## บทนำ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) เป็นไม้วงศ์ (*Zingiberaceae*) มีอยู่กว่า 65 ชนิด ที่มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชีย และในประทศไทยพบประมาณ 30 ชนิด กระจายอยู่ทั่วประเทศไทย (ณิชาการน์ และคณะ, 2560) ปทุมมาเป็นไม้ตัดดอกเขตร้อน มีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า (rhizome) เจริญเติบโตและออกดอกในฤดูฝน และพักตัวช่วงฤดูหนาว (เกสร และคณะ, 2561) จากสีสันที่ของดอกและลักษณะที่แปลกตา ทำให้ปทุมมาเป็นที่สนใจของผู้ใช้ไม้ดอก โดยในประเทศไทยมีแหล่งผลิตปทุมมาที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย (โอฬาร และคณะ, 2550) ปัจจุบันปทุมมาจัดเป็นไม้ดอกเศรษฐกิจเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศและถูกเรียกว่า “สยามทิวลิป” (Siam tulip) มีตลาดการส่งออกที่สำคัญ คือ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น ยุโรป และมีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับ 2 รองจากกล้วยไม้ (อุทยาน หลวงราชพฤกษ์, 2563) สำหรับพันธุ์ปทุมมาที่ได้รับความนิยม แบ่งเป็น 1) พันธุ์ดั้งเดิม ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่พิงค์ และ 2) พันธุ์ลูกผสม เช่น เชียงใหม่เรต นีกาตะ ไข่มุกสยามและซากุระ เป็นต้น (เกสร และคณะ, 2561)

* Corresponding author: sukanya.aia@sut.ac.th

ปทุมมาพันธุ์ซากุระ เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดเล็ก มีก้านช่อดอกยาว 10-20 เซนติเมตร ช่อดอกยาว 3.5 เซนติเมตร ใบประดับมีสีชมพูอ่อนคล้ายสีของดอกซากุระ จึงเป็นที่มาของชื่อสายพันธุ์ ปลายกลีบประดับ (Comma bract) มีสีเขียว (อุทยานหลวงราชพฤกษ์, 2563) อายุการปักแจกันของดอกปทุมมาขึ้นอยู่กับปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวและปัจจัยหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ระยะการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว แต่โดยทั่วไปแล้วปทุมมาพันธุ์ซากุระมีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 6 วันหลังการตัดดอก แนวทางการยืดอายุการใช้งานของดอกหรือการยืดอายุการปักแจกัน ได้แก่ การใช้สารละลายปักแจกัน (Holding solution) การเพิ่มอาหารความเข้มข้นสูงให้กับช่อดอก (Pulsing solution) ซึ่งสามารถใช้ได้ตั้งแต่หลังการเก็บเกี่ยว ก่อนหรือระหว่างการขนส่ง จนกระทั่งการใช้ระหว่างการปักแจกัน ส่วนประกอบหรือองค์ประกอบและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายขึ้นอยู่กับการตอบสนองพืช แต่สารละลายทั่วไปมักมีองค์ประกอบ ดังนี้ น้ำตาล สารป้องกันกำจัดจุลินทรีย์ ฮอร์โมนพืชที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานเอทิลีนหรือชะลอการเปลี่ยนแปลงของช่อดอก ตัวอย่างของสารที่ใช้ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส, Silver nitrate ($AgNO_3$), Gibberellic acid (GA), Aluminum sulfate และ 8-Hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) ซึ่งมีรายงานว่าแสดงให้เห็นว่าเมื่อดอกไม้ถูกตัดออกมาจากต้นจะมีการใช้อาหารสะสมภายในก้านเท่านั้น การใส่ซูโครสลงในสารละลายปักแจกันจะเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่ดอกไม้ และยังทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำภายในดอกและก้านดอกช่วยให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดีขึ้น ป้องกันการระเหยน้ำออกจากใบหรือดอกได้โดยมีผลทำให้ปากใบปิด (สายชลและกิตติพงศ์, 2531; พีรเดช, 2557) การใช้สารละลาย 8-HQS สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ ลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำที่เกิดจากสารประกอบบางอย่างของผนังเซลล์ของดอกกล้วยไม้สกุลหวายได้ ทำให้ดอกกล้วยไม้หวายมีอายุการปักแจกันนานขึ้น และมีการบานเพิ่มของดอกตูม (ปรียาภรณ์ และคณะ, 2557) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของสารละลายปักแจกันและพัลซิ่งต่ออายุการปักแจกันของดอกปทุมมาพันธุ์ซากุระในระหว่างการปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง

## วิธีการศึกษา

### การเตรียมผลผลิต

เก็บเกี่ยวดอกปทุมมาพันธุ์ซากุระจากฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา นำดอกปทุมมามาตัดก้านช่อดอกใต้น้ำโดยทำการตัดเอียง 45 องศา ให้มีก้านดอกยาว 15 เซนติเมตร แบ่งดอกไม้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 มีจำนวน 30 ดอก แบ่งแช่ในสารละลายพัสซิ่ง (Pulsing solution) ที่มีซูโครสความเข้มข้น 5% ร่วมกับสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) ความเข้มข้น 200 mg/L นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 27±2 องศาเซลเซียส และนำมาปักในน้ำกลั่นในระหว่างการปักแจกัน เปรียบเทียบกับดอกที่ไม่ผ่านการทำพัสซิ่ง (ชุดควบคุม) และดอกที่ปักในสารละลายปักแจกัน (Holding solution) ที่ความเข้มข้นเดียวกับสารละลายพัสซิ่ง ดอกปทุมมากลุ่มที่ 2 จำนวน 30 ดอก แบ่งปักในสารละลายปักแจกันที่ความเข้มข้นของซูโครสและ 8-HQS แตกต่างกัน คือ ซูโครสความเข้มข้น 2.5% ร่วมกับสารละลาย 8-HQS ความเข้มข้น 100 mg/L และซูโครสความเข้มข้น 5% ร่วมกับสารละลาย 8-HQS ความเข้มข้น 200 mg/L ส่วนดอกที่ปักในน้ำกลั่นเป็นตัวอย่างในชุดควบคุม ในระหว่างการปักแจกันที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส

### การตรวจวัดคุณภาพ

ทำการตรวจวัดคุณภาพดอกปทุมมาในแต่ละชุดทดลองทุก ๆ วัน กระทั่งดอกหมดอายุการใช้งาน โดยพิจารณาจากคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อคุณภาพของดอก (1 คะแนน คือ ไม่พึงพอใจต่อช่อดอกโดยรวมมากที่สุด และ 5 คะแนน คือ พึงพอใจต่อช่อดอกโดยรวมมากที่สุด ซึ่งลักษณะปรากฏของสีกลีบดอกที่สอดคล้องกับคะแนนแสดงใน **Figure 1** ใช้ผู้ประเมินกลุ่มเดิมทั้งหมด 5 คน ตลอดการทดลอง วัดจำนวนดอกบาน โดยการนับจำนวนดอกจริงที่บานในแต่ละวัน การดูดน้ำของช่อดอก โดยทำการบันทึกปริมาตรน้ำที่อยู่ในหลอดทดลองและคำนวณหาปริมาตรน้ำที่ช่อดอกใช้ต่อวัน สำหรับการสูญเสียน้ำหนักของช่อดอกทำโดยบันทึกน้ำหนักของช่อดอกและคำนวณหาร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเปรียบเทียบน้ำหนักดอกเริ่มต้น

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) ชุดทดลองละ 10 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis System, SAS, version 9.1) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan’ Multiple Rang Test (DMRT)

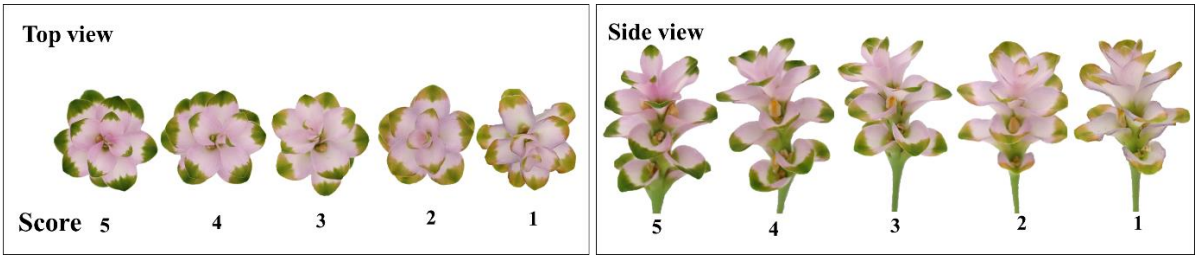



**Figure 1.** Quality acceptance score. The high quality of the flower is comma bracts have a pale shade of pink, and their tips are green. The flowers that have high good quality and are overall accepted by consumers would be 5 scores, while 1 score equals flowers that have very low quality and are not accepted by consumers. In the case of the comma bracts showing a pale shade of pink, but their tips are green-yellow color and yellow-green color, the flower quality is evaluated as 4 and 3, respectively. The flowers are evaluated with a 2 score meaning that the comma bracts are pale shades of pink and blue, and their tips are yellow-green color.

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

**การทำพัลซิ่งต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของดอกปทุมมา**

ผลจากการทดลอง พบว่าปทุมมาพันธุ์ซากุระที่ไม่ผ่านการทำพัสซิ่งมีอายุการปักแจกันสั้นที่สุด คือ 6 วัน ในขณะที่ช่อดอกที่ผ่านการทำพัสซิ่งด้วยสารละลาย 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS นาน 24 ชั่วโมง และปักในน้ำกลั่น มีอายุการปักแจกันนาน 8 วัน ปทุมมาพันธุ์ซากุระมีอายุการปักแจกันนานที่สุด 10 วัน เมื่อปักในสารละลาย (Holding solution) ที่มี 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS อายุการปักแจกันของดอกปทุมมามักถูกจำกัดด้วยความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยพิจารณาจากสีของกลีบดอกประดับ การเหี่ยวและการบานของช่อดอก ผลการทำพัสซิ่งและการปักในสารละลายปักแจกันที่มี 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS ลดการสูญเสียน้ำหนักของช่อดอกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับดอกที่อยู่ในชุดควบคุม นอกจากนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปักช่อดอกปทุมมาในสารละลายปักแจกันสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของช่อดอกได้ดีกว่าการทำพัสซิ่งอย่างมีนยัสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้สารละลายปักแจกันหรือการทำพัสซิ่งทำให้เพิ่มอาหารสำหรับช่อดอก (สายชลและกิตติพงศ์, 2531; พีรเดช, 2557) อย่างไรก็ตามในระหว่างการปักแจกัน การดูดน้ำมักลดลงเนื่องจากการอุดตันของก้านช่อดอกที่มีสาเหตุจากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกัน และฟองอากาศที่แทรกเข้าไปในท่อลำเลียงระหว่างการตัดแต่งก้านช่อดอก แต่การทำพัสซิ่งและการปักในสารละลายปักแจกันไม่มีผลต่อการดูดน้ำของช่อดอกเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกในชุดควบคุม อาจเพราะก้านช่อดอกปทุมมาในชุดควบคุมและช่อดอกที่ผ่านการทำพัสซิ่งหรือปักในสารละลายปักแจกันไม่อุดตันอันเนื่องจากจุลินทรีย์หรือฟองอากาศ **(Figure 2)**

**ผลของความเข้มข้นของสารละลายปักแจกันต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของดอกปทุมมา**

เมื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายปักแจกันต่ออายุการปักแจกัน พบว่าสารละลายปักแจกันสามารถยืดอายุการใช้งานของดอกได้ ดอกที่มีอายุการใช้งานนานที่สุด 10 วัน คือ ดอกที่ปักในสารละลายความเข้มข้นสูงสุด คือ 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS ในขณะที่ดอกที่ปักในน้ำกลั่นและดอกที่ปักในสารละลายปักแจกันความเข้มข้น 2.5% sucrose +100 mg/L 8-HQS มีอายุการปักแจกัน 6 วัน ถึงแม้ว่าการปักช่อดอกปทุมมาในสารละลายแจกันความเข้มข้นต่ำมีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างจากดอกในชุดควบคุม และมีอัตราการดูดน้ำและจำนวนดอกจริงที่บานในระหว่างการปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 3B, 3C)** แต่การใช้สารละลายปักแจกันความเข้มข้นต่ำสามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของดอกได้ โดยดอกที่ปักในสารละลายปักแจกันมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคลดลงช้ากกว่าช่อดอกที่ปักในน้ำกลั่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ **(Figure 3A)** ดอกปทุมมาปักในสารละลายปักแจกันที่มีองค์ประกอบของ 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS มีคะแนนการยอมรับของช่อดอกมากกว่าช่อดอกปักในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตลอดระยะเวลาการปักแจกันนาน 6 วัน นอกจากนี้ ดอกที่ปักในสารละลายปักแจกันที่มีความเข้มข้นสูงสุดคือ 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียน้ำหนักและคงการบานดอกจริงของปทุมมาได้ดีที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่อดอกในชุดควบคุม ($p<0.05$) **(Figure 3B, 3D)** ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค คือ ดอกที่ปักในสารละลาย 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านคุณภาพดีกว่าดอกที่ปักในน้ำกลั่น

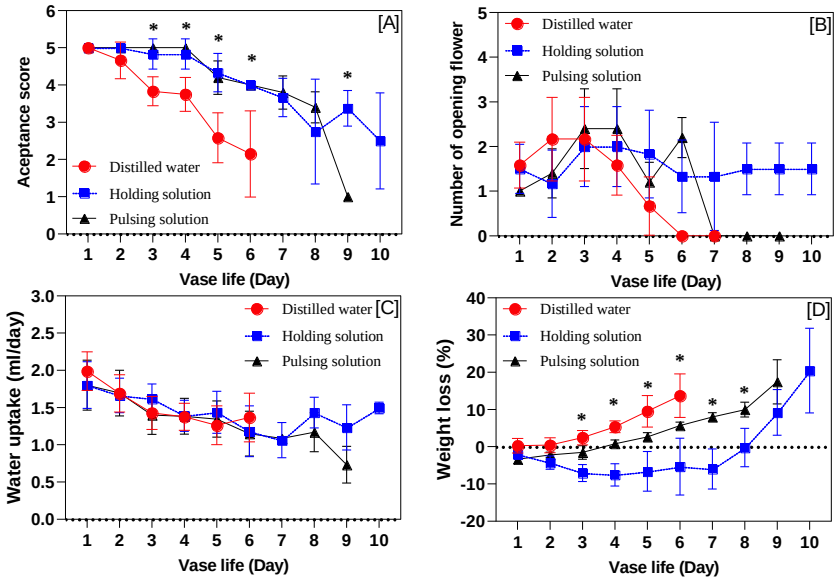



**Figure 2.** Acceptant score (A), number of opening flower (B) water uptake (C) and weight loss (D) of Patumma flower with pulsing solution and holding solution containing 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS (black line with triangle symbol and blue line with square symbol, respectively). Flower without pulsing solution and held in distilled water served as control flower (red line with cycle symbol). The data are the mean ± SD (n = 10 independent samples), values with star symbol indicate significant difference ($p<0.05$).

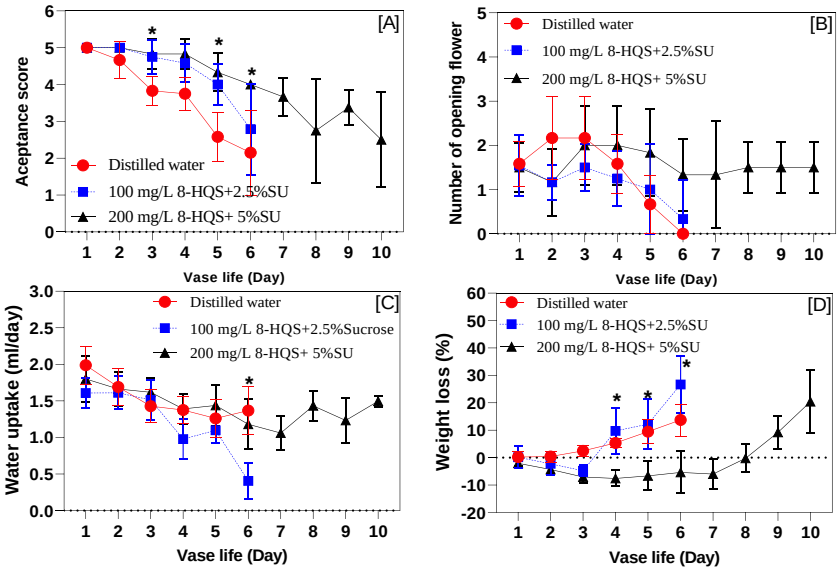



**Figure 3.** Acceptant score (A), number of opening flower (B) water uptake (C) and weight loss (D) of Patumma flower with holding solution containing 2.5% sucrose + 100 mg/L 8-HQS or 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS (blue line with square symbol and black line with triangle symbol, respectively). Flower without pulsing solution and held in distilled water served as control flower (red line with cycle symbol). The data are the mean ± SD (n = 10 independent samples), values with star symbol indicate significant difference ($p<0.05$).

**สรุปผลการศึกษา**

สารละลาย 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS สามารถยืดอายุการปักแจกัน ชะลอการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียน้ำหนักและคงการบานดอกจริงของปทุมมาได้ นอกจากนี้ ดอกที่ปักในสารละลาย 5% sucrose + 200 mg/L 8-HQS มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านคุณภาพดีกว่าดอกที่ปักในน้ำกลั่นและดอกที่ปักในสารละลาย 2.5% sucrose + 100 mg/L 8-HQS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**คำขอบคุณ**

ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ทำการทดลองนี้และผลิตดอกปทุมมา

**เอกสารอ้างอิง**

เกสร แก้วบัว, ฤทธิเกียรติ นวลมณี, โสระยา ร่วมรังษี และภาณุพล หงส์ภักดี. 2561. การพัฒนาปทุมมาพันธุ์แดงดอยตุงเป็นไม้ดอกกระถางโดยการราดสารพาโคลบิวทราโซล. แก่นเกษตร. 46: 375-380.

ปรียาภรณ์ ลี้ธิติ, ลพ ภวภูตานนท์ และวชิรญา อิ่มสบาย. 2557. การอุดตันของท่อลำเลียงในก้านดอกกล้วยไม้ บัวหลวง และพุทธรักษา. วารสารเกษตร. 30(1):49-59.

พีรเดช ทองอำไพ. 2557. อายุปักแจกันไม้ดอก. แหล่งข้อมูล https://www.thaikasetsart.com. ค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2566.

ศศิมา พยุยงค์, นาตยา ดำอำไพ, สุภาภรณ์ สาชาติ, จงวัฒนา พุ่มหิรัญ, ลัคนา เขตสมุทร และเกษร แช่มชื่น. 2563. การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดความเสียหายของสินค้าสำหรับการส่งออก. แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/12/.pdf. สืบค้นเมื่อ 21 กรกฎาคม 2566.

สายชล เกตุษ์ และกิตติพงศ์ ตรีตรุยานนท์. 2531. ผลของ 8-ไฮดรอกซีควิโนลีนซัลเฟทและซูโคสที่มีผลต่ออายุการปักแจกันและการเปลี่ยนแปลงของดอกกุหลาบพันธุ์คริสเตียนดิออร์หลังการตัดดอก. วารสารเกษตรศาสตร์. 22(3): 165-170.

อุทยานหลวงราชพฤกษ์. (2563). ปทุมมาสายพันธุ์เด่น "โทนสีชมพู". แหล่งข้อมูล: https://www.royalparkrajapruek.org/Knowledge/view/133. สืบค้นเมื่อ 21 กรกฎาคม 2566.

อุทยานหลวงราชพฤกษ์. (2563). ปทุมมาสู่ตลาดโลก". แหล่งข้อมูล: https://www.royalparkrajapruek.org/Knowledge/view/124. สืบค้นเมื่อ 21 กรกฎาคม 2566.

โอฬาร พิทักษ์ ,ภาวนา อัศวะประภา ,ทวีพงศ์ สุวรรณโร ,เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ และอภิชาติ สุวรรณ. 2550. การปลูกปทุมมาและกระเจียว. แหล่งข้อมูล: https://agkb.lib.ku.ac.th/doae/search_detail/result/285642. สืบค้นเมื่อ 21 กรกฎาคม 2566.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของการใช้สารดูดซับความชื้นร่วมกับบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆต่อผลผลิตและคุณภาพหัวพันธุ์หอมแบ่ง

# Effect of using moisture-absorbing substances combined with various packaging types on the yield and quality of spring onion bulbs.

**ศุภาวรรณ ประพันธ์[1], วิมลนันทน์ กันเกตุ[1], พรทิพย์ ศรีมงคล[1], ภาคภูมิ ตันเตชสาธิต[1], ปิยะนุช บึงใส[1], มธุรดา โลกาวี[1] และ สุรัสวดี พรหมอยู่[1*]**

*คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000*
*Faculty of Natural Resources and Agro-industry, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus, Sakonnakhon Province 47000*

**บทคัดย่อ:** ปัญหาส่วนใหญ่ที่มักพบในหัวพันธุ์หอมแบ่ง คือ มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้น และสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหากรรมวิธียืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์หอมแบ่ง โดยใช้สารดูดซับความชื้นด้วยแคลเซียมซัลเฟต (calcium sulfate, $CaSO_4$) และแคลเซียมออกไซด์ (Calcium Oxide, CaO) ร่วมกับบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆว่าส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนักสด การเน่าของหัว อัตราการงอก และปริมาณผลผลิตหัวพันธุ์หอมแบ่งอย่างไรเมื่อนำไปปลูกลงแปลง โดยนำหัวพันธุ์หอมแบ่งคลุกด้วย $CaSO_4$ และ CaO ในสัดส่วนน้ำหนักหัวพันธุ์หอมแบ่งต่อสารดูดซับความชื้นเท่ากับ 1 ต่อ 1 ใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ตระกร้าพลาสติก ถุงกระดาษ ถุงตาข่ายNylon และถาดพลาสติกสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (Modified atmosphere packaging; MAP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า หัวพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ และบรรจุใส่ถุงกระดาษ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 85 วัน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสด และชะลอการเน่าของหัวพันธุ์ได้ดีที่สุด ในขณะที่หัวทำพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ บรรจุใส่ถุงตาข่าย Nylon มีอัตราการงอกสูงที่สุด 95% สำหรับปริมาณผลผลิตเมื่อนำไปปลูกลงแปลงพบว่า หัวพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น CaO บรรจุใส่ถุงกระดาษที่ระยะการเก็บรักษา 60 วันให้ปริมาณผลผลิตหอมแบ่งมากที่สุดเฉลี่ย 1,235 กิโลกรัมต่อไร่

**คำสำคัญ:** สารดูดซับความชื้น; บรรจุภัณฑ์; หัวพันธุ์หอมแบ่ง; คุณภาพ; ผลผลิต

**ABSTRACT:** The main problems of spring onion bulbs are short postharvest life and rapid loss in bulbs qualities. The objective of this study was to find a method to extend the shelf life of spring onion bulbs by using moisture-absorbing substances such as calcium sulfate ($CaSO_4$) and calcium oxide (CaO) in combination with different packaging types on shelf life, weight loss, decay, bulb germination rate, and yield of spring onion bulbs were investigated. The spring onion bulbs are coated with $CaSO_4$ and CaO in a ratio of 1:1 then packaged in different types of packaging such as plastic baskets, paper bags, nylon mesh bags, and modified atmosphere packaging (MAP) trays. The packaged bulbs are then stored at room temperature. The results showed that spring onion bulbs coated with $CaSO_4$ and packed in paper bags have the longest shelf life of up to 85 days and had high ability to reduced fresh weight loss and bulbs rot. Meanwhile, spring onion bulbs coated with $CaSO_4$ and packed in nylon mesh bags had the highest germination rate of up to 95%. However, spring onion bulbs coated with CaO and packed in paper bags at 60 days of storage had the highest yield (1,235 Kg/rai) when planted in the field.

**Keywords:** moisture-absorbing substances; packaging; spring onion bulbs; bulb quality; yield

## บทนำ

หอมแบ่ง (*Allium cepa* L. aggregatum group; spring onion) หรือต้นหอม มีการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศในเขตแอฟริกา สำหรับประเทศไทยหอมแบ่งจัดเป็นพืชผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ มีคุณค่าทาง

* Corresponding author: csnsrwd@ku.ac.th

โภชนาการสูง สามารถสร้างรายได้ที่มั่นคงให้แก่เกษตรกรไทย เนื่องจากเป็นที่ต้องการของตลาดตลอดทั้งปี การปลูกหอมแบ่งนิยมปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ (bulb) และเป็นต้นทุนหลักในการผลิต โดยมีต้นทุนการผลิตต่อไร่ประมาณ 12,000 บาท หากเกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตโดยเก็บหัวพันธุ์หอมแบ่งไว้ใช้เองได้ตลอดฤดูกาลจะช่วยสร้างรายได้ให้สูงยิ่งขึ้น แต่ปัญหาที่พบและเป็นอุปสรรคในการเก็บหัวพันธุ์มักพบว่าระหว่างการเก็บรักษาหัวพันธุ์เกิดการเน่าเสียได้ง่าย สาเหตุหลักมาจากสภาพของหัวพันธุ์มีความชื้นสูง หรือเกิดบาดแผลระหว่างการเก็บเกี่ยวจึงอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคที่เป็นเชื้อสาเหตุทำให้เกิดอาการหัวเน่า (bacteria soft rot) หรือโรคเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* spp. (Cavanagh and Hazzard, 2013) ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ในสภาวะบรรยากาศเก็บรักษาได้ไม่เกิน 60 วัน ไม่นิยมนำไปใช้ปลูกต่อเนื่องจากมีความเสี่ยงที่หัวพันธุ์จะฝ่อหรือเน่าได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2560) นอกจากนี้อีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการสูญเสียคุณภาพหัวพันธุ์หอมแบ่งระหว่างการเก็บรักษาคือ ความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์ ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาพืชในกลุ่มหัวหอม (Onion bulbs) ควรอยู่ในช่วง 75-85% (Ranpise, et al., 2001) สารที่มีคุณสมบัติในการลดความชื้นที่นิยมใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ได้แก่ ยิปซัม ($CaSO_4$) และปูนขาว (CaO) ซึ่งมีราคาถูกหาซื้อได้ง่าย อีกทั้งไม่เป็นพิษต่อสัตว์และพืช และยังมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคและปรับปรุงดิน ดังนั้นหากมีการศึกษาวิจัยเพื่อได้กรรมวิธีและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการควบคุมความชื้นหัวพันธุ์หอมแบ่ง น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

**วิธีการศึกษา**

หัวทำพันธุ์หอมแบ่งอายุเก็บเกี่ยว 65-70 วันหลังปลูกจากแปลงของเกษตรกรที่ปลูกเป็นการค้า อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ตัดจุกหลังเก็บเกี่ยวแล้วเป็นเวลา 15 วัน นำมาคัดขนาดให้สม่ำเสมอเส้นผ่านศูนย์กลางหัว (bulb) เฉลี่ยประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร จากนั้นนำมาคลุกเคล้าด้วยสารดูดความชื้น ได้แก่แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) อัตราส่วนต่อน้ำหนักสดหัวหอมแบ่งเท่ากับ 1:1 ก่อนบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด ได้แก่ ตระกร้าพลาสติก ถุงกระดาษ ถุงตาข่าย Nylon และถาดพลาสติกสภาพดัดแปลงบรรยากาศ **(Figure 1)** บรรจุหัวพันธุ์หอมแบ่งปริมาณ 1,000 กรัมต่อบรรจุภัณฑ์ ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำต่อกรรมวิธี ให้ 1 ซ้ำต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ จากนั้นทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการทดลอง ทุกๆ 30 วันนาน 90 วัน ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนักสด การเน่าของหัวโดยปรากฏอาการแผลเน่าช้ำเป็นสีน้ำตาลหรือเทาอ่อน ลักษณะผิวสัมผัสอ่อนนิ่ม มีของเหลวไหลซึมออกจากหัวเกิดการยุบตัวและหัวแห้งฝ่อ **(Figure 2)** อายุการเก็บรักษาให้หัวพันธุ์หอมแบ่งที่เน่าและเกิดโรคถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา (บันทึกวันที่เกิดอาการเน่าต่อจำนวนหัวทั้งหมด) และอัตราการงอก สำหรับปริมาณผลผลิตหัวพันธุ์หอมแบ่งในแต่ละทรีทเมนต์ใช้ที่อายุการเก็บรักษา 60 วัน นำมาปลูกลงแปลงขนาด 3x4 เมตร ระยะปลูก 15x15 เซนติเมตร และเก็บเกี่ยวหอมแบ่งเมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99%

**Figure 1** Packaging types for spring onion bulbs used in this study: plastic baskets (A), paper bags (B), modified atmosphere packaging (MAP) trays (C) and nylon mesh bags (D).

**Figure 2** Bulb rot of spring onion.

**ผลการศึกษา**

ผลของการใช้สารดูดซับความชื้นร่วมกับบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ต่อการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดอาการหัวเน่า และอัตราการงอกของหัวพันธุ์หอมแบ่ง **(Table 1)** พบว่าหัวพันธุ์หอมแบ่งมีการสูญเสียน้ำหนัก และเกิดอาการเน่าของหัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยหัวพันธุ์หอมแบ่งชุดควบคุมที่ไม่ใช้สารดูดซับความชื้นและไม่ใส่บรรจุภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 51.15% ในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา ขณะที่หัวพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ และบรรจุใส่ถุงกระดาษ น้ำหนักสดของหัวมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 5.16% แสดงให้เห็นว่าสารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ มีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นเพื่อชะลอการเกิดอาการหัวเน่าได้ดีกว่า CaO ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ปรากฏว่าอาการเน่าของหัวพันธุ์หอมแบ่งพบน้อยที่สุดเมื่อใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ และบรรจุใส่ถุงกระดาษ เกิดขึ้นเพียง 5.11-18.32% ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยของหัวพันธุ์หอมแบ่งได้นาน 85 วัน **(Table 2)** เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่นๆ ที่พบการเน่าของหัวอยู่ในช่วง 5.98-53.12 % ระหว่างการเก็บรักษา 30-90 วัน โดยหัวพันธุ์หอมแบ่งชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดเพียง 35 วัน **(Table 2)** สำหรับอัตราการงอกของหัวพันธุ์หอมแบ่งที่อายุการเก็บรักษา 30 วัน หัวพันธุ์หอมแบ่งทุกทรีทเมนต์มีอัตราการงอกของหัว 100% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นหัวพันธุ์หอมแบ่งชุดควบคุมมีอัตราการงอกของหัว 82% เมื่ออายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์หอมแบ่งนานขึ้นอัตราการงอกของหัวยิ่งลดลง ในหัวพันธุ์หอมแบ่งชุดควบคุมที่อายุการเก็บรักษา 90 วันมีอัตราการงอกของหัวน้อยที่สุดเหลือเพียง 64.45% ขณะที่หัวพันธุ์หอมแบ่งใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ บรรจุใส่ถุงตาข่าย Nylon ยังคงอัตราการงอกของหัวมากสุดเท่ากับ 95.00% ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณผลผลิตหอมแบ่งที่ได้จากการปลูกลงแปลงจากผลผลิตที่ได้จากหัวพันธุ์หอมแบ่งชุดควบคุมที่อายุการเก็บรักษา 60 วัน มีปริมาณผลผลิตน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 635.22 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าหัวพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น CaO บรรจุใส่ถุงกระดาษมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดคิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,235 กิโลกรัมต่อไร่ **(Table 2)**

**Table 1** Effect of moisture-absorbing substances combined with various packaging types on weight loss, bulb rot, bulb germination rate of spring onion bulbs.

| Treatments | Weight loss (%)[1/] | | | Bulb rot (%)[1/] | | | Bulb germination (%)[1/] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Day 30 | Day 60 | Day 90 | Day 30 | Day 60 | Day 90 | Day 30 | Day 60 | Day 90 |
| Control | 20.12a | 28.26a | 51.15a | 28.15a | 32.35a | 53.12a | 82.00b | 78.00c | 65.45d |
| $CaSO_4$ + plastic baskets | 6.06c | 9.16c | 11.76c | 6.35c | 12.76c | 22.76c | 100.00a | 76.66c | 70.32c |
| $CaSO_4$ + paper bags | 4.19d | 4.30d | 5.16d | 5.11c | 11.17c | 18.32d | 100.00a | 82.32b | 78.08ab |
| $CaSO_4$ + nylon bags | 4.65d | 4.41d | 10.30c | 5.98c | 12.16c | 20.33c | 100.00a | 98.50a | 95.00a |
| $CaSO_4$ + MAP tray | 12.11b | 15.84b | 18.12b | 20.32b | 21.18b | 33.33b | 100.00a | 75.35c | 73.01c |
| CaO + plastic baskets | 10.32b | 11.15cb | 13.25c | 20.56b | 22.19b | 24.18ab | 100.00a | 80.16b | 73.11c |
| CaO + paper bags | 8.87ab | 9.98c | 10.32c | 19.18b | 23.32b | 25.75ab | 100.00a | 88.35ab | 85.88b |
| CaO + nylon bags | 7.91ab | 9.00c | 9.59bc | 20.01b | 25.14ab | 26.12ab | 100.00a | 90.32a | 80.80b |
| CaO + MAP tray | 8.38ab | 9.11c | 12.15c | 21.33b | 23.16b | 24.68ab | 100.00a | 77.32c | 72.35c |
| F - test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | * | * |
| CV (%) | 35.97 | 42.42 | 31.18 | 22.82 | 25.04 | 26.22 | 20.80 | 22.12 | 25.76 |

[1/]Data are the means of five replications, each consisting of 1,000 grams per packaged. Within each column, a value followed with the same letter does not differ significantly at $p < 0.05$ and $p < 0.01$.

**Table 2** Effect of moisture-absorbing substances combined with various packaging types on shelf life and yield of spring onion bulbs.

| Treatments | Shelf life (days)[1/] | Yield (Kg/rai)[1/] |
|---|---|---|
| Control | 60.00d | 635.22d |
| $CaSO_4$ + plastic baskets | 80.32b | 998.08ab |
| $CaSO_4$ + paper bags | 85.00a | 1,002.00ab |
| $CaSO_4$ + nylon bags | 80.25b | 1,050.00ab |
| $CaSO_4$ + MAP tray | 65.55bc | 720.22c |
| CaO + plastic baskets | 72.16c | 832.55b |
| CaO + paper bags | 73.00c | 1,235.00a |
| CaO + nylon bags | 72.22c | 800.82b |
| CaO + MAP tray | 71.90c | 700.15c |
| F - test | * | * |
| CV (%) | 15.55 | 33.52 |

[1/]Data are the means of five replications, each consisting of 1,000 grams per packaged. Within each column, a value followed with the same letter does not differ significantly at $p < 0.05$.

**วิจารณ์**

ปัญหาที่พบและเป็นอุปสรรคในการเก็บรักษาหัวพันธุ์หอมแบ่งมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหัวพันธุ์หอมแบ่ง หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุหลักต่อการสูญเสียคุณภาพหัวพันธุ์หอมแบ่งระหว่างการเก็บรักษาคือ โดยอุณหภูมิที่แนะนำในการเก็บรักษาพืชในกลุ่มหัวหอมควรอยู่ที่ 25-28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75-85% (Ranpise, et al., 2001) หากภายในบรรจุภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการหายใจ และการคายน้ำของพืชสูงทำให้น้ำหนักสดลดลง คุณสมบัติของสารดูดซับความชื้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า $CaSO_4$ มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการชะลออาการหัวเน่าของหัวพันธุ์หอมแบ่ง ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาออกไปได้นานเพิ่มขึ้นอีก 20-25 วัน (Table 2) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม เนื่องจากเป็นสารที่มีคุณสมบัติดูดความชื้นจากบรรยากาศหรือวัสดุที่ต้องการลดความชื้นมากักเก็บไว้ในตัวเอง สามารถดูดความชื้นได้มากกว่า 28.0% ของน้ำหนัก มีลักษณะเด่นในการดูดความชื้นในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศต่ำ และมีอัตราการคายความชื้นที่ต่ำ แต่มีอัตราเร็วในการดูดความชื้นได้ช้ากว่าสารดูดซับความชื้น CaO ที่มีคุณสมบัติในการดูดความชื้นได้ประมาณ 10.0% ของน้ำหนัก ซึ่งสารดูดซับความชื้นทั้ง 2 ประเภทนี้เป็นสารจากธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้เมื่อสัมผัสโดยตรง และกำจัดทิ้งได้ง่ายโดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษ นอกจากนี้ยังพบว่าการคลุกหัวพันธุ์หอมแบ่งด้วย $CaSO_4$ ก่อนบรรจุใส่ถุงตาข่าย Nylon ยังทำให้อัตราการงอกของหัวพันธุ์หอมแบ่งมากที่สุด ทั้งนี้ $CaSO_4$ เป็นแหล่งธาตุอาหารรองที่สำคัญต่อการงอกของพืชและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (นุจรินทร์, 2554) สำหรับสารดูดซับความชื้น CaO บรรจุใส่ถุงกระดาษส่งผลให้หัวพันธุ์หอมแบ่งมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดเมื่อนำไปทดสอบในสภาพแปลงปลูก ทั้งนี้ CaO หรือการใส่ปูนช่วยเพิ่มแคลเซียม และทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชในดินดำเนินกิจกรรมได้ดี ช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

บรรจุภัณฑ์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการบรรจุผลิตผลสดเพื่อไม่ให้สัมผัสกับสภาวะแวดล้อมภายนอก ในขณะเดียวกันบรรจุภัณฑ์มีคุณสมบัติช่วยลดการเสื่อมคุณภาพและสะดวกในการขนย้ายและการเก็บรักษาผลิตผลให้คงสภาพดี การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพช่วยลดปัจจัยในการสูญเสียน้ำหนักสดของผลิตผล เช่น การหายใจ การคายน้ำ การคายความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาให้ช้าลงได้ (สุทธาสินี, 2559) หัวพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ และบรรจุใส่ถุงกระดาษ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 85 วัน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสด และชะลอการเน่าของหัวพันธุ์ได้ดีที่สุด เนื่องจากถุงกระดาษมีคุณสมบัติยอมให้อากาศผ่านเข้าออก และช่วยดูดความชื้นได้ดีจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเมื่อมีการใช้ร่วมกับสารดูดซับความชื้นหัวพันธุ์หอมแบ่ง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการหัวเน่า (Cavanagh and Hazzard, 2013)

## สรุป

กรรมวิธียืดอายุการเก็บรักษาและคงคุณภาพหัวพันธุ์หอมแบ่งสามารถทำได้โดยการใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ ร่วมกับการใส่บรรจุภัณฑ์ประเภทถุงกระดาษ ทำให้หัวพันธุ์หอมแบ่งมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก และชะลอการเน่าของหัวพันธุ์ได้ดีที่สุด ในขณะที่หัวทำพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น $CaSO_4$ บรรจุใส่ถุงตาข่าย Nylon หัวพันธุ์หอมแบ่งมีอัตราการงอกสูงที่สุด และพันธุ์หอมแบ่งที่ใช้สารดูดซับความชื้น CaO บรรจุใส่ถุงกระดาษที่ระยะการเก็บรักษา 60 วัน ให้ปริมาณผลผลิตหอมแบ่งมากที่สุดเฉลี่ย 1,235 กิโลกรัมต่อไร่

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ภายใต้โครงการต่อยอดนวัตกรรม 1 ตำบล 1 นวัตกรรมการเกษตรประจำปีงบประมาณ 2562

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2560. หอมแบ่ง (Spring onion). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นุจรินทร์ ศิริวาลย์. 2554. การปรับปรุงคุณภาพดินโดยใช้ยิปซัมเพื่อความยั่งยืนทางการเกษตร. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร. 5(1): 118-125.

สุทธาสินี บุญคง. 2559. ผลของอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพผักชีเพื่อการส่งออก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

Cavanagh A. and R. Hazzard. 2013. Vegetable: Alliums, Postharvest and Storage Diseases. Available: https://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/alliums-post-harvest-storage-diseases, Accessed Dec. 15, 2022.

Ranpise, S.A., R.M. Birade, B.T. Patil and S.V. Sawant. 2001. Factors affecting the storage of onion: A Review. The Orissa Journal of Horticulture. 29(1): 1-12.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตเหง้าและปริมาณสารเคอร์คูมินของขมิ้นชันอินทรีย์

# Effect of aerobic compost fertilizer mixed with pgpr-1 biofertilizer on growth rhizome yield and curcumin content of organic turmeric (*Curcuma longa* L.)

**กัลยา เกาะกากลาง[1*], พีรพงษ์ เชาวนพงษ์[2] และ ศิริพร หัสสรังสี[3]**

**Kanlaya Kohkaklang[1*], Peerapong chaowanapong[2] and Siriporn Hassarangsee[3]**

[1] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง ต.เวียงตาล อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง 52190*
[1] *lampang Agricultural Research and Development Center, Wiang Tan, Hang Chat, Lampang 52190*
[2] *กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900*
[2] *Agricultural Production Sciences Research and Develoment Division, Department of Agriculture, Bangkok, 10900*
[3] *สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100*
[3] *Office of Agricultural Research and Development, Region1, Mae-Hia, Muang, Chiangmai 50100*

**บทคัดย่อ:** การปลูกขมิ้นชันอินทรีย์ให้ได้ผลผลิตดี และให้สารสำคัญในปริมาณสูงต้องคำนึงถึงการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เทคโนโลยีที่เป็นทางเลือกในการผลิตขมิ้นชันอินทรีย์ คือ ปุ๋ยหมักเติมอากาศและปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ดังนั้นจึงทำการทดลองเพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตเหง้าและสารเคอร์คูมินของขมิ้นชัน ทำการทดลองในแปลงวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนกันยายน 2565 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 กรรมวิธี ที่มีการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศในอัตราที่แตกต่างกัน คือ 1,670 1,253, 835 และ 418 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน และการใส่ปุ๋ยหมักตามวิธีเกษตรกร พบว่า การพัฒนาทางลำต้น ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอ ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ และความยาวใบของขมิ้นชันทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน การพัฒนาทางด้านหัว พบว่าจำนวนหัวแม่ต่อกอ และเส้นผ่าศูนย์กลางหัวแม่ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน ส่วนจำนวนแง่งต่อหัวแม่มีความแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้จำนวนแง่งต่อหัวแม่มากที่สุด คือ 8.5 แง่ง ส่วนผลผลิตที่ได้หลังเก็บเกี่ยว พบว่าน้ำหนักสดต่อกอ และน้ำหนักสดต่อไร่มีความแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 และ 1,253 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้น้ำหนักสดต่อกอมากที่สุด คือ 414.3 กรัม และ 355.7 กรัม ตามลำดับ ส่งผลมีให้น้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุด คือ 3,800 และ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารเคอร์คูมินที่ผลิตได้ต่อไร่ พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้ปริมาณมากที่สุด คือ 261.1 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นการปลูกขมิ้นชันในระบบการปลูกแบบอินทรีย์ให้มีผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมินสูงควรใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน และยังส่งผลให้มีรายได้สุทธิมากที่สุด คือ 68,428 บาทต่อไร่

**คำสำคัญ:** ขมิ้นชัน; เกษตรอินทรีย์; ปุ๋ยชีวภาพ; สารสกัดสำคัญ

**ABSTRACT:** Cultivation of organic turmeric for high yield and high content of essential nutrients must be taken into account in providing nutrients that are necessary for growth. Alternative technologies for organic turmeric production are aerobic compost fertilizer and PGPR-1 biofertilizer. Therefore, an experiment was conducted to study the optimum ratio of aerobic compost fertilizer mixed with PGPR-1 biofertilizer on growth, rhizome yield and curcumin of turmeric. The experiment was conducted in Lampang Agricultural Research and Development Center, from October 2021 to September 2022, the RCBD experiment for 5 treatments of aerobic compost fertilizer in different proportions namely 1,670 1,253, 835 and 418 kg./rai mixed with PGPR-1 biofertilizer and the application of compost according to the farmer's method it was found that stem development, i.e. number of stem, plant height, number of leaves, leaf width and leaf length of all treatments were not different. Rhizome development, it was found that the number of mother rhizome and the diameter of mother rhizome were not different. The number of finger rhizome was different by adding aerobic compost fertilizers rate 835 kg./rai mixed with PGPR-1

[*] Corresponding author: kanlayadoa@gmail.com

biofertilizer the highest number of finger rhizomes was 8.5. The yield after harvest, it was found that fresh weight per plant and fresh weight per rai were different by adding aerobic compost fertilizer rate 835 and 1,253 kg./rai mixed with PGPR-1 biofertilizer were the highest fresh weight per plant, 414.3 g and 355.7 g respectively and the highest fresh weight per rai, 3.8 and 3.2 tons/rai respectively and comparing the amount of curcumin produced per rai, it was found that adding aerobic compost fertilizers rate 835 kg./rai mixed with PGPR-1 biofertilizer was the maximum amount 261 kg./rai. Growing turmeric in the organic growing system for high yield and high content of curcumin should be adding aerobic compost fertilizers rate 835 kg./rai mixed with PGPR-1 biofertilizer and also resulting in the highest net income of 68,428 baht per rai

**Keyword:** turmeric; organic agriculture; biological fertilizer; important extract

**บทนำ**

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย นิยมใช้เป็นอาหารและสมุนไพรรักษาโรค ปัจจุบันในตลาดต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป มีการนำขมิ้นไปใช้เป็นวัตถุดิบหรือส่วนผสมในอาหาร เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในสหภาพยุโรปได้ให้ความสำคัญกับวัตถุดิบต้นน้ำที่ปลูกด้วยแนวคิดความยั่งยืน เช่น วัตถุดิบต้องได้มาจากการปลูกแบบอินทรีย์ (พนารัช และเติมธรรม, 2564) ถือว่าเป็นพืชสมุนไพรที่มีความต้องการในตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศเป็นอย่างมาก การปลูกขมิ้นชันให้ได้ผลผลิตสูงและมีปริมาณสารสำคัญมากต้องขึ้นอยู่กับพันธุ์และการจัดการแปลงปลูกที่ดี ซึ่งการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมของขมิ้นชันในการปลูกแบบอินทรีย์เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของขมิ้นชันได้ เดิมเกษตรกรใช้ปุ๋ยคอกปุ๋ยหมักในแปลงปลูกเพื่อปรับปรุงดิน แต่ในแง่ของการให้ธาตุอาหารพบว่ามีอัตราส่วนน้อย ทางเลือกในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศและปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เป็นการเพิ่มธาตุอาหารในดินเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

ปุ๋ยหมักเติมอากาศ หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากหมักบ่มสารอินทรีย์ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุให้สลายตัวและผุพังไป มีการพัฒนาระบบเติมอากาศมาทดแทนการกลับกองปุ๋ยในการผลิต ทำให้ได้ระบบการผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ ใช้ระยะเวลาสั้น ใช้แรงงานน้อย ทำให้ได้ปุ๋ยที่มีลักษณะสีคล้ำดำ มีลักษณะเป็นผงละเอียดเหมาะสำหรับการปรับปรุงดินและให้ธาตุอาหารแก่พืช เมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้ในแปลงเกษตรก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งช่วยเพิ่มแร่ธาตุ อินทรีย์วัตถุ ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง และช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2558) ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ (Plant Growth Promoting Rhizobacteria หรือ PGPR) เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืชช่วยสร้างธาตุอาหารหรือเพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืช มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจน ผลิตสารคล้ายฮอร์โมนพืช คือฮอร์โมนกลุ่มออกซิน ช่วยให้รากมีพื้นที่ผิวมากขึ้น มีผลช่วยให้พืชดูดน้ำและธาตุอาหารได้เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม

ละลายธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม และผลิตสารที่ช่วยละลายธาตุเหล็กเข้าสู่เซลล์ของพืช การที่แบคทีเรียกลุ่มนี้มีบทบาทได้หลายอย่างจึงส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืชได้ กรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ประกอบด้วยแบคทีเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii* และ *Beijerinckia mobilis* มีปริมาณจุลินทรีย์รับรองไม่น้อยกวา $1\times10^6$ โคโลนีตอปุยชีวภาพ 1 กรัม เหมาะกับการใช้สำหรับข้าวโพด ข้างฟ่าง พืชผัก และพืชสมุนไพร และสามารถนำไปใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักเป็นการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพและมีประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตขมิ้นชันอินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนของปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วันที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตเหง้า และการให้ปริมาณสารเคอร์มินของขมิ้นชันในระบบการปลูกแบบอินทรีย์

**วิธีการศึกษา**

ทำการทดลองในแปลงวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนกันยายน 2565 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ 100 % ของอัตราแนะนำผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน

กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ 75% ของอัตราแนะนำผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน

กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ 50% ของอัตราแนะนำผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน

กรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ 25% ของอัตราแนะนำผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน

กรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยหมักตามวิธีเกษตรกร อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

ปลูกขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 1 เลือกหัวพันธุ์ที่มีตาสมบูรณ์อย่างน้อย 3-5 ตา ไม่มีโรคและแมลงทำลาย เตรียมแปลงปลูกขมิ้นชันโดยเลือกพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารเคมี ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง เก็บตัวอย่างดินและปุ๋ยหมักเติมอากาศเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ทำการไถเตรียมดินพร้อมกับการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 2-4 ใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน อัตรา 500 กรัมละลายในน้ำสะอาด 20 ลิตร ราดกองปุ๋ยที่หมักสมบูรณ์แล้วประมาณ 250 กิโลกรัม ปรับความชื้นในกองปุ๋ยหมักประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วบ่มไว้ 1 สัปดาห์ (กรมวิชาการเกษตร,2564) นำปุ๋ยหมักโรยในแปลงตามอัตราในแต่ละกรรมวิธี ทำการพรวนดินคลุกกับปุ๋ยหมักให้เข้ากันและให้ดินมีขนาดเล็ก เตรียมแปลงย่อยขนาด 2 ×6 เมตร จำนวน 20 แปลง ยกร่องระยะห่าง 1 เมตร ปลูกระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้น 35 เซนติเมตร นำหัวพันธุ์ปลูกลงแปลง คลุมแปลงด้วยฟางข้าว ป้องกันการงอกของวัชพืชและรักษาความชื้นในดิน จากนั้นรดน้ำให้ชุ่ม กำจัดวัชพืชในแปลงโดยการถอนด้วยมือ ส่วนรอบ ๆ แปลงใช้เครื่องตัดหญ้าในการกำจัดวัชพืช เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 9 เดือน โดยสุ่มเก็บข้อมูลในพื้นที่ 5 ตารางเมตร

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางลำต้นหลังปลูกเป็นเวลา 5 เดือน โดยบันทึกจำนวนต้นต่อกอ ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และขนาดใบ จากนั้นบันทึกข้อมูลผลผลิตเหง้าหลังปลูกเป็นเวลา 9 เดือน บันทึกจำนวนหัวแม่ต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางหัวแม่ จำนวนแง่งต่อหัวแม่ น้ำหนักสดต่อกอ น้ำหนักแห้งต่อกอ ผลผลิตต่อไร่ และปริมาณสารเคอร์คูมิน (วิธีวิเคราะห์ AOAC international by LC-DAD Technique) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD และทำการบันทึกข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ต้นทุนการผลิต รายได้สุทธิ และ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) หากค่า BCR น้อยกว่า 1 แสดงว่ารายได้น้อยกว่ารายจ่าย ไม่ควรทำการผลิต หาก BCR มากกว่า 1 แสดงว่ารายได้มากกว่ารายจ่าย มีกำไร สามารถทำการผลิตได้

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

วิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักเติมอากาศ พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน 1.69 % นำมากำหนดให้มีปริมาณไนโตรเจนที่พอเพียงกับความต้องการของขมิ้นชันโดยอ้างอิงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับขิง คืออัตรา 28-6-50 กิโลกรัม/ไร่ ของ N, $P_2O_5$ และ $K_2O$ (ลัดดาวัลย์, 2554) พบว่า อัตราแนะนำในการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศให้กับขมิ้นชันคือ 1,670 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นกรรมวิธีที่ 1 2 3 และ 4 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 1,670, 1,253, 835 และ 418 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หลังจากปลูกหัวขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 1 ทำการบันทึกข้อมูลการพัฒนาทางด้านลำต้นและใบ พบว่า จำนวนต้นต่อกอ ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น ขนาดใบทั้งความกว้างและยาว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ย 3.7 ต้น ความสูงต้นเฉลี่ย 82 เซนติเมตร จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 8.2 ใบ ความกว้างใบเฉลี่ย 12.2 เซนติเมตร และ ความยาวใบเฉลี่ย 35 เซนติเมตร บทบาทสำคัญของไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน ซึ่งโปรตีนมีความสำคัญต่อการแบ่งเซลล์และการยืดขยายของเซลล์ พืชต้องการไนโตรเจนประมาณ 2.5% ของน้ำหนักแห้ง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตอย่างปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืช ระยะการเจริญเติบโต และอวัยวะของพืชด้วย อีกกรณีขมิ้นชันเป็นพืชที่มีการสะสมอาหารไว้ในหัวถ้ามีอาหารสะสมมากเพียงพอต่อการเจริญเติบโตอาจไม่จำเป็นต้องมีการให้ปุ๋ยเพิ่มเติม (โสระยา, 2558) สอดคล้องกับพรรณพิมล และคณะ (2550) ศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารหลักและสัดส่วยปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยการใส่ปุ๋ยทั้งหมด 6 กรรมวิธี พบว่าการเจริญเติบโตของขมิ้นชันด้านความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อต้น และขนาดของใบไม่มีความแตกต่างกัน ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวตามวิธีของเกษตรกรทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบน้อยที่สุด เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาอย่างช้า ๆเพราะธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอินทรีย์สารที่ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายเพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปอนินทรีย์สารก่อนที่พืชจะนำไปใช้ได้ โดยทั่วไปพืชได้รับไนโตรเจนทั้งในรูปของไนเตรท ($NO_3^-$) และแอมโมเนียม ($NH_3^+$) จึงต้องอาศัยกระบวนการทำงานของแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินเพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานได้ดีขึ้น

การพัฒนาทางด้านเหง้า พบว่า ทุกกรรมวิธีให้จำนวนหัวแม่ต่อกอและเส้นผ่าศูนย์กลางหัวแม่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหัวแม่ต่อกอเฉลี่ย 3.4 หัว และเส้นผ่าศูนย์กลางหัวแม่เฉลี่ย 4.7 เซนติเมตร ส่วนจำนวนแง่งต่อหัวแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้จำนวนแง่งต่อหัวแม่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.5 แง่ง ส่วนผลผลิตที่ได้หลังเก็บเกี่ยว พบว่าน้ำหนักสดต่อกอ น้ำหนักแห้งต่อกอ และน้ำหนักสดต่อไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 และ 1,253 กก.ต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้น้ำหนักสดต่อกอมากที่สุด คือ 414.3 กรัม และ 355.7 กรัมตามลำดับ ส่งผลมีให้น้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุด คือ 3,800 และ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้น้ำหนักแห้งต่อกอมากที่สุด คือ 71.3 กรัมต่อกอ **(Table 1)**

**Table 1** The average of number mother rhizomes, diameter of mother rhizome, number of fingers of rhizome, rhizome fresh weight, rhizome dry weight and rhizome yield after planting turmeric for 9 months in the Lampang Agricultural Research and Development Center.

| Treatments | No. mother rhizome/ plant | Diameter mother rhizome (cm.) | No. finger rhizome/ plant | Rhizome fresh weight (g/plant) | Rhizome dry weight (g/plant ) | Rhizome yield (kg/rai) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Aerobic compost fertilizer 1,670 kg./rai | 3.5a | 5.0a | 8.0ab | 337.7ab | 56.7b | 3,000ab |
| 2. Aerobic compost fertilizer 1,253 kg./rai | 3.3a | 4.1a | 7.7ab | 355.7a | 58.0b | 3,200a |
| 3. Aerobic compost fertilizer 835 kg./rai | 3.5a | 5.0a | 8.5a | 414.3a | 71.3a | 3,800a |
| 4. Aerobic compost fertilizer 418 kg./rai | 3.7a | 4.5a | 7.2ab | 320.5ab | 54.0b | 2,900ab |
| 5. Compost of farmer 100 kg/rai | 2.8a | 4.7a | 6.9b | 145.0b | 36.6c | 1,300b |
| **Mean** | 3.4 | 4.7 | 7.7 | 314.6 | 55.3 | 2,900 |
| **F-test** | ns | ns | * | * | * | * |
| **CV (%)** | 27 | 21 | 9 | 35 | 11.6 | 35 |

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by LSD (P<0.05)
ns: not significantly different (P>0.05)

เปรียบเทียบปริมาณสารเคอร์คูมินที่ผลิตได้พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 418 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน มีให้ปริมาณมากที่สุด คือ 71,889.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล่าวคือเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศที่มากขึ้นปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้สารเคอร์คูมินในเหง้ามีลดลง สอดคล้องกับ สมมารถ และคณะ (2557) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ของขมิ้นชัน โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน 6 อัตรา พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าของขมิ้นชันมีค่าลดลง โดยการใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงที่สุด 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าของขมิ้นชันต่ำที่สุด โสระยา (2558) กล่าวว่าพืชหัวต้องการโพแทสเซียมประมาณ 2-5 % ของน้ำหนักแห้ง โดยทั่วไปมักมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในสัดส่วนเท่ากับการให้ปุ๋ยไนโตรเจน และเมื่อคำนวณปริมาณสารเคอร์คูมินต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ให้ปริมาณสารเคอร์คูมินต่อไร่มากที่สุด คือ 261.1 กิโลกรัมต่อไร่ **(Table 2)**

**Table 2** The amount of curcumin obtained from different compost fertilizer

| Treatment / curcumin content | 1.Aerobic compost fertilizer 1,670 kg./rai | 2.Aerobic compost fertilizer 1,253 kg./rai | 3.Aerobic compost fertilizer 835 kg./rai | 4.Aerobic compost fertilizer 418 kg./rai | 5.Compost of farmer 100 kg/rai |
|---|---|---|---|---|---|
| curcumin (mg/kg) | 56,891.5 | 56,498.5 | 68,702.7 | 71,889.2 | 57,415.1 |
| Total curcumin (kg/rai) | 170.7 | 179.2 | 261.1 | 208.5 | 74.6 |

Note: Total curcumin (kg/rai) = curcumin (kg) × rhizome yield (kg/rai)

เมื่อนำมาคิดต้นทุนในแต่ละกรรมวิธี พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักตามวิธีเกษตรกร มีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด คือ 10,500 บาทต่อไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 1,670 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน มีต้นทุนการผลิตมากที่สุด คือ 20,339 บาทต่อไร่ เมื่อจำหน่ายแบบหัวสดราคากิโลกรัมละ 22 บาท พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วันมีรายได้มากที่สุด คือ 83,600 บาทต่อไร่ ส่งผลให้มีรายได้สุทธิมากที่สุด คือ 68,428 บาท/ไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักตามวิธีของเกษตรกรในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้น้อยที่สุด คือ 28,600 บาทต่อไร่ ทำให้มีรายได้สุทธิน้อยที่สุด คือ 18,100 บาทต่อไร่ การคิดค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) พบว่า สัดส่วนการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศในทุกกรรมวิธีมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ามีรายได้มากกว่ารายจ่าย โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กก.ต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน มีค่า BCR มากที่สุด คือ 5.5 ส่งผลให้มีกำไรในการผลิตมากที่สุด ผลผลิตที่ได้คุ้มค่าทางเศรษฐกิจต่อการลงทุน **(Table 3)**

**Table 3** The average Cost, Income, Net Return and BCR of different proportions of compost fertilizer.

| Treatments | Cost (baht/rai) | Income (baht/rai) | Net Return (baht/rai) | BCR |
|---|---|---|---|---|
| 1. Aerobic compost fertilizer 1,670 kg./rai | 20,339 | 66,000 | 45,661 | 3.2 |
| 2. Aerobic compost fertilizer 1,253 kg./rai | 17,846 | 70,400 | 52,554 | 3.9 |
| 3. Aerobic compost fertilizer 835 kg./rai | 15,172 | 83,600 | 68,428 | 5.5 |
| 4. Aerobic compost fertilizer 418 kg./rai | 12,583 | 63,800 | 51,217 | 5.1 |
| 5. Compost of farmer 100 kg/rai | 10,500 | 28,600 | 18,100 | 2.7 |

**สรุป**

การใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตรา 835 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุด คือ 3,800 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ปริมาณสารเคอร์คูมินสูง ส่งผลให้มีรายได้สุทธิมากที่สุด

**คำขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปางที่อนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัย ข้าราชการและลูกจ้างของกรมวิชาการเกษตรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงาน

**เอกสารอ้างอิง**

กรมวิชาการเกษตร. 2558. การพัฒนาระบบเติมอากาศในการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อการผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2564. ปุ๋ยชีวภาพ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ กรุงเทพฯ.

ชูชีวิน กาญจนถาวรวิบูล, เชาวลิต มณฑล และหทัยรัตน์ อุไรรงค์. 2564. ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าขมิ้นชันที่ปลูกด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี. แหล่งข้อมูล: https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nationalsci2021/1972_20210511142034.pdf. ค้นเมื่อ 14 กันยายน 2566

พนารัช ปรีดากรณ์ และเติมธรรม สิทธิเลิศ. 2564. ยุทธศาสตร์การวิจัยขมิ้นชัน. แหล่งข้อมูล: https://so06.tci-thaijo.org/index.php/apheit-ss/article/download/247053/168844/888680 ค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2566.

พรรณพิมล สุริยะพรหมชัยฒ, รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, สุภาภรณ์ สาชาติ และเสรี ทรงศักดิ์. 2550. ศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารหลักและชนิดปุ๋ยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและสารสำคัญในผลผลิตขมิ้นชัน. ใน รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2549-2550 ศูนย์วิจัยพืชสวนแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 55-65.

ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์. 2558. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ. แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/research/attachment.php.aid=2152 ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2566.

สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และสมยศ เดชาภิรัตนมงคล. 2557. ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารเคอร์คูมินอยด์ของขมิ้นชัน. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1 : 458-464.

โสระยา ร่วมรังษี. 2558. สรีรวิทยาไม้ดอกประเภทหัว. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# การประเมินสารพฤกษเคมีและกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในผลเล็บเหยี่ยว

# Assessment of phytochemical contents and antioxidant activity of Wild Jujube (*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill.) fruits

**จริยา โชคเจริญรัตนะ[1], ปัญจภรณ์ ทัดพิชญางกูร พรหมโชติ[2,3], สาธิต พสุวิทยกุล[1], บุษบา บัวคำ[1] และ ทินน์ พรหมโชติ[1,3*]**

**Jariya Chokcharoenrattana[1], Panchaporn Tadpitchayangkul Promchote[2,3], Satit Pasuwithayakool[1], Budsaba Buakum[1] and Thin Promchot[1,3*]**

[1] *ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190*
[1] *Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand.*
[2] *ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190*
[2] *Department of Agro-industry, Faculty of Agriculture, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand.*
[3] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารพื้นบ้าน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ. วารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190*
[3] *Indigenous Food Research and Industrial Development Center (IFRIDC), Faculty of Agriculture, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand*

**บทคัดย่อ:** เล็บเหยี่ยว (*Ziziphus oenoplia*) (L.) Mill. เป็นไม้ผลพื้นเมืองชนิดหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยที่อุดมด้วยสารพฤกษเคมี งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพผลและปริมาณสารพฤกษเคมีของผลเล็บเหยี่ยวในระยะผลดิบ (อายุ 50 วันหลังดอกบาน) และระยะผลสุก (อายุ 60 วันหลังดอกบาน) โดยสุ่มเลือกต้นเล็บเหยี่ยวจำนวน 5 ต้น จากนั้นสุ่มเลือกผลในระยะผลดิบและผลสุกระยะละ 20 ผล/ต้น ทำการบันทึกลักษณะทางเคมีและสารพฤกษเคมี ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid; TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable Acidity; TA) ปริมาณวิตามินซี (Vitamin C content; VC) ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (Total Carotenoid Content; TCC) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin Content; TAC) ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (Total Phenolic Content; TPC) และกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) นำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการทดลองพบว่าผลสุกพบปริมาณ TSS (28.12 องศาบริกซ์) สูงกว่าผลดิบ (9.78 องศาบริกซ์) ขณะที่ปริมาณ TA ปริมาณ VC ปริมาณ TCC ปริมาณ TAC และปริมาณ TPC ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างผลดิบและผลสุก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.00-1.39% 7.44-7.88 มิลลิกรัมกรดแอสคอบิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด 4640.47-4666.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด 4653.63-4705.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และ 613.59-626.94 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ABTS ที่พบว่าระยะผลดิบและผลสุกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 769.42-788.95 มิลลิกรัมโทร็อกซ์ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการรับประทานผลเล็บเหยี่ยวทั้งผลดิบและผลสุกจะได้รับสารพฤกษเคมีในปริมาณไม่แตกต่างกันและยังมีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระเหมือนกันอีกด้วย

**คำสำคัญ:** ไม้ผลพื้นเมือง; สารทุติยภูมิ; ผลไม้

**ABSTRACT:** Wild jujube (*Ziziphus oenoplia*) (L.) Mill. is an indigenous fruit of North-eastern Thailand which rich of phytochemical contents. The purpose of this research was to compare the fruit qualities and phytochemical contents of the wild jujube at the unripe fruit stage (green fruit) and the ripe fruit (purple fruit). Five plants were randomly selected and then 20 fruits were collected at unripe and ripe stages/plant. Then the chemical and phytochemical contents were analyzed as follows; Total Soluble Solid (TSS), Titratable Acidity (TA), Vitamin C content (VC), Total Carotenoid content (TCC), Total Anthocyanin content (TAC), Total Phenolic content (TPC) and antioxidant activity using the ABTS method. The data was analyzed by t-test with 95% confidence level. The results showed that the ripe fruit had a higher content of TSS (28.12 °Brix) than the unripe fruit (9.78°Brix). While the TA, VC, TCC, TAC, and TPC contents of the unripe and ripe fruits were no statistical difference. They were 1.00-1.39%, 7.44-7.88 mg ascorbic acid per 100 g fresh weight, 4640.47-4666.03 mg per 100 g fresh weight, 4653.63-4705.55 mg per 100 g fresh weight and 613.59-626.94 mg equivalent gallic acid per 100 g fresh weight, respectively. This research

* Corresponding author: thin.p@ubu.ac.th

finding indicated that the wild jujube at the unripe and ripe fruit stage gave equal amounts of phytochemical contents and antioxidant activity.
**Keywords:** indigenous fruit crops; secondary metabolite; fruits

**บทนำ**

เล็บเหยี่ยวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ziziphus oenoplia* (L.) Mill. มีถิ่นกำเนิดบริเวณเอเชียใต้ ได้แก่ ประเทศอินเดีย ศรีลังกา (Khare, 2007) สำหรับประเทศไทยพบมากในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ออกดอกและติดผลในฤดูหนาว ผลมีลักษณะกลม ผลดิบสีเขียว เมื่อสุกจะมีสีดำ ภายในมี 1 เมล็ด รสชาติหวาน เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีคุณสมบัติด้านสมุนไพร เมธินี (2549) กล่าวว่า รากและเปลือก สามารถขับระดูขาว ขับปัสสาวะ แก้มดลูกพิการ แก้ฝี เบาหวาน เสมหะ และทำให้ชุ่มคอ อรอุษา (2554) พบว่า เล็บเหยี่ยวมีเนื้อผลสีม่วงเข้มจนถึงดำ อุดมด้วยสารแอนโทไซยานินอันเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติส่งเสริมสุขภาพผู้บริโภคให้ห่างไกลจากความเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคความดันโลหิต โรคเบาหวาน และโรคหัวใจ เป็นต้น ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษาปริมาณสารพฤกษเคมีของผลเล็บเหยี่ยวในประเทศไทย การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณสารพฤกษเคมีและกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของผลเล็บเหยี่ยวเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

**วิธีการศึกษา**

สุ่มเลือกต้นเล็บเหยี่ยวจำนวน 5 ต้น ณ บ้านหินกอง ต.ป่ามะนาว อ.บ้านฝาง จ.ขอนแก่น จากนั้นสุ่มเลือกดอกในระยะดอกบานจำนวน 40 ดอก/ต้น เมื่อผลแก่จึงทำการเก็บเกี่ยวแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะผลดิบ (อายุ 50 วันหลังดอกบาน จำนวน 20 ผล/ต้น) และระยะผลสุก (อายุ 60 วันหลังดอกบาน จำนวน 20 ผล/ต้น) นำผลที่เก็บเกี่ยวได้มาสกัดน้ำคั้น โดยการสุ่มผลรวมจาก 4 ผล/ตัวอย่าง น้ำหนัก 5 กรัม ผสมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบดละเอียดด้วยเครื่อง homogenizer ที่ 11,000 rpm นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ดูดน้ำสกัดส่วนบนใส่หลอดทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี สารพฤกษเคมีและกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้ 1) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ด้วย hand refractometer มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ 2) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) น้ำคั้น 5 มิลลิลิตร หยด 1% ฟีนอฟทาลีน จำนวน 1-2 หยด นำไปไตเตรทด้วย 0.1N NaOH จนถึงจุดยุติ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร ปริมาณกรด = (((0.1N x ปริมาตร NaOH x 0.064))/ปริมาตรน้ำคั้น) x 100 มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ 3) ปริมาณวิตามินซี (Vitamin C content; VC) ประเมินปริมาณตามวิธีการของ AOAC (1996) โดยใช้น้ำสกัดหรือสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอบิก (ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติม Metaphosphoric acid ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทด้วย 2,6-dichloroindophenol จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูจึงหยุดไตเตรท บันทึกปริมาณ 2,6-dichloroindophenol นำมาคำนวณตามสูตร ดังนี้ มิลลิกรัมกรดแอสคอบิก/มิลลิลิตร = (X-B) x (F/E) x (V/Y) กำหนดให้ X คือ มิลลิลิตรเฉลี่ยของสารตัวอย่างที่ไตเตรทได้ B คือ มิลลิลิตรเฉลี่ยของ Blank ที่ไตเตรทได้ F คือ มิลลิกรัม equivalent ของกรดแอสคอบิก E คือ ปริมาตรน้ำคั้นที่ใช้ (มิลลิลิตร) V คือ ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ใช้ และ Y คือ ปริมาณสารละลายที่ใช้ไตเตรทจริง 4) ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (Total Carotenoid content; TCC) ประเมินปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดตามวิธีการของ Talcott and Howard (1999) โดยการนำสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 452 นาโนเมตร อ่านค่าที่ได้ นำมาคำนวณตามสูตร ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด = ((3.856 x ค่าการดูดกลืนแสง)/น้ำหนักตัวอย่าง) x 100 มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด 5) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin content; TAC) ทำการประเมินปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดตามวิธีการของ Raganna (1977) โดยการนำสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร บันทึกค่าที่อ่านได้ แล้วนำมาคำนวณตามสูตร total absorbance = ((ค่าการดูดกลืนแสง x ปริมาตรสุดท้าย)/น้ำหนักตัวอย่าง) x 100) แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดตามสูตร total anthocyanin = total absorbance/98.2 มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด 6) ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด (Total Phenolic content; TPC) ประเมินปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดตามวิธีการของ Folin-Ciocalteu ด้วยการนำสารสกัดที่ได้ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 2,400 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Follin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้น 0.25 N ปริมาตร 150 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 3 นาที เติม $Na_2CO_3$ ปริมาตร 300 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดเป็นเวลา 60 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของแต่ละตัวอย่างคำนวณเปรียบเทียบกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Thaipong et al., 2006) และ 7) กิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) ประเมินกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำสกัดผลเล็บเหยี่ยวปริมาตร 10 ไมโครลิตร เติมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 mM ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร คำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโทล๊อกซ์ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมโทล๊อกซ์ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Thaipong et al., 2006) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

จากการประเมินปริมาณสารพฤกษเคมีและกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของผลเล็บเหยี่ยว พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างผลดิบและผลสุก **(Table 1)** ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อผลไม้เกิดกระบวนการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงแป้งภายในผลให้กลายเป็นน้ำตาลหรือสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำได้ จึงทำให้มีค่าดังกล่าวสูงกว่าผลดิบ (จริงแท้, 2546) ขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างผลดิบและผลสุก **(Table 1)** แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้บริโภครับประทานผลเล็บเหยี่ยวทั้งระยะผลดิบและผลสุกจะได้รับปริมาณสารพฤกษเคมีเหล่านี้เท่าๆ กัน อย่างไรก็ตามลักษณะทางเคมีที่กล่าวมาอาจส่งผลต่อรสชาติในการรับประทาน จากผลการทดลองจะเห็นว่า ผลเล็บเหยี่ยวในระยะผลสุกจะมีรสชาติดีกว่าผลดิบเนื่องจากพบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าเดิมถึงสามเท่า ขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อผลเกิดกระบวนการสุก จึงทำให้อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีค่าสูงขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงรสชาติในการรับประทานที่ดีขึ้นด้วย นอกจากนี้จากผลการทดลองยังพบว่ากิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของผลดิบและผลสุกของเล็บเหยี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าหากผู้บริโภครับประทานผลดิบหรือผลสุกก็สามารถได้รับฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระเท่าๆ กัน

**Table 1** Mean of phytochemical content and antioxidant activities of wild jujube at unripe and ripe fruit stage (n = 25)

| Traits[1/] | Unripe fruits | Ripe fruits | t-test |
|---|---|---|---|
| TSS (°Brix) | 9.78±0.33 | 28.12±0.62 | <0.0001 |
| TA (%) | 1.39±0.17 | 1.00±0.12 | 0.0674 |
| VC (mg ascorbic acid/100 g fresh weight) | 7.44±0.82 | 7.88±1.00 | 0.7334 |
| TCC (mg/100 g fresh weight) | 4666.03±43.02 | 4640.47±34.31 | 0.6455 |
| TAC (mg/100 g fresh weight) | 4705.55±26.80 | 4653.63±36.64 | 0.2559 |
| TPC (mg equivalent gallic acid/ 100 g fresh weight) | 626.94±42.75 | 613.59±37.46 | 0.8147 |
| Antioxidant activities (mg Trolox/100 g fresh weight) | 788.95±4.39 | 769.42±12.87 | 0.1616 |

[1/]TSS is Total Soluble Solid, TA is Titratable Acidity, VC is Vitamin C Content, TCC is Total Carotenoid Content, TAC is Total Anthocyanin Content, and TPC is Total Phenolic Content

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณสารพฤกษเคมีที่พบในผลเล็บเหยี่ยวของไทย พบว่า ผลเล็บเหยี่ยวของไทยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงกว่าผลเล็บเหยี่ยวจากประเทศอินเดีย มีค่าเท่ากับ 6.15-14 องศาบริกซ์ 21.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และ 256.20 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (Mahapatra et al., 2012; Meena et al., 2023) ในทางตรงกันข้ามจากผลการทดลองยังพบว่าผลเล็บเหยี่ยวของประเทศอินเดียมีค่าปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลเล็บเหยี่ยวของไทย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 17.65-58.59 มิลลิกรัมกรดแอสคอบิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Mahapatra et al, 2012; Meena et al., 2023) นอกจากนี้ยังพบว่าผลเล็บเหยี่ยวของไทยมีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดสูงกว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พันธุ์มหาชนก และพันธุ์แก้ว โดยมีค่าเท่ากับ 569.65 523.05 และ 227.12 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (กฤษณ์, 2561) และมีค่าสูงกว่าตะขบป่าของไทยที่พบปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดเพียง 30.44 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (พัทวัฒน์ และคณะ, 2564) ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดว่าผลเล็บเหยี่ยวมีอัตราการหายใจสูงขึ้นเมื่อเกิดกระบวนการสุกหรือไม่ (climacteric fruits) แต่จากการทดลองเห็นได้ว่าผลเล็บเหยี่ยวมีการสะสมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อผลสุก สำหรับผลเล็บเหยี่ยวแนะนำให้เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 60 วันหลังดอกบาน (ระยะผลสุก) เนื่องจากมีรสชาติอร่อยและได้รับปริมาณสารพฤกษเคมีและกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกันระยะผลดิบ ข้อมูลเบื้องต้นจากการค้นพบครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการผลิต การเก็บเกี่ยว การบริโภค และการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

**สรุป**

ผลเล็บเหยี่ยวเป็นผลไม้พื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีปริมาณสารพฤกษเคมีและยังพบกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย จากการศึกษาระยะผลดิบและผลสุก พบว่า ปริมาณสารพฤกษเคมีและการต้านอนุมูลอิสระของทั้ง 2 ระยะไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่พบว่า ผลสุกจะมีค่าสูงกว่าผลดิบ จึงแนะนำให้รับประทานระยะผลสุกจะได้รสชาติที่อร่อยกว่าและยังอุดมด้วยปริมาณสารพฤกษเคมีและฤทธิ์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างจากในระยะผลดิบ

**คำขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารพื้นบ้าน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนเครื่องมือวิทยาศาสตร์

**เอกสารอ้างอิง**

กฤษณ์ สงวนพวก. 2561. กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณเบต้าแคโรทีน ไลโคพีน และฟลาโวนอยด์ของมะม่วงรับประทานดิบสายพันธุ์พื้นบ้านในประเทศไทยหลังการเก็บเกี่ยว. วาสารวิจัยราชมงคลกรุงเทพ. 13: 68-81.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัทวัฒน์ สีขาว, เรณุกา เชื้อบุญมี, ปณิธาน สุระยศ, สาธิต ฉัตรพันธุ์ และนฤมล เถื่อนกูล. 2564. การประเมินสารพฤกษเคมีเบื้องต้น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านจุลชีพจากสารสกัดเอทานอลของผลตะขบป่า. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 19: 124-136.

เมธินี ตาฬุมาศสวัสดิ์. 2549. พรรณไม้ห้วยทราย จังหวัดเพชรบุรี. สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ.

อรอุษา เชาวนลิขิต. 2554. การสกัดและวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 3: 26-36.

AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. 16th Edition. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.

Khare, C.P. 2007. Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary. Springer. Germany

Ranganna, S. 1977. Plant pigments. P. 72-93. In: S. Ranganna. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd. New Delhi.

Mahapatra, A.K., S. Mishra, U.C. Basak, and P.C. Panda. 2012. Nutrient analysis of some selected wild edible fruits of deciduous forests of India: an explorative study towards non conventional bio-nutrition. Advance Journal of Food Science and Technology. 4: 15-21.

Meena, V.S., K. Singh, N. Shekhawat, R. Bhardwaj, H. Lal, K. Rani, V. Gupta, A. Kumar, A. Singh, J.S. Gora, and P. Kumar. 2023. Assessment of genetic variability for fruit nutritional composition in the ex-situ collection of jujube ( *Ziziphus* spp. ) genotypes of arid regions of India. Horticulturae 9: 210. https://doi.org/10.3390/horticulturae9020210.

Talcott, S.T., and L.R. Howard. 1999. Chemical and sensory quality of processed carrot puree as influenced by stress-induced phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 1362-1366.

Thaipong, K., U. Boonprakob, K. Crosby, L. Cisneros-Zevallos, and D.H. Byrne. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis. 19: 669-675.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL KAJ

# ผลของ BA (benzyladenine) ร่วมกับ IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ที่มีต่อการเจริญยอดของมันเทศพันธุ์ "เหลืองสายน้ำผึ้งอินโด" ในสภาพปลอดเชื้อ

# Effects of BA (benzyladenine) combination with IAA (indole-3-acetic) from purple non-sulfur photosynthetic bacteria extract on shoot growth of sweet potato "Luang Sai Nam-Phuong Indo" *in vitro*

**ปาริฉัตร กลีบเนตร[1*], เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1], ธนาวุฒิ พรหมบัญชาชัย[2], ศิริพรรณ สารินทร์[3], พิทักษ์ พุทธวรชัย [1,4] และ อภิชาติ ชิดบุรี[1,4]**

Parichat Gleepnet[1*], Piengpim Chidburee[1], Thanawut Prombunchachai[2], Siripun Sarin[3], Pitak Puttawanchai[1,4] and Aphichat Chidburee[1,4]

*[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคนล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*

*[1]Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*

*[2]ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 65000*

*[2]Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Midical Scicence, University, Phayao, Phayao Province, 65000, Thailand.*

*[3]ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000*

*[3]Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Midical Scicence, Naresuan University, Phitsanulok Province, 65000, Thailand.*

*[4]สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*

*[4]gricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ BA (benzyladenine) ร่วมกับ IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) ต่อการเจริญและพัฒนายอดของมันเทศพันธุ์เหลืองสายน้ำผึ้งอินโดในสภาพปลอดเชื้อ โดยศึกษา BA ที่ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2 มก./ล. ร่วมกับ IAA (PNSB) ความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 มก./ล. เปรียบเทียบกับอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomize Design; CRD) 7 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนชิ้นส่วนที่เกิดยอด จำนวนยอดต่อชิ้น ความสูงยอด และจำนวนใบไม่ต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ชิ้นส่วนความยาวรากมากที่สุดเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. ร่วมกับ IAA (PNSB) ความเข้มข้น 0.1 มก./ล. เช่นเดียวกับในชุดควบคุม (0.59±0.03 และ 0.74±0.08 ซม.)

**คำสำคัญ:** มันเทศ; ในสภาพปลอดเชื้อ

**Abstract**: This study aimed to investigate the effects of BA (benzyl adenine) combined with IAA (Indole-3-acetic) from extracts of purple non-sulfur photosynthetic bacteria (PNSB; Purple non-sulfur photosynthetic bacteria) on growth and development of sweet potato "Luang Sai Nam-Phuong Indo" *in vitro*. The concentrations of 0.5, 1, and 2 mg/l of BA combination with 0.1 and 0.3 mg/l of IAA (PNSB) were compared with the control in MS semi-solid medium. Factor in Completely Randomize Design (CRD) was used for 7 treatments with 10 replicates for culture 4 weeks. The result showed that the medium supplemented with 0.5 mg/l of BA and 0.1 and 0.3 mg/l of IAA (PNSB) had the highest number of nodes per explant (1.83±0.31 and 1.60±0.25 nodes per explant, respectively) that were not different from the undoped control. In addition, root length was the greatest when cultured on medium added with 2 mg/l BA plus 0.1 mg/l IAA (PNSB), as in control (0.59±0.03 and 0.74±0.08 cm)

**Keywords:** sweet potato; *in vitro*

[*] Corresponding author: Parichat_gl65@live.rmutl.ac.th

**บทนำ**

มันเทศมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* (L.) Lam. อยู่ในวงศ์ผักบุ้ง Convolvulaceae เป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 7 ของโลก โดยประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันเทศ 23,717 ไร่ ผลผลิต 27,654 ตัน กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2555-2558 มีการนำเข้ามันเทศในรูปแบบต่างๆ มากขึ้นทุกปี โดยมีมูลค่าเพิ่มจาก 251.67 ล้านบาท เป็น 396.35 ล้านบาท จากข้อมูลในปี 2558 มีการนำเข้าจากประเทศลาวมากที่สุด มูลค่ามากกว่า 200ล้านบาท รองลงมาคือ เวียดนาม มูลค่า 126.87 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2559) จากข้อมูลการนำเข้า-ส่งออก จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินจากการนำเข้ามันเทศสูงมากในแต่ละปี ดังนั้น จึงนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการขยายพันธุ์มันเทศเพื่อให้ได้ต้น จำนวนมากในระยะเวลาอันรวดเร็วและยังคงคุณลักษณะที่ดีไว้ได้ สำหรับนำไปปลูกและขยายพันธุ์ในแปลง เพื่อศึกษาวิจัยและขยายพันธุ์ต่อไป (ธราธร และคณะ, 2559) จึงได้นำเอาวิธีการการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ในปริมาณมาก ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แก่ กลุ่มไซโตไคนิน (cytokinin) เช่น BA (6-benzyladenine) เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช กระตุ้นการเกิดยอด โดยพัชราวดี และคณะ (2554) ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเทศ พบว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณยอดมันเทศ คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 และ 2 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุด 3 และ 3.1 ยอด มีความยาวยอดเฉลี่ย 0.17 และ 0.16 ซม. และกลุ่มออกซิน (auxin) เช่น IAA (indole-3-acetic) ที่ได้จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) เป็นแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งที่ใช้แสงเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน กระตุ้นรากพืช ควบคุมการแบ่งตัวและยืดตัวของเซลล์ และควบคุมการเจริญส่วนยอด ผลิตฮอร์โมนพืชใช้สำหรับการเกษตร เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร ลดการทำลายสิ่งแวดล้อม (Laurence and Yun-Yang, 2022) สุคีตา และคณะ (2556) รายงานว่าแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์สามารถผลิตสารที่ช่วยกระตุ้นการเจริญของรากข้าวได้ จึงได้นำมาใช้ร่วมกับวิธีการการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเทศพันธุ์เหลืองสายน้ำผึ้งอินโด

**วิธีการศึกษา**

<u>การเตรียมชิ้นส่วนพืชทดลอง</u> ใช้ชิ้นส่วนข้อของมันเทศพันธุ์เหลืองสายน้ำผึ้งอินโด ที่ได้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยมีแหล่งพันธุ์จากแปลงเกษตรกรสวนมันตึงดี 113 หมู่ 11 ตำบลเมืองยาว อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

<u>การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ</u> ใช้อาหารกึ่งแข็งสูตร MS โดยเติมน้ำตาลร้อยละ 3 ร่วมกับ gellan gum ร้อยละ 0.3 และเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในแต่ละการทดลอง ปรับความเป็นกรดด่าง 5.7 แล้วนำไปผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันแบบอัตโนมัติ (Autoclave sterilizer) ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตร.ม. อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

<u>วิธีการทดลอง</u> ศึกษาระดับความเข้มข้นของ BA 3 ระดับ คือ 0.5, 1 และ 2 มก./ล. ร่วมกับ และ IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) 2 ระดับ คือ 0.1 และ 0.3 มก./ล เปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสาร (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in completely randomize design; CRD) 7 กรรมวิธีๆ ละ 10 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 ชิ้นส่วน) ใช้ชิ้นส่วนข้อของมันเทศพันธุ์เหลืองน้ำผึ้งสายอินโดนีเซีย ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารสูตร MS ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ตัดให้มีขนาดความยาว 0.5 ซม. แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหารในแต่ละกรรมวิธี ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และบันทึกข้อมูลร้อยละการรอดชีวิต ร้อยละการเกิดยอด จำนวนยอด ความสูงยอด (ซม.) จำนวนใบต่อชิ้นส่วน จำนวนข้อต่อชิ้นส่วน ร้อยละการเกิดราก จำนวนราก ความยาวราก (ซม.) น้ำหนักสดของชิ้นส่วน (ก.) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรม Minitab22

**ผลการศึกษา**

จากการทดลอง พบว่า ร้อยละการรอดชีวิตที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วงร้อยละ 10±10.00 – 50.00±16.70 ส่วนร้อยละของการเกิดยอดไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 50.00±16.70 - 80.00±13.30 จำนวนยอดไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 1.13±0.13 - 1.83±0.31 ยอดต่อชิ้นส่วน ความสูงไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 0.78±0.54 - 1.19±1.23 ซม. จำนวนใบไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 2.17±0.48 - 4.17±1.14 ใบต่อชิ้นส่วน แต่จำนวนข้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงบนอาหารชุดควบคุม มีจำนวนข้อมากที่สุด 2.29±0.47 ข้อต่อชิ้นส่วน **(Table 1)** ในส่วนของร้อยละการเกิดรากไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 20.00±13.30 – 70.00±15.30 และจำนวนรากไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 1.33±0.21 – 3.00±0.54 รากต่อชิ้นส่วน แต่ในส่วนของความยาวรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงบนอาหารชุดควบคุม มีความยาวรากมากที่สุด 0.74±0.85 ซม. และน้ำหนักสดของชิ้นส่วนไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 0.0620±0.0020 – 0.0900±0.0135 ก. **(Table 2) (Figure 1)**

**Table 1** Growth and development of sweet potato var. 'Lueang Sai Nam-phueng indo' explant in MS medium add combination with BA and IAA (indole-3-acetic) (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) at different concentrations about 4 weeks after culture

| BA (mg/l) | PNSB (mg/l) | Percentage of explants survive | Percentage of Shoot | Number Shoot per plant | Hight of shoot (cm) | Number leaves per explant | Number of node per explant |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 (Control) | | 30.00±15.30$^{ns}$ | 60.00±16.30$^{ns}$ | 1.29±0.29$^{ns}$ | 0.95±0.58$^{ns}$ | 3.40±0.60$^{ns}$ | 2.29±0.47a$^{**}$ |
| 0.5 | 0.1 | 40.00±16.30 | 60.00±16.30 | 1.83±0.31 | 0.84±0.67 | 4.17±1.14 | 1.83±0.31ab |
| 0.5 | 0.3 | 50.00±16.70 | 50.00±16.70 | 1.20±0.20 | 0.78±0.54 | 2.20±0.37 | 1.60±0.25abc |
| 1 | 0.1 | 30.00±15.30 | 60.00±16.30 | 1.50±0.34 | 0.88±1.12 | 4.00±1.47 | 1.17±0.17bc |
| 1 | 0.3 | 10.00±10.00 | 80.00±13.30 | 1.13±0.13 | 0.99±0.98 | 3.00±1.002 | 1.00±0.00c |
| 2 | 0.1 | 50.00±16.70 | 50.00±16.70 | 1.20±0.20 | 1.01±0.81 | 2.40±0.51 | 1.00±0.00c |
| 2 | 0.3 | 30.00±15.30 | 70.00±15.30 | 1.43±0.31 | 1.19±1.23 | 2.17±0.48 | 1.00±0.00c |

ns= not significantly. Mean±S.E., n= 10

**Values with same letters in column are not significantly different at $p \leq 0.05$, Mean±S.E., n=10.

**Table 2** Growth and development of sweet potato var. 'Lueang Sai Nam-phueng indo' explant in MS medium add combination with BA and IAA (indole-3-acetic) (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) at different concentrations about 4 weeks after culture

| BA (mg/l) | PNSB (mg/l) | Percentage of rooting | Number roots per explant | Root length (cm) | fresh weight of explant (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 (Control) | | 70.00±15.30$^{ns}$ | 3.00±0.54$^{ns}$ | 0.74±0.85a$^{**}$ | 0.0663±0.0118$^{ns}$ |
| 0.5 | 0.1 | 60.00±16.30 | 2.00±0.37 | 0.41±0.62bc | 0.1017±0.0105 |
| 0.5 | 0.3 | 20.00±13.30 | 1.50±0.50 | 0.33±0.50bc | 0.0620±0.0020 |
| 1 | 0.1 | 40.00±16.30 | 2.00±0.41 | 0.28±0.11c | 0.1233±0.0286 |
| 1 | 0.3 | 60.00±16.30 | 1.33±0.21 | 0.28±0.36c | 0.0700±0.0104 |
| 2 | 0.1 | 20.00±13.30 | 2.50±0.50 | 0.59±3.07ab | 0.0840±0.0211 |
| 2 | 0.3 | 50.00±16.70 | 2.40±0.93 | 0.37±0.68bc | 0.0900±0.0135 |

ns= not significantly. Mean±S.E., n= 10

**Values with same letters in column are not significantly different at $p \leq 0.05$, Mean±S.E., n=10.

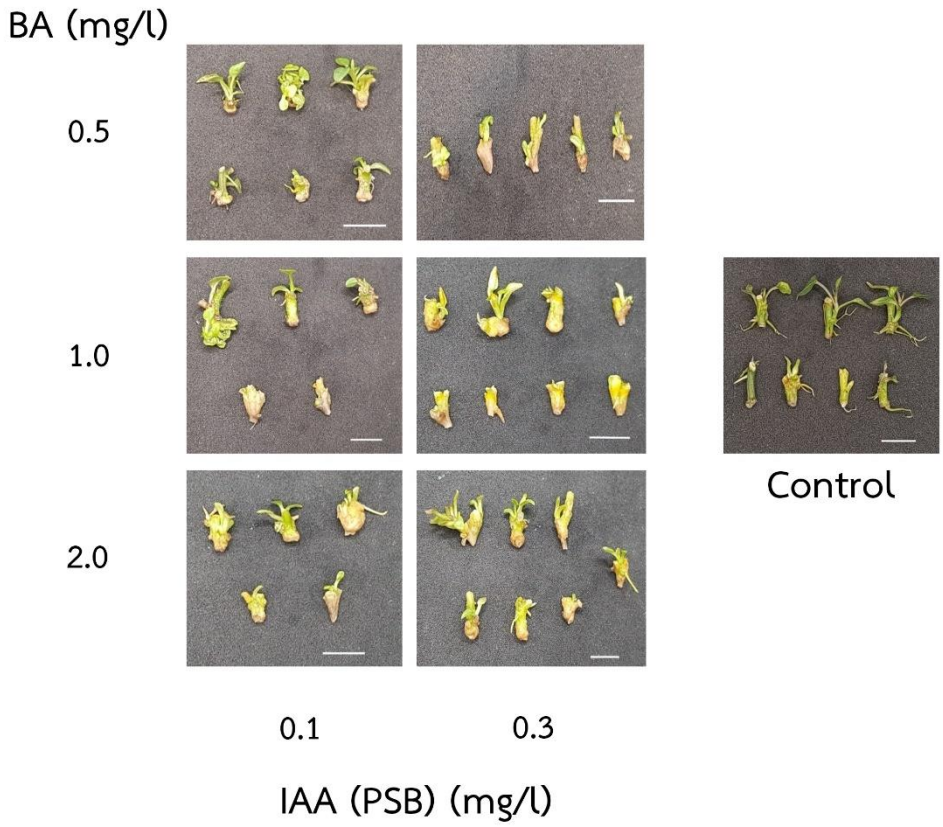



**Figure 1** Growth and development of sweet potato var. 'Lueang Sai Nam-phueng indo' explant in MS medium add combination with BA and IAA (indole-3-acetic) (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) at different concentrations about four weeks after culture, bar= 1 cm.

**วิจารณ์**

จากการศึกษาผลของ BA ร่วมกับ IAA จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) ต่อการเจริญและพัฒนายอดของมันเทศพันธุ์เหลืองสายน้ำผึ้งอินโดในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติม BA (benzyladenine) และ IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) มีจำนวนข้อมากที่สุด และมีความยาวรากมากที่สุด เนื่องด้วยชิ้นส่วนปลายยอดของชิ้นส่วนมีการสร้างออกซินในการเจริญเติบโตของพืช สามารถพัฒนายอดและรากได้แม้ไม่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโต (Somaya et al., 1998) อย่างไรก็ตามพืชแต่ละสายพันธุ์จะตอบสนองต่อชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (Mutsumoto and Kuehnle, 1997)

**สรุป**

จากผลการศึกษาพบว่า ชิ้นส่วนมันเทศที่เลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติม BA และ IAA (indole-3-acetic) จากสารสกัดแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมซัลเฟอร์ (PNSB; purple non-sulfur photosynthetic bacteria) (ชุดควบคุม) มีจำนวนข้อและจำนวนรากต่อชิ้นส่วนมากที่สุด

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสวนมันตึงดี จังหวัดลำปางที่ได้ให้ความอนุเคราะห์พืชทดลอง และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือ ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดำเนินการครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

กรมศุลกากร. 2559. สถิติการนำเข้าส่งออก. แหล่งที่มา: http://internet1.customs.go.th/ext/Statistic/StatisticIndex2550.jsp, ค้นเมื่อ 12 มิถุนายน 2566.

ธราธร ทีรฆฐิต, อรนุช ลีลาพร และยินดี ชาญวิวัฒนา, 2559. คู่มือส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพืช “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ” พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 56 น.

พัชราวดี วัฒนวิกย์กิจ, วราพร วีระพลากร, พนิดา วงษ์แหวน และยุพา มงคลสุข. 2544. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเทศ. P 383-390. ในรายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้ง 39 วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สุคีตา ภัยพิทักษ์, จิตนาถ วงศ์ชวลิต และมาลี ศรีสตสุข. 2556. การกระตุ้นการเจริญของรากพืชโดยแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมกำมะถัน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 44 (2) 147-157.

Dolinski, R., and A. Olek. 2013. Micropropagation of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) from node explants. Acta, Sci. Pol., Hortorum Cultus. 12(4): 117-127.

Laurence Shiva Sundar and Yun-Yang Chao. 2022. Potential of Purple Non-Sulfur Bacteria in Sustainably Enhancing the Agronomic and Physiological Performances of Rice. 12 (10), 2347

Mutsumoto, T.K., and Kuehnle, A.R. 1997. Micro propagation of anthurium. In Biotechnology in Agriculture and Forestry (ed. Y.P.S. Bajaj). Heidelberg: springer Verlag. 40: 14-28

Somaya, KU., P. Narayanaswamy, and KV. Jayaprasad. 1998. Micropropagation studies in *Anthurium andraeanum* Lind. Karnataka Journal of Agricultural Science, 11: 466- 470.

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL OF KAJ

# ผลของความเข้มข้น BA (N6-Benzyladenine) ร่วมกับ NAA (α-Naphthalene acetic acid) ต่อการเจริญและพัฒนาของกระบองเพชรในสภาพปลอดเชื้อ

# Effects of BA (N6-Benzyladenine) with NAA (α-Naphthalene acetic acid) concentrations on growth and development of *in vitro* cactus

**ปาริฉัตร กลีบเนตร[1], เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1*], พิทักษ์ พุทธวรชัย[1,2] และ อภิชาติ ชิดบุรี[1,2]**

Parichat Gleepnet[1], Piengpim Chidburee[1*], Pitak Puttawanchai[1,2] and Aphichat Chidburee[1,2]

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*

[1] *Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*

[2] *สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*

[2] *Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ BA (N6-Benzyladenine) ร่วมกับ NAA (□-Naphthalene acetic acid) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อกระบองเพชรลูกผสมสกุล *Astrophytum myriostigma* kikko cv. *Red* ที่เลี้ยงบนอาหาร สูตร Murashige and Skoog (MS) โดยมี 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของ BA (0.5, 1.0 และ 2.0 มก./ล.) และความเข้มข้นของ NAA (0.25, 0.50 และ 1.0 มก./ล.) เปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (ชุดควบคุม: control) วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomized Design) หลังเพาะเลี้ยงได้ 6 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักสดของชิ้นส่วนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันการเติม BA ที่ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.25, 0.50 และ 1.0 มก./ล.) มีน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น ในการนี้อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5 มก./ล มีน้ำหนักสดของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 2.605±0.279 ก. และสามารถเกิดยอดใหม่ได้ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ส่วนเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.25 มก./ล สามารถเกิดยอดใหม่ได้หลังเลี้ยงได้ 9 สัปดาห์ สำหรับน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วน และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และคลอโรฟิลล์รวมของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของ BA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ นอกจากนี้ไม่มีความแตกต่างกับอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (ชุดควบคุม)

**คำสำคัญ:** ลูกผสม; เนื้อเยื่อ

**Abstract:** This study investigated the effects of BA (N6-Benzyladenine) and NAA (α-Naphthalene acetic acid) at various concentrations on the growth and development of *Astrophytum myriostigma* kikko cv *Red* tissue cultures. The plants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium with two factors: BA concentration (0.5, 1.0, and 2.0 mg/L) and NAA concentration (0.25, 0.50, and 1.0 mg/L), in comparison to a control group without growth regulators (control set). The experimental design was a completely randomized factorial design (Factorial in CRD) with a cultivation period of 6 weeks. The results showed that the fresh weight of the plant parts exhibited a significant interaction when BA at a concentration of 0.5 mg/L was combined with various concentrations of NAA (0.25, 0.50, and 1.0 mg/L), resulting in increased fresh weight. The combination of BA at 1.0 mg/L with NAA at 0.5 mg/L showed the highest fresh weight, 2.605±0.279 g. Additionally, new shoots could be observed within 6 weeks of cultivation. In contrast, when cultured on MS medium with BA at 1.0 mg/L and NAA at 0.25 mg/L, new shoots could be observed after 9 weeks of cultivation. There were no significant differences in the dry weight of plant parts and the chlorophyll a, b, and total chlorophyll levels in tissue cultures of *Astrophytum myriostigma* kikko cv. *Red*. Except for the control group, there was red among different BA and NAA concentration combinations.

**Keywords:** hybrid; tissue culture

[*] Corresponding author: piengpim@rmutl.ac.th

**บทนำ**

กระบองเพรชจัดเป็นไม้ยืนต้นและเป็นไม้ชนิดอวบน้ำชนิดหนึ่งที่สามารถเก็บน้ำไว้ในลำต้น ในเซลล์เนื้อเยื่อหรือในใบ ซึ่งปัจจุบันมีประมาณ 200 สกุล และ 14,000 ชนิด ส่วนใหญ่มีความเข้าใจต้นไม้ที่มีหนามมักเป็นแคคตัสในความเป็นจริงแล้วแคคตัสบางสกุล เช่น *Lophophora* หรือ *Astrophytum* บางชนิดก็ไม่มีหนามแต่ถูกจัดว่าเป็นแคคตัส ในขณะที่ไม้อวบน้ำ (succulent) บางสกุล เช่น *Euphobia* มีหนาม แต่ก็ไม่จัดว่าเป็นแคคตัส หลักพฤกษศาสตร์กล่าวว่า พืชที่จัดว่าเป็น แคคตัสจัดอยู่ในวงศ์ *Cactaceae* นั้นเป็นไม้ยืนต้นและต้องมีบริเวณพื้นที่ที่เรียกว่า “ตุ่มหนาม” บริเวณนี้เป็นพบกลุ่มของหนามหรือขนแข็งขึ้นอยู่และเรียงไปตามแนวซี่หรือสันสูงของต้นอย่างเป็นระเบียบ อีกทั้งยังเป็นบริเวณที่เกิดตาดอกและแตกกิ่งใหม่ของต้น ส่วนในไม้อวบน้ำประเภททที่มีหนามนั้นหนามจะขึ้นเดี่ยวๆกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบไปรอบๆต้น และไม่พบบริเวณตุ่มหนามเหมือนแคคตัส อีกทั้งพืชทั้งสองกลุ่มที่มีหนามนั้นอยู่กันคนละวงศ์ สิ่งสำคัญคือ ในกลุ่มของ *Cactaceae* นั้นดอกจะมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกแยกกันรังไข่จะอยู่ต่ำกว่าส่วนอื่นๆ ส่วนกลุ่ม *Euphobiaceae* ดอกจะไม่มีทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอกและรังไข่จะอยู่เหนือส่วนอื่นๆซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง จากที่ผ่านมา 1-2 ปี มีความต้องที่ปลูกกันเป็นจำนวนมาก โดยปกติการขยายพันธุ์กระบองเพชรมักใช้การเพาะเมล็ดและแยกหน่อ ทั้งสองวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน การเพาะเมล็ดจะทำให้ได้ต้นจำนวนมากแต่ทำให้มีความหลากหลายกันในแต่ละต้นด้วยเมล็ดจากการผสมพันธุ์ สำหรับการแยกหน่อทำให้ได้ลักษณะคงเดิมของต้นแม่ แต่การเพิ่มจำนวนทำให้ปริมาณน้อย ไม่ทันต่อความต้องการของตลาด ด้วยเหตุนี้จึงใช้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาช่วยในการแก้ปัญหาจากการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและการแยกหน่อ ซึ่งมีข้อดีที่ทำให้ขยายพันธุ์ได้จำนวนมาก ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว โดยการนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่ประกอบด้วย ธาตุอาหารและสารควบคุม การเจริญเติบโตของพืชที่ช่วยส่งเสริมการเจริญและการพัฒนาของชิ้นส่วนหรือเนื้อเยื่อพืช โดยเฉพาะการใช้สารความคุมการเจริญเติบโตของพืชในการส่งเสริม การเจริญและการพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช มีรายงานของอมรวรรณ และคณะ (2564) พบว่า *Mammillaria plumose* Pink Flower และ *M. microthele* ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ความเข้มข้น 1 มก./ล มีน้ำหนักแคลลัสมากที่สุด 4.44 ก. และ 5.15 ก. ตามลำดับ ส่วน *M. plumosa* Pink Flower และ *M. microthele* ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. มีการสร้างยอดสูงสุด 1.56 ยอดต่อชิ้นส่วน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการเจริญและพัฒนาในการเพิ่มจำนวนเนื้อเยื่อของกระบองเพชร

**วิธีการศึกษา**

<u>การเตรียมเนื้อเยื่อและการฟอกฆ่าเชื้อ</u>

ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกระบอกเพชรพันธุ์ลูกผสมจากเมล็ดของผู้เพาะปลูกในจังหวัดลำพูน ด้วยวิธีการฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดใช้คลอร๊อกซ์ความเข้มข้นร้อยละ 10 เขย่าเป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลาทำการล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 3 ครั้ง หลังจากนั้นเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เมื่อเมล็ดงอกได้เป็นต้นใหม่ทำการตัดเนื้อเยื่อของต้นใหม่แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. ในการขยายเพิ่มจำนวนเนื้อเยื่อสำหรับนำไปใช้ในการทดลอง

<u>วิธีการทดลอง</u>

ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของ BA ร่วมกับ NAA มี 2 ปัจจัยดังนี้

<u>ปัจจัยที่ 1</u> ความเข้มข้นของ BA มี 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 มก./ล.

<u>ปัจจัยที่ 2</u> ความเข้มข้นของ NAA มี 3 ระดับ คือ 0.25, 0.5 และ 1.0 มก./ล.

เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) คือ อาหารสูตร MS(1962) ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยวางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD; Complete = Randomize Design) (9+1) มี 10 กรรมวิธี (Treatment) 10 ซ้ำ (Replication) (1 ซ้ำ = 1 ชิ้นส่วน) ใช้อาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA ความเข้มข้นแตกต่างกันตามแต่ละกรรมวิธี แล้วนำไปผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันแบบอัตโนมัติ (Autoclave sterilizer) ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที โดยนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS เติม BA 2 มก./ล. ที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการตัดชิ้นส่วนให้มีขนาดน้ำหนักประมาณ 0.5 ก. จากนั้นนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรมาทำการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี หลังนั้นนำไปวางไว้บนชั้นเลี้ยงในห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่มีอุณหภูมิประมาณ 22-23 องศาเซสเซียส ความชื้นประมาณร้อยละ 60-70 และให้แสงที่ความเข้มประมาณ 50 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เป็นระยเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ จำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วน (ยอดต่อชิ้นส่วน) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (ก.) โดยอบที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำไปชั่ง ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และรวม (มก./ลบ.ซม.) ตามวิธีการของ Moran(1982) ข้อมูลทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม MiniTab 22

**ผลการศึกษา**

พบว่า หลังจากเพาะเลี้ยงได้ 6 สัปดาห์ ในกรรมวิธีอื่นไม่เกิดยอดใหม่ **(Figure 1a)** ยกเว้นมีการเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA 0.5 มก./ล. **(Figure 1b)** นอกจากนี้ได้

ทำการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรอีกเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA 0.25 มก./ล. สามารถเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ได้ **(Figure 1c)** ในการนี้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนร้อยละของการเกิดยอด จำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนและความสูงของยอดใหม่ เนื่องจากมีการเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ในปริมาณที่น้อยมากและบางกรรมวิธีไม่มีการเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ นอกจากนี้ได้ทำการตัดเนื้อเยื่อส่วนของปลายยอดไปชักนำให้เกิดรากด้วยเทคนิคลูกบอลปักชำ (cutting ball) ที่มีการเติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. และทำการย้ายออกปลูกในก้อนพีสมอสเป็นเวลา 6 สัปดาห์ **(Figure 2)**

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วน พบว่า น้ำหนักสดของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกัน โดยที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีน้ำหนักสดที่มากกว่าที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่วนน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนไม่มีความแตกต่างกัน มีน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วน อยู่ในช่วง 0.047±0.007 - 0.173±0.122 ก. **(Table 1)** สำหรับปัจจัยร่วมกันของ BA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ **(Table 1)** พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยที่ชิ้นส่วนกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 0.50 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.25, 0.50 และ 1.00 มก./ล. มีผลที่ทำให้น้ำหนักสดของชิ้นส่วนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นของ NAA คือ 1.513±0.206, 1.760±0.050 และ 2.157±0.247 ก. ตามลำดับ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

นอกจากนี้ชิ้นส่วนกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.25, 0.50 และ 1.00 มก./ล มีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามความเข้มข้นของ NAA ที่เพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของ BA กับ NAA โดยที่การเติม BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารสูตร MS ไม่มีความแตกต่างกัน น้ำหนักแห้งของชิ้นส่วน อยู่ในช่วง 0.0582±0.0043-0.0633±0.0034 ก. เช่นเดียวกับการเติม NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารสูตร MS ไม่มีความแตกต่างกัน น้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนอยู่ในช่วง 0.0586±0.0042-0.0637±0.0035 ก. นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในชิ้นส่วนพืช พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บีและรวม ของกระบองเพชร โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 0.61±0.25 – 3.02±0.86 มก./ลบ.ซม. ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์บี อยู่ในช่วง 1.22±0.05 - 6.19±2.51 มก./ลบ.ซม. สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม อยู่ในช่วง 2.31±0.12 - 7.26±2.20 มก./ลบ.ซม. นอกจากนี้ไม่มีปฏิสัมพันธ์ของ BA ร่วมกับ NAA **(Table 1)**

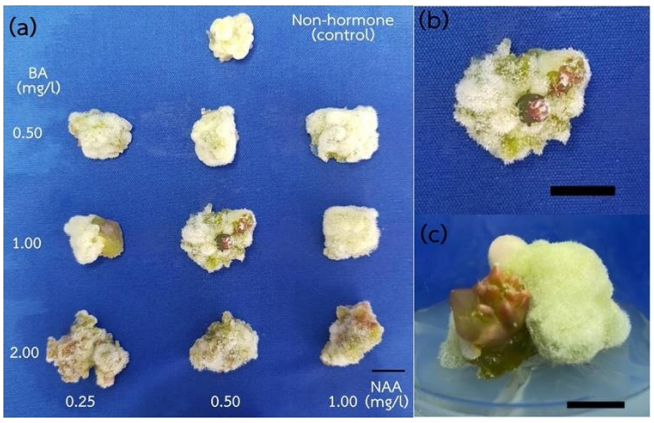



**Figure 1** Characteristics of the shoot developed on the explant of cactus tissue cultured on different treatments (a), at MS medium supplemented with 1.0 mg/l BA and 0.5 mg/l NAA after 6 weeks (b) and with 1.0 mg/l BA and 0.25 mg/l NAA after 9 weeks (c) (Scale bar = 1 cm).

**Table 1** Percentages of fungal contamination, fresh and dry weight, chlorophyll content of cactus tissue under different treatments after 6 weeks culture.

| BA (mg/l) | NAA (mg/l) | Weight of explant | | Chlorophyll content (mg/cm$^3$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fresh weight (g) | Dry weight (g) | a | b | total |
| 0.50 | 0.25 | 1.513±0.206b[1/] | 0.047±0.007$^{ns}$ | 0.98±0.39$^{ns}$ | 6.19±2.51$^{ns}$ | 7.17±2.15$^{ns}$ |
| | 0.50 | 1.760±0.050b | 0.057±0.003 | 3.02±0.86 | 3.95±1.57 | 6.97±2.42 |
| | 1.00 | 2.157±0.247ab | 0.073±0.005 | 2.12±1.65 | 5.14±2.47 | 7.26±2.20 |
| 1.00 | 0.25 | 1.760±0.139ab | 0.065±0.009 | 2.17±1.34 | 2.95±2.31 | 5.11±1.95 |
| | 0.50 | 2.605±0.279a | 0.062±0.002 | 2.13±1.13 | 3.38±2.12 | 5.50±3.25 |
| | 1.00 | 1.956±0.038ab | 0.057±0.003 | 1.09±0.07 | 1.22±0.05 | 2.31±0.12 |
| 2.00 | 0.25 | 2.132±0.137ab | 0.064±0.004 | 1.24±0.05 | 1.41±0.10 | 2.66±0.15 |
| | 0.50 | 1.960±0.213ab | 0.067±0.008 | 1.64±1.12 | 3.38±2.53 | 5.02±1.91 |
| | 1.00 | 1.887±0.214ab | 0.061±0.007 | 0.61±0.25 | 3.18±2.61 | 3.77±2.75 |
| Non-hormone (control) | | 1.070±0.118c | 0.173±0.122 | 1.43±0.45 | 3.50±2.62 | 4.93±2.30 |
| Main factor of BA | | | | | | |
| 0.5 mg/l | | 1.810±0.127$^{ns}$ | 0.059±0.004$^{ns}$ | 2.04±0.63$^{ns}$ | 5.09±1.20$^{ns}$ | 7.13±1.18$^{ns}$ |
| 1.0 mg/l | | 2.103±0.145 | 0.061±0.003 | 1.79±0.55 | 2.51±0.99 | 4.30±1.22 |
| 2.0 mg/l | | 1.993±0.105 | 0.063±0.003 | 1.16±0.37 | 2.65±1.13 | 3.82±1.05 |
| Main factor of NAA | | | | | | |
| 0.25 mg/l | | 1.80±0.115$^{ns}$ | 0.058±0.004$^{ns}$ | 1.46±0.44$^{ns}$ | 3.52±1.19$^{ns}$ | 4.98±1.04$^{ns}$ |
| 0.5 mg/l | | 2.108±0.152 | 0.062±0.003 | 2.26±0.57 | 3.57±1.11 | 5.83±1.37 |
| 1.0 mg/l | | 1.997±0.105 | 0.063±0.003 | 1.27±0.54 | 3.18±1.19 | 4.45±1.23 |
| BA | | ns | ns | ns | ns | ns |
| NAA | | ns | ns | ns | ns | ns |
| BA x NAA | | * | ns | ns | ns | ns |

[1/]Values with same letters in column are not significantly different at $p \leq 0.05$, ns = not significant, Mean±S.E., n=10.

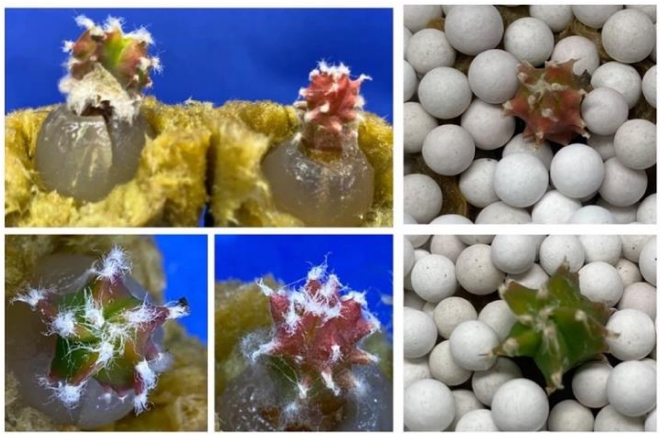


**Figure 2** Characteristics of a cutting ball technique used to induce root formation and transplant for cultivation after 6 weeks of culture.

**วิจารณ์**

จากการทดลอง พบว่า การเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชร หลังจากเลี้ยงได้ 6 สัปดาห์ ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ยกเว้นที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA 0.50 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดเป็นยอดใหม่ได้ นอกจากนี้ชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารสูตรเติม BA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA 0.25 มก./ล. เมื่อเลี้ยงได้ 9 สัปดาห์ จึงเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญและพัฒนาเป็นยอดใหม่ได้ในกรรมวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้สัดส่วนความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA มีส่วนสำคัญต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อ ซึ่งสารในกลุ่มของไซโตไคนิน (cytokinins) ช่วยในการกระตุ้นการพัฒนาตาข้าง หรือการใช้สารกลุ่มออกซิน (auxins) ที่ความเข้มข้นต่ำ (Laarabi, 1993) ในการนี้ลดปริมาณความเข้มข้นของ NAA สามารถทำให้เกิดการพัฒนาเป็นยอดใหม่จากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อ สอดคล้องกับรายงานของ Monostori et. al. (2012) อย่างไรก็ตามการชักนำให้เกิดยอดจากส่วนของตาข้าง หรือก้อนเนื้อเยื่อแคลลัสสามารถเกิดขึ้นในรูปแบบกระบวนการพัฒนาโซมาติกเอ็มบริโอ (somatic embryogenesis) หรือการเกิดกระบวนโซมาโคนอล (somaclonal

variation) (George, 1993) นอกจากนี้การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGR, Plant Growth Regulator) สามารถช่วยชักนำและพัฒนาให้เกิดยอดใหม่ในสภาพปลอดเชื้อในวงรอบครั้งที่สองของการขยายเพิ่มจำนวนจากส่วนของชิ้นส่วนลำต้น หรือปลายยอด (Davila-Figueroa et al., 2005) ในการศึกษาครั้งนี้ลักษณะของยอดใหม่ที่เกิดจากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ยาวนานขึ้น ถึงอย่างไรการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วน หรือการเพิ่มจำนวนยอดใหม่จากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่ให้ผลแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยของพันธุ์ด้วย (Balch et. al., 2015) สำหรับน้ำหนักสดและแห้งของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรลูกผสมที่ทำการเพาะเลี้ยงได้ 6 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักสดของชิ้นส่วนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของ BA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ โดยที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้นข้ม 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้นข้มต่าง ๆ (0.25, 0.50 และ 1.00 มก./ล.) มีน้ำหนักสดของชิ้นส่วนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของ BA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และไม่มีความแตกต่างกับอาหารสูตร MS(1962) ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ทั้งนี้น้ำหนักสดและน้ำแห้งของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้น ส่วนประกอบของสูตรอาหารมีผลต่อการเจริญและพัฒนากายภาพของเนื้อเยื่อพืชแล้ว (Yildiz, 2012) ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมาจากความเข้มข้นของออสโมติกอาหาร (medium osmolarity) ที่ใช้เลี้ยง (Park and Kim, 1993) อีกทั้งระดับฮอร์โมนภายในเนื้อเยื่อพืช (endogenous hormone) มีผลต่อการพัฒนาเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (Yildiz, 2012) ดังรายงานของ Fatima et. al. (2011) การพัฒนาของเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อมีผลร่วมกันของสารเคมี (chemicals) กับสารธาตุอาหาร (mineral nutrients) ดังนั้นระดับที่ใช้ของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ในอาหารที่เพาะเลี้ยงขึ้นอยู่กับระดับฮอร์โมนภายในเนื้อเยื่อพืช นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชร ทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และรวม ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี โดยคลอโรฟิลล์เป็นรงค์วัตถุ (pigment) ในของพืช (Fatima et. al., 2011) เป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ที่ส่งผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญของพืชในการเจริญและพัฒนา (Anuchai and Sasiangdee, 2020) ในการศึกษาครั้งนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เกิดขึ้นไม่ได้มีผลจากระดับความเข้มข้นของ BA กับ NAA แต่ Ron’zhina (2003) รายงานว่า การให้สารในกลุ่มไซโตไคนินเป็นการกระตุ้นเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ไซโตไคนินยังมีผลต่อโครงสร้างของคลอโรพลาส การทำงานของเอ็นไซม์คลอโรพลาส การสะสมรงค์วัตถุ และอัตราการสังเคราะห์แสง (Yaronskaya et al., 2006) ถึงอย่างไร Joseph et al. (2004) รายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในการเพาะเลี้ยงเป็นมาจากกระบวนการสร้างแป้ง (starch biosynthesis) เมื่อเกิดการลดลงของกระบวนสังเคราะห์ของรงค์วัตถุ (photosynthetic pigments), กระบวนการสังเคราะห์แสง และความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งสร้างและแหล่งสะสม (source-sink relationship) ของพืช (Wang et al., 1997)

## สรุป

ชิ้นส่วนของกระบองเพชรลูกผสมที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ โดยที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อน้ำหนักสดของชิ้นส่วน ซึ่งการเติม BA ที่ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.25, 0.50 และ 1.0 มก./ล.) มีน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น ในการนี้อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5 มก./ล มีน้ำหนักสดของชิ้นส่วนมากที่สุด และสามารถเกิดยอดใหม่ได้ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ส่วนเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0.25 มก./ล สามารถเกิดยอดใหม่ได้เมื่อเลี้ยงได้ 9 สัปดาห์ ส่วน สำหรับน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วน และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และรวมของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อกระบองเพชรที่เลี้ยงบนอาหารไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของ BA กับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ นอกจากนี้ไม่มีความแตกต่างกับอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (ชุดควบคุม)

## คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

อมรวรรณ แก้วยัง, วัศพล บัวจันทร์, ผการัตน์ โรจน์ดวง, สุภาวดี รามสูตร และมัณฑกา วีระพงศ์. 2564. ผลของสูตรอาหารสารควบคุมการเจริญเติบโตและชนิดของชิ้นส่วนพืชต่อการเพิ่มปริมาณกระบองเพชรสกุลแมมมิลลาเรียและเฟโรแคคตัส. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. 40(1): 61-75.

Anuchai, J., and A. Sasiangdee. 2020. Effect of growth regulator on shoot induction from protocorm of Dendrobium Anna. International Journal of Agricultural Technology.16(6):1319-1330.

Balch, E. P. M.., M. E. P. Reyes, E. V. Amador, E. M. Rangel., L. R. M. Rulz, and H J. L. Viramontes. 1998. Micropropagation of 21 species of Mexican cacti by axillary proliferation. the tissue culture and micropropagation of mexican plant. *In Vitro* Cellular & Development Bioloby-Plant. 34: 131-135.

Davila-Figueroa CA., DE La Rosa-Carrillo ML., and E. Perez-Molphe-Balch. 2005. *In vitro* propagation of eight species or subspecies of Turbinicarpus (Cactaceae). *In Vitro* Cellular & Development Bioloby-Plant. 41:540-545.

Fatima, N., N. Ahmad, and M. Anis. 2011. Enhanced *in vitro* regeneration and change in photosynthetic pigments, biomass and proline content in *Withania somnifera* L. (Dunal) induced by copper and zinc ions. Plant Physiology and Biochemistry. 49(12): 1465-1471.

George, E.F. 1993. Plant propagation by tissue culture. Exegenics Ltd., Edington, England.

Joseph, R., H-H. Yeoh, and C-S. Loh. 2004. Induced mutations in cassava using somatic embryos and the identification of mutant plants with altered starch yield and composition. Plant Cell Reports. 23: 91-98.

Laarabi, S. 1993. Characterization of Short-Term Stress Applied to the Root System by Electrical Impedance Measurement in the First Leaf of Corn (*Zea mays* L.) and Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.). American Journal of Plant Sciences. 5(9): 1285-1295.

Monostori, T., L. Tanacs., and L. Mile. 2010. Studies on *in vitro* propagation methods in cactus species of the genera *Melocactus*, *Cereus* and *Lobivia*. ISHS Acta Hortculturae. 937: 255-261.

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N,N-dimethylformamide. Journal of Plant Physiology. 69: 1376-1381.

Park, I-S., and D-I. Kim. 1993. Significance of fresh weight to dry cell weight ratio in plant cellsuspension cultures. 7: 627-630.

Ron'zhina, E.S. 2003. Effect of 6-Benzylaminopurine on the Structure of the Photosynthetic Apparatus of Faba Bean (*Vicia faba* L.). Applied Biochemistry and Microbiology. 39: 411-417.

Wang, Z., J. Fu, M. He, Q, Tian, and H. Cao. 1997. Effects of source/sink manipulation on net photosynthetic rate and photosynthate partitioning during grain filling in winter wheat. Biologia Plantarum. 39: 379-385.

Yaronskaya. E., I. Vershilovskaya, Y. Poers, A. E. Alawady, N. Averina, and B. Grimm. 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activitity in barley seedlings. Planta. 224: 700-709.

Yildiz, M. 2012. The Prerequisite of the Success in Plant Tissue Culture: High Frequency Shoot Regeneration. 63-90 pp. *In* Recent Advances in Plant *in vitro* Culture. Trees and timer institute, Italy.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# ผลของความเข้มข้น IAA, IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดรากของปลายยอดทองกวาวเหลืองด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

# Effects of IAA, IBA, and NAA concentrations on root induction from shoot tips of *Butea monosperma* (Lam.) Kuntze var. *lutea* (Witt.) Maheswari using tissue culture

**อภิชาติ ชิดบุรี[1,2*], พิทักษ์ พุทธวรชัย[1,2], ปาริฉัตร กลีบเนตร[1] และ เพียงพิมพ์ ชิดบุรี[1]**
**Aphichat Chidburee[1,2*], Pitak Puttawanchai[1,2], Parichat Gleepnet[1] and Piengpim Chidburee[1]**

[1]*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[1]*Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang Lampang 52000, Thailand*
[2]*สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*
[2]*Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Rajamangala University of Technology Lanna. Lampang, 52000, Thailand.*

**บทคัดย่อ:** งานวิจัยนี้ศึกษาผลของความเข้มข้น Indole-3-acetic (IAA), Indole-3-butyric acid (IBA) และ Naphthylacetic acid (NAA) ต่อการชักนำให้เกิดรากของปลายยอดทองกวาวเหลือง (*Butea monosperma* (Lam.) Kuntze var. *lutea* (Witt.) Maheswari) ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยศึกษาระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 1.5 มก./ล. ในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design) กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า NAA เข้มข้น 0.5 มก./ล. มีอัตราการเกิดรากมากที่สุด (ร้อยละ 90.00) นอกจากนี้ ยังพบว่าอาหารสูตรนี้ยังพบจำนวนรากใหม่ 5.67 ราก/ชิ้นส่วน ทั้งนี้ความยาวรากในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
**คำสำคัญ:** ออกซิน; การชักนำให้เกิดราก

**Abstract:** This research investigated the effects of indole-3-acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA), and naphthaleneacetic acid (NAA) concentrations on root induction from shoot tips of Yellow Flame of the Forest (*Butea monosperma* (Lam.) Kuntze var. *lutea* (Witt.) Maheswari) using tissue culture. Each auxin was added in Murashige and Skoog (MS) semi-solid medium at the concentrations of 0 (control), 0.5, and 1 mg/L. Experimental design was Completely Randomized Design. Each treatment contained 10 replicates. After 9 weeks of culture, the results showed that the maximum root induction rate was found from the medium supplemented with NAA 0.5 mg/L (90.00%). This treatment produced root numbers per shoot tip at 5.67 roots/explant. In case of root length, there was no statistically significant difference in all treatments.
**Keyword:** auxin; root induction

## บทนำ

ทองกวาว (*Butea monosperma* (Lam.) Kuntze) เป็นพืชในวงศ์ถั่ว (Fabaceae) สามารถพบได้ตามป่าผลัดใบในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2546) ส่วนต่าง ๆ ของต้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น เปลือกใช้ทำเชือกและกระดาษ รากมีรสเมาร้อน ใช้แก้อาการท้องขึ้น ท้องเฟ้อ ขับพยาธิ ใบนำไปตำเพื่อใช้พอกฝีและสิว ดอกมีฤทธิ์ถอนพิษไข้ แก้กระหายน้ำ เมล็ดใช้ขับพยาธิตัวกลม ยางจากต้น (gum bengal หรือ butea kino) มีรสฝาด สามารถใช้เป็นยาสมาน และแก้ท้องร่วง (ศูนย์วนวัฒนาวิจัยภาคเหนือ, 2555) ดอกของพืชชนิดนี้มีลักษณะที่สวยงาม จึงถูกใช้ปลูกประดับริมข้างทางในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยอีกด้วย (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2546)

โดยทั่วไปแล้ว ต้นทองกวาวจะขยายพันธุ์ผ่านวิธีการเพาะเมล็ด ซึ่งจะได้ต้นที่มีดอกสีแสดอันเป็นลักษณะโดยทั่วไปของต้นทองกวาว หรืออาจมีโอกาสที่จะได้ต้นที่มีดอกสีเหลือง (*Butea monosperma* (Lam.) Kuntze var. *lutea* (Witt.) Maheswari) ปน

* Corresponding author: chidburee@rmutl.ac.th

มาด้วย (ศุภณัฏฐ์ และคณะ, 2562) ซึ่งต้นทองกวาวที่มีดอกสีเหลืองหรือที่เรียกว่าต้นทองกวาวเหลืองนั้น มีโอกาสพบได้น้อยตามธรรมชาติ อีกทั้งเมล็ดของต้นทองกวาวเหลืองมีอัตราการงอกและการรอดชีวิตที่ต่ำ จึงทำให้พืชชนิดนี้มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (Mahaender et al., 2014) ดังนั้นการหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพเพื่ออนุรักษ์พันธุ์พืชชนิดนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้เพื่ออนุรักษ์พันธุ์ต้นทองกวาวเหลือง โดยวิธีดังกล่าวสามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดพืชชนิดนี้ให้สูงขึ้นได้ (Mahaender et al., 2014) ทั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณต้นพืชให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาที่จำกัด (Mahaender et al., 2014; Rathnaprabha et al., 2017a; 2017b; Yarra et al., 2016) ต้นพืชที่ได้มีลักษณะสมบูรณ์ แข็งแรง สามารถนำออกปลูกนอกหลอดทดลองได้

สำหรับขั้นตอนการชักนำให้เกิดรากใหม่ของต้นทองกวาวเหลืองนั้น พบว่ายังมีการศึกษาไม่มากนัก อีกทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มออกซินที่นำมาใช้เพื่อชักนำให้เกิดรากใหม่ของต้นทองกวาวเหลืองยังจำกัดอยู่เพียง indole-3-butyric acid (IBA) (Yarra et al., 2016; Rathnaprabha et al., 2017a) ขณะที่การชักนำให้เกิดรากในหลอดทดลองของพืชวงศ์ถั่วบางชนิด เช่น ในสกุล *Acacia* ได้มีการศึกษาผลของการใช้ออกซินหลายชนิดต่อความสามารถในการชักนำให้เกิดรากใหม่ อาทิ IBA, indole-3-acetic acid (IAA) และ naphthaleneacetic acid (NAA) เป็นต้น (Vengadesan et al., 2002) ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของออกซินชนิด IAA, IBA และ NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ต่อการเกิดรากใหม่ของต้นทองกวาวเหลือง เพื่อให้ขั้นตอนการชักนำให้เกิดรากของพืชชนิดนี้ในระบบเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ นอกจากจะเป็นการช่วยอนุรักษ์พันธุ์พืชชนิดนี้แล้ว ยังจะทำให้ได้ต้นพืชที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ต่อไป

## วิธีการศึกษา

<u>การเตรียมพืชทดลอง</u>

ชิ้นพืชส่วนปลายยอดปลอดเชื้อของต้นทองกวาวเหลืองที่เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่มี benzyladenine (BA) 2.0 มก./ล. ร่วมกับ gibberellic acid ($GA_3$) 0.5 มก./ล. นาน 6 สัปดาห์ โดยชิ้นพืชที่นำไปทดลองนั้นเลือกใช้ปลายยอดที่มีขนาดความยาว 4 ซม. และมีใบที่บริเวณปลายยอดจำนวน 1 คู่ อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วย ผงวุ้น 8 ก./ล. และ ซูโครส 30 ก./ล. มีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ที่ 5.7 และทำให้ปลอดเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อไอน้ำความดันสูง (autoclave) ที่ความดัน 15 ปอนด์/ตร.ม. เป็นระยะเวลา 15 นาที

<u>การศึกษาผลของ IAA, IBA และ NAA ต่อการเกิดรากของต้นทองกวาวเหลือง</u>

นำปลายยอดของต้นทองกวาวเหลืองไปเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ไม่มีการเติมออกซิน (ชุดควบคุม) หรือเสริมด้วย IAA, IBA, และ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5 มก./ล. รวมเป็น 7 ชุดการทดลอง หลังจากเลี้ยงเนื้อเยื่อจนครบ 9 สัปดาห์ จึงบันทึกร้อยละการเกิดราก จำนวนราก/ชิ้นพืช และความยาวราก ทั้งนี้ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลความยาวของปลายยอดร่วมด้วย ตลอดการศึกษานี้ชิ้นพืชถูกเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีอุณหภูมิ 22±2 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 - 80 ความเข้มแสง 50 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที โดยได้รับแสงนาน 16 ชม./วัน การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) แต่ละชุดการทดลองมีชิ้นพืชทั้งหมด 10 ชิ้น ข้อมูลถูกนำไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab 22 หากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (one-way analysis of variance) ด้วยการทดสอบค่าเอฟ (F-test) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อมูลถูกนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่อด้วยวิธีการ Tukey's honestly significance test (Tukey HSD) ที่ระดับ $p < 0.05$. การศึกษานี้แสดงข้อมูลในรูปของค่าเฉลี่ย±ความคลาด-เคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of mean: S.E.) ต้นทองกวาวเหลืองที่มีการเจริญและพัฒนาของรากที่ดี จะถูกนำไปปรับสภาพและออกปลูกนอกหลอดทดลอง โดยนำต้นพืชปลูกลงในกระถางที่มีวัสดุปลูกเป็นพีทมอสนาน 6 สัปดาห์ จากนั้นเมื่อต้นพืชสามารถปรับสภาพให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนอกระบบเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและสามารถตั้งต้นได้แล้ว จึงย้ายปลูกลงในดินปลูกต่อไป

## ผลการศึกษา

หลังจากเลี้ยงปลายยอดของต้นทองกวาวเหลืองจนครบ 9 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าชิ้นพืชที่เลี้ยงบนอาหารชุดควบคุมไม่พบการเกิดรากใหม่ ขณะที่ชิ้นพืชที่เลี้ยงบนอาหารที่มี IAA, IBA และ NAA พบการเกิดรากใหม่ที่แตกต่างกันไปในแต่ละสูตรอาหาร โดยในกลุ่มอาหารที่เติมด้วย IAA พบว่า มีเพียง IAA 0.5 มล.ก./ล. เท่านั้นที่พบการเกิดรากใหม่ สำหรับในอาหารที่เสริมด้วย IBA ผลการทดลองพบว่า การใช้ IBA 1.0 มล.ก./ล. ส่งผลให้เกิดรากใหม่ที่ร้อยละ 60 และพบจำนวนรากใหม่สูงสุดในอาหารกลุ่มนี้ (6.00 ราก/ชิ้นพืช) ทั้งนี้ การใช้ IBA เข้มข้นเกินกว่า 1.0 มล.ก./ล. ทำให้จำนวนรากใหม่ลดลง ผลการทดลองในกลุ่มอาหารที่เสริมด้วย NAA พบว่าการใช้ NAA ที่ 0.5 มล.ก./ล. ทำให้เกิดรากใหม่ที่ร้อยละ 90 ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกชุดการทดลอง ในอาหารสูตรนี้ ยังพบจำนวนรากใหม่ที่ 5.67 ราก/ชิ้นพืช ซึ่งเป็นผลการทดลองที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนรากที่พบในอาหารที่มี IBA 1.0 มก./ล. ดังนั้นข้อมูลจึงบ่งชี้ว่าอาหารที่มี NAA 0.5 มล.ก./ล. สามารถชักนำให้ปลายยอดของต้นทองกวาวเหลืองเกิดรากได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น อย่างไรก็ตามการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ NAA ส่งผลให้ร้อยละและจำนวนรากใหม่ต่อชิ้นพืชลดลงได้ **(Table 1, Figure 1)**

สำหรับในด้านความยาวของรากใหม่ ผลการทดลองพบว่าการใช้ออกซินที่ชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกันนั้นไม่พบผลความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ ยังพบว่าความสูงของปลายยอดหรือชิ้นพืชที่นำมาใช้ชักนำให้เกิดรากใหม่นั้นก็ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน **(Table 2)**

ถึงแม้ความยาวของรากใหม่จากชุดทดลองแต่ละชุดจะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน แต่จากการสังเกตลักษณะรากใหม่ที่เกิดขึ้นพบว่าปลายยอดที่เลี้ยงในอาหารที่เสริมด้วย IAA นั้น รากมีลักษณะเรียวยาว มีสีขาว แตกต่างกับรากที่เกิดจากอาหารเลี้ยงที่มี IBA และ NAA ซึ่งรากมีสีน้ำตาล และมีลักษณะอวบใหญ่ อันเป็นข้อบ่งชี้ว่ารากมีการดูดซับและกักเก็บอาหารไว้มากจนอาจเกิดเป็นรากสะสมอาหารขึ้น (storage root) **(Figure 1)** เมื่อนำต้นพืชจากชุดการทดลองที่มีการเจริญของรากที่ดี เช่น NAA 0.5 มก./ล. ไปออกปลูกในกระถางปลูกที่บรรจุด้วยพีทมอสนาน 6 สัปดาห์ พบว่าต้นพืชสามารถรอดชีวิตได้ และเมื่อย้ายต้นพืชไปปลูกต่อในดินปลูกอีก 6 สัปดาห์ (รวมระยะเวลาออกปลูกนาน 12 สัปดาห์) พบว่าต้นทองกวาวเหลืองมีการเจริญเติบโตมากขึ้นพร้อมเป็นต้นกล้าสำหรับปลูกลงแปลงปลูกได้ต่อไป **(Figure 2)**

**Table 1** Root induction rate (%) and root numbers of *B. monosperma* var. *lutea* after culturing shoot tips on MS medium supplemented with different concentrations of IAA, IBA, and NAA for 9 weeks.

| Type of auxin | Concentration (mg/L) | Root induction (%) | Root number (root/explants) |
|---|---|---|---|
| Control | 0 | - | - |
| | 0.5 | 20.00±13.30c | 2.00±0.00b |
| IAA | 1.0 | - | - |
| | 1.5 | - | - |
| | 0.5 | 40.00±16.30bc | 2.50±0.65b |
| IBA | 1.0 | 60.00±16.30ab | 6.00±1.65a |
| | 1.5 | 60.00±16.30ab | 3.67±0.78b |
| | 0.5 | 90.00±10.00a | 5.67±2.20a |
| NAA | 1.0 | 40.00±16.00bc | 2.50±0.65b |
| | 1.5 | 50.00±16.67bc | 2.60±0.93b |

Data = mean±S.E. n = 10 explant/treatment. Different letters within the column indicated statistically significant differences between the means (Tukey HSD at $p < 0.05$).

**Table 2** Root length and shoot height of *B. monosperma* var. *lutea* after culturing shoot tips on MS medium supplemented with IAA, IBA, and NAA at different concentration for 9 weeks.

| Type of auxin | Concentration (mg/L) | Root length (cm)$^{ns}$ | Shoot height (cm) $^{ns}$ |
|---|---|---|---|
| Control | 0 | - | 5.20±0.15 |
| | 0.5 | 1.15±0.05 | 5.01±0.14 |
| IAA | 1.0 | - | 5.29±0.06 |
| | 1.5 | - | 4.88±0.21 |
| | 0.5 | 3.08±0.94 | 4.98±0.17 |
| IBA | 1.0 | 2.33±0.24 | 4.88±0.15 |
| | 1.5 | 1.95±0.19 | 5.06±0.09 |
| | 0.5 | 3.96±2.28 | 5.00±0.12 |
| NAA | 1.0 | 1.90±0.34 | 4.83±0.07 |
| | 1.5 | 2.34±0.31 | 4.93±0.13 |

$^{ns}$ = not significant different, - = no root formation, Data = mean±SE, n = 10 explants/treatment

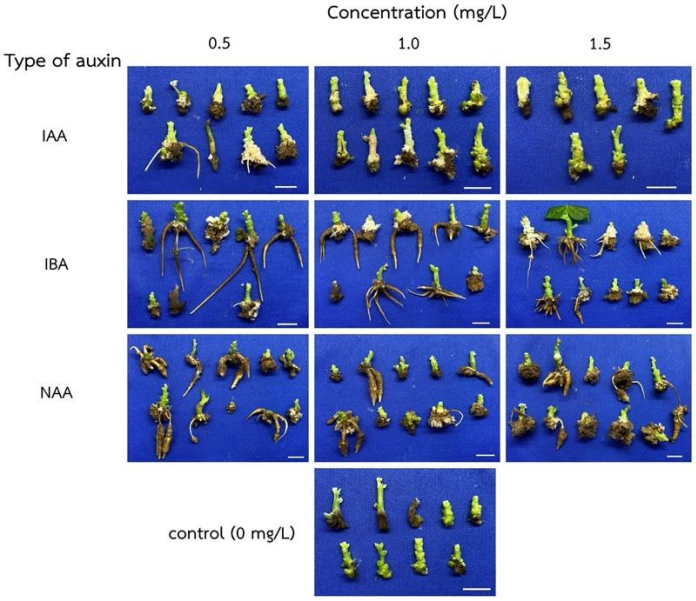



**Figure 1** Root formation of *B. monosperma* var. *lutea* after culturing shoot tips on MS medium supplemented with different concentrations of IAA, IBA, and NAA for 9 weeks. Bars = 1 cm.

**Figure 2** Root initiation and ex vitro growing of *B. monosperma* var. *lutea*: root formation with satisfied morphological characters of new roots from the medium supplemented with NAA (A), ex vitro growing of plantlets on pot contained with peat moss for 6 weeks (B), growing of acclimatized plantlets on pot contained with soil for another 6 weeks (C). Bar = 1 cm.

**วิจารณ์**

เมื่อนำปลายยอดของต้นทองกวาวเหลืองไปเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่มีการเติมออกซิน ผลการทดลองพบว่าชิ้นส่วนพืชไม่สามารถเจริญให้รากใหม่ได้ ซึ่งเป็นข้อบางชี้ว่าการเกิดรากจากเนื้อเยื่อพืชส่วนนี้จำเป็นต้องใช้ออกซินร่วมด้วย โดยออกซินนั้นเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีบทบาทโดยตรงต่อการชักนำให้เกิดราก (พัชรียา, 2560) ซึ่งการชักนำให้เกิดรากใหม่ในต้นทองกวาวเหลืองจากงานวิจัยก่อนหน้านั้น ได้มีการใช้ออกซินชนิด IBA เป็นส่วนมาก เช่น เมทินี และคณะ (2553) รายงานว่าชิ้นพืชส่วนยอดของทองกวาวเหลืองเกิดรากอยู่ที่ 3.4 - 4.7 ราก/ยอด เมื่อเลี้ยงชิ้นพืชบนอาหารสูตร MS ที่มี IBA 0.1 - 0.2 มก./ล. Yarra et al. (2016) รายงานว่ายอดอ่อนของทองกวาวเหลืองสามารถเกิดรากใหม่ได้ดีเมื่อเลี้ยงบนอาหาร 1/2MS ที่มี IBA 2.46 ไมโครโมลาร์ หรือ Rathnaprabha et al. (2017a) ที่รายงานว่าต้นทองกวาวเหลืองสามารถเกิดรากใหม่ได้ดีที่สุด ทั้งในแง่ร้อยละการชักนำ จำนวน และความยาวรากใหม่ จากการเลี้ยงยอดอ่อนที่เจริญจากข้อบนอาหารสูตร MS ที่มี IBA 1.0 มก./ล. เป็นต้น เนื่องจาก IBA เป็นสารในกลุ่มออกซินที่สามารถชักนำให้ต้นพืชเกิดรากได้ดีเมื่อได้รับในปริมาณที่เหมาะสม (Taiz and Zeiger, 2002) และสามารถสลายตัวในท่อลำเลียงพืชได้เร็ว (พัชรียา, 2560) จึงมีโอกาสเป็นพิษต่อต้นพืชได้น้อย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เมื่อนำ IAA, IBA และ NAA มาใช้ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า NAA สามารถให้ผลของร้อยละการเกิดรากใหม่และจำนวนรากใหม่ที่สูงกว่าและใกล้เคียงกันกับ IBA ทั้งนี้เป็นเพราะ NAA เป็นสารที่มีฤทธิ์ความเป็นออกซินที่สูง สามารถเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชได้ดีกว่า และสลายตัวช้ากว่า IBA (พัชรียา, 2560) จึงสามารถชักนำให้ต้นทองกวาวเหลืองเกิดรากได้ดี อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ออกซินเพื่อนำมาใช้ชักนำให้เกิดรากใหม่ของต้นทองกวาว

ต้องเลือกใช้ในระดับที่เหมาะสม เนื่องจากความเข้มข้นของออกซินที่สูงเกินกว่าระดับที่เหมาะสมมีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดรากใหม่ (พัชรียา, 2560) ดังที่พบในผลการทดลองนี้และในรายงานของ Rathnaprabha et al. (2017a)

ถึงแม้ว่า NAA ให้ผลการเกิดรากใหม่ของต้นทองกวาวเหลืองได้ดีกว่า IBA แต่จากผลการสังเกตเพิ่มเติมพบว่า IBA และ NAA ให้ลักษณะรากที่อวบใหญ่ ซึ่งอาจเป็นข้อบ่งชี้ว่าต้นพืชได้ดูดซับและกักเก็บอาหารไว้จนอาจเกิดเป็นรากสะสมอาหารขึ้น การที่ IBA และ NAA ให้รากที่มีลักษณะเช่นนี้ อาจเป็นเพราะว่าต้นทองกวาวเหลืองสามารถตอบสนองต่อออกซินสองชนิดนี้ได้ดีกว่า IAA จึงทำให้ IBA และ NAA ชักนำให้เกิดรากได้ดีกว่า IAA ซึ่งสร้างรากที่มีลักษณะเรียวยาว การที่ต้นพืชมีลักษณะของรากที่สมบูรณ์แข็งแรงร่วมกับการใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมจะทำให้ต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถมีชีวิตรอดเมื่อนำมาออกปลูกในสภาพธรรมชาติได้ ซึ่งการศึกษานี้พบว่าเมื่อนำต้นพืชที่เกิดรากบนอาหารที่มี NAA มาออกปลูกบนวัสดุพีทมอสนาน 6 สัปดาห์ ต้นพืชสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ โดยอาจเป็นเพราะพีทมอสมีโครงสร้างละเอียดและมีความพรุนสูง ทำให้มีสมบัติโปร่ง (สมเพียร, 2524) รากพืชจึงสามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้ดี พีทมอสยังสามารถระบายน้ำและอากาศได้ดี วัสดุปลูกจึงไม่ชื้นเกินไป ส่งผลให้พืชได้รับอากาศเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตได้ดี พีทมอสยังมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) ที่สูง ทั้งยังมีพื้นที่ผิวมาก จึงสามารถดูดยึดน้ำและธาตุอาหารได้ดี ทำให้พืชสามารถนำน้ำและธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างเต็มที่ (สมเพียร, 2524) ทั้งนี้การนำต้นพืชออกปลูกนอกหลอดทดลองของต้นทองกวาวเหลืองได้มีการใช้วัสดุที่ต่างกันออกไปในแต่ละรายงาน เช่น ออกปลูกโดยใช้ดินปลูก (Rathnaprabha et al., 2017a) ใช้ดินปลูกผสมเวอร์มิคูไลท์ในอัตราส่วน 1:1 (Mahender et al., 2014; Yarra et al., 2016) หรือดินปลูกผสมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (vermicompost) ในอัตราส่วน 1:1 (Rathnaprabha et al., 2017b) เป็นต้น

## สรุป

NAA มีประสิทธิภาพในการชักนำให้ปลายยอดของต้นทองกวาวเหลืองเกิดรากใหม่ได้ดีกว่า IAA และ IBA โดยอาหารสูตร MS ที่มี NAA 0.5 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดรากใหม่ได้สูงสุด (ร้อยละ 90) และมีจำนวนรากใหม่อยู่ที่ 5.67 ราก/ชิ้นพืช ปลายยอดที่เลี้ยงบนอาหารที่มี IBA หรือ NAA พบรากที่มีลักษณะอวบ ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่าอาจเกิดรากสะสมอาหารขึ้น และเมื่อนำปลายยอดที่เลี้ยงจากอาหารสูตร MS ที่มี NAA ไปออกปลูกนอกหลอดทดลองบนพีทมอสนาน 6 สัปดาห์ พบว่าต้นพืชสามารถรอดชีวิตได้ และหลังจากย้ายต้นพืชไปปลูกบนดินปลูกต่ออีก 6 สัปดาห์ ต้นพืชมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งพร้อมต่อการนำไปปลูกสู่แปลงปลูกต่อไป

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์กิ่งพันธุ์ต้นทองกวาวเหลือง และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร.ล้านนา) และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มทร.ล้านนา สนับสนุนห้องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

พัชรียา บุญกอแก้ว. 2560. สารควบคุมการเจริญเติบโตในพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เมทินี มรรคยาธร, สุรียา ตันติวิวัฒน์ และมาลี ณ นคร. 2553. ผลของ BA ต่อการเพิ่มปริมาณยอดและผลของ IBA ต่อการชักนำรากของกวาวคำ. หน้า 31-38. *ใน* การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2533 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ศุภณัฏฐ์ กาญจนวัฒนาวงศ์, ณัฏฐธิดา สิงห์บำรุง, ฐิฏินันท์ เหรียญทอง และราอีมา วาแมดซา. 2562. การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ *ITS2* และการผลิตชิ้นส่วนปลอดเชื้อของทองกวาวเหลือง. วารสารมหาวิทยาลัยนาธิวาสราชนครินทร์. 12(1): 173-184.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2524. ไม้ดอกกระถาง. อักษรพิทยา, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วนวัฒนาวิจัยภาคเหนือ. 2555. พรรณไม้ในกระถางศูนย์วนพัฒนาวิจัยภาคเหนือ. สำนักวิจัยและพัฒนาป่าไม้, กรุงเทพฯ

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2546. พรรณไม้สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิต์ เล่ม 7. องค์การสวนพฤกษศาสตร์, เชียงใหม่.

Mahender, A., M. M. Damodar, and M. E. Narashimha. 2014. *In vitro* seed germination and development of *Butea monosperma* (Lam.) Taub. var. *lutea* (Willt.) : a step for rehabilitation. International Journal of Multidisciplinary and Current Research. 2: 297-301.

Rathnaprabha, D., N. Muralikrishna, E. Raghu, V. Yashodhara and A. Sadanandam. 2017a. Micropropagation of white palash tree (*Butea monosperma* [Lam.] Taub. var. *lutea* (Witt.)). Journal of Phytology. 9: 7-10.

Rathnaprabha D., N. Muralikrishna, E. Raghu, V. Yashodhara, and A. Sadanandam. 2017b. Rapid *in vitro* plant regeneration from nodal explants and assessment of genetic fidelity using inter simple sequence repeats markers in *Butea monosperma* (Lam.) Taub. var. *lutea* (Witt.). Asian Journal of Biotechnology. 9(2): 80-81.

Taiz, L., and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California. USA.

Vengadesan, G., A. Ganapathi, S. Amutha, and N. Selvaraj. 2002. *In vitro* propagation of *Acacia* species - a review. Plant Science 163: 663-671.

Yarra, R., M. Bulle, R. Mushke, and E. N. Murthy. 2016. *In vitro* conservation and genetic homogeneity assessment of *Butea monosperma* (Lam.) Taub. var. *lutea* (Willt.) Maheshwari-A potential pharmaceutical legume tree. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 3(4): 195-199.

วารสารแก่นเกษตร
Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj
JOURNAL OF KAJ

# การสกัดสารสำคัญจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ด้วยไมโครเวฟครัวเรือนและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

# Active Ingredient extraction from lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) peel and seed by house microwave and its antioxidant activity

**วรางคณา มากกำไร[1*] และ ปาริชาติ พจนศิลป์[1]**
**Warangkana Makkumrai[1*] and Parichart Potchanasin[1]**
[1] *สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*
[1] *Horticultural Research Institute, Department of Agriculture, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900*

**บทคัดย่อ:** เปลือกและเมล็ดลิ้นจี่เป็นสิ่งเหลือทิ้งที่เกิดจากการแปรรูปลิ้นจี่เป็นจำนวนมากและยังไม่ค่อยมีการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในเปลือกและเมล็ดสิ้นจี่อุดมไปด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีสรรพคุณในการต้านอนุมูลอิสระ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการสกัดสารสำคัญจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ด้วยไมโครเวฟครัวเรือน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเพื่อหาความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมความงามต่อไป โดยการศึกษาทำการเปรียบเทียบวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม คือ ใช้เอทานอล 95% บ่มที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน และวิธีสกัดด้วยไมโครเวฟโดยใช้เอทานอล 50% กำลังไมโครเวฟ 600 วัตต์ และแปรระยะเวลาในการสกัด 3, 4 และ 5 นาที พบว่า ในส่วนเปลือกวิธีการสกัดแบบเดิมให้ปริมาณสารสกัดน้อยกว่าการสกัดด้วยไมโครเวฟ ในขณะที่ในส่วนเมล็ดพบในทางตรงข้าม แต่อย่างไรก็ตามสารสกัดที่ได้จากวิธีการเดิมในทั้งสองส่วนมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมากกว่าสารสกัดที่ได้จากการใช้ไมโครเวฟ สำหรับระยะเวลาที่สกัดด้วยไมโครเวฟต่างกัน ที่เวลา 3 นาที ให้ปริมาณสารสำคัญทั้งสองชนิดมากกว่าหรือไม่แตกต่างจากที่เวลา 4 และ 5 นาที และเมื่อเปรียบเทียบวิธีสกัดเดียวกันส่วนเปลือกให้ปริมาณสารสกัดมากกว่าส่วนเมล็ด 1.5 - 4 เท่า แต่มีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน สำหรับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่จากไมโครเวฟที่ดีที่สุด (3 นาที) ที่ความเข้มข้น 1 - 8% พบว่า ความเข้มข้นที่ 7% เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของทั้งเปลือกและเมล็ดสูงกว่า 95% ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้สำหรับการสกัดสารสำคัญในพืชและเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม เป็นการเพิ่มมูลค่าเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่
**คำสำคัญ:** ลิ้นจี่; การสกัดด้วยไมโครเวฟ; การต้านอนุมูลอิสระ; ฟีโนลิก; ฟลาโวนอยด์

**ABSTRACT:** Lychee peel and seed are tremendous waste left from the processing industries. However, the utilization of them is quite limited. Lychee peel and seed are abundant with antioxidant active ingredients. This research aims to study the efficiency of extracting active ingredients from lychee peel and seed using house microwave extraction and to study the antioxidant activity of the extracts to find effective concentrations for further development of beauty products. The study compared the traditional extraction method using 95% ethanol and incubating at room temperature for 7 days, and the house microwave extraction method using 50% ethanol with a microwave power of 600 watts and the extraction time varied to 3, 4, and 5 min. It was found that for the peel, the traditional extraction method yielded a lower amount of extract than the microwave extraction while it was the opposite in the seed. However, the extracts obtained by the traditional method in both peel and seed had higher total phenolics and flavonoids than the extracts obtained by the microwave method. Using microwave extraction at different period of time, the amounts of active compounds extracted for 3 min were higher or not significantly different from the other extracting time. Comparing the same extraction method, the peel yielded 1.5 - 4 times more extract than the seed, but had not much different content of total phenolic and flavonoid compounds. As for the antioxidant activity of lychee peel and seed extracted by the best microwave method (3 min) at concentration of 1 - 8%, it was found that 7% is the optimal concentration providing high antioxidant efficiency which were higher than 95%. Results from this research can be applied for the plant active ingredient extraction and as information for the development of health and beauty products promoting the value added of lychee peel and seed.
**Keywords:** lychee; microwave extraction; antioxidant activity; phenolics; flavonoids

[*] Corresponding author: wmakkumrai@hotmail.com

**บทนำ**

ลิ้นจี่ เป็นหนึ่งในไม้ผลเศรษฐกิจ 10 ลำดับต้นของไทย มีการผลิตทั้งเพื่อการบริโภคสดและแปรรูปสำหรับตลาดภายในประเทศและส่งออก สำหรับการแปรรูปลิ้นจี่มีหลายรูปแบบ เช่น ลิ้นจี่กระป๋อง น้ำลิ้นจี่ ลิ้นจี่อบแห้ง ไวน์ และอื่นๆ โดยใช้ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยเป็นส่วนใหญ่ และส่วนที่เหลือทิ้งจากการแปรรูปคือเปลือกและเมล็ดซึ่งมีเป็นจำนวนมาก หากนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะเป็นการช่วยลดขยะและเพิ่มมูลค่าให้กับลิ้นจี่ได้ มีงานวิจัยพบว่าในเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่มีสาระสำคัญในกลุ่ม ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติหลากหลายทั้งฤทธิ์การต้านมะเร็ง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ (Zhao et al., 2006) ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะสกัดสารสำคัญเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมความงามต่อไป ซึ่งวิธีการสกัดสารสำคัญที่ใช้ควรสกัดได้ปริมาณสารสำคัญจำนวนมาก ตัวทำละลายราคาถูกและประหยัดเวลาในการสกัด วิธีสกัดที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน คือ การสกัดด้วยไมโครเวฟ เป็นการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัดร่วมกับตัวทำละลาย หลักการคืออาศัยการส่งผ่านคลื่นไมโครเวฟไปยังเซลล์พืช โดยทำให้โมเลกุลของน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในเซลล์พืชสั่นสะเทือน เกิดแรงดันขึ้นภายในเซลล์ทำให้เซลล์แตกและปล่อยสารสำคัญที่อยู่ภายในออกมาผสมกับตัวทำละลายที่ใช้สกัด ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้เวลาในการสกัดสั้น ไม่เปลืองตัวทำละลาย ช่วยป้องกันการสลายตัวขององค์ประกอบสำคัญที่สกัดได้ และช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตของสารสกัดที่ได้ (Narkprasom et al., 2015) จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการสกัดสารสำคัญในพืชหลายชนิด เช่น เปลือกลำไย (นักรบ และคณะ, 2558) เมล็ดลำไย (กาญจนา และคณะ, 2561) เมล็ดมะขาม (วรางคณา และคณะ, 2559) และเมล็ดมะม่วง (Torres et al., 2017) เป็นต้น โดยพบกำลังไฟที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 600-700 วัตต์ เป็นเวลา 3-5 นาที และใช้ตัวทำละลายเป็นเอทานอล 50-60% ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนของพืช เนื่องจากวิธีการนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการสกัดทั่วไปในหลายๆด้าน จึงสนใจในการนำวิธีสกัดด้วยไมโครเวฟมาใช้ในการสกัดสารสำคัญจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ ซึ่งยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพการสกัดสารสำคัญจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับวิธีสกัดแบบเดิม รวมถึงศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมความงามด้านการชะลอวัยต่อไป

**วิธีการศึกษา**

*1. การเตรียมตัวอย่างและการสกัดสารจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่*

นำเปลือกและเมล็ดของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย (ตลาดสี่มุมเมือง จ.ปทุมธานี ช่วงเดือนพฤษภาคม 2565) ล้างทำความสะอาดแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 C° ให้เหลือความชื้นไม่เกิน 5% บดเปลือกและเมล็ดแห้งด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าให้ละเอียดแล้วนำไปสกัดสาร โดยแบ่งเป็น 2 วิธี วิธีที่ 1 การสกัดแบบแช่หมัก (ชุดควบคุม) นำผงบดละเอียดของเปลือกและเมล็ดมาสกัดด้วยเอทานอล 95% ในอัตราส่วนของตัวอย่างแห้งต่อเอทานอล 1:20 ส่วน (ก./มล.) บ่มที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน (หนึ่งฤทัย และคณะ 2557) และวิธีที่ 2 การสกัดด้วยไมโครเวฟโดยใช้เอทานอล 50% ในอัตราส่วนของตัวอย่างแห้งต่อเอทานอล 1:30 ส่วน (ก./มล.) ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟครัวเรือนกำลังไฟ 600 วัตต์ในการสกัดซึ่งเป็นความเข้มข้นของเอทานอลและกำลังไฟไมโครเวฟที่ดีที่สุดจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่ใช้ในการสกัดเปลือกและเมล็ดลำไย (กาญจนา และคณะ, 2562; นักรบ และคณะ, 2558) และทดสอบที่เวลาต่างๆกัน คือ 3, 4 และ 5 นาที หลังจากนั้นกรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรองเบอร์ 4 ระเหยตัวทำละลายด้วยชุดเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศความเร็วรอบในการหมุนที่ 65 รอบต่อนาที อุณหภูมิน้ำอ่างควบคุม 40 C° จนกระทั่งไม่มีตัวทำละลายออกมา นำสารสกัดเข้มข้นอบที่อุณหภูมิ 75 C° จนแห้ง คำนวณ %สารสกัดแห้งที่ได้ต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (% yield) แล้วเก็บในภาชนะปิดสนิท

*2. การวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ*

การวิเคราะห์สารสกัดจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ ได้แก่ 1) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้กรดแลกติกเป็นสารมาตรฐาน และรายงานผลเป็นน้ำหนักมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 1 กรัมน้ำหนักแห้ง (mg GA/g dry weight) 2) วิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เทียบกับกราฟของสารมาตรฐานแคททิชิน (catechin) และรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของสารมาตรฐานแคททิชินในตัวอย่างหนัก 1 กรัมน้ำหนักแห้ง (mg CT/g dry weight) 3) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยไมโครเวฟวิธีที่ดีที่สุด ทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันสูงสุดโดยวิธี

DPPH Radical Scavenging Assay และ ABTS Radical Cationdecolorization Assay ทำการบันทึกค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับสารละลายมาตรฐาน และนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง จากสมการ % Inhibition = [(Aดีพีพีเอชหรือเอบีทีเอส - Aสารตัวอย่าง) / (Aดีพีพีเอชหรือเอบีทีเอส - Aสารอ้างอิง)] x 100; A คือ ค่าการดูดกลืนแสง

**ผลการศึกษา**

การสกัดสารจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ด้วยวิธีการหมักโดยแช่ตัวอย่างในสารละลายเอทานอล 95% ที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน เมื่อนำสารสกัดแห้งมาวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญต่างๆ พบว่า ในตัวอย่างเปลือกลิ้นจี่ให้ปริมาณสารสกัดแห้ง (% yield) 12.9% ของน้ำหนักเปลือกแห้ง โดยมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด 206.0 มก.GA/ก.ของสารสกัด และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 59.4 มก.CT/ก.ของสารสกัด ส่วนในตัวอย่างเมล็ดลิ้นจี่ให้ปริมาณสารสกัดแห้ง (% yield) น้อยกว่าในเปลือก คือ 8.8 % ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง โดยมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด 204.1 มก.GA/ก.ของสารสกัด และปริมาณสารฟลาโวนอยทั้งหมด 56.9 มก.CT/ก.ของสารสกัด ซึ่งน้อยกว่าในเปลือกเล็กน้อย ส่วนการสกัดสารจากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่โดยวิธีการใช้คลื่นไมโครเวฟ ใช้เอทานอล 50% และไมโครเวฟที่กำลังไฟ 600 วัตต์ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาที่ให้คลื่นไมโครเวฟ 3, 4 และ 5 นาที พบว่า ในตัวอย่างเปลือกลิ้นจี่ให้ปริมาณสารสกัดแห้ง (% yield) ที่ 17.2, 19.2 และ 14.7 % ของน้ำหนักเปลือกแห้ง ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด 175.2, 175.3 และ 174.9 มก.GA/ก.ของสารสกัด ตามลำดับ และมีปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 47.3, 46.1 และ 46.5 มก.CT/ก.ของสารสกัด ตามลำดับ ซึ่งได้ปริมาณสารสกัดแห้งสูงกว่าแต่ปริมาณสารสำคัญทั้งสองกลุ่มน้อยกว่าวิธีสกัดแบบเดิม ส่วนในเมล็ดลิ้นจี่การสกัดที่ระยะเวลา 3, 4 และ 5 นาที ให้ปริมาณสารสกัดแห้ง (% yield) ที่ 6.2, 4.5 และ 5.2% ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด 176.8, 175.8 และ 177.3 มก.GA/ก.ของสารสกัด ตามลำดับ และมีปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 47.7, 45.7 และ 47.7 มก.CT/ก.ของสารสกัด ตามลำดับ ซึ่งได้ปริมาณสารสกัดแห้ง (% yield) น้อยกว่าและปริมาณสารสำคัญทั้งสองชนิดน้อยกว่าวิธีสกัดแบบเดิม และเมื่อเปรียบเทียบการสกัดด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกันทั้งในส่วนเปลือกและเมล็ด พบว่าการสกัดเป็นเวลา 3 นาที ให้ผลที่ดีกว่าหรือไม่แตกต่างกับที่เวลา 4 และ 5 นาที ดังนั้น การสกัดด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 3 นาทีจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด **(Table 1)**

**Table 1** Yield of dry extract, total phenolics and total flavonoid contents of lychee peel and seed extract using different extraction methods.

| Sample part | Extraction method | | % Yield (g DW of extract/g DW of sample) | Total phenolics (mg GA/g DW of extract) | Total flavonoids (mg CT/g DW of extract) |
|---|---|---|---|---|---|
| Peel | Method 1 | 95% Ethanol at RT for 7 d | 12.9 | 206.0 a[1] | 59.4 a |
| | Method 2 | 50% Ethanol + Microwave at 600 W | | | |
| | | - for 3 min | 17.2 | 175.2 b | 47.3 b |
| | | - for 4 min | 19.2 | 175.3 b | 46.1 c |
| | | - for 5 min | 14.7 | 174.9 b | 46.5 c |
| | | CV (%) | | 0.1 | 0.4 |
| Seed | Method 1 | 95% Ethanol at RT for 7 d | 8.8 | 204.1 a | 56.9 a b |
| | Method 2 | 50% Ethanol + Microwave at 600 W | | | |
| | | - for 3 min | 6.2 | 176.8 b | 47.7 b |
| | | - for 4 min | 4.5 | 175.8 c | 45.7 c |
| | | - for 5 min | 5.2 | 177.3 b | 47.7 b |
| | | CV (%) | | 0.1 | 0.2 |

[1/] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 99% confident level by DMRT

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ที่ได้จากการสกัดด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 3 นาที โดยวิธี DPPH radical scavenging ability พบว่า ในตัวอย่างสารสกัดเปลือกลิ้นจี่ที่ความเข้มข้นต่างกัน (1 - 8% w/v) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 0.072 – 0.176 มก.Trolox/ก. ของสารสกัด ส่วนในตัวอย่างสารสกัดเมล็ดลิ้นจี่ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 0.070 – 0.187 มก.Trolox/ก.ของสารสกัด โดยสารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%inhibition) หรือการต้านอนุมูลอิสระสูงอย่างมีประสิทธิภาพ (optimal concentration) ทั้งในส่วนเปลือกและเมล็ด คือความเข้มข้นที่ 7% w/v ซึ่งมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 95.84% และ 98.71% ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด โดยวิธี ABTS radical cation decolorization assay พบว่า ในตัวอย่างสารสกัดเปลือกลิ้นจี่ที่ความเข้มข้นต่างกัน มีฤทธิ์ต้านทานอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 0.067 – 0.077 มก.Trolox/ก. ของสารสกัด ส่วนในตัวอย่างสารสกัดเมล็ดลิ้นจี่ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 0.067 – 0.076 มก.Trolox/ก. ของสารสกัด โดยสารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ให้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระสูงอย่างมีประสิทธิภาพในส่วนเปลือกคือความเข้มข้นที่ 8% w/v ซึ่งมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 98.81% ในขณะที่ส่วนเมล็ดพบที่ความเข้มข้นที่ 7% w/v ซึ่งมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 98.10% นอกจากนี้ ยังพบว่าความเข้มข้นของสารสกัดตั้งแต่ 6% w/v มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากการวัดทั้งสองวิธีทั้งจากเปลือกและเมล็ด >90% **(Table 2)**

**Table 2** Antioxidant activity of lychee peel and seed extracted by microwave for 3 min at different concentrations evaluated by DPPH and ABTS assay.

| Sample part | %Conc. of extract (w/v) | Antioxidant activity | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DPPH (mg Trolox/ g extract) | %Inhibition | ABTS(mg Trolox/ g extract) | %Inhibition |
| Peel | 1 | 0.176 g[1] | 15.53 g | 0.077 g | 58.77 g |
| | 2 | 0.147 f | 38.83 f | 0.074 f | 69.65 f |
| | 3 | 0.103 e | 72.54 e | 0.073 e | 75.53 e |
| | 4 | 0.093 d | 82.07 d | 0.071 d | 80.95 d |
| | 5 | 0.083 c | 90.26 c | 0.070 c | 88.34 c |
| | 6 | 0.077 b | 94.91 b | 0.069 c | 90.31 c |
| | 7 | 0.076 ab | 95.84 ab | 0.068 b | 95.64 b |
| | 8 | 0.072 a | 98.27 a | 0.067 a | 98.81 a |
| | CV (%) | 2.0 | 2.3 | 0.5 | 1.6 |
| Seed | 1 | 0.187 g | 6.69 g | 0.076 g | 61.47 g |
| | 2 | 0.165 f | 24.34 f | 0.075 f | 64.45 f |
| | 3 | 0.145 e | 39.79 e | 0.073 e | 71.78 e |
| | 4 | 0.101 d | 75.12 d | 0.072 d | 76.71 d |
| | 5 | 0.084 c | 88.23 c | 0.069 c | 88.83 c |
| | 6 | 0.074 b | 96.05 b | 0.068 b | 92.09 b |
| | 7 | 0.071 ab | 98.71 ab | 0.067 a | 98.10 a |
| | 8 | 0.070 a | 99.63 a | 0.067 a | 99.14 a |
| | CV (%) | 2.0 | 2.7 | 0.3 | 1.1 |

[1/] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 99% confident level by DMRT

**วิจารณ์**

การใช้ไมโครเวฟครัวเรือนได้ปริมาณสารสกัด (%yield) รวมจากส่วนเปลือกและเมล็ด (19.9-23.7%) มากกว่าหรือใกล้เคียงวิธีดั้งเดิม (21.7%) แต่ยังให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่มีปริมาณน้อยกว่าวิธีดั้งเดิมอยู่เล็กน้อย โดยวิธีไมโครเวฟมีสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยทั้งหมด 175-177 มก. GA/ก.ของสารสกัด และ 45.7 -47.7 มก. CT/ก.ของสารสกัด ตามลำดับ และวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม 204-206 มก. GA/ก.ของสารสกัด และ 56.9 – 59.4 มก. CT/ก.ของสารสกัด ตามลำดับ ซึ่งอาจเนื่องจากวิธีการสกัดด้วย

ไมโครเวฟนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ไมโครเวฟที่ใช้ต้องสำหรับการสกัดโดยเฉพาะ ขนาดของกำลังไฟ ความคงที่ของการจ่ายคลื่น ความร้อน ระยะเวลาในการสกัด (กาญจนา และคณะ, 2562) นอกจากนี้ ความร้อนที่เกิดจากคลื่นไมโครเวฟหากใช้กำลังไฟมากหรือใช้ระยะเวลานานเกินความเหมาะสมจะทำลายสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยได้ (Jiangfeng et al., 2011; Zainol et al., 2009) เนื่องจากความร้อนทำให้เกิดการสลายของพันธะที่กรดฟีนอลิกจับกับองค์ประกอบอื่นหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลายเป็นสารชนิดอื่น (Dahmoune et al., 2014) ส่งผลให้สารสกัดมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลง อย่างไรก็ตามสารประกอบฟีนอลิกแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่ต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอพิคาเตชิน (Epicatechin) ซึ่งพบมากในเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ (Zhao et al., 2006) เป็นสารที่ทนความร้อนได้ดี (Hallamn, 2001) Fernández-Romero et al. (2020) พบว่า สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและเอพิคาเตชินในเมล็ดโกโก้สลายไปเพียง 10.98 ± 6.04% และ 8.05 ± 3.01% ตามลำดับ ที่การคั่ว 130 °C 10 นาที ในขณะที่การสลายของสารทั้งหมดเกิดขึ้นที่ 200 °C 50 นาที ดังนั้น จากงานวิจัยนี้จึงเป็นไปได้ว่าการใช้ไมโครเวฟอาจทำลายสารประกอบฟีนอลิกในลิ้นจี่ไปบางส่วน แต่เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนตัวทำละลายและเวลาที่ใช้ในการสกัดสาร ถือว่าวิธีไมโครเวฟแบบครัวเรือน ใช้ต้นทุนสารละลายและเวลาที่น้อยกว่าแบบดั้งเดิม โดยวิธีการสกัดสารด้วยไมโครเวฟแบบครัวเรือนนี้ยังเป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ หากต้องการทำระดับอุตสาหกรรมยังต้องมีการปรับและพัฒนาต่อไป สำหรับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้จากงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับการศึกษาวิจัยในลิ้นจี่ก่อนหน้าที่ใกล้เคียงกัน พบว่า ศิรินทิพย์ และคณะ (2565) สกัดเมล็ดลิ้นจี่ด้วยเอทานอล 50% แช่ 7 วัน ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 118 มก. GA/มก.ของสารสกัด และการศึกษาของ ยุพารัตน์ และ คมศักดิ์ (2564) ซึ่งใช้สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับไมโครเวฟ 450 วัตต์ นาน 15 นาที ในการสกัดสารจากเมล็ดลิ้นจี่ พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยทั้งหมด 28.74 มก. GA/ก.ของสารสกัด และ 14.68 มก. CT/ก.น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยเหล่านี้ใช้ตัวแปรที่ต่างกันจึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจน

## สรุป

วิธีการสกัดสารแบบดั้งเดิมให้ปริมาณสารสกัด (% yield) จากเปลือกน้อยกว่า แต่จากเมล็ดมากกว่าวิธีการสกัดด้วยการใช้ไมโครเวฟ ในขณะที่สารสกัดที่ได้จากวิธีการเดิมมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกและฟลาโวนอยทั้งหมดมากกว่าสารสกัดที่ได้จากการใช้ไมโครเวฟทั้งในส่วนเปลือกและเมล็ด และเมื่อเปรียบเทียบในวิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟที่เวลาต่างกัน พบว่า ได้ปริมาณสารสกัดและปริมาณสารประกอบฟีโนลิกและฟลาโวนอยทั้งหมดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยระยะเวลาสกัดด้วยไมโครเวฟ 3 นาที ให้ผลดีกว่าหรือไม่แตกต่างจากระยะเวลาอื่น และเมื่อเปรียบเทียบเปลือกและเมล็ดที่สกัดด้วยวิธีเดียวกัน พบว่า ส่วนเปลือกให้ปริมาณสารสกัดมากกว่าส่วนเมล็ด 1.5 - 4 เท่า แต่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยทั้งหมดต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้น วิธีการสกัดด้วยไมโครเวฟ จึงแนะนำที่การใช้เอทนอล 50% กำลังไฟ 600 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที

สำหรับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในส่วนเปลือกสูงกว่าเมล็ดที่ความเข้มข้นเดียวกันตั้งแต่ 1 - 5% แต่เมื่อความเข้มข้นสารสกัดตั้งแต่ 6 - 8% ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดสูงกว่าเปลือกที่ความเข้มข้นเดียวกัน และที่ความเข้มข้น 6% เป็นต้นไป ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของทั้งเปลือกและเมล็ดสูงกว่า 90% โดยที่ความเข้มข้นของสารสกัดเปลือกและเมล็ดที่ 7% เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (optimal concentration) และสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมความงามในด้านการชะลอวัยต่อไป

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวนที่อนุเคราะห์สถานที่ และนักวิชาการเกษตรตลอดจนลูกจ้างของสถาบันวิจัยพืชสวนที่ช่วยปฏิบัติงานทดลองจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอบคุณกรมวิชาการเกษตรที่สนับสนุนการศึกษาวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

กาญจนา นาคประสม, หยาดฝน ทะนงการกิจ, ภานาถ แสงเจริญรัตน์ และนักรบ นาคประสม. 2562. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารฟีนอลิกทั้งหมดจากเมล็ดลำไย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 24 (1): 48 – 63.

นักรบ นาคประสม, พิมพ์สุดา กุลทวงค์, ลักษณ์นรินทร์ เปลี่ยนสร้าง, หยาดฝน ทนงการกิจ และกาญจนา นาคประสม. 2558. สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารฟีโนลิกจากเปลือกลำไยโดยวิธีไมโครเวฟร่วม. น. 20 – 28. ใน: ประชุมวิชาการระดับชาติวิศวกรรมอาหาร ครั้งที่ 1.

ยุพารัตน์ โพธิเศษ และคมศักดิ์ พินธะ. 2564. สภาวะการสกัดที่เหมาะสมและการทำแห้งสารสกัดเมล็ดลิ้นจี่. Naresuan Phayao Journal. 14(2): 105-115.

วรางคณา สมพงษ์, ภาสกร ธีระศิลป์วีสกุล และคณิน ศรีสาลีสกุลรัตน์. 2559. การสกัดกัมเมล็ดมะขาม (*Tamarindus indica* L.) ด้วยไมโครเวฟและการใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสตรอว์เบอร์รี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24(2): 289 – 298.

ศิรินทิพย์ พรมเสนสา, ฉัตรลดา หงษ์วิลัย, ชนาวิทย์ ปาทา, วสุพล คมกล้า, ธนกฤต งามแสง, ขวัญชัย ศรีทารัตน์ และจรินยา ขุนทะวาด. 2565. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากลิ้นจี่. Koch Cha Sarn Journal of Science. 44(1): 43 – 50.

หนึ่งฤทัย นิลศรี, แสงชัย นทีวรนารถ, และสุภาพร ขำจันทร์. 2557. ฤทธิ์ของสารสกัดจากเปลือกลิ้นจี่ต่อการยับยั้งการทำงานของเกล็ดเลือด. วารสารนเรศวรพะเยา. 7(3): 196-203.

Dahmoune, F., Nayak, B., Moussi, K., Remini, H., and K. Madani. 2014. Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from *Myrtus communis* L. leaves. Food Chemistry. 166: 585-595.

Fernández-Romero, E., Chavez-Quintana, S.G., Siche, R., Castro-Alayo, E.M., and F.P. Cardenas-Toro. 2020. The kinetics of total phenolic content and monomeric flavan-3-ols during the roasting process of Criollo cocoa. Antioxidants. 9(2):146.

Hallamn, P.C.H. 2001. Evidence for health benefits of plant phenols: local or systemic effects?. Journal of the Science of Food and Agriculture. 81: 842-852.

Jiangfeng, S., Dajing, L., Chunquan, L., and Z. Ying. 2011. Optimized microwave-assisted extraction of total phenolics (TP) from *Ipomoea batatas* leaves and its antioxidant activity. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 12(3): 282-287.

Narkprasom, N., Narkprasom, K., and U. Upara. 2015. Optimization of total phenolic from *Cleistocalyx nervosum* by microwave-assisted extraction. American Journal of Engineering and Applied Sciences. 8(3): 302-309.

Torres, C.L., Rojas, R., Serna, L.C., Belmares, R.C., and C.N. Aguilar. 2017. Extraction of antioxidants from mango seed kernel: Optimization assisted by microwave. Food and Bioproducts Processing. 105: 188-196.

Zainol, M.K.M., Abdul-Hamid, A., Bakar, F.A., and S.P. Dek. 2009. Effect of different drying methods on the degradation of selected flavonoids in *Centella asiatica*. International Food Research Journal. 16: 531-537.

Zhao, M., Yang, B., Wang, J., Liu, Y., Yu, L., and Y. Jiang. 2007. Immunomodulatory and anticancer activities of flavonoids extracted from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp. International immunopharmacology. 7(2): 162-166.