ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและความเข้มแสงต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบเตยหอม

Effects of harvest maturity and light intensity on phenolic compound content and antioxidation activity of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaves

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์[1*], ภาวิณี อารีศรีสม[1], เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์[1], วาริน สุทนต์[1] และ กอบลาภ อารีศรีสม[1]

Narin Toakaenchan[1*], Pawinee Areesrisom[1], Therdsak Thonnalak[1], Warin Suthon[1] and Koblap Areesrisom[1]

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอายุการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ (5, 6 และ 7 เดือน หลังการปลูก) และความเข้มแสงที่ให้แก่พืชในโรงเรือน 4 ระดับ (6,766, 9,666, 12,566 และ 45,233 ลักซ์) ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในใบเตยหอม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จากการทดลอง พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ในใบมีค่าสูงสุด (18.19 มก. กรดแกลลิก/ก. น้ำหนักแห้งใบ, 20.39% และ 50.48% ตามลำดับ) เมื่อทำการเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 เดือน หลังการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 45,233 ลักซ์

คำสำคัญ: เตยหอม, อายุการเก็บเกี่ยว, ความเข้มแสง, สารประกอบฟีนอล, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT: This research investigated the effects of three stages of harvest maturity (5, 6 and 7 months after planting) and four levels of light intensity given to the plants in the greenhouse (6,766, 9,666, 12,566 and 45,233 lux) on the phenolic compound content and antioxidation activity of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaves. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD). The results showed that phenolic compound content and antioxidation activity in terms of DPPH and ABTS radical scavenging capacity were highest (18.19 mg GAE/g DW, 20.39% and 50.48%, respectively) when the plants were harvested at seven months after planting under light intensity of 45,233 lux.

Keywords: *Pandanus amaryllifolius* Roxb., harvest maturity, light intensity, phenolic compounds, antioxidant activity

บทนำ

ในปัจจุบัน การเจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง ทำให้คนไทยเสียชีวิตเป็นอันดับต้นๆ โดยเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น อาหารที่รับประทาน สิ่งแวดล้อม มลพิษ เหล่านี้ล้วนเป็นตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ ดังนั้นแพทย์ และเภสัชกร รวมถึงนักวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง จึงสนใจค้นคว้า และทำการวิจัย เพื่อผลิตยาสำหรับใช้รักษา ป้องกัน หรือชะลอการเกิดโรค เป็นการเพิ่มทางเลือกในการรักษาให้มากขึ้น และหนึ่งในนั้นที่ได้รับความสนใจ คือ สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่ในการจับกับตัวรับ และสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลอื่นๆ ได้ โดยออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังตัวออกซิไดส์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถให้ผลปฏิกิริยาเป็นสารอนุมูล

[1] สาขาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
Medicinal Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: narin_t15@hotmail.com

อิสระ (free radical) เมื่อกระบวนการนี้เกิดขึ้นภายในร่างกายของมนุษย์ สารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ และทำลายเซลล์ของร่างกาย ถ้ามีมากในเซลล์ก็จะเป็นอันตรายได้ โดยสามารถทำลายดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์ และส่วนอื่นๆ ของเซลล์ ในระยะสั้น อนุมูลอิสระมีผลต่อการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื่อ แต่ในระยะยาว จะมีผลต่อการเสื่อมตามอายุหรือการแก่ของเซลล์ ในปัจจุบัน จากการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า อนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรังที่ไม่ติดต่อหลายชนิด โดยเฉพาะโรคมะเร็ง (Valko et al., 2004; Arrabal et al., 2013; Thanan et al., 2015) สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้ายุติปฏิกิริยาลูกโซ่โดยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (อนันต์, 2551; เจนจิรา และประสงค์, 2554; ทินกร และคณะ, 2556) สามารถพบสารต้านอนุมูลอิสระได้ทั้งในพืชผัก และผลไม้ รวมถึงสมุนไพรไทยหลายชนิด เช่น เตยหอม (Jimtaisong and Krisdapong, 2013) หญ้าหนวดแมว(Shu et al., 2010) บัวบก(สุวรรณี และคณะ, 2555) ชะพลู (พัชรินทร์ และคณะ, 2557) เป็นต้น ดังนั้น ในปัจจุบันได้มีการนำสมุนไพรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่เป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านมาใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาการบำบัดโรค และการผลิตเครื่องสำอาง เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากมีความปลอดภัย ราคาไม่แพง และสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น

เตยหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pandanus amaryllifolius* Roxb. (คม, 2556; Wakte et al., 2009) มีชื่อที่เรียกตามภาษาท้องถิ่นว่า ปาแม๊ะ ออริง หวานข้าวไหม้ หรือพั้งลั้ง เป็นต้น เตยหอมจัดอยู่ในวงศ์ Pandanaceae (Busque et al., 2002) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลักษณะแตกกอเป็นพุ่มขนาดเล็ก ใบเรียวยาว ขอบใบเรียบ หลังใบเป็นมัน มีสีเข้มกว่าท้องใบ ด้านท้องใบเห็นเป็นรูปคล้ายกระดูกงูเรือ ใบมีกลิ่นหอม เตยหอมเป็นพืชไม่มีดอก มีลำต้นสูงประมาณ 2-3 เมตร และชอบขึ้นในที่ใกล้น้ำ ชื้นแฉะ ชอบแสงแดดรำไร แต่ทนแสงแดดจัดได้ เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียอาคเนย์ เตยหอมมีลักษณะลำต้นเป็นข้อๆ ข้อที่อยู่ใกล้โคนต้นมีรากงอกออกมาเพื่อค้ำลำต้น ขยายพันธุ์โดยใช้หน่อขนาดเล็ก (วันดี, 2538; สมพร, 2551) สามารถเก็บเกี่ยวใบไปใช้ประโยชน์ได้หลังการปลูก 6 เดือน (Wakte et al., 2009) ใบสดมีกลิ่นหอมเหมือนข้าวใหม่ โดยปกติ มักนำใบเตยมาประกอบอาหาร และใช้เป็นสารให้สี ให้กลิ่น (ช่อผกา, 2553) นอกจากนั้น เตยหอมยังมีสารอาหารต่างๆ เช่น บีตา-แคโรทีน วิตามินซี และแคลเซียม (กรมอนามัย, 2553) เตยหอมมีคุณสมบัติในการลดน้ำตาลในเลือดของหนูทดลอง (เพ็ญโฉม และคณะ, 2533) ขณะที่สารสกัดจากใบเตยหอมมีผลในการเพิ่มความแรง และอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งส่งผลต่อความดันเลือดด้วย (รัชวรรณ และวีระนุช, 2542; 2543) นอกจากนี้ ใบเตยหอมยังมีคุณสมบัติในการทำให้ร่างกายสดชื่น ลดอาการไข้ และช่วยบรรเทาอาการอาหารไม่ย่อย ท้องอืดท้องเฟ้อ (Cheeptham and Towers, 2002) ใบเตยหอมมีส่วนประกอบของสารต่างๆ ได้แก่ สารที่ให้กลิ่นหอมคือ 2-acetyl-1-pyrroline (Bhattacharjee et al., 2005) สารต้านอนุมูลอิสระ (นันท์นภัส, 2551; Jimtaisong and Krisdapong, 2013) และสารประกอบฟีนอล (Yan and Asmah, 2010) เป็นต้น เตยหอมจึงจัดเป็นวัตถุดิบสมุนไพรที่มีความน่าสนใจในแง่ของการเป็นพืชที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถนำไปต่อยอดแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ เช่น ยา เครื่องสำอาง และอาหารสัตว์ เป็นต้น แต่เนื่องจากยังไม่มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอายุการเก็บเกี่ยวและความเข้มแสงต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของเตยหอม ดังนั้น การวิจัยนี้จึงศึกษาถึงปัจจัยดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพ และมีสารสำคัญในปริมาณสูง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับการแข่งขันในตลาดโลก รวมทั้งนำมาใช้บริโภคหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ด้านสุขภาพ อาหาร ความงาม หรือด้านอื่นๆ เพื่อการพึ่งพาตนเองต่อไป

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลองปลูกเตยหอม

ในการทดลองครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองที่สาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) ที่มีความเข้มแสง 4 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 13 ต้น โดยในแต่ละระดับความเข้มแสง

ทำการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ (5, 6 และ 7 เดือน) ทำการปลูกในโรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ ซึ่งทำให้ภายในโรงเรือนมีความเข้มแสง 6,76 (ตาข่ายพรางแสง 70 %), 9,666 (ตาข่ายพรางแสง 60 %), 12,566 (ตาข่ายพรางแสง 50 %) และ 45,233 ลักซ์ (ไม่พรางแสง) นำต้นกล้าเตยหอมพันธุ์อ่างทอง ที่อนุบาลได้อายุ 1 เดือน ความสูง 10 ซม. ปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 12 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกเป็นดินผสม แกลบ และมูลวัวในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 ดูแลรักษาต้นเตยหอมโดยให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ จัดการศัตรูพืช ให้ปุ๋ยหมักทุกๆ 15 วัน หลังจากนั้น ทำการเก็บเกี่ยวใบเตยเมื่อต้นมีอายุ 5, 6 และ 7 เดือนหลังการปลูก โดยเก็บเกี่ยวเอาเฉพาะส่วนใบ บันทึกน้ำหนักผลผลิตสด ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ หั่นให้เป็นชิ้นยาวประมาณ 2-3 ซม. นำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 °ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อแห้งบันทึกน้ำหนักผลผลิตแห้ง

การเตรียมสารสกัดเตยหอม

การเตรียมสารสกัดใบเตยหอมดัดแปลงจากงานวิจัยของ Pumtes et al. (2012) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ สุ่มตัวอย่างใบเตยที่ผ่านการอบแห้ง ซ้ำละ 50 ก. บดเป็นผงละเอียด และชั่งตัวอย่างมา 3.0 ก. เติมเมทานอล ปริมาตร 50 มล. แช่ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 40 °ซ. นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำสารละลายที่สกัดได้มากรองและนำไประเหยจนแห้ง ละลายสารสกัดหยาบด้วยเมทานอลปริมาตร 5 มล. เก็บสารละลายที่สกัดได้ไว้ที่อุณหภูมิ 5 °ซ.

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอล ใช้ Folin-Ciocalteu's reagent โดยดัดแปลงจากงานวิจัยของ Namjooyan et al. (2010) โดยปิเปตต์สารละลายสารสกัดใบเตยหอมที่สกัดได้มา 0.1 มล. ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 2.0 % (w/v) ปริมาตร 2.0 มล. และสาระละลาย Folin-Ciocalteu 0.1 มล. ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำสารละลายที่เตรียมได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid) รายงานผลปริมาณสารประกอบฟีนอลที่มีหน่วยเป็น มก.กรดแกลลิก/ก. น้ำหนักแห้งใบ (mg GAE/ g DW)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Singh et al. (2002) โดยปิเปตต์สารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.9 มล. ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายสารสกัดใบเตยหอมที่สกัดได้ปริมาตร 0.1 มล. ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้น นำสารละลายที่เตรียมได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของสารตัวอย่างมาคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เมื่อเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงกับหลอดควบคุม โดยรายงานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เป็นค่าของร้อยละการยับยั้ง (% inhibition) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = \left(\frac{A_{ctrl} - A_{sample}}{A_{ctrl}} \right) 100$$

เมื่อ A_{ctrl} คือค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

A_{sample} คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS (2,2'-azionbis-3-ethylbenzothiazo line-6-sulphonic acid)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ดัดแปลงจากวิธีของ Thaipong et al. (2006) โดยปิเปตต์สารละลาย ABTS เข้มข้น 7.0 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.0 มล. ลงในหลอดทดลอง เติมสารสกัดใบเตยหอมที่สกัดได้ 0.1 มล. ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 6 นาที หลังจากนั้น นำสารละลายที่เตรียมได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างมาคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เมื่อเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงกับหลอดควบคุม โดยรายงานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เป็นค่าของร้อยละการยับยั้ง คำนวณเช่นเดียวกันกับวิธีการหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการปลูกเตยหอมตามกรรมวิธีที่ได้วางแผนการทดลองไว้ข้างต้น และทำการเก็บเกี่ยวผลิตผลตามอายุการปลูกที่กำหนดไว้ ผลผลิตในรูปของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบเตยหอม มีค่าอยู่ระหว่าง 104-198 ก./ต้น (Table 1) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างระดับความเข้มแสงที่พืชได้รับ ในแต่ละอายุการเก็บเกี่ยว และเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มมากขึ้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบเตยหอมก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Table 1 Fresh and dry weight of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaves under different light intensity at various harvest maturity

Light intensity	Leaf fresh weight (g/plant)			Leaf dry weight (g/plant)		
(lux)	5 months	6 months	7 months	5 months	6 months	7 months
6,766	104.58 ±10.18	120.50 ± 34.25	197.5 ± 59.74	49.08 ± 10.18	79.83 ± 27.61	119.83 ± 17.18
9,666	112.50 ± 15.21	134.17 ± 33.94	142.75 ± 46.42	57.00 ± 15.21	84.67 ± 26.27	93.83 ± 35.46
12,566	105.83 ± 22.68	120.00 ± 25.98	168.33 ± 23.63	55.50 ± 16.48	69.67 ± 22.86	112.83 ± 12.83
45,233	109.17 ± 9.46	122.5 ± 19.84	125.83 ± 27.54	53.67 ± 9.46	67.00 ± 19.84	73.00 ± 32.21
F-test 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = not significant at the 0.05 probability level.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบเตยหอมที่อายุการเก็บเกี่ยว 5, 6 และ 7 เดือน มีค่าอยู่ระหว่าง 13 -16, 15 -17และ 11-19 มก. กรดแกลลิก/ก. น้ำหนักแห้งใบ ตามลำดับ (Table 2) เมื่อทำการเก็บเกี่ยวใบเตยหอมจากต้นที่มีอายุ 5, 6, และ 7 เดือนหลังการปลูกภายใต้ความเข้มแสง 4 ระดับ (6,766, 9,666, 12,566 และ 45,233 ลักซ์) พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยในเดือนที่ 7 ที่ระดับความเข้มแสง 12,566 และ 45,233 ลักซ์สารประกอบฟีนอลมีปริมาณมากสุด (18.38 และ 18.19 มก. กรดแกลลิก/ ก. น้ำหนักแห้งใบ ตามลำดับ) ทั้งนี้ สารประกอบฟีนอลที่พบในใบเตยเป็นเมแทบอไลต์ทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้นโดยมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างสารในกลุ่มดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็น สายพันธ์ อายุการเก็บเกี่ยว สภาพแวดล้อม สภาพการปลูก และความเครียดที่เกิดจากแมลง อุณหภูมิ และการขาดธาตุอาหาร (Ali, 2014) โดยที่อายุการเก็บเกี่ยว 7 เดือน และระดับความเข้มแสง 45,233 ลักซ์ อาจส่งผลให้เตยหอมอยู่ในสภาวะเครียด ทำให้มีสารอนุมูลอิสระในปริมาณที่มากขึ้น จึงทำให้พืชสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสารในกลุ่มเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระที่พืชสร้างขึ้นภายใต้สภาวะเครียด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Beacker (2014) ที่พบว่า ผักกาดหอมซึ่งได้รับแสงโดยตรงมีการผลิตสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ และกรด ฟีนอลิกในปริมาณที่มากกว่า เมื่อเทียบกับการปลูกแบบพรางแสง Karami et al. (2013) ได้ศึกษาผลของแสงต่อปริมาณฟลาโวนอยด์และกรดฟีนอลิกในใบ ราก และลำต้นของว่านนางตัด (*Labisia pumila*) พบว่า ที่ระดับความเข้มแสง 630 ไมโครโมล/มก./วินาที ซึ่งเป็นความเข้มแสงสูงสุดที่ทำการศึกษา ว่านนางตัดสร้างสารประกอบทั้ง 2 ชนิดในปริมาณมากสุด

สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากผลการทดสอบ ที่อายุการเก็บเกี่ยว 5 เดือน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระDPPH มีค่าอยู่ระหว่าง 9-12 % (Table 2) ในเดือนที่ 6 และ 7 ค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นเป็น 9-11 และ 9-21% ตามลำดับ เมื่อทำการเก็บเกี่ยวในเดือน 7 ภายใต้ความเข้มแสง 45,233 ลักซ์ ใบเตยหอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุด (20.39 %) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลข้างต้น ในขณะที่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าอยู่ระหว่าง 23-51% โดยที่อายุการเก็บเกี่ยว 5, 6 และ 7 เดือน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าอยู่ระหว่าง 23-33, 30-33 และ

29-59% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ไปในทิศทางเดียวกันกับสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH กล่าวคือ เมื่อทำการเก็บเกี่ยวใบเตยหอมในเดือนที่ 7 ภายใต้ความเข้มแสง 45,233 ลักซ์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าสูงสุด (50.48 %)

Table 2 Total phenolic content and antioxidation activity in terms of DPPH and ABTA radical scavenging capacity of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaves under different light intensity at various harvest maturity

Harvest maturity (months)	Light intensity (lux)	Total phenolic content (mg GAE/ g DW)	DPPH radical scavenging capacity (% inhibition)	ABTS radical scavenging capacity (% inhibition)
5	6,766	14.52 ± 0.26^{cd}	10.35 ± 0.42^{cdef}	23.00 ± 0.71^{f}
	9,666	13.72± 0.87^{d}	11.12 ± 0.52^{bcd}	29.73 ± 0.79^{d}
	12,566	13.56 ± 1.60^{d}	9.65 ± 0.65^{fg}	29.10 ± 1.26^{e}
	45,233	15.92 ± 1.13^{bc}	10.91 ± 0.39^{bcd}	32.13 ± 1.14^{c}
6	6,766	16.60 ± 0.29^{b}	9.78 ± 0.15^{fg}	30.50 ± 0.54^{d}
	9,666	16.00 ± 0.00^{bc}	9.87 ± 0.00^{efg}	31.12 ± 0.00^{cd}
	12,566	15.98 ± 0.96^{bc}	10.17 ± 0.38^{def}	32.71 ± 0.38^{c}
	45,233	16.38 ± 1.15^{b}	10.82 ± 0.42^{cde}	32.37 ± 0.74^{c}
7	6,766	15.07 ± 0.17^{bcd}	11.86 ± 1.05^{b}	35.44 ± 0.00^{b}
	9,666	11.82 ± 1.40^{c}	9.04 ± 0.33^{g}	29.68 ± 1.00^{d}
	12,566	18.38 ± 0.25^{a}	11.30 ± 0.34^{bc}	39.70 ± 0.30^{b}
	45,233	18.19 ± 0.00^{a}	20.39 ± 0.91^{a}	50.48 ±1.96^{a}
F-test 0.05		*	*	*

* Significant at P<0.05. Means in the same column with different letters are significantly different at P<0.05

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอายุการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ (5, 6 และ 7 เดือน หลังการปลูก) และความเข้มแสงที่ให้แก่พืชภายในแปลงปลูก 4 ระดับ (6,766, 9,666, 12,566 และ 45,233 ลักซ์) ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในใบเตยหอม จากการทดลอง พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีค่ามากสุดเมื่อทำการเก็บเกี่ยวใบจากต้นที่มีอายุ 7 เดือน ซึ่งได้รับแสงที่มีความเข้ม 45,233 ลักซ์ โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 18.19 มก. กรดแกลลิก/ ก. น้ำหนักแห้งใบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS เท่ากับ 20.39 และ 50.48% ตามลำดับ ในขณะที่ ผลผลิตน้ำหนักสดและแห้งของใบเตยหอม ในแต่ละอายุการเก็บเกี่ยวภายใต้ความเข้มแสงทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น น้ำหนักสดและแห้งก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จึงควรเก็บเกี่ยวใบเตยหอมจากต้นที่ได้รับแสงแดดจัด เมื่อมีอายุได้ 7 เดือน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นอย่างยิ่งที่ให้ทุนสนับสนุน ประเภทเงินอุดหนุน ปีงบประมาณ 2559 ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย, กรุงเทพฯ.

คม กันชูลี. 2556. ฐานข้อมูลสมุนไพร สำนักวิทยาบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. แหล่งข้อมูล: https://goo.gl/wVM9Mj. ค้นเมื่อ 26 กันยายน 2559.

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. 2554. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา Oxidants and antioxidants: Sources and mechanism. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 1(1): 59-70.

ช่อผกา เทพรังษี. 2553. การผลิตข้าวขาวเคลือบด้วยสารสกัดธรรมชาติจากใบเตยแบบห่อหุ้มและทำแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิ-ไดเซชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ทินกร เหล่าออง, กนกวรรณ จารุกำจร, และวรัญญา จตุพรประเสริฐ. 2556. ผลกระทบของระบบต้านอนุมูลอิสระและภาวะเครียดออกซิเดชั่นต่อพัฒนาการของภาวะเบาหวาน. ว. เภสัชศาสตร์อีสาน. 9(1): 1-14.

นันท์นภัส เติมวงศ์. 2551. ปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีโนลิกส์ และวิตามินซีในผักและสมุนไพร. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 8(1): 41-48.

พัชรินทร์ บุญหล้า, เมธิน ผดุงกิจ, อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์, และธิดารัตน์ สมดี. 2557. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดใบชะพลู. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน. 10(3): 283-294.

เพ็ญโฉม พึ่งวิชา, ยุวดี วงษ์กระจ่าง, อรวรรณ เรืองสมบูรณ์, และวิสุดา สุวิทยาวัฒน์. 2533. ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดของน้ำสกัดรากเตยหอม. วารสารเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล. 17(2): 29-35.

รัชวรรณ ลิ้มวิวัฒน์กุล และวีระนุช นิลนนท์. 2542. ผลของสารสกัดใบเตยหอม (*Pandanus odorus* Ridl.) ต่อความดันเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในหนูขาวปกติ. วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21(1): 89-97.

รัชวรรณ ลิ้มวิวัฒน์กุล และวีระนุช นิลนนท์. 2543. ฤทธิ์กระตุ้นหัวใจของสารสกัดใบเตยหอม (*Pandanus odorus* Ridl.). วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(1): 57-65.

วันดี กฤษณพันธุ์. 2538. สมุนไพรสารพัดประโยชน์. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

สมพร ภูติยานันต์. 2551. สมุนไพรใกล้ตัว เล่ม 13. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุวรรณี แสนทวีสุข, ดวงใจ จงตามกลาง, ทัศน์วรรณ สมจันทร์ และปิติพงษ์ โตบันลือภพ. 2555. ปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสมุนไพรบางชนิด. แก่นเกษตร. 40(ฉบับพิเศษ 2): 480-483.

อนันต์ สกุลกิม. 2551. อนุมูลอิสระ สารอันตรายต่อสุขภาพและร่างกาย. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 8(1): 28-33.

Ali, M. B. 2014. Secondary metabolites and environmental stress in plants: biosynthesis, regulation, and function. P. 55-85. In: P. Ahmad and R. M. Wani, Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants under Changing Environment: Volume 2. Springer, New York.

Arralbal, S. R., F. A. Cordón, J. León, E. R. Marinetto, M. M. S. Asensio, I. Calvente, and M. I. Núñez. 2013. Involvement of free radicals in breast cancer. SpringerPlus. 2: 1-12.

Beacker, C. 2014. Impact of radiation, temperature and growth stage on the concentration of flavonoid glycosides and caffeic derivatives in red leaf lettuce. Doctoral Dissertation. Technical University of Berlin, Germany.

Bhattacharjee, P., A. Kshirsagar, and R. S. Singhal. 2005. Supercritical carbon dioxide extraction of 2-acetyl-1-pyrroline from *Pandanus amaryllifolius* Roxb. Food Chem. 91: 255-259.

Busqué, F., P.D. March, M. Figueredo, J. Font, and E. Sanfeliu. 2002. Total synthesis of four *Pandanus* alkaloids: pandamarilactonine-A and -B and their chemical precursors norpandamarilactonine-A and -B. Tetrahedron Letters. 43: 5583-5585.

Cheeptham, N., and G.H.N. Towers. 2002. Light-mediated activities of some Thai medicinal plant teas. Fototerapia. 73: 651-662.

Jimtaisong, A., and P. Krisdaphong. 2013. Antioxidant activity of *Pandanus amaryllifolius* leaf and root extract and its application in topical emulsion. Trop. J. Pharm. Res. 12(3): 425-431.

Karimi, E., H.Z.E. Jaafar, A. Ghasemazaded, and M.H. Irahim. 2013. Light intensity effect on production and antioxidant activity of flavonoids and phenolic compounds in leaves, stems and roots of three varieties of *Labisai pumila* Benth. Aust. J. Crop Sci. 7: 1016-1023.

Namjooyan, F., M. E. Azmi, and V. R. Rahmanian. 2015. Investigation of antioxidant activity and total phenoloc content of various fractions of aerial parts of *Pimpinella barbata* (DC.) Boiss. J. Nat. Pharm. Prod. 5: 1-5.

Pumtes, P., T. Kongbangkerd, K. Rojsunthornkitti, and N. Jitrepotch. 2012. Effect of extraction conditions on antioxidant activities of some Thai herbs. P. 52-54. In: The 4th Science Research Conference 12-13 March 2012. Faculty of Science, Naresuan University.

Shu, C. L., B. H. Hong, Y. S. Yu, and G. C. Yen. 2010. Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Orthosiphon aristatus* and its bioactive compounds. J. Agric. Food. Chem. 58: 2150-2156.

Singh, R.P., K.N. Chidambara, and G.K. Jayaprakasha. 2002. Studies on the activity of pomegranate (*Punica granatum)* peel and seed extracts using *in vitro* models. J. Agric. Food. Chem. 50(1): 81-86.

Thaipong, K., U. Boonprakob, K. Crosby, L. Cisneros-Zevallos, and D. H. Byrne. 2006. Comparison of ABTA, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J. Food Comp. Anal. 19: 669-675.

Thanan, R., S. Oikawa, Y. Hiraku, S. Ohnishi, N. Ma, S. Pinlaor, P. Yongvanit, S. Kawanishi, and M. Murata. 2015. Oxidative stress and its significant roles in neurodegenerative diseases and cancer. Int. J. Mol. Sci. 16: 193-217.

Valko, M., M. Izakovic, M. Mazur, C. J. Rhodes, and J. Telser. 2004. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. Mol. Cell. Biochem. 266: 37-56.

Wakte, K., A. B. Nadaf, R. J. Thengane, and N. Jawali. 2009. *Pandanus amaryllifolius* Roxb. cultivated as a spice in coastal regions of India. Genet. Resour. Crop. Evol. 56: 735-740.

Yan, S. W. and R. Asmah. 2010. Comparison of total phenolic contents and antioxidant activities of turmeric leaf, pandan leaf and torch ginger flower. Int. Food. Res. J. 17: 417-423.