การศึกษาผลของไคตินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงาดำ

Effect of chitin on growth and yield of black sesame (*Sesamum indicum* L.)

กัญญาวีร์ ศรีวิชัย[1], ไพบูลย์ หมุ่ยมาศ[1*] และ อรรถพล แสงกล้า[1]

Kanyawee Sriwichai[1], Paiboon Muymas[1*] and Atthapol Sangkla[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของไคตินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงาดำ ทำการทดลองบริเวณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนเมษายน - กันยายน 2561 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ตำรับ ตำรับละ 15 ซ้ำ ประกอบด้วย ตำรับที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ใส่ไคติน (T1) ตำรับที่ 2 ใส่ไคติน 5 กรัม (T2) ตำรับที่ 3 ใส่ไคติน 10 กรัม (T3) และตำรับที่ 4 ใส่ไคติน 15 กรัม (T4) ใส่ไคตินทุก ๆ 2 สัปดาห์ จากผลการทดลอง พบว่า ทุกตำรับที่ใส่ไคติน (T2, T3 และ T4) สามารถเพิ่มจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ เส้นรอบวงลำต้น ความสูงลำต้น และน้ำหนักเมล็ดงามากกว่าชุดควบคุม (T1) จากผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นชัดเจนว่า การใช้ไคตินส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของงาดำได้เพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: ไคติน, งาดำ, การเจริญเติบโต, ผลผลิต

ABSTRACT: The study on effects of chitin on growth and yield of black sesame (*Sesamum indicum* L.) were investigated. The experiment was conducted at Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang province, during April to September, 2018. Experiment use Completely Randomized Design (CRD) with 15 replications and 4 treatments as following by non-chitin (treatment 1; control), chitin applied at 5 g (treatment 2), chitin applied at 10 g (treatment 3) and chitin applied at 15 g (treatment 4). Chitin was applied every 2 weeks. The results shown that Chitin applied (T2, T3 and T4) gave significantly higher leaf number, leaf width, leaf length, circumference of stem, stem height and seed weight than the control (T1). This study clearly suggest that Chitin application was increased growth and yield of black sesame.

Keywords: chitin, black sesame, growth, yield

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
Program in General Science, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University

* Corresponding author: pmuymas@yahoo.com

บทนำ

ในประเทศไทยเกษตรกรมักจะปลูกงาดำเป็นพืชเสริมหลังการปลูกพืชหลักเนื่องจากงาดำเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี งาดำจึงปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทย (ไทยเกษตรศาสตร์, 2554) โดยทั่วไปจะนิยมปลูกงาดำใน 2 ช่วงคือ ช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน (พรพรรณ และคณะ, 2537) งาดำเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Pedaliaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* L. เป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง ใบออกเรียงตรงข้ามกันเป็นชั้น ๆ มีดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือกลุ่มตามซอกใบ และจะออกผลเรียกว่าฝัก ในฝักจะมีเมล็ดสีดำจำนวนมากเรียงซ้อนกัน ปัจจุบันงาจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีความนิยมมากและได้มีการนำงามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากเมล็ดงา น้ำมันงา หรือเซซามิน ในด้านการบริโภคและอุตสาหกรรมการแปรรูปจึงทำให้ความต้องการเมล็ดงามีเพิ่มขึ้น (สุจินต์, 2558) ทำให้กลายเป็นเรื่องน่าสนใจที่คนจะหันมาปลูกงาดำกันมากขึ้นและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายถึงคุณค่าทางด้านอาหาร การป้องกัน และรักษาโรคของงาดำ จากความต้องการและการนำเมล็ดงาดำไปใช้ประโยชน์เพื่อให้ต้นงามีการเจริญเติบโตที่ดีและเพื่อเพิ่มผลผลิต ต้นงาจะต้องได้รับการดูแลรักษารวมไปถึงการเลือกใช้ปุ๋ยที่ดีมีคุณภาพจากเกษตรกร เนื่องจากปัจจุบันโดยมากเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีเพื่อการเพิ่มผลผลิต กำจัดศัตรูพืช สิ่งเหล่านี้กลายเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาต่าง ๆ ทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในพืช สิ่งแวดล้อม เกิดมลพิษทางดิน และการสะสมสารเคมีในดินก่อให้เกิดผลกระทบต่อโครงสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดิน (รัศมี, 2558) ซึ่งจะทำให้ส่งผลเสียต่อการเพาะปลูกพืชในครั้งต่อไป เพราะเกษตรกรได้รับข้อมูลสรรพคุณจากสื่อโฆษณา เกษตรกรจะเชื่อและเลือกซื้อปัจจัยการผลิตจากพ่อค้าตัวแทนจำหน่ายปุ๋ยต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อพืชอีกทั้งยังทำให้มีการลงทุนในการผลิตพืชที่สูงขึ้นอีกด้วย (ศรายุทธ, 2543) นอกจากนี้สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตงาต่อพื้นที่ค่อนข้างต่ำเป็นเพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกงาโดยไม่มีการดูแลรักษาใส่ปุ๋ยในปริมาณน้อยเกินไป (กัลยารัตน์, 2558) ไม่มีอัตราส่วนในการใช้ปุ๋ยที่ไม่แน่นอนส่งผลทำให้ต้นงาเจริญเติบโตช้าและทำให้ได้ผลผลิตไม่มากเท่าที่ควร จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้หาแนวทางทดลองศึกษาเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของงาดำให้มากขึ้น โดยทดลองเปรียบเทียบตำรับควบคุมซึ่งไม่ไคติน เทียบกับการใช้ไคตินในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งไคติน เป็นสารโมเลกุลยาว ไม่มีประจุ มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 200,000 มีสูตรคือ $(C_8H_{13}NO_5)n$ ประกอบด้วยไฮโดรเจนร้อยละ 6.5 คาร์บอนร้อยละ 47.3 ไนโตรเจนร้อยละ 6.9 และออกซิเจนร้อยละ 39.4 มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ (Siamchemi, 2016) สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ไคตินช่วยในการดูดซับน้ำช่วยในการอุ้มน้ำ ช่วยให้ดินร่วนซุย เพิ่มช่องว่างในดินมากขึ้น (สุวบุญ และคณะ, 2544) ในการปรับสภาพดินไคตินจะช่วยเพิ่มความพรุนในดิน ช่วยควบคุมอัตราการชะล้างของดิน (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2548) มีความปลอดภัยในการนำมาใช้ ไม่เกิดผลเสียปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นตัวควบคุมการปลดปล่อยแร่ธาตุสารอาหารให้แก่พืช อีกทั้งไคตินยังเป็นส่วนประกอบในการผลิตแผ่นคลุมดินเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มอุณหภูมิของดิน ช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน (สุธิดา, 2552)

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้ไคตินในปริมาณที่ต่างกัน สามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นงาดำจะทำให้ได้การเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดี สำหรับเป็นแนวทางของเกษตรกรในการนำไคตินซึ่งเป็นธาตุที่ไม่มีสารตกค้าง สามารถนำมาใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการปลูกงา เพื่อได้ผลผลิตที่สมบูรณ์ ไม่มีสารเคมีตกค้างซึ่งเป็นผลดีต่อการนำผลผลิตนั้นไปใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นแบบเมล็ดหรือในรูปของสารสกัดน้ำมันงาจะส่งผลดีต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและเกษตรกร

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของงาดำโดยใช้ไคตินจากบริษัทเอเอเอ็นแลป อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ปลูกในกระถางทดลอง บริเวณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือน เมษายน-กันยายน 2561 อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 31-34 องศาเซลเซียส โดยวิธีการปลูกงาดำในกระถางขนาด 6 นิ้ว มีทั้งหมด 60 กระถาง มี 4 แถว แถวละ 15 กระถาง บรรจุด้วย

ดินเพียงอย่างเดียวปริมาณ 2.8 กก. เริ่มการปลูกโดยหยอดเมล็ดงาลงหลุมขนาด 0.5 ซม. ทำการรดน้ำทุกวัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Complete Randomized Design (CRD) มีจำนวน 4 ตำรับ ได้แก่ ตำรับที่ 1 ชุดควบคุม (T1) ไม่ใส่ไคตินและปุ๋ยชนิดใด ๆ ตำรับที่ 2 ใส่ไคติน 5 กรัม (T2) ตำรับที่ 3 ใส่ไคติน 10 กรัม (T3) ตำรับที่ 4 ใส่ไคติน 15 กรัม (T4) ใส่ไคตินในรูปของแข็งลักษณะบดเป็นผงละเอียด ทำการใส่ไคตินทุก ๆ 2 สัปดาห์ ทำการบันทึกผลการทดลองช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 122 วัน จำนวน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เมื่อต้นงามีอายุ 41 วัน ครั้งที่ 2 อายุ 69 วัน และครั้งที่ 3 อายุ 83 วัน โดยบันทึกผลการทดลอง คือ จำนวนใบต่อต้น ความกว้างและความยาวของใบที่ใหญ่ที่สุด เส้นรอบวงลำต้น และความสูงของลำต้น เมื่อต้นงาดำเริ่มออกดอก ทำการบันทึกวันที่ดอกแรกบาน จำนวนดอก จำนวนฝัก และน้ำหนักของเมล็ด ทั้งหมดต่อตำรับนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS windows version 17.0

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของงาดำ ช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 122 วัน หลังการปลูก พบว่าในตำรับที่ 2, 3 และ 4 ที่ใช้ไคติน 5, 10 และ 15 กรัม มีจำนวนใบต่อต้น คือ 20, 20 และ 22 ใบ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าตำรับที่ 1 ชุดควบคุม ที่มีจำนวนใบ 15 ใบ ความกว้างของใบ พบว่า ตำรับที่ 2, 3 และ 4 มีความกว้างของใบ คือ 8.10, 7.86 และ 8.73 ซม. ตามลำดับ มากกว่าตำรับที่ 1 ที่มีความกว้าง 5.60 ซม. เส้นรอบวงของลำต้นในตำรับที่ 2, 3 และ 4 มีเส้นรอบวง คือ 3.17, 3.19 และ 3.42 ซม. ตามลำดับ มากกว่าตำรับที่ 1 ที่มีเส้นรอบวง 2.54 ซม. ความยาวของใบในตำรับที่ 3 และ 4 มีความยาวของใบ 17.26 และ 18.43 ซม. ตามลำดับ มากกว่าตำรับที่ 1 และ 2 ที่มีความยาว 11.63 และ 16.53 ซม. ตามลำดับ เช่นเดียวกับความสูงของต้นพบว่าในตำรับที่ 3 และตำรับที่ 4 มีความสูง 76.40 และ 78.07 ซม. ตามลำดับ มากกว่าตำรับที่ 1 และ 2 ที่มีความสูง 49.93 และ 71.80 ซม. ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1

จาก Table 2 ผลการทดลอง พบว่า จำนวนวันที่ออกดอก จำนวนดอก และจำนวนฝัก ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าจำนวนวันอยู่ในช่วง 79.89 - 80.25 จำนวนดอกอยู่ในช่วง 4.42 - 5.22 และจำนวนฝักอยู่ในช่วง 21.20 - 40.13 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากค่าน้ำหนักเมล็ด พบว่าตำรับที่ 4 ใช้ไคติน 15 กรัม มีน้ำหนัก 4.50 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ 1 ชุดควบคุม มีน้ำหนัก 2.00 กรัม แต่เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ 2 และ 3 ใช้ไคติน 5 และ 10 กรัม ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับตำรับที่ 1, 2 และ 3 ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 Effect of chitin on leaf number, leaf width, leaf length, circumference of stem and stem height of sesame.

Treatment	Leaf number/ plant	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Circumference of stem (cm)	Stem height (cm)
Control (T1)	15.33 ± 2.32^{b}	5.60 ± 2.70^{b}	11.63 ± 2.61^{c}	2.54 ± 0.44^{b}	49.93 ± 7.66^{c}
5 g of Chitin (T2)	20.47 ± 1.80^{a}	8.10 ± 1.24^{a}	16.53 ± 1.35^{b}	3.17 ± 0.52^{a}	71.80 ± 6.56^{b}
10 g of Chitin (T3)	20.40 ± 2.66^{a}	7.86 ± 0.81^{a}	17.26 ± 0.92^{ab}	3.19 ± 0.24^{a}	76.40 ± 9.70^{ab}
15 g of Chitin (T4)	22.20 ± 3.16^{a}	8.73 ± 1.49^{a}	18.43 ± 1.29^{a}	3.42 ± 0.30^{a}	78.07 ± 7.42^{a}
F-test	*	*	*	*	*
C.V. (%)	2.91	10.69	4.61	4.13	1.90

*Values are means ± S.D. followed by different letters denote group according to Duncan's Multiple Range Test.

Table 2 Effect of chitin on day of flowering, flower number, number of fruit and seed weight per plant of sesame.

Treatment	Day of flowering (day)	Flower number/ plant	Number of fruit/ plant	Seed weight (g)
Control (T1)	80.25 ± 0.59	4.42 ± 0.88	21.20 ± 8.68	2.00 ± 0.63[b]
5 g of Chitin (T2)	80.07 ± 0.30	4.57 ± 0.88	37.67 ± 7.92	3.00 ± 0.54[ab]
10 g of Chitin (T3)	79.89 ± 0.38	5.16 ± 0.95	39.40 ± 8.68	3.00 ± 0.54[ab]
15 g of Chitin (T4)	80.00 ± 0.32	5.22 ± 0.77	40.13 ± 6.86	4.50 ± 0.54[a]
F-test	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	0.16	0.03	2.44	1.22

*Values are means ± S.E. followed by different letters denote group according to Duncan's Multiple Range Test.
*ns = indicate non-significantly different at the same column

วิจารณ์

จากการศึกษาการปลูกงาดำเมื่อนำผลมาเปรียบเทียบทั้ง 4 ตำรับ ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตซึ่งให้ผลที่ต่างกันอย่างชัดเจนไคตินสามารถตอบสนองต่อการเจริญเติบโตได้ดีคือตำรับที่ 2, 3 และ 4 การใช้ไคติน 5, 10 และ 15 กรัม ตามลำดับ ทำให้มีจำนวนใบ ความกว้างใบ เส้นรอบวงของลำต้น และน้ำหนักของเมล็ดเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับตำรับที่ 1 ชุดควบคุมซึ่งไม่ใส่ไคตินและปุ๋ยชนิดใด ๆ และในตำรับที่ 3 และ 4 มีความยาวใบ และความสูงมากกว่าตำรับที่ 1 ผลการทดลองสอดคล้องกันกับการศึกษาผลของไคตินในผักกาดหอม พบว่า การใช้กากไคตินผสมกับดินสามารถเพิ่มผลผลิต และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมสายพันธุ์บัตเตอร์เฮด และเรดโอ๊ค มีการเพิ่มของจำนวนใบต่อต้น ความกว้างความยาวใบ เส้นผ่านศูนย์กลางหัวผักกาดหอม และน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้กากไคตินยังสามารถยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอม (กัมพล และคณะ, 2561; Muymas et al., 2015) และสอดคล้องกับ (Kananont et al., 2016) การศึกษาผลของไคตินต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า การใช้กากไคตินผสมในดินปลูกทดลองโดยใช้กากไคติน 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มผลผลิตของเมล็ดข้าวได้ 2.7 และ 4.3 เท่า ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับ (Jane et al., 2016) การเติมไคตินลงในดินเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอมทำให้น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นและช่วยปรับปรุงดินจึงส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาของจุลินทรีย์ที่ทำให้พืชเจริญเติบโต นอกจากนี้การใช้ไคตินในปริมาณ 20 กรัม ส่งผลให้มีจำนวนใบ ความกว้าง ความยาวของใบ เส้นผ่านศูนย์กลางหัว และน้ำหนักสดของผักสลัดสายพันธุ์บัตเตอร์เฮดมากกว่าชุดที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลวัว 100 กรัม อีกด้วย (ไพบูลย์ และคณะ, 2561) ส่วนผลของจำนวนวันที่ออกดอกงา จำนวนดอก และจำนวนฝัก พบว่า ทั้ง 4 ตำรับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการออกดอกของงาอยู่ในช่วงระยะเวลา 1 เดือน ซึ่งเป็นระยะการดอกออกของงาที่มีความใกล้เคียงกัน จำนวนดอก และจำนวนฝักเป็นเพราะช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว และในระยะออกดอกความสูงต้นจะเพิ่มขึ้นจนถึงระยะดอกสุดท้ายบาน (สุจินต์, 2558) ช่วงระยะการเจริญเติบโตยาวนานกว่าจึงทำให้มีความแตกต่างกันมากกว่า อย่างไรก็ตามก็ยังทำให้น้ำหนักของเมล็ดที่ได้มีความแตกต่างกัน จากผลการศึกษาทดลองที่ใช้ไคติน ในปริมาณต่างกัน พบว่า ไคตินช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่จะก่อให้เกิดโรคพืชช่วยลดอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน ส่วนในการปรับสภาพดินจะทำให้ความพรุนของดินเพิ่มขึ้น ช่วยในการดูดซับน้ำ อุ้มน้ำ ควบคุมอัตราการชะล้างของดินรวมทั้งเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2548) อีกทั้งไคตินยังเป็นวัสดุนิยม

ชีวภาพชนิดหนึ่งที่นำมาใช้กับต้นพืชไม่มีอันตราย เนื่องจากมีคุณสมบัติคือ มีการย่อยสลายทางชีวภาพที่ไม่เป็นพิษ (Casteleijna et al., 2017) ปลอดภัย สามารถช่วยในการเจริญเติบโตของพืชได้ดี และปริมาณการใช้ไคตินที่ต่างกันก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นงาดำ ผลจากการศึกษานี้ พบว่า การใช้ไคตินในตำรับที่ 2, 3 และ 4 ใช้ไคตินในปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้นสามารถนำมาเป็นแนวทางหนึ่งของเกษตรกรในการเลือกใช้ไคตินเพื่อลดการใช้สารเคมีใช้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

สรุปผล

การใช้ไคตินในปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม ในตำรับที่ 2, 3 และ 4 สามารถช่วยเพิ่มจำนวนใบ ความกว้างใบ เส้นรอบวงลำต้น และน้ำหนักเมล็ดงาได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ในตำรับที่ 3 และ 4 มีความยาวของใบ และความสูงของลำต้นมากขึ้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงชี้ชัดให้เห็นว่าการใช้ไคตินช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของงาดำเพิ่มมากขึ้น

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กัมพล ปาละอุด, ไพบูลย์ หมุ่ยมาศ, และกัญนิสา เปี้ยสาย. 2561. การใช้ไคตินและปุ๋ยคอกมูลวัวในการเพิ่มผลผลิตของผักกาดหอมสายพันธุ์บัตเตอร์เฮดที่ปลูกแบบกระถาง. แก่นเกษตร 46 (1) (พิเศษ):344-349.

กัลยารัตน์ หมื่นวณิชกูล. 2558. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการเพิ่มมูลค่าผลผลิตงา. http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=1976. ค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2561.

ไทยเกษตรศาสตร์. 2554. งาปลูกได้ไม่ต้องใช้สารเคมี. http://www.thaikasetsart.com/งา-ปลูกได้ไม่ต้องใช้สาร. ค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2561.

พรพรรรณ สุทธิแย้ม, ไพศาล สุภางคเสน, ศิริพงษ์ คุ้มภัย, และธีระพล พลอามาตย์. 2537. การศึกษาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของงาเพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าทำลายของโรคเน่าดำ (Macrophominaphaseolina). น.1-9. ใน: รายงาน ผลงานวิจัยปี 2537 งา ละหุ่ง ถั่วพุ่ม พืชไร่อื่นๆ. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, อุบลราชธานี.

ไพบูลย์ หมุ่ยมาศ, ภัทราภรณ์ โพธา, นิภากานต์ พลงาม, และกัมพล ปาละอุด. 2561. การประยุกต์ใช้ไคตินและปุ๋ยคอกมูลวัวในการเพิ่มผลผลิตของผักสลัดสายพันธุ์บัตเตอร์เฮด. ว. วิทย์. กษ. 49 (2) (พิเศษ):449-452.

รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง, มลิสา เวชยานนท์, ปภัสรา คุณเลิศ, และพรชนก ชโลปกรณ์. 2558. การศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชสู่สิ่งแวดล้อมในวิทยาลัยชัยบาดาลพิพัฒน์. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร 10:22-37.

ศรายุทธ ตรัยศิลานันท์. 2554. ความสัมพันธ์ห่วงโซ่อุปทานระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบกับผู้ซื้อในอุตสาหกรรมอาหารจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์การจัดการมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2548. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไคติน-ไคโตซาน (chitin-chitosan technical note). สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับศูนย์วัสดุชีวภาพ ไคติน-ไคโตซาน สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. น. 22.

สยามเคมี. 2559. ไคโตซาน/ไคติน วิธีผลิต และประโยชน์ไคโตซาน/ไคติน. https://www.siamchemi.com/ไคโตซาน/. ค้น เมื่อ 13 ธันวาคม 2561.

สุจินต์ เจนวีรวัฒน์. 2558. งาพันธุ์ดีของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีการผลิตงา. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 61:1-11.

สุธิดา คงทอง. 2552. ไคติน-ไคโตซาน. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา 3(1):5.

สุวบุญ จิรชาญชัย, รับรอง ยกส้าน, และโกสุม สมัครรัตน์. 2544. การใช้ไคตินและไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้. น.11-40. ใน: ประชุมเชิงปฏิบัติการไคตินและ ไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้ 30-31 สิงหาคม 2544. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

Jane, D., C. D. Tender, S. Soltaninejad, C. V. Malderghem, A. Haegeman, I. V. Linden, B. Cottyn, M. Heyndrickx, and M. Maes. 2016. Chitin mixed in potting soli alters lettuce growth, the survival of zoonotic bacteria on the leaves and associated rhizosphere microbiology. Frontiers in Microbiology. 7:1-15.

Kananont, N., R. Pichyangkura, B. Kositsup, W. Wiriyakitnateekul, and S. Chadchawan. 2016. Improving the rice performance by fermented chitin waste. Int. J. Agric. Biol., 18:9-15.

Marco G. Casteleijn, D. Richardson, P. Parkkila, N. Granqvist, A. Urtti, and T. Viitala. 2018. Spin coated chitin films for biosensors and its analysis are dependent on chitin-surface interactions. Colloids and Surfaces A 539:261–272.

Muymas, P., R. Pichyangkura, W. Wiriyakitnateekul, T. Wangsomboeonde, S. Chadchawan, and K. Seraypheap. 2015. Effects of chitin-rich residues on growth and postharvest quality of lettuce. Biol. Agric. Hortic. 31:108-117.