

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำในการขับไล่ด้วงวงข้าวโพด
Repelling Efficiency of Essential Oil from Black Pepper (*Piper nigrum* L.) Against Maize Weevil

กัญชพร สุภาคำ¹ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1,2} และ ไสว บูรณพานิชพันธุ์¹
Kanchaporn Supakam¹, Yaowaluk Chanbang^{1,2} and Sawai Buranapanichpan¹

Abstract

The efficacy of black pepper (*Piper nigrum* L.) essential oil to repel maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), an important insect pest of cereal during storage was studied in Laboratory. A first half circle of filter paper was impregnated with 0.0625, 0.125, 0.250 and 0.310 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ of essential oil from black pepper and put in the petri dish. The other half which impregnated with 95% ethanol is control treatment. Maize weevils were released in the central. Number of insects presented in both areas were calculated for percentage repellency (%PR). The results shown that essential oil of black pepper at 0.0625 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ was not able to repel maize weevil with – 33.54% PR. While the concentrations of essential oil increased to 0.125, 0.250 and 0.310 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$, the repellency increase to 79.99, 85% and 88.33%, respectively. The repellency arena applied from water pipe as the two choice test was examined. Maize weevils were released at the center of water pipe. The assessment of insect movement toward the site of untreated control attained the filter paper and impregnated with 95% alcohol and the other site attained the filter paper impregnated with 8, 16, 24 and 32 % of pepper essential oil in each test after 48 hours. Milled rice was put together in water pipe along the way of insect movement. The results showed that 8% essential oil was not able to repel maize weevil with the repellency lower than 50% but at 16, 24 and 32% the essential oil was able to repel maize weevil with 70-100% repellency.

Keywords: Pepper, essential oil, repellent activity

บทคัดย่อ

การทดสอบคุณสมบัติในการไล่ของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ *Piper nigrum* L. ที่มีผลต่อด้วงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky ซึ่งเป็นแมลงศัตรูธัญพืชระหว่างการเก็บรักษาในโรงเก็บ โดยเตรียมกระดาษกรองตัดเป็นครึ่งวงกลม แล้วหยดน้ำมันหอมระเหยลงไป Petri dish อัตรา 0.0625, 0.125, 0.250 และ 0.310 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ส่วนกระดาษกรองอีกครึ่งหนึ่งหยด 95% เอทานอลเป็นชุดควบคุม ปล่อยด้วงวงข้าวโพดตัวเต็มวัยคละเพศ จำนวน 10 ตัว ลงตรงกลาง นับจำนวนแมลงที่พบบนกระดาษทั้งสองฝั่ง เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การขับไล่ (percentage repellency, %PR) หลังปล่อยแมลง 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหย อัตรา 0.0625 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ มีผลการขับไล่ที่ – 33.54% หรือไม่มีผลในการขับไล่ และเมื่อใช้อัตรา 0.1250, 0.250 และ 0.310 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ มีผลขับไล่ที่ 79.99, 85% และ 88.33% ตามลำดับ ในการทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยเป็นสารไล่ในท่อทดสอบ (ดัดแปลงจากท่อน้ำ) เป็นการประเมินการเคลื่อนที่ของแมลงไปตามทางเลือก 2 ทาง มีชุดควบคุมเป็น 95% เอทานอลอยู่ที่ปลายหนึ่งในท่อทดสอบ และที่ปลายท่อด้านที่เหลือมีน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำอัตรา 8, 16, 24 และ 32% หลังจากปล่อยแมลงตรงกลางท่อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำที่ความเข้มข้น 8% ไม่สามารถขับไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการการขับไล่ต่ำกว่า 50% ส่วนที่ความเข้มข้น 16, 24 และ 32% สามารถขับไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การการขับไล่สูงถึง 70-100%

คำสำคัญ: พริกไทยดำ, น้ำมันหอมระเหย, ฤทธิ์ในการไล่

¹ ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตอาหารสัตว์ ในปี 2560 มีผลผลิตในประเทศ รวม 4.7 ล้านเมตริกตัน เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ยังคงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อผลิตอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ในปี 2560 นั้นมีประมาณ 8.10 ล้านเมตริกตัน เพิ่มขึ้นจาก 7.82 ล้านเมตริกตัน ในปี 2559 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ในระหว่างการเก็บรักษามักประสบปัญหาแมลงศัตรูเข้าทำลายผลผลิต ซึ่งอาจเกิดขึ้นตั้งแต่เกษตรกรเก็บรักษาไว้ จนกระทั่งการเก็บรวบรวมผลผลิตนำสู่ระดับอุตสาหกรรม และความเสียหายที่เกิดขึ้นจากแมลงส่งผลให้เมล็ดข้าวโพดมีความชื้นสูง สกปรก มีโอกาสที่จะเกิดเชื้อราขึ้น เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงได้ การทำลายของแมลงเกิดได้กับทางด้านปริมาณ (quantity) ทำให้น้ำหนักหายไป และด้านคุณภาพ (quality) ทำให้มีกลิ่น สี เกิดความชื้น เชื้อรา ไม่เป็นที่ต้องการของท้องตลาด

แมลงศัตรูที่สำคัญที่พบบ่อยได้แก่ ตัววงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky ซึ่งเป็นแมลงที่กัดกินภายในเมล็ด (internal feeder) สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวโพด โดยวางไข่ฝังลงไปบนเมล็ดข้าวโพด หรือธัญพืชอื่น ๆ เมื่อหนอนฟักเป็นตัวจะอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดจนเข้าสู่ระยะดักแด้ ตัววงวงข้าวโพดสามารถบินได้ เมื่อเปรียบเทียบกับตัววงวงข้าว มักพบเข้าทำลายผลผลิตในแปลงปลูก ส่งผลให้ผลผลิตธัญพืชที่เก็บเกี่ยวเข้า มีโอกาสที่แมลงดังกล่าวจะเข้าทำลายได้

พืชอาศัยอื่นๆ ได้แก่ ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวฟ่างเป็นต้น การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ใช้สารสกัดจากพืช การควบคุมอุณหภูมิ ลดความชื้น และอื่นๆ โดยการใช้สารสกัดจากพืชเป็นวิธีหนึ่งที่มีข้อดี คือเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและผู้บริโภคน้อย (บุษรา, 2547)

การใช้สารสกัดจากพืช ทำเป็นน้ำมันหอมระเหยมีการศึกษานำมาใช้กำจัดแมลงศัตรูโรงเก็บระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต ได้แก่ข้าวและข้าวโพดและ สารที่นำมาใช้ได้แก่ กานพลู (*Syzygium aromaticum* L.) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) ข่า (*Alpinia galangal* (L.) Swartz.) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon winterianum* Jowitt) พริกขี้หนู *Capsicum frutescens* Linn พริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) มะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) สะเดาช้าง *Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs. (กนกอรและคณะ, 2558; ฤชอร และ มงคล, 2561) นำมาใช้ดักลูกแมลงตัวเต็มวัยและแมลงโดยตรงให้ผลเป็นพิษทางสัมผัสและผลในการขับไล่ อย่างไรก็ตามการศึกษาผลการขับไล่แมลงยังคงต้องการข้อมูลเพิ่มเติม และศึกษาศักยภาพในการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษานี้จึงเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการไล่ตัววงวงข้าวโพด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำในการขับไล่ตัววงวงข้าวโพดในจานแก้ว

การเตรียมตัววงวงข้าวโพดเพื่อใช้ในการทดลอง

ตัววงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) ที่จำแนกชนิดออกจากตัววงวงข้าวแล้ว จากห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นำมาเพาะเลี้ยงทำให้อยู่ในรุ่น (วัย) เดียวกัน โดยปล่อยตัวเต็มวัยให้ไข่ในเมล็ดข้าวโพดเป็นเวลา 5 วัน จากนั้นแยกตัวเต็มวัยออกจากเมล็ดข้าวโพด ส่วนไข่ (egg plug) ที่ติดไปกับเมล็ดข้าวโพด ได้นำมาเลี้ยงไว้จนออกเป็นตัวเต็มวัย (รุ่นลูก) อายุประมาณ 2 สัปดาห์ จึงนำมาใช้ในการทดสอบ

การเตรียมสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ

นำพริกไทยดำจำนวน 500 กรัม มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้น เติมน้ำมัน 95 เปอร์เซ็นต์ 500 มิลลิลิตร แช่อยู่สารละลายเป็นเวลา 7 วัน และคอยคนสารทุก ๆ วัน เมื่อครบ 7 วัน ให้นำสารละลายมากรองด้วยกรวยกรองเศษพริกไทยดำออก เก็บสารละลายไว้ในขวดรูปชมพู่แล้วปิดฝาให้สนิท นำสารละลายที่ได้มาทำการกลั่นระเหยแห้งด้วยเครื่อง Rotary evaporator เพื่อแยกตัวทำละลายที่ผสมอยู่ออกจากน้ำมันหอมระเหยที่นำไปใช้

การทดสอบการขับไล่ตัววงวงข้าวโพดในจานแก้ว

โดยนำสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำไปหยดลงกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ด้านหนึ่งทีตัดเป็นครึ่งวงกลมโดยมีสารออกฤทธิ์น้ำมันหอมระเหยอัตรา 0.0625 , 0.125, 0.25 และ 0.31 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร ส่วนกระดาษกรองอีกครึ่งวงกลม หยดด้วย 95% เอทานอล 300 ไมโครลิตรเป็นชุดควบคุม หลังจากกระดาษกรองแห้งแล้ว ประมาณ 10 นาทีหลังจากหยดสาร นำกระดาษทั้งสองส่วนมาเชื่อมติดกันและ วางกระดาษกรองทั้งสองส่วนลงในจานแก้วและปล่อยตัววงวงข้าวโพด 10 ตัว ไว้ตรงกลางจานแก้ว ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ นับจำนวนแมลงที่พบบนแต่ละด้านของกระดาษกรองหลังจากทดสอบเป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลที่บันทึกมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การ

ขับไล่ ด้วยสูตร %Percentage Repellency (%PR) = [(Nc-Nt)/(Nc+Nt)] × 100 โดย Nc = จำนวนแมลงที่พบบนกระดาษที่หยดสารละลาย และ Nt = จำนวนแมลงที่พบบนกระดาษที่หยดสารทดสอบ (Nerio et al., 2009)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำในการขับไล่ด้วงวงข้าวโพดในท่อทดสอบ

ทำการทดสอบหยดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตรทิ้งไว้ให้แห้ง 2 นาที แล้ววางกระดาษกรองไว้ด้านหนึ่งของท่อทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร โดยอีกด้านหนึ่งของท่อทดสอบวางกระดาษกรองที่หยดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ลงไป จากนั้นใส่เมล็ดข้าวสารลงไปในห้องทดสอบแล้วปล่อยด้วงวงข้าวโพดจำนวน 50 ตัว ไว้ตรงกลางแล้วปิดฝาท่อ เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง นาน 48 ชั่วโมง ทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่ใช้น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำความเข้มข้น 16, 24 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ทุกกรรมวิธีทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การขับไล่ในห้องทดสอบเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

โดยเปอร์เซ็นต์การขับไล่ด้วงวงข้าวโพดที่สามารถยอมรับได้หรือน้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพในการขับไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดี ต้องมีค่า 50% หรือมากกว่า 50% ขึ้นไป แต่ถ้าเปอร์เซ็นต์การขับไล่ด้วงวงข้าวโพดมีค่าต่ำกว่า 50% จะไม่สามารถยอมรับได้หรือน้ำมันหอมระเหยไม่มีประสิทธิภาพในการขับไล่ด้วงวงข้าวโพด

ผล

น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำที่ความเข้มข้น 0.0625 µl/cm² ที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การขับไล่ที่อยู่ในช่วง 20.00 ถึง 40.00 เปอร์เซ็นต์ – 33.54% เมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้นเป็น 0.1250 (µl/cm²) พบว่าอัตราการไล่แมลงเพิ่มขึ้นเป็น 73.33% และความสามารถขับไล่ยังคงมีอยู่จนถึง 24 ชั่วโมงมี เปอร์เซ็นต์การไล่ 73.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการไล่ อยู่ในช่วง 80 เปอร์เซ็นต์เป็นส่วนใหญ่ (Table 1)

Table 1. Percent of repellency (± SD) of *Piper nigrum* L. essential oil impregnated in filter paper against maize weevil *Sitophilus zeamais*.

Application rate (µl/cm ²)	Exposure time (hours)								Total % PR
	1	2	3	4	5	6	12	24	
0.0625	20.00 ¹ ± 0	40.00 ± 0	33.33 ± 11.55	53.33 ± 11.55	40.00 ± 0	40.00 ± 0	46.67 ± 11.55	40.00 ± 0	-33.54
0.1250	73.33 ± 11.55	80.00 ± 0	86.67 ± 11.55	93.33 ± 11.55	80.00 ± 0	80.00 ± 0	73.33 ± 11.55	73.33 ± 11.55	79.99
0.2500	80.00 ± 0	80.00 ± 0	93.33 ± 11.55	93.33 ± 11.55	80.00 ± 0	86.67 ± 0	86.67 ± 11.55	80.00 ± 0	85.00
0.3100	80.00 ± 0	93.33 ± 11.55	100 ± 0	100 ± 0	86.67 ± 11.55	86.67 ± 0	80.00 ± 0	80.00 ± 0	88.33

และเมื่อทดสอบการใช้น้ำมันหอมระเหยในการไล่ด้วงวงข้าวโพดในรูปแบบ 2 ทางเลือก มีน้ำมันหอมระเหย กับ ชุดควบคุม พบว่า การใช้น้ำมันหอมระเหย ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถนำมาไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 16, 24 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป พบว่ามีการขับไล่เป็น 73.33% ±2.31, 73.33% ±2.31 และ 97.33% ±2.31 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2. Repellency activity of *Piper nigrum* L. essential oil against *Sitophilus zeamais* in two choice test.

Application rate (%)	Number of insects	Percentage of repellency ±SD,
8 ¹	50	-64.00% ±4.00
16	50	73.33% ±2.31
24	50	85.33% ±6.11
32	50	97.33% ±2.31

วิจารณ์ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การขับไล่ (% PR หรือ Percentage Repellency) แสดงถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย ในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด เมื่อมีการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำอัตรา 0.0625 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ มีค่าติดลบ เป็น -33.54% อาจกล่าวได้ว่า จำนวนแมลงที่พบในกระดาศที่หยดสารทดสอบ มีจำนวนแมลงมากกว่าจำนวนแมลงในด้านที่หยดสารละลาย ethanol 95% หรือชุดควบคุม แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำดังกล่าว ไม่มีผลต่อการขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดเลย โดยปกติเปอร์เซ็นต์การขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดที่สามารถยอมรับได้หรือน้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพในการขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดี ต้องมีค่า 50% หรือมากกว่า 50% ขึ้นไป แต่ถ้าเปอร์เซ็นต์การขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดมีค่าต่ำกว่า 50% จะไม่สามารถยอมรับได้ หรือน้ำมันหอมระเหยไม่มีประสิทธิภาพในการขับไล่ด้วงงวงข้าวโพด อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มอัตราของน้ำมันหอมระเหยเป็น 0.1250 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ การทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ กนกอรและคณะ (2558) ที่น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ 0.16 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ เริ่มมีผลขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดและโดยรวมมีผลขับไล่เฉลี่ย (90.11%) เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากพืชสมุนไพรอื่น เช่น ขมิ้นชัน (89.44%) สะเดาช้าง (73.22%) ตะไคร้หอม (62.34%) และกานพลู (49.89%) โดยมีผลการขับไล่ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการทดลองนี้ที่ผลการขับไล่ได้นานถึง 24 ชั่วโมง

ในการทดลองที่ 2 การใช้น้ำมันหอมระเหย 8% หยดลงกระดาศกรงวางไว้ เป็น 2 ทางเลือก เพื่อแสดงผลการไล่ด้วงงวงข้าวโพดเมื่อแมลงอยู่ในข้าวสาร โดยมีอัตราของสารออกฤทธิ์น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำต่อพื้นที่ เป็น 2.25 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ พบว่าไม่แสดงผลในการไล่แมลง แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 16% หยดลงกระดาศกรงหรือมีความเข้มข้นเป็น 4.50 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ และในความเข้มข้นที่สูงกว่า พบว่ามีผลในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดในสภาพที่มีข้าวสารอยู่ด้วย ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง นอกจากผลการไล่แล้ว มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำมีพิษทางสัมผัส (contact toxicity) ค่า LC_{50} ที่อัตรา 0.126 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ (Chaubey, 2017) และ 47.84 $\mu\text{l}/\text{L}$ (กนกอรและคณะ, 2559) และยังมีพิษทางการรม (Fumigant toxicity) ที่อัตรา 0.152 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$ โดยอัตราที่นำมาใช้ มีผลในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด ในช่วง 38-62 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่แมลงสามารถได้รับผ่านทางการบินและการหายใจที่มีผลต่อระบบประสาทของแมลง โดยทำให้ acetylcholine activity ลดลง หรือมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetyl choline esterase (Chaubey, 2017)

สรุป

น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ อัตรา 0.1250 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ มีฤทธิ์ในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด 79.99 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การขับไล่เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ในเวลา 24 ชั่วโมง และที่อัตรา 4.50 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ มีผลในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดที่อาศัยอยู่บนกับเมล็ดข้าว ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

- กนกอร วุฒิวงศ์, อรัญ งามผ่องใส และเยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2558. การออกฤทธิ์ขับไล่ด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky ของน้ำมันจากพืชบางชนิด. วารสารแก่นเกษตร 43 (1 พิเศษ): 145-150.
- กนกอร วุฒิวงศ์, อรัญ งามผ่องใส และเยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2559. พิษของน้ำมันจากพืชบางชนิดต่อด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3 (3 พิเศษ) : M09/84-90. (III): 84-90.
- บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547. การจัดการศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 17-30. ใน: งามชื่น คงเสรี (ผู้รวบรวม). คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ฤชอร วรรณะและมงคล วงศ์สวัสดิ์. 2561. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร 3 ชนิด ต่อการป้องกัน กำจัดด้วงงวงข้าวโพด. วารสารแก่นเกษตร 46 (1) ฉบับพิเศษ : 719-724.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/view/1> ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรTH-TH. (31 ตุลาคม 2561).
- Chaubey, M. K. 2017. Evaluation of insecticidal properties of *Cuminum cyminum* and *Piper nigrum* essential oils against *Sitophilus zeamais*. Journal of Entomology 14 (4): 148-154.
- Nerio, L.S., J. Olivero-Verbel, E.E. Stashenko. 2009. Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). Journal of Stored Product Research 45(3): 212-214.