รายงานโครงการวิจัย

การลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู

Reducing Agricultural Commodities Losses Caused by Insect Pests

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม
Mrs. Kannikar Pengkum

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2563

รายงานโครงการวิจัย

การลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู

Reducing Agricultural Commodities Losses Caused by Insect Pests

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม
Mrs. Kannikar Pengkum

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2563

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารถ

โครงการวิจัยการลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการการลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากรา ดำเนินการทดลองในปี 2559-2563 ประกอบด้วย 5 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ การใช้สารรมและสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงอย่างเหมาะสม ประกอบด้วย 7 การทดลอง กิจกรรมที่ 2 การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีทางกายภาพ ประกอบด้วย 5 การทดลอง กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ประกอบด้วย 3 การทดลอง กิจกรรมที่ 4 ชีววิทยาและสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ประกอบด้วย 2 การทดลอง กิจกรรมที่ 5 การกำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ประกอบด้วย 5 การทดลอง รวมทั้งโครงการ 22 การทดลอง ซึ่งครอบคลุมเทคโนโลยีการควบคุมแมลงศัตรูที่เข้าทำลายผัก ผลไม้ และผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้สารรมชนิดต่างๆ ได้แก่ อีโคฟูม เมทิลโบรไมด์และฟอสฟีน การใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ diatomaceous earth ความร้อน บรรจุภัณฑ์ และการปรับสภาพบรรยากาศ การใช้ชีวภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ สารสกัดจากพืช และแตนเบียน รวมทั้งศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของแมลงศัตรู ได้แก่ ข้อมูลทางชีววิทยา การแพร่ระบาด การสร้างความต้านทานต่อสารรม และวิธีการประเมินการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในโรงเก็บ ทั้งนี้เป้าหมายเพื่อลดการสูญเสียของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวด้วยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัย

กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม
หัวหน้าโครงการวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	1
บทนำ	2
บทคัดย่อ	5
Abstract	7
กิจกรรมงานวิจัยที่ 1 การใช้สารรมและสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงอย่างเหมาะสม	10
กิจกรรมงานวิจัยที่ 2 การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีทางกายภาพ	22
กิจกรรมงานวิจัยที่ 3 การพัฒนาการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร	33
กิจกรรมงานวิจัยที่ 4 ชีววิทยาและสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร	47
กิจกรรมงานวิจัยที่ 5 การกำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว	61
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	76

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

หน้า

Table 1 Life cycle of *Liposcelis* spp. developed in laboratory ambient condition. 56

Table 2 Developmental growth of psocid developed on differential temperature and humidity in artificial food method of Gautam *et al*. (2010) 56

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

หน้า

Figure 1 Egg shape of psocid (x63), A = piece of wheat grain and sticky on egg surface, B = oval shape of egg. 51

Figure 2 External egg morphology and smooth surface structure of genus *Liposcelis* 52

Figure 3 Morphological comparison of genus *Liposcelis* found in Northeast (dorsal view) 53

Figure 4 Position of compound eye was on structural of head 53

Figure 5 Compound eye of *Liposcelis* spp. consist of seven ommatidia 54

Figure 6 Antennal segments of *Liposcelis* spp. 54

Figure 7 Antennal flagellum segment of *Liposcelis* spp., A = anellus was on flagellomere, SB= basiconic sensilla, SM = microtrichai sensilla 54

Figure 8 Antennal sensilla detail of scape and pedicel segments, BB = Böhm bristles, SC = chaetal sensilla 55

Figure 9 Mouthpart of *Liposcelis* spp., rod-like larciniae structure 55

Figure 10 The morphological characteristic for identifying species to *Liposcelis bostrychophilus*, A = subgenital plate with a T-shape sclerite (ventral), B = broad femur of third tibia. 55

Figure 11 The lateral lobe of pronotum revealed setae as long as other setae on pronotal lobe. 55

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่อยงานผู้สนับสนุนทุนวิจัย กรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร เกษตรกร และผู้ประกอบการที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่การทดลอง อันได้แก่ โรงสี โชคฉัตรไชยไรซ์มิล จ. สระบุรี บริษัทแอ๊ดว้านซ์ซีดส์ จำกัด โรงสีคูเจริญ อ.วิหารแดง จ.สระบุรี ทำให้การทดลองนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ผลิตผลเกษตรของประเทศไทยมีหลากหลาย ทั้งผัก ผลไม้ และเมล็ดธัญพืชต่างๆ และมักประสบปัญหาความสูญเสียเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรู โดยเฉพาะศัตรูหลังการเกี่ยวทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาได้ และส่งผลถึงการไม่ยอมรับของผู้บริโภค ในผักและผลไม้ แมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง และแมลงวันผลไม้ เป็นต้น ส่วนในเมล็ดธัญพืชปัญหาสำคัญก็ คือ การเข้าทำลายของแมลงในระหว่างการเก็บรักษา แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพดมอดหัวป้อมหรือมอดข้าวเปลือก มอดแป้ง มอดหนวดยาว ด้วงถั่ว มอดยาสูบ มอดสมุนไพร และผีเสื้อข้าวเปลือก (พรทิพย์,2551) โดยแมลงเหล่านี้กัดกินผลิตผลเกษตรโดยตรงทำให้สูญเสียน้ำหนัก และปล่อยมูลออกมาทำให้ผลิตผลสกปรก มีผลต่อการซื้อขายและการส่งออก นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการแปรรูปอาหารที่ใช้ผลิตผลเหล่านี้เป็นวัตถุดิบอีกด้วยแมลงเหล่านี้พบทำลายข้าวเปลือก ข้าวสาร ข้าวโพด และผลิตผลทางการเกษตรแทบทุกชนิด

ปัญหานี้เพิ่มความสำคัญมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยหลายประการ เช่นระดับความต้านทานต่อสารรมของแมลงศัตรูผลิตผลที่เพิ่มขึ้น ปัญหาการยกเลิกการใช้สารรมเมลธิลโบร์ไมด์ รวมทั้งข้อจำกัดต่างๆ ของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันตลาดมีมาตรฐานที่สูงมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรนี้เพื่อป้องกันการปนเปื้อน สูญเสียคุณภาพ การสูญเสียน้ำหนัก แก่ผลิตผลเกษตรเหล่านั้น ด้วยวิธีการต่างๆ ให้ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชนิดของผลิตผลและแมลงศัตรูที่ต้องทำการควบคุม เพื่อให้ผลิตผลเกษตรของเราเป็นสินค้าที่มีคุณภาพสามารถจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ

ปัจจุบันมีวิธีการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่เหมาะสม สามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้สารเคมี และการไม่ใช้สารเคมี วิธีการรมเพื่อการส่งออกมีการใช้มาเป็นเวลานาน สารรมมีอยู่หลายชนิดแต่ที่นิยมมาก คือ เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และฟอสฟีน (phosphine) เพราะมีประสิทธิภาพดีและใช้เวลาในการรมสั้น แต่เนื่องจากเมทิลโบรไมด์ถูกระบุว่าเป็นตัวทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ จึงมีมาตรการลดการใช้จนถึงยกเลิกการใช้ ยกเว้นเฉพาะการรมเพื่อการส่งออกและการรมเพื่อการกักกันพืช จึงควรเร่งค้นคว้าวิจัยหาสารรมชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพมาเพื่อใช้ทดแทน ส่วนสารรมฟอสฟีนนิยมใช้กันกว้างขวางพบแมลงศัตรูหลายชนิดสร้างความต้านทานในหลายๆพื้นที่รวมไปถึงประเทศไทย จำต้องหาสารรมชนิดใหม่เข้ามาทดแทน ซึ่ง สารรมอีโคฟูม (ECO_2 Fume) เป็นสารรมชนิดใหม่ที่ผลิตโดยนำเอาฟอสฟีนมาผสมกับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีสัดส่วนของฟอสฟีน 2% และคาร์บอนไดออกไซด์ 9 % บรรจุในถังก๊าซที่ไม่ติดไฟ เพื่อลดความเสี่ยงในเรื่องของการติดไฟและการเกิดระเบิดของสารตกค้างที่ใช้ไม่หมด (เหลือตกค้างประมาณ 3-5%) ในหลายประเทศมีการนำเอาอีโคฟูมมาใช้ในการรมผลิตผลเกษตร ไม้ตัดดอก และผลไม้สดอีก ซึ่งจุดเด่นสำคัญของอีโคฟูม คือ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นสารรมที่ไม่ติดไฟ และสามารถนำมาใช้ในการรมผลิตผลเกษตรได้หลายชนิด ซึ่งการใช้สารรมเป็นวิธีการที่กำจัดแมลงที่อยู่ภายในกองผลิตผล ส่วนแมลงที่อยู่ภายนอกหรือบริเวณแวดล้อมจำต้องใช้สารเคมีร่วมด้วยแต่ต้องใช้อย่างถูกวิธีและเหมาะสม การฉีดพ่นสารฆ่าแมลงไปบน

กรมวิชาการเกษตร

พื้น ผนังของโรงเก็บ ต้องการสารที่มีประสิทธิภาพดีและมีพิษตกค้างนาน แต่เนื่องจากสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดมีพิษตกค้างแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่สามารถนำมาใช้ในโรงเก็บผลิตผลเกษตรได้ และศึกษาระยะเวลาการตกค้างของสารเมื่อฉีดพ่นไปบนพื้นหรือผนังคอนกรีต เพื่อการควบคุมแมลงที่มีประสิทธิภาพต่อไป

จากปัญหาเรื่องพิษตกค้างของสารเคมีในผลิตผลเกษตรในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจกับการป้องกันกำจัดแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีมากขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีควบคุมกำจัดแมลงวิธีอื่นเข้ามาทดแทน หรือนำมาปรับใช้ร่วมกับวิธีการใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพเป็นวิธีที่ไม่มีพิษตกค้างและได้ผลดีหากปรับใช้ให้เหมาะสม โดยเฉพาะกับผลิตผลเกษตรที่มีปริมาณมากๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วต่างๆ และต้องเก็บรักษายาวนาน การใช้ diatomaceous earth คลุกเมล็ด เป็นวิธีการหนึ่งที่มีการนำมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงในโรงเก็บโดยเฉพาะเมล็ดข้าวโพด และถั่วเขียว ที่เก็บรักษาเอาไว้เพื่อทำเป็นเมล็ดพันธุ์ การใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมก็เป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ การใช้ความร้อน การใช้ความเย็น และการปรับสภาพบรรยากาศให้แตกต่างจากสภาพบรรยากาศปกติด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน หรือ ลดปริมาณออกซิเจน ก็สามารถฆ่าแมลงได้ แต่จำเป็นต้องศึกษาปริมาณก๊าซและระยะเวลาที่เหมาะสมที่มีผลทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์

การใช้ชีวินทรีย์ในการกำจัดแมลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งสามารถทดแทนการใช้สารฆ่าแมลง เนื่องจากประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก โดยเฉพาะพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลง สารสกัด และน้ำมันหอมระเหย (essential oils) ที่ได้จากพืชชนิดต่างๆสามารถนำมาหาสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของน้ำมันหอมระเหยที่จะระเหยได้เร็ว ทำให้ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้นๆน้อยลงตามจำนวนเวลาที่มากขึ้น ดังนั้นหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพให้น้ำมันหอมระเหยสามารถออกฤทธิ์ได้นานขึ้นก็จะเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะเพิ่มคุณค่าให้กับน้ำมันหอมระเหยและสารสกัด เป็นแนวทางสำหรับนำมาปรับใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บที่ติดไปกับผลิตผลเกษตรในโรงเก็บ และเพลี้ยแป้งที่ติดไปกับผลไม้สำคัญ เช่น ทุเรียน และลองกองเพื่อการส่งออกได้ นอกจากนี้ยังมีแตนเบียนที่สามารถพบได้บ่อยในโรงเก็บ สามารถทำลายแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายชนิด ซึ่งมีข้อดีเรื่องการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในโรงเก็บอยู่แล้ว สามารถนำมาพัฒนาเพื่อปรับใช้เป็นชีวภัณฑ์ ในการกำจัดแมลงศัตรูได้ดีเช่น แตนเบียน *Theocolax elegans* และแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* เป็นต้น

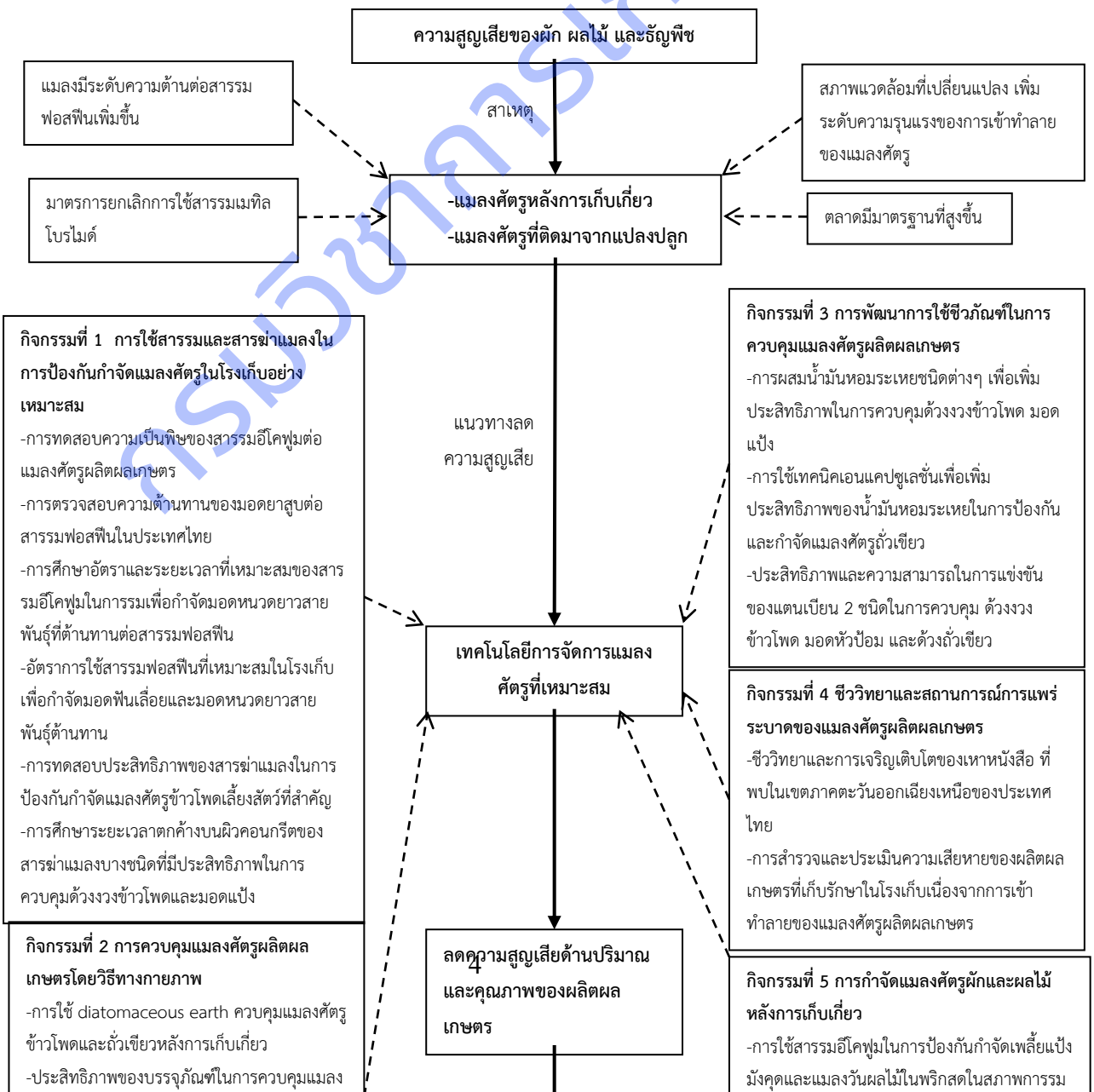
รวมทั้งการศึกษาชีวประวัติและนิเวศวิทยาของแมลงศัตรูในโรงเก็บก็เป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นต้องทำการศึกษา โดยเฉพาะแมลงชนิดที่เพิ่มความสำคัญขึ้นมา หรือมีปริมาณการระบาดมากขึ้นทุกปี แต่ยังมีผู้ใดทำการศึกษามาก่อน เพื่อเป็นข้อมูลการจัดการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. . (Psocoptera: Liposcelidae) และข้อมูลการระบาดของแมลงในสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อนำไปใช้ในการอ้างอิงในหลายๆ วัตถุประสงค์ เช่น การประกันและคาดการความเสียหาย เป็นต้น และยังเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการค้าระหว่างประเทศด้วย สำหรับการ

ประเมินความเสียหายที่เกิดแก่ผลิตผลเกษตรเป็นเรื่องสำคัญจำเป็นต้องหาวิธีการประเมินที่ถูกต้องแม่นยำ เพื่อเป็นเครื่องมือในการวางแผนการจัดการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรอย่างเหมาะสม และเป็นข้อมูลที่หลายหน่วยงานต้องการนำไปใช้เพื่อประเมินงบประมาณที่ต้องใช้จัดการด้านการเก็บรักษา

สำหรับโครงการนี้มีวัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูที่เข้าทำลายผัก ผลไม้ และผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว อันได้แก่ การใช้สารรมอีโคฟูมและเมทิลโบรไมด์ในผักผลไม้สดเพื่อการส่งออก การใช้สารรมฟอสฟีนและอีโคฟูมควบคุมแมลงที่สร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน การใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ diatomaceous earth ความร้อน บรรจุภัณฑ์ และการปรับสภาพบรรยากาศ การใช้ชีวภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ สารสกัด และแตนเบียน รวมทั้งศึกษาชีววิทยาการแพร่ระบาด การสร้างความต้านทานต่อสารรม และวิธีการประเมินการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในโรงเก็บ ทั้งนี้เป้าหมายเพื่อลดการสูญเสียของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว

โดยมีแนวทางการศึกษาดังนี้



กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการการลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู ได้ดำเนินการในปี 2559-2563 มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาหาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยในการควบคุมแมลงศัตรูที่เข้าทำลายผัก ผลไม้ และผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้สารรมชนิดต่างๆ ได้แก่ อีโคฟูม เมทิลโบรไมด์และฟอสฟีน การใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ diatomaceous earth ความร้อน บรรจุภัณฑ์ และการปรับสภาพบรรยากาศ การใช้ชีวภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ สารสกัดจากพืชและแตนเบียน รวมทั้งศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของแมลงศัตรู ได้แก่ ข้อมูลทางชีววิทยา การแพร่ระบาด การสร้างความต้านทานต่อสารรม และวิธีการประเมินการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในโรงเก็บ ทั้งนี้เป้าหมายเพื่อลดการสูญเสียของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว โดยแนวทางการศึกษาประกอบด้วย 5 กิจกรรม ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้ กิจกรรมที่ 1 การใช้สารรมและสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงอย่างเหมาะสม เป็นการหาอัตราและวิธีการใช้สารรมและสารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ โดยพบว่า แมลงศัตรูโรงเก็บหลายชนิดสร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน ได้แก่ มอดฟันเลื่อย มอดแป้ง มอดยาสูบ และมอดหนวดยาว เป็นผลให้การรมด้วยฟอสฟีน อีโคฟูม ต้องเพิ่มอัตราการใช้สารรมและระยะเวลาในการรมแมลงที่ระดับความต้านทานสูง สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บด้วยวิธีการคลุกเมล็ดและพ่นพื้นผนัง ได้สารฆ่าแมลงที่แนะนำในการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ pirimiphos-methyl 50% EC อัตรา 5 ppm, thiamethoxam 25% WG อัตรา 3.5 g, thiamethoxam 35%W/V FS อัตรา 2.5 มล. ส่วนสารฆ่าแมลงเพื่อการฉีดพ่นบนพื้นคอนกรีตในสภาพโรงเก็บ ได้สารฆ่าแมลงที่แนะนำ คือ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารคลอฟีนาเพอร์อัตรา 21

มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร กิจกรรมที่ 2 การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีทางกายภาพ เป้าหมายเพื่อเพื่อลดการใช้สารฆ่าแมลงในสินค้าเกษตร โดยพบว่า การคลุก DE Protect-IT® อัตรา 1.0, 1.2 และ 1.4 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม สามารถใช้ควบคุมแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ แต่ไม่สามารถควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวได้ การบรรจุถั่วเขียวปริมาณ 1 กิโลกรัมในถุง NY / LLDPE NY ร่วมกับ สารดูดซับออกซิเจน 100 c.c. หรือร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวได้ดี การอบถั่วเขียวเพื่อกำจัดแมลง พบว่าการอบถั่วเขียว 300 กรัม ที่ระดับอุณหภูมิ 60 นาน 2 ชั่วโมง สามารถกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวได้ทั้งหมด ขณะที่การอบถั่วเขียว 10 กิโลกรัม พบว่าต้องใช้ระดับอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 ชั่วโมง จึงสามารถควบคุมแมลงได้ทั้งหมด และพบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรต้องรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้ไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการรม 11 วัน สำหรับก๊าซไนโตรเจนจำเป็นต้องรักษาความเข้มข้นให้ใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการลดระดับก๊าซออกซิเจนให้ต่ำจึงจะสามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว ได้ทุกระยะการเจริญเติบโต กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร เพื่อการลดการใช้สารฆ่าแมลงในสินค้าเกษตร พบว่าน้ำมันหอมระเหยผสมระหว่างน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น สามารถกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งได้ดี และพบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงและการพลูมีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงถั่วเขียวโดยออกฤทธิ์เป็นสารสัมผัสได้ดีกว่าเป็นสารรม ส่วนการศึกษาการใช้แตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) และแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียนทั้ง 2 ชนิดสามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและมอดหัวป้อมได้ดี แต่ไม่สามารถควบคุมด้วงถั่วเขียวได้ และพบว่าการปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกันอัตราการปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว โดยปล่อยทุก 2 สัปดาห์ต่อเนื่องกัน สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้ภายใน 5 สัปดาห์ กิจกรรมที่ 4 การศึกษาชีววิทยาและสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญสำหรับการวางแผนการจัดการแมลงศัตรูในโรงเก็บ โดยได้ข้อมูลชีววิทยาของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ตั้งแต่ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย เป็นดังนี้ ระยะไข่ ใช้เวลา 7.7±1.2 วัน, ระยะตัวอ่อน ใช้เวลา 17.6±3.4 วัน, ระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลา 8.4±3.2 วัน อัตราการขยายพันธุ์ (วางไข่) 7.8±4.6 ฟองต่อวัน โดยพบว่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ และจำแนกชนิดพบว่าใกล้เคียงกับเหาหนังสือในสกุล *Liposcelis* (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel) สำหรับการสำรวจชนิดและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ทำการสำรวจแมลงในโรงเก็บข้าวทั่วประเทศจำนวน 42 จังหวัด โดยเก็บตัวอย่างจากโรงสีและโรงเก็บข้าวจำนวน 133 โรง พบแมลงในข้าวโรงเก็บข้าวทั้งหมด 38 ชนิด เป็นแมลงศัตรู 26 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติ 12 ชนิด โดยแมลงที่พบมากในข้าวเปลือกได้แก่ มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อ

กรมวิชาการเกษตร

ข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าวโพด มอดสยาม และมอดหนวดยาว โดยพบความสูญเสียของข้าวเปลือกและข้าวสารเฉลี่ยทั่วประเทศมีปริมาณเมล็ดเสีย 4.1 และ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสมการประเมินความสูญเสียของข้าวสารหอมมะลิที่เก็บรักษาในโรงเก็บได้สมการที่มีค่า มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) เท่ากับ 0.93 โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความสูญเสียที่สำคัญ คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา และความชื้นของเมล็ด กิจกรรมที่ 5 การกำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้สารรมอีโคฟูม (ECO_2FUME) กำจัดเพลี้ยแป้งมังคุดและแมลงวันทองพริก พบว่าที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ทดลองคือ 210 กรัม/ลูกบาศก์เมตร รมนาน 24 ชั่วโมง ไม่สามารถกำจัดระยะไข่ของเพลี้ยแป้งมังคุดได้ทั้งหมด และที่อัตรารม 3,000 ppm รมนาน 4 ชั่วโมง สามารถกำจัดหนอนแมลงวันทองวัย 1 ได้แต่ยังไม่สามารถกำจัดระยะไข่ได้ทั้งหมด ส่วนการรมเมธิลโบร์ไมด์เพื่อกำจัดแมลงวันทองพริกพบว่าที่อัตรา 24-32 mg/l นาน 120 นาที ไม่สามารถกำจัดแมลงวันทองพริกได้ทั้งหมดในทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนการกำจัดเพลี้ยแป้งลองกอง พบว่ากับดักมดพร้อมเหยื่อพิษ (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) มีประสิทธิภาพในการกำจัดมดได้ใกล้เคียงกับการใช้สารฆ่าแมลง carbosulfan มีผลให้ปริมาณเพลี้ยแป้งบนช่อลองกองน้อยลง ส่วนการทดสอบการกำจัดเพลี้ยแป้งบนช่อลองกองหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าการฉีดพ่นด้วย Sodium lauryl sulfate 1.25% สารสกัดสะระแหน่+สารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% ไวท์ออย 67% EC 0.5% และสารสกัดจากหัวกลอย 0.5% สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้ 91.62, 80.41, 78.71 และ 19.48% ตามลำดับ ส่วนการจัดการเพลี้ยแป้งทุเรียน *Planococcus minor* (Maskell) บนผลทุเรียน พบว่า สารผสมระหว่างสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % กับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % ที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ และที่สกัดด้วยน้ำสามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้เท่ากับ 81.59 และ 68.92 % ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The project of reducing agricultural commodities losses caused by insect pests was conducted in 2016-2020. The purpose of this project was finding the effective and safe technology to control the postharvest insect pests of fruits, vegetables and agricultural produces by using fumigant substances (eco_2fume, methyl bromide and phosphine), insecticides, Physical methods (Diatomaceous Earth, heat treatment, packaging technology and control atmospheric), bioagent (plant extracts and insect parasite), including studying the basic information of insect pests such as biological data, distribution, level of resistance to phosphine

and the method to evaluate the outbreak of important insects in the storage. The goal of this project was to reduce the loss of agricultural products after harvesting. The study approach consisted of 5 activities that had the following results as follows: The 1st activity was using of fumigant and insecticides to control stored product insects. The results shown that many species of stored product were insects increase resistance level to phosphine such as saw-tooth grain beetle, red flour beetle, cigarette beetle and flat grain beetle. As a result, for control the high resistant insects must be use more higher dosage and period of fumigation by phosphine and eco$_2$fume. For the efficacy test of insecticides for control stored product insects was conducted by means of seed coating and spraying on the floor. From the results, the recommend dosage of pesticides on maize seed coating were pirimiphos-methyl 50% EC at 5 ppm, thiamethoxam 25% WG at 3.5 g, thiamethoxam 35% W / V FS at 2.5 ml. per 1 kg. and for the recommend dosages of insecticides for spraying on concrete floors in storage conditions were 12ml fenitrothion, 21 ml chlorfenapyr and 12ml alpha-cypermethrin per 1 liter of water. The 2nd activity was the control of agricultural commodity insect pests by physical methods for reducing insecticides use in commodity. These experiments shown that DE Protect-IT®at 1.0, 1.2 and 1.4 grams per 1 kg of maize could insect pests of maize seed but could not control insect pests of mung bean seed. The packaging 1 kg of mung beans in a NY/LLDPE bag in combination with an oxygen absorber 100 c.c. was the most effective to control insect pests of mung bean. The heating on 300 grams of mung beans at 60 and 70°c on heating period at 2 and 3 hours and on 10 kg of mung beans at 80°c on heating period at 7 hours were complete control all stage of growth of cowpea weevil and southern cowpea weevil. For the modified atmosphere to completely controlled 4 species of insects such as *S. zeamais*, *T. castaneum*, *O. surinamensis* and *Cryptolestes* sp. on milled rice must be maintained >60% of CO_2 and nearly 100% of N_2 concentration for 11 days. For the 3rd activity was development of using bioagents to control stored product insect pests. It was found that the mixtures of *Curcuma longa*, *Myristica fragrans* and *Litsea cubeba* essential oils could control adult of *S. zeamias* and *T. castanume*. More over the Alpinia conchigera and Syzygium aromaticum oil encapsulated could control C. maculatus adults as a contact poison. For the efficacy of two pteromalid *Theocolax elegans* and *Anisopteromalus calandrae*

parasitoids could control *S. zeamais* and *R. dominica* but could not control *C. maculatus.* According to releasing combine of two kind of parasitoids at 2,000 parasitoids in every 2 weeks interval could reduce S. zeamais population in five weeks later. The 4th activity was study of insect biology and insect distribution situation. The biology of psocids was the developmental time of egg, nymph and adult were 7.7±1.2, 17.6±3.4 and 8.4±3.2 days, respectively. The reproduction was 7.8±4.6 per day. By the way it was found that the main factor to the growth rate of psocid was temperature and humidity. The morphological identification of egg and adult psocids was similarly on genus *Liposcelis* (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel). For the survey of stored product insects in rice storage plants was conducted across the country totaling 42 provinces. It was found 26 species of insect pests and 12 species of natural enemies. The dominant species in paddy was Lesser grain beetle, Angoumois gain moth, Maize weevil, Siam gain beetle and Flat gain beetle. For the milled rice was found Red flour beetle, Saw-tooth gain beetle, Maize weevil, Flat gain beetle, Lesser grain beetle, Rice moth and Book lice. The average percentage of loss of paddy and the milled was 4.1 and 6.1 percent. The loss assessment equation for jasmine rice stored in the storage warehouse, there was a coefficient of determination (R^2) of the equation to 0.93. The important factor affecting the amount of loss was the storage period and moisture content of the seeds. The 5th activity was study of controlling fruit and vegetables postharvest insect pests. For control *Pseudococcus cryptus* on mangosteen fruit by ECO2FUME at dose of 210 g/m^3, fumigation period at 24h did not completely control the eggs stage and at dose of 3,000 ppm, fumigation period at 4h could not control the egg stage of Solanum fruit fly. The fumigation of methyl bromide concentration of 24 to 32 mg/l for 120 minutes could not completely control all Solanum fruit fly in all growth stage. It was found that Carbosulfan 20%EC (50 ml./20 l) and Liquid ant bait (boric acid 0.3%+sucrose 25%) were highest efficiency for control mealybugs (*Exallomochus hispidus*) on Longong. For controlling mealybugs on longong bunch after harvesting by spraying Sodium lauryl sulfate (SLS) concentration 1.25%, a mixture of *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5%, *Dioscorea hispida* concentration 0.5% and white oil 67% EC 0.5% was found mortality rate 80.41% 78.71% and 1948%, respectively. The study of eliminate of mealybug (*Planococcus*

minor Maskell) by using herbal extract was found that *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5% was extracted using 95% ethyl alcohol and *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5% using dissolving with water with mortality rate 81.59% and 68.92% respectively.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมงานวิจัยที่ 1

การใช้สารรมและสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงอย่างเหมาะสม

Proper Fumigation and insecticide application to control stored product insects

ชื่อผู้วิจัย

นางสาวรังสิมา เก่งการพานิช	นางสาวดวงสมร สุทธิสุทธิ์
นางกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม	นางสาวภาวินี หนูชนะภัย
ศรุตา สิทธิไชยากุล	พณัญญา พบสุข
ใจทิพย์ อุไรชื่น	รัตนาพร พงษ์มี

บทคัดย่อ

การใช้สารรมและสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงอย่างเหมาะสม เป็นการหาอัตราและวิธีการใช้สารรมและสารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ เนื่องจากแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรหลายชนิดเริ่มสร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนซึ่งเป็นสารรมที่ใช้มากที่สุดกับผลิตผลเกษตรในขณะนี้ สำหรับกิจกรรมนี้ได้ทดสอบหาระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญทั่วประเทศ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการศึกษาการใช้สารรมอีโคฟูม สารรมฟอสฟีน และสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ทั้งในห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเก็บ ซึ่งได้ข้อมูลระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของแมลงศัตรูสำคัญ ดังนี้ ด้วงงวงข้าวโพดยังไม่พบการสร้างความต้านทาน มอดฟันเลื่อยและมอดแป้งสร้างความต้านทานสูงสุด 21 เท่า มอดยาสูบมากกว่า 61 เท่า และมอดหนวดยาวมากกว่า 13,000 เท่า ผลการทดสอบ อัตราสารรมอีโคฟูมเพื่อกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบ ที่มีระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนตั้งแต่ 0-21 เท่า ในห้องปฏิบัติการพบว่าต้องใช้อัตราสารรมอีโคฟูมที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของแมลงศัตรูและระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของแมลง โดยในสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานสามารถใช้อีโคฟูมอัตรา 35 ppm ระยะเวลาในการรม 24 ชั่วโมง กำจัดแมลงได้ทั้งหมด ขณะที่มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 21 เท่าต้องใช้อีโคฟูมอัตราสูงถึง 480, 900 และ 450 ppm ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการรม 24 ชั่วโมง สำหรับการทดสอบการใช้อีโคฟูมกับมอดหนวดยาวซึ่งเป็นแมลงที่มีระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนในอัตราสูง ในการรมกองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าในสายพันธุ์ต้านทานน้อยกว่า 8 เท่าสามารถใช้อัตรา 25 กรัม/ลบ.ม. (350 ppm) ระยะเวลา 5 วัน อัตรา 50 กรัม/ลบ.ม. (700 ppm) ระยะเวลา 4 วัน และอัตรา 70 กรัม/ลบ.ม. (1,000 ppm) ระยะเวลา 2 วัน ขณะที่มอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานมากกว่า 11 เท่าต้องใช้อีโคฟูมอัตรา 100 กรัม/ลบ.ม. (1,400 ppm) ระยะเวลา 6 วัน สำหรับการศึกษาอัตราสารรมฟอสฟีนที่เหมาะสมกับกับมอดฟันเลื่อยและมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานพบว่าสารรมฟอสฟีน 2 และ 3 เม็ด/ข้าวสาร 1 ตัน ระยะเวลา 7 วัน สามารถกำจัดมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทานที่ 10 และ 20 เท่าได้ 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกระยะการ

กรมวิชาการเกษตร

เจริญเติบโต ขณะที่มอดหนวดยาวที่มีระดับความต้านทานสูงต้องใช้ฟอสฟีนอัตรา 5 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยวิธีการคลุกเมล็ด พบว่า pirimiphos-methyl (Actellic 50%EC) อัตรา 5 ppm สารฆ่าแมลง thiamethoxam (เซียน่า 25%WG) อัตรา 3.5 g และ thiamethoxam (ครุยเซอร์ 35%W/V FS) อัตรา 2.5 มล. มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้งและมอดฟันเลื่อยได้ 100% นาน 10 เดือน และไม่พบแมลงที่เกิดใหม่เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 60 วัน ขณะที่มอดข้าวเปลือกต้องใช้สารฆ่าแมลง thiamethoxam (เซียน่า 25%WG) อัตรา 3.5 g จึงจะควบคุมแมลงได้นาน 10 เดือน ส่วนการทดสอบฉีดพ่นสารฆ่าแมลงบนพื้นคอนกรีตในสภาพโรงเก็บ พบว่า สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สามารถควบคุมมอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพดได้ดี มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดแมลงทั้งสองชนิดได้นาน 70 วัน รองลงมาคือ สารคลอฟีนาเพอร์อัตรา 21 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร ให้ผลการควบคุมแมลงทั้งสองชนิดได้ดีที่ระยะเวลา 42 วัน สำหรับสารเดลตาเมทริน และสารฟิโปรนิล สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่ 28 วัน

Abstract

Proper fmigation and insecticide application, it was to determine the rates and methods of using fumigants and insecticides to control stored product insects in warehouse. Due to building up resistance to phosphine of many species of stored product insects, the most commonly used fumigant in agricultural commodity. This study was conducted data bases of the level of phosphine resistance of major stored product insects throughout the country. These data were utilized to determine the proper fumigation and insecticide applications both in the laboratory and in storage conditions. The phosphine resistance level of major stored product insect pests was as follows: *Sitophilus zeamais* had not been found to build resistance, the highest phosphine resistance level of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* and *Cryptolestes* spp. were 21, 21, 61 and 13,000 times, respectively. The study of toxicities of ECO_2FUME phosphine fumigant to control stored product insect pests was conducted with ECO_2FUME phosphine concentrations were varied 0-900 ppm with the exposure time for 24 hours. The results showed that the application rate which could kill 100% of the susceptible strain of insects were 35 ppm. The 21 times resistant to phosphine strains of *T. castaneum, O. surinamensis* and *L. serricorne* were completely controlled by 480, 900and 450 ppm, respectively. For the efficacy test of ECO_2FUME fumigant to control

กรมวิชาการเกษตร

phosphine resistant strain of *C. ferrugineu* was fumigated on maize bag stacks under gas proof sheets. The result showed that both strains of *C. ferrugineus*, susceptible strains and less than 8 times phosphine resistant strains, were completely controlled by concentration of 25 g/m^3 ECO_2FUME® application rate (350 ppm phosphine) for 5 days, 50 g/m^3 (700 ppm phosphine) for 4 days, and 70 g/m^3 ECO_2FUME® application rate (1,000 ppm phosphine) for 2 days. While the resistant strain more than 11 times strain was complete controlled by fumigated with a 100 g/m^3 ECO_2FUME® application rate (1,400 ppm phosphine) for 6 days**.** For the study of the efficacy of phosphine fumigation on resistant strains of *O. surinamensis* and long-bearded weevils were fumigated on milled rice bag stacks under gas proof sheets. it was found that 2 and 3 tablets per 1 ton of milled rice with the expose time for 7 days could complete control all growth stages of resistant strain 10 and 20 times of *O. surinamensis*. While the *Cryptolestes* spp. highest resistant level strain required phosphine at the rate of 5 tablets per 1 ton of milled rice with the exposure time for 7 days.

For the efficacy tests of insecticides to control major stored product insect pests of maize was carried out by coating the maize seeds with insecticides. The results showed that the application rate of pirimiphos-methyl (Actellic 50%EC) at 5 ppm, thiamethoxam (Siena 25%WG) at 3.5 g, and thiamethoxam (Cruiser 35%W/V FS) at 2.5 ml per 1 kg of maize could control all adults of *S. zeamais, T. castaneum*, and *O. surinamensis* for storage period on 10 months and no insect was observed after insecticide application at 60 days. While *R. dominica* had treated with thiamethoxam (Siena 25% WG) at rate 3.5 g per 1 kg of maize to control all insects for storage period on 10 months. The persistence characteristic of insecticides was tested by spraying on concrete floor in storage conditions. It was showed that fenitrothion at 12 ml/1 liter of water was the most persistent on the floor and could against both *S. zeamais* and *T. castaneum* for 70 days of post-exposure period. Chlorfenapyr at 21 ml/1 liter of water and alpha-cypermethrin at 12 ml/1 liter of water showed good control for 42 days of post-exposure period. Deltamethrin and fipronil were applied in storage condition and could control maize weevil for 28 days.

บทนำ

ประเทศไทยใช้วิธีการรมเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและเพื่อการส่งออกมาเป็นเวลานาน สารรมมีอยู่หลายชนิดแต่ที่นิยมมาก คือ เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และฟอสฟีน (phosphine) แต่เนื่องจากมีมาตรการลดการใช้จนถึงยกเลิกการใช้เมทิลโบรไมด์ จึงควรเร่งค้นคว้าวิจัยหาสารรมชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพมาเพื่อใช้ทดแทน แต่ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีสารใหม่ๆ ที่สามารถนำมาใช้ทดแทนสารรมเมทิลโบรไมด์ได้ และเนื่องจากมีการใช้ฟอสฟีนติดต่อกันเป็นเวลานาน ใช้บ่อยครั้ง อัตราการใช้ไม่ถูกต้อง วิธีการใช้ไม่ถูกต้อง เช่น ระยะเวลาในการรมสั้นเกินไป การรมที่ผิดวิธีจึงเป็นสาเหตุให้แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรหลายชนิดสร้างความต้านทานในหลายๆพื้นที่รวมไปถึงประเทศไทย (Bell และ Wilson, 1995; Chaudhry, 1995; กรรณิการ์ และคณะ, 2559; ใจทิพย์และคณะ, 2558; ดวงสมรและคณะ, 2557) โดยประเทศไทยมีการตรวจสอบความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรไปแล้วหลายชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดหนวดยาว มอดฟันเลื่อย และมอดแป้ง จากผลการตรวจสอบพบว่าแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรทุกชนิดยกเว้น ด้วงงวงข้าวโพด แสดงความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนแล้ว ซึ่งข้อมูลการสร้างความต้านทานของแมลงมีความสำคัญต่อการบริหารการใช้สารรมอย่างมาก ถ้าแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดใด หรือในพื้นที่ใดมีความต้านทานต่อสารรมในระดับสูงจะทำให้สารรมนั้นไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงอีกต่อไป จำต้องต้องหาสารรมชนิดใหม่เข้ามาทดแทน สารดังกล่าวคือ สารรมอีโคฟูม (ECO_2 Fume) เป็นการนำเอาฟอสฟีนมาผสมกับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีสัดส่วนของฟอสฟีน 2% และคาร์บอนไดออกไซด์ 98% บรรจุในถังก๊าซที่ไม่ติดไฟ ผลิตโดยบริษัท CYTEC ประเทศแคนาดา ในหลายประเทศมีการนำเอาอีโคฟูมมาใช้ในการรมผลิตผลเกษตรเป็นเวลาหลายปีแล้ว ได้แก่ แคนาดา สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย จุดเด่นสำคัญของ อีโคฟูม คือ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นสารรมที่ไม่ติดไฟ และสามารถนำมาใช้ในการรมผลิตผลเกษตรได้หลายชนิด เช่น ธัญพืช ผลไม้แห้ง ใบยาสูบ และผลิตภัณฑ์ที่ทำจากธัญพืช นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้ในการรมไม้ตัดดอกและผลไม้สดอีกด้วย

อย่างไรก็ตามสารรมฟอสฟีนยังเป็นสารรมที่จำเป็นและสำคัญอย่างมากสำหรับการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บของประเทศไทย เนื่องจากยังไม่มีสารรมชนิดใดที่ใช้ง่าย และราคาถูกเท่ากับฟอสฟีน ถึงแม้แมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวบางชนิดสร้างความต้านทานแล้วก็ตาม โดย Collin และคณะ (2001) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมของฟอสฟีนยังสามารถใช้กำจัดแมลงที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนได้ โดยแมลงที่ทดสอบมี 3 ชนิดคือ มอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าว (Sitophilus oryzea) และเหาหนังสือ (Lipocelis bostrychophila) ดังนั้นควรทำการศึกษาอัตราที่เหมาะสมต่อแมลงที่มีระดับความต้านทานต่างๆ กัน เพื่อความเหมาะสมในการวางแผนการป้องกันกำจัด และเป็นแนวทางสำหรับการปรับใช้ฟอสฟีนกับแมลงที่ต้านทานชนิดอื่นๆ ต่อไป รวมทั้งวิธีการใช้สารเคมียังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและจำเป็นต่อการควบคุมแมลงถ้าใช้อย่างถูกวิธีและเหมาะสม สามารถนำไปใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ได้ ทั้งนี้รวมถึงการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงไปบนพื้น ผนังของโรงเก็บซึ่งต้องการสารที่มีประสิทธิภาพดีและมีพิษตกค้างนาน แต่เนื่องจากสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดมีพิษตกค้างแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่สามารถนำมาใช้ในโรงเก็บผลิตผล

เกษตรได้ และศึกษาระยะเวลาการตกค้างของสารเมื่อฉีดพ่นไปบนพื้นหรือผนังคอนกรีต เพื่อการควบคุมแมลงที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 1.1 การทดสอบความเป็นพิษของสารรมอีโคฟูมต่อแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

1. การทดสอบระดับความต้านทานของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรต่อสารรมฟอสฟีน กับแมลง 4 ชนิด ได้แก่ มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบ จากโรงเก็บทั่วประเทศ ตามวิธีการของ FAO (FAO Method No.16) (FAO, 1975)

2. การทดสอบความเป็นพิษของสารรมอีโคฟูมต่อแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

2.1 การเลี้ยงขยายพันธุ์แมลง ทั้ง 4 ชนิด ที่มีระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนต่างๆ กัน ได้แก่ 0, 5-6, 11-16, และ 21 เท่า

2.2 การทดสอบระดับความเป็นพิษของสารรมอีโคฟูม ในห้องปฏิบัติการ ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0-900 ppm ระยะเวลาในการรม 24 ชั่วโมง

การทดลองที่ 1.2 การตรวจสอบความต้านทานของมอดยาสูบต่อสารรมฟอสฟีนในประเทศไทย

1. การสุ่มเก็บตัวอย่าง มอดยาสูบจากโกดังเก็บใบยาสูบในจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง และเลี้ยงขยายพันธุ์มอดยาสูบ

2. การเตรียมก๊าซฟอสฟีน

3. การตรวจสอบความต้านทานของมอดยาสูบต่อสารรมฟอสฟีนตามวิธีการของ FAO (FAO Method No.16)(Anonymous, 1975) โดยใช้ discriminating dose สำหรับมอดยาสูบเท่ากับ 0.03 มก./ลิตร ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

การทดลองที่ 1.3 การศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมของสารรมอีโคฟูมในการรมเพื่อกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน

1. ทดสอบระดับความต้านทานของมอดหนวดยาวต่อสารรมฟอสฟีน และเลี้ยงขยายพันธุ์มอดหนวดยาว โดยมอดมอดหนวดยาวใช้ค่า discriminating concentration เท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนในโรงเก็บ ที่อัตรา 25 - 100 กรัม/ลบ.ม. (350 -1,400 ppm) ระยะเวลารม 2 - 14 วัน โดยทดสอบกับมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อฟอสฟีนระดับต่างๆ 3 ระดับ คือ 0, 8 และ 11 เท่า

การทดลองที่ 1.4 อัตราการใช้สารรมฟอสฟีนที่เหมาะสมในโรงเก็บเพื่อกำจัดมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทาน

1. ทดสอบระดับความต้านทานของสารรมฟอสฟีนของมอดฟันเลื่อยตามวิธีของ FAO โดยมอดฟันเลื่อยใช้ค่า discriminating concentration เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารรมฟอสฟีนต่อมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทานในสภาพโรงเก็บ ที่อัตรา 2-3 เม็ด (tablets) ระยะเวลา 7 วัน โดยทดสอบกับมอดฟันเลื่อยที่มีความต้านทานแตกต่างกัน 3 สายพันธุ์ คือ 0, 10 และ 20 เท่า

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.5 การใช้สารรมฟอสฟีนอย่างเหมาะสมในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทาน

1. การคัดเลือกมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทาน 4 ระดับ คือ 1, 2-100, 101-500 และ >500 เท่า
2. การทดสอบระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมฟอสฟีนต่อมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานในสภาพโรงเก็บ ด้วยการรมกองที่ระดับความเข้มข้น 0-7 เม็ดต่อ1ตันข้าวสาร (tablets/ตัน) ระยะเวลารม 3 ระยะ คือ 7, 10 และ 14 วัน

การทดลองที่ 1.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ

1. การเลี้ยงขยายพันธุ์แมลง แมลงที่ใช้สำหรับการทดสอบทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดข้าวเปลือก

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กับสารฆ่าแมลง ชนิด ที่อัตรา pirimiphos-methyl 50% EC (แอคทาลิค) 5 และ 10 ppm, spinetoram 12% W/V (เอ็กซอล) อัตรา 10 และ 15 ppm, thiamethoxam 25% WG (เซียน่า) อัตรา 3.5 g, thiamethoxam 35% W/V FS (ครุยเซอร์ 350 เอฟเอส) อัตรา 2.5 มล., imidacloprid 70% WG (ซีบราคัท 70) อัตรา 0.1 g

โดยใช้สูตรสารเคลือบเดียวกันคือ สารฆ่าแมลง+ไทแรม อัตรา 0.5 g + สารเคลือบสี/น้ำ 20 มล./ข้าวโพด 1 กก. โดยใช้ระยะเวลาการทดสอบ 0-10 เดือน

การทดลองที่ 1.7 การศึกษาระยะเวลาตกค้างบนผิวคอนกรีตของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง

1. การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลง 2 ชนิด คือ ด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง

2.1 ทดสอบบนกระดาษกรองและบนผิวคอนกรีตในห้องปฏิบัติการ กับสารฆ่าาแมลง 8 ชนิด ได้แก่ เฟนิโตรไธออน อัตรา 12 และ 24 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร, พิริมิฟอสเมทิล อัตรา 10 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร, เบตาไซฟลูทริน อัตรา 1.25 และ 2.5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร, เดลตาเมทริน อัตรา 0.75 และ 1.5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร, ฟิโปรนิล อัตรา 0.5 และ 1.0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร, คลอฟีนาเพอร์ อัตรา 21 และ 24 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร, ไดโนทีฟูแรน อัตรา 6 และ 12 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร และ อัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 6 และ 12 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และระยะเวลาของการตกค้าง 5 ระยะเวลา ได้แก่ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน

2.2 ทดสอบบนผิวคอนกรีตในสภาพโรงเก็บ โดยทดสอบกับสารฆ่าแมลง 4 ชนิด ได้แก่ เฟนิโตรไธออน พิริมิฟอสเมทิล อัลฟาไซเปอร์เมทริน และคลอฟีนาเพอร์ ชนิดละ 2 อัตรา ยกเว้นสารเฟนิโตรไธออนที่มีอัตราเดียว ระยะเวลาของการตกค้าง 3 ระยะเวลา ได้แก่ 0 14 และ 28 วัน

เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2558- กันยายน 2563

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

โรงสี โชคณัตรไชยไรซ์มิล จ. สระบุรี และบริษัทแอ๊ดว้านซ์ซีดส์ จำกัด

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1.1 การทดสอบความเป็นพิษของสารรมอีโคฟูมต่อแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

1. การทดสอบระดับความต้านทานของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรต่อสารรมฟอสฟีน 4 ชนิดคือ มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด มอดยาสูบ และมอดฟันเลื่อย

1.1 ผลการทดสอบระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของมอดแป้ง จากจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 16 จังหวัด รวม 23 แหล่ง พบว่า มอดแป้งไม่แสดงความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 6 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 2 และ 4 เท่า อย่างละ 2 แหล่ง 5 เท่าจำนวน 4 แหล่ง 9 และ 14 เท่า อย่างละ 1 แหล่ง 11 เท่า 5 แหล่ง และ 21 เท่า 2 แหล่ง

1.2 ผลการทดสอบระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของด้วงงวงข้าวโพด จากจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 13 จังหวัด รวม 16 แหล่ง พบว่าด้วงงวงข้าวโพดทุกแหล่งที่ทำการทดสอบไม่แสดงความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน (Table 2)

1.3 ผลการทดสอบระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของมอดฟันเลื่อย จากจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 14 จังหวัด รวม 17 แหล่ง พบว่ามอดฟันเลื่อย ไม่แสดงความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 2 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 2, 4, 5, 8, 9, 13, 17 และ 20 เท่า อย่างละ 1 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 11 และ 21 เท่า จำนวน 3 และ 4 แหล่ง ตามลำดับ (Table 3)

1.4 ผลการทดสอบระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของมอดยาสูบ จากจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 6 จังหวัด รวม 16 แหล่ง พบว่ามอดยาสูบต้านทานต่อฟอสฟีน 3, 6 และ 16 เท่า อย่างละ 1 แหล่ง ต้านทาน 4 และ 21 เท่า จำนวน 5 และ 2 แหล่ง ตามลำดับ ต้านทานมากกว่า 11, 21, 31 และ 61 เท่า อย่างละ 1 แหล่ง (Table 4)

2. การทดสอบความเป็นพิษของสารรมอีโคฟูมต่อแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

จัดแบ่งระดับความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนได้ 4 ระดับ ดังนี้ (1) แมลงสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน (2) แมลงสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 5-6 เท่า (3) แมลงสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 11-16 เท่า (4) แมลงสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 21 เท่า

จากนั้นนำมาทดสอบความเป็นพิษของอีโคฟูม โดยรมด้วยสารรมอีโคฟูมอัตรา 0-900 ppm ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงและระดับความต้านทานของแมลงต่อสารรมฟอสฟีน ระยะเวลาในการรม 24 ชั่วโมง เพื่อหาอัตราที่สามารถกำจัดแมลงทั้ง 4 ชนิด ได้ 100% ผลการทดลองพบว่ามอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบ สายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน ต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 25, 35, 15 และ 25 ppm ตามลำดับ สำหรับมอดแป้งสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 5 เท่า และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 6 เท่า พบว่าต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 90 และ 120 ppm ตามลำดับ ส่วนมอดแป้ง และมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 11 เท่า และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 16 เท่า พบว่าต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 180, 600 และ 360 ppm ตามลำดับ และมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 21 เท่า พบว่าต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 480, 900 และ 450 ppm ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.2 การตรวจสอบความต้านทานของมอดยาสูบต่อสารรมฟอสฟีนในประเทศไทย

1. แหล่งของมอดยาสูบที่นำมาตรวจสอบความต้านทาน

มอดยาสูบที่นำมาตรวจสอบเก็บมาจากโกดังเก็บใบยาสูบในจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางจำนวน 6 จังหวัด รวม 16 แหล่ง ดังนี้

ภาคกลาง 1 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 แหล่ง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น นครพนม และร้อยเอ็ด จำนวน 9 แหล่ง

ภาคเหนือ 2 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ และแพร่ จำนวน 6 แหล่ง

2. การตรวจสอบความต้านทานของมอดยาสูบต่อสารรมฟอสฟีนตามวิธีการของ FAO (FAO Method No.16) พบว่ามอดยาสูบต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 30 เท่า จำนวน 1 แหล่ง ที่ จ. กรุงเทพมหานคร มอดยาสูบไม่ต้านทานต่อฟอสฟีนจำนวน 2 แหล่ง ที่ จ.นครพนม และเชียงใหม่ ต้านทานต่อฟอสฟีน 2 เท่าจำนวน 1 แหล่ง ที่ จ. ขอนแก่น ต้านทานต่อฟอสฟีน 3 เท่า จำนวน 5 แหล่ง โดยพบที่ จ.ขอนแก่น 4 แหล่ง และ จ. นครพนม 1 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 5 เท่า จำนวน 1 แหล่ง ที่ จ.ขอนแก่น และต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 10 เท่า จำนวน 1 แหล่ง ที่ จ.ร้อยเอ็ด ต้านทานต่อฟอสฟีน 15 เท่า จำนวน 1 แหล่ง ที่ จ.แพร่ ต้านทานต่อฟอสฟีน 20 เท่า จำนวน 2 แหล่ง ที่ จ.เชียงใหม่ และ จ.แพร่ อย่างละ 1 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 20 เท่า จำนวน 1 แหล่ง ที่ จ.แพร่ และต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 60 เท่า จำนวน 1 แหล่ง ที่ จ.เชียงใหม่

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ามอดยาสูบที่เก็บตัวอย่างจากเขตภาคกลางและเขตภาคเหนือมีระดับความต้านทานค่อนข้างสูงในเกือบทุกแหล่งที่ทำการทดสอบ ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากในการเก็บรักษาใบยาสูบมีการเข้าทำลายของมอดยาสูบจึงทำให้มีการใช้สารรมฟอสฟีนในการกำจัดมอดยาสูบ ซึ่งหากมีการใช้บ่อยครั้ง อัตราการใช้ไม่ถูกต้อง หรือวิธีการใช้ไม่ถูกต้อง ก็จะทำให้มอดยาสูบสร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนในระดับที่สูงได้

การทดลองที่ 1 .3 การศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมของสารรมอีโคฟูมในการรมเพื่อกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน

1. การทดสอบระดับความต้านทานของมอดหนวดยาวต่อสารรมฟอสฟีน

ผลการทดสอบระดับความต้านทานของมอดหนวดยาวจากจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 22 จังหวัด รวม 28 แหล่ง ผลการทดสอบระดับความต้านทานของมอดหนวดยาวต่อสารรมฟอสฟีน พบว่ามอดหนวดยาวไม่แสดงความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 5 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 2, 8, 15 และ 26 เท่า อย่างละ 1 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 5 และ 21 เท่า อย่างละ 2 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีน 6 เท่า 3 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 11, 14, 16, 41, 61 และ 71 เท่า อย่างละ 1 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 21 เท่า 4 แหล่ง และต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 81 เท่า 2 แหล่ง

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนในโรงเก็บ

กรมวิชาการเกษตร

ได้จัดแบ่งแมลงที่มีระดับความต้านทานแตกต่างกันออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) สายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อฟอสฟีน (2) สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อฟอสฟีนน้อยกว่า 8 เท่า และ (3) สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 11 เท่าขึ้นไป ทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนโดยรมกองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยสารรมอีโคฟูมที่อัตรา 25 กรัม/ลบ.ม. (350 ppm) ระยะเวลา 5 วัน อัตรา 50 กรัม/ลบ.ม. (700 ppm) ระยะเวลา 4 วัน และอัตรา 70 กรัม/ลบ.ม. (1,000 ppm) ระยะเวลา 2 และ 3 วัน ผลการทดลองพบว่า ทุกอัตราการรมมีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อฟอสฟีน และสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนน้อยกว่า 8 เท่า ได้ทุกระยะการเจริญเติบโตและไม่พบมอดหนวดยาวที่เกิดใหม่ อย่างไรก็ตามทุกอัตราการรมที่ทดสอบไม่สามารถกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 11 เท่าขึ้นไปได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนแมลงในชุดควบคุมสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ตามปกติ จึงทำการทดสอบเพิ่มเติมโดยเพิ่มอัตราสารรมให้สูงขึ้นและเพิ่มระยะเวลาให้นานขึ้น โดยใช้อัตรา อีโคฟูมอัตรา 50 กรัม/ลบ.ม. (700 ppm) ระยะเวลา 14 วัน และอัตรา 70 กรัม/ลบ.ม. (1,000 ppm) ระยะเวลา 10 วัน อัตรา 100 กรัม/ลบ.ม. (1,400 ppm) ระยะเวลา 7 และ 6 วัน ผลการทดลองพบว่าการรมทุกอัตราพบมอดหนวดยาวรอดชีวิตจำนวนเล็กน้อย และพบว่าการรมด้วยสารรมอีโคฟูมอัตรา 50 กรัม/ลบ.ม. (700 ppm) ระยะเวลา 14 วัน และอัตรา 70 กรัม/ลบ.ม. (1,000 ppm) ระยะเวลา 10 วัน พบมอดหนวดยาวที่เกิดใหม่จำนวนเล็กน้อย แต่ที่อัตรา 100 กรัม/ลบ.ม. (1,400 ppm) ระยะเวลา 7 และ 6 วัน ไม่พบมอดหนวดยาวที่เกิดใหม่

การทดลองที่ 1.4 อัตราการใช้สารรมฟอสฟีนที่เหมาะสมในโรงเก็บเพื่อกำจัดมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทาน

1. การทดสอบระดับความต้านทานของสารรมฟอสฟีนของมอดฟันเลื่อยในห้องปฏิบัติการ

จากการสำรวจมอดฟันเลื่อยจากโรงสีข้าว จาก 25 จังหวัดจำนวน 43 แหล่ง พบว่า ภาคกลาง ได้สำรวจมอดฟันเลื่อย 19 แหล่งจากจังหวัดต่างๆจำนวน 10 จังหวัด ได้แก่ ชัยนาท กำแพงเพชร ลพบุรี นครปฐม ปทุมธานี พิษณุโลก เพชรบรูณ์ ราชบุรี สิงห์บุรี และสุพรรณบุรี และเมื่อนำมาทดสอบหาความต้านทานของมอดฟันเลื่อยต่อสารรมฟอสฟีนในห้องปฏิบัติการ พบมอดฟันเลื่อยต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนทั้งหมด 41 แหล่ง (คิดเป็น 95.35 เปอร์เซ็นต์) โดยพบมอดฟันเลื่อยสร้างความต้านทาน 1- 21 เท่า และมีเพียง 2 แหล่ง (คิดเป็น 4.65 เปอร์เซ็นต์) จากจังหวัดเพชรบูรณ์เท่านั้นที่มอดฟันเลื่อยไม่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน

2. วิธีทดสอบประสิทธิภาพของสารรมฟอสฟีนต่อมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทานในสภาพโรงเก็บ จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ทำการคัดเลือกมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์อ่อนแอ มอดฟันเลื่อยที่ต้านทานสารรมฟอสฟีน 10 เท่า และมอดฟันเลื่อยที่ต้านทานสารรมฟอสฟีน 20 เท่า และนำไปทดสอบความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนตามกรรมวิธีที่กำหนดที่โรงสีโชคฉัตรไชยไรซ์มิล จากการทดลองพบว่า สารรมฟอสฟีน 2 และ 3 เม็ด/ข้าวสาร 1 ตัน ระยะเวลา 7 วัน สามารถกำจัดมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทานที่ 10 และ 20 เท่าได้ 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกระยะการเจริญเติบโต (ไข่ หนอน

กรมวิชาการเกษตร

ดักแด้ ตัวเต็มวัย) และไม่พบเปอร์เซ็นต์การรอดของรุ่นลูก โดยปริมาณสารรมฟอสฟีนที่วัดได้ระหว่างการทดลองไม่ต่ำกว่า 500 ppm

การทดลองที่ 1.5 การใช้สารรมฟอสฟีนอย่างเหมาะสมในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทาน

การคัดเลือกมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทาน

คัดเลือกมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานระดับต่างๆ จากฐานข้อมูลปี 2559 (กรรณิการ์และคณะ, 2559) และทดสอบความต้านทานของมอดหนวดยาวในห้องปฏิบัติการ โดยคัดเลือกแมลงสายพันธุ์ต้านทานระดับต่างๆ จำนวน 15 สายพันธุ์ นำมาทดสอบระดับความต้านทาน พบแมลงสายพันธุ์อ่อนแอ (RR≤1เท่า) จำนวน 7 สายพันธุ์ มีระดับความต้านทานต่ำ (RR อยู่ระหว่าง 1.540039063-15.65332031 เท่า) จำนวน 4 สายพันธุ์ มีระดับความต้านทานปานกลาง (RR อยู่ระหว่าง 273.0263672-410.3515625 เท่า) จำนวน 2 สายพันธุ์ และระดับความต้านทานสูง 2 สายพันธุ์ (RR อยู่ระหว่าง 13577.38281-4.9563E+28 เท่า)

จากนั้นคัดเลือกมอดหนวดยาว 5 สายพันธุ์ มาทดสอบการรมในสภาพโรงเก็บขนาดกอง 1 ตัน ผลการทดสอบพบว่ามอดหนวดยาวสายพันธุ์อ่อนแอและต้านทานต่ำ สามารถกำจัดด้วยฟอสฟีนอัตรา 2 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน มอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานปานกลาง สามารถกำจัดด้วยฟอสฟีนอัตรา 2 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 14 วัน หรืออัตรา 3 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน ส่วนมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทานสูง ต้องใช้ฟอสฟีนอัตรา 5 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน ดังนั้นการจัดการใช้สารมฟอสฟีนกับมอดหนวดยาวให้มีประสิทธิภาพจึงควรรู้ระดับความต้านทานของแมลงเพื่อเลือกใช้อัตราสารฟอสฟีนที่เหมาะสม และควรกำจัดแมลงแวดล้อมไปพร้อมกันเพื่อป้องกันการเข้าทำลายซ้ำของแมลง

การทดลองที่ 1.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ

ทำการคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยสารฆ่าแมลง pirimiphos-methyl อัตรา 5 ppm (T_1) และ 10 ppm (T_2) สารฆ่าแมลง spinetoram อัตรา 10 ppm (T_3) และ 15 ppm (T_4) สารฆ่าแมลง thiamethoxam (เซียน่า) อัตรา 3.5 g (T_5) และ thiamethoxam (ครุยเซอร์ 350 เอฟเอส) อัตรา 2.5 มล. (T_6) สารฆ่าแมลง imidacloprid อัตรา 0.1 g (T_7) สารกำจัดเชื้อราไทแรม อัตรา 0.5 g (T_8) สารเคลือบสี (T_9) และน้ำ (T_{10}) เมื่อครบ 0-10 เดือน ปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดลงในเมล็ดข้าวโพด ตรวจสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงและการแพร่ขยายพันธุ์ของแมลง

ผลต่อด้วงงวง พบว่าทุกกรรมวิธีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพดได้ 100% นาน 10 เดือน และไม่พบแมลงที่เกิดใหม่เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 60 วัน ยกเว้นกรมมวิธีที่ 8-10

ผลต่อมอดแป้ง พบว่ากรรมวิธีที่ 1, 2, 5 และ 6 มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดแป้งได้ 100% นาน 10 เดือน และไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ ส่วนกรรมวิธีที่ 3, 4 และ 7 พบมอดแป้งรอดชีวิตจำนวนเล็กน้อยแต่ไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ สำหรับกรรมวิธีที่ 8, 9 และ 10 (Control) พบมอดแป้งรอดชีวิตและพบแมลงที่เกิดใหม่ตั้งแต่เดือนที่ 2, 1 และ 0 ตามลำดับ และพบจำนวนไม่มากนัก

กรมวิชาการเกษตร

ผลต่อมอดแป้งมอดฟันเลื่อย พบว่ากรรมวิธีที่ 1, 2, 5, 6 และ 7 มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดฟันเลื่อยได้ 100% นาน 10 เดือน และไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ ส่วนกรรมวิธีที่ 3, 4 และ 8 พบมอดฟันเลื่อยรอดชีวิตจำนวนเล็กน้อยแต่ไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ ส่วนกรรมวิธีที่ 9 และ 10 (Control) พบมอดฟันเลื่อยรอดชีวิตและพบแมลงที่เกิดใหม่ตั้งแต่เดือนที่ 0 และพบจำนวนไม่มากนัก

ผลต่อมอดหัวป้อม พบว่ากรรมวิธีที่ 5 มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดหัวป้อมได้ 100% นาน 10 เดือน และไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ ส่วนกรรมวิธีที่ 4 และ 7 พบมอดหัวป้อมรอดชีวิตแต่ไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ ส่วนกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 เริ่มพบแมลงรอดชีวิตและพบแมลงที่เกิดใหม่ตั้งแต่เดือนที่ 2 กรรมวิธีที่ 8 และ 9 (Control) พบมอดหัวป้อมรอดชีวิตและพบแมลงที่เกิดใหม่ตั้งแต่เดือนที่ 0 อย่างไรก็ตามพบแมลงที่เกิดใหม่จำนวนไม่มากนัก ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอยู่ระหว่าง 94.3-100% แสดงให้เห็นว่าสารฆ่าแมลง สารกำจัดเชื้อรา และสารเคลือบเมล็ด ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดก่อนเคลือบเมล็ด 12.6% และในระหว่างการเก็บรักษาความชื้นเฉลี่ย 11.1-13.6% แสดงให้เห็นว่าการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบไม่มีผลต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การทดลองที่ 1.7 การศึกษาระยะเวลาตกค้างบนผิวคอนกรีตของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง

ทดสอบบนกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการ

ด้วงงวงข้าวโพด

พบว่าสารเฟนิโตรไธออนทั้ง 2 อัตรา (12 และ 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร) และสารพิริมิฟอสเมทิลทั้ง 2 อัตรา (10 และ 20 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร) มีประสิทธิภาพดีและมีระยะตกค้างบนกระดาษกรองนานที่สุด รองลงมาได้แก่ สารอัลฟาไซเปอร์เมทรินทั้ง 2 อัตรา (6 และ 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร) และสารคลอฟีนาเพอร์ ทั้ง 2 อัตรา (21 และ 42 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร)

มอดแป้ง

พบว่าสารเฟนิโตรไธออน อัตรา 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารพิริมิฟอสเมทิล ทั้ง 2 อัตรา ให้ผลการควบคุมได้ดีและตกค้างนานที่สุด รองลงมาคือ สารคลอฟีนาเพอร์ทั้ง 2 อัตรา สารที่ควบคุมมอดแป้งได้ดีและมีระยะตกค้าง

ทดสอบบนผิวคอนกรีตในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง 8 ชนิดบนกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีสาร 4 ชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง ได้แก่ เฟนิโตรไธออน พิริมิฟอสเมทิล อัลฟาไซเปอร์เมทริน และ คลอฟีนาเพอร์ โดยมีความคงทนถึง 28 วัน จึงทดสอบสาร 4 ชนิดดังกล่าวบนผิวคอนกรีตในห้องปฏิบัติการ

ด้วงงวงข้าวโพด

พบว่าสารเฟนิโตรไธออน อัตรา 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารพิริมิฟอสเมทิล อัตรา 20 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารอัลฟาไซเปอร์เมทรินทั้ง 2 อัตรา ให้ผลการควบคุมดีที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

มอดแป้ง

สารที่ควบคุมมอดแป้งได้ดีและมีระยะตกค้างบนผิวคอนกรีตสำเร็จรูปนานที่สุด ได้แก่ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารอัลฟาไซเปอร์เมทรินทั้ง 2 อัตรา และสารคลอฟีนาเพอร์ทั้ง 2 อัตรา (21 และ 42 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร)

ทดสอบบนผิวคอนกรีตในสภาพโรงเก็บ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง 4 ชนิด ได้แก่ เฟนิโตรไธออน พิริมิฟอสเมทิล อัลฟาไซเปอร์เมทริน และ คลอฟีนาเพอร์ บนปูนซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งได้ดี จึงได้ทดสอบประสิทธิภาพและระยะเวลาตกค้างของสารแต่ละชนิดในสภาพโรงเก็บข้าวเปลือก โดยทำการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงบนพื้นคอนกรีตในสภาพโรงเก็บ ณ บริษัท โรงสีหนองบัวร่วมอุดม จำกัด อ.หนองบัว จ. นครสวรรค์ และ โรงสีคูเจริญ อ. วิหารแดง จ. สระบุรี พบว่า สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สามารถควบคุมมอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพดได้ดี มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดแมลงทั้งสองชนิดได้นาน 70 วัน รองลงมาคือ สารคลอฟีนาเพอร์อัตรา 21 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร ให้ผลการควบคุมแมลงทั้งสองชนิดได้ดีที่ระยะเวลา 42 วัน สำหรับสารเดลตาเมทริน และสารฟิโปรนิล สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่ 28 วัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดสอบความเป็นพิษของสารรมอีโคฟูมที่สามารถกำจัดตัวเต็มวัยของแมลงทั้ง 4 ชนิดที่มีความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนที่ระดับต่างๆ ได้ 100% พบว่ามอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 25, 35, 15 และ 25 ppm ตามลำดับ สำหรับมอดแป้งสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 5 เท่า ต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 90 ppm และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 6 เท่า ต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 120 ppm สำหรับมอดแป้งและมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 11 เท่า ต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 180 และ 600 ppm ตามลำดับ ส่วนมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 16 เท่า ต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 360 ppm ส่วนมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดยาสูบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน 21 เท่า ต้องใช้อีโคฟูมที่อัตรา 480, 900 และ 450 ppm ตามลำดับ

การตรวจสอบความต้านทานของมอดยาสูบต่อสารรมฟอสฟีนในประเทศไทย ที่เก็บจากโกดังเก็บใบยาสูบ ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จำนวน 6 จังหวัด 16 แหล่ง พบไม่ต้านต่อฟอสฟีน 2 แหล่ง ต้านทานต่อฟอสฟีนในระดับ 2-10 เท่า 8 แหล่ง ต้านทานตั้งแต่ 15 เท่าขึ้นไป 4 แหล่ง และต้านทานมากกว่า 60 เท่า 1 แหล่ง ถ้ายังมีการใช้ฟอสฟีนอย่างผิดวิธีเช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบันอาจทำให้มอดยาสูบสร้างความต้านทานในระดับสูงกว่าที่พบในปัจจุบัน และจังหวัดที่ควรเฝ้าระวังเนื่องจากมอดยาสูบที่นำมาตรวจสอบมีความต้านทานต่อฟอสฟีนสูงกว่าแหล่งอื่นๆ คือ เขตจังหวัดภาคเหนือ จะเห็นได้ว่าการตรวจสอบความต้านทานของมอดยาสูบต่อสารรมฟอสฟีนเป็น

กรมวิชาการเกษตร

สิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง จำเป็นต้องมีการตรวจสอบเป็นประจำ และหากไม่ควบคุมวิธีการใช้สารรมฟอสฟีนอย่างถูกต้อง ก็อาจทำให้ประเทศไทยสูญเสียสารรมฟอสฟีนในฐานะที่เป็นสารรมที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดยาสูบได้

การศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมของสารรมอีโคฟูมในการรมเพื่อกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน พบมอดหนวดยาวแสดงความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ 2-71 เท่าจำนวน 23 แหล่ง และไม่แสดงความต้านทาน 4 แหล่ง ส่วนอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมในการรม พบว่าอีโคฟูมที่อัตรา 25 กรัม/ลบ.ม. (350 ppm) ระยะเวลา 5 วัน อัตรา 50 กรัม/ลบ.ม. (700 ppm) ระยะเวลา 4 วัน และอัตรา 70 กรัม/ลบ.ม. (1,000 ppm) ระยะเวลา 2 และ 3 วัน มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อฟอสฟีน และสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนน้อยกว่า 8 เท่า ได้ทุกระยะการเจริญเติบโตและไม่พบแมลงที่เกิดใหม่ ส่วนมอดหนวดยาวสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อฟอสฟีนมากกว่า 11 เท่าขึ้นไปต้องใช้อีโคฟูมอัตรา 100 กรัม/ลบ.ม. (1,400 ppm) ระยะเวลา 7 และ 6 วัน จึงไม่พบมอดหนวดยาวที่เกิดใหม่ ส่วนอัตราอื่นๆ ยังพบมอดหนวดยาวที่เกิดใหม่จำนวนเล็กน้อย

การศึกษาอัตราการใช้สารรมฟอสฟีนที่เหมาะสมในโรงเก็บเพื่อกำจัดมอดฟันเลื่อยสายพันธุ์ต้านทาน พบมอดฟันเลื่อยที่ต้านทานสารรมฟอสฟีน 41 แหล่ง จากการสำรวจ 43 แหล่ง มีเพียง 2 แหล่ง ที่ไม่ต้านทานสารรมฟอสฟีน ถึงแม้ว่าการใช้สารรมฟอสฟีนในอัตราปกติที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำยังสามารถกำจัดมอดฟันเลื่อยที่ต้านทานสารรมฟอสฟีน 20 เท่าได้ แต่ควรที่จะระมัดระวังการใช้สารรมฟอสฟีนให้มีการใช้อย่างถูกวิธี เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวสร้างความต้านทานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ต้องใช้สารรมฟอสฟีนกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในอัตราที่สูงมากขึ้นในอนาคต

การใช้สารรมฟอสฟีนอย่างเหมาะสมในการกำจัดมอดหนวดยาวสายพันธุ์ต้านทาน พบว่าแมลงอ่อนแอ (RR ≤ 1 เท่า) และแมลงที่ความต้านทานต่ำ (RR 15 เท่า) สามารถกำจัดด้วยการรมฟอสฟีนอัตรา 2 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน แมลงที่ความต้านทานปานกลาง (RR 410 เท่า) สามารถกำจัดด้วยการรมฟอสฟีนอัตรา 2 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 14 วัน หรืออัตรา 3 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน ส่วนแมลงที่ความต้านทานสูง (RR 13,577 เท่า) สามารถกำจัดด้วยการรมฟอสฟีนอัตรา 5 เม็ดต่อตัน ระยะเวลารม 7 วัน การใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อกำจัดแมลงจำเป็นต้องทำให้แมลงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงควรเลือกอัตราของสารให้เหมาะกับความต้านทานของแมลง และควรกำจัดแมลงที่อยู่ในสภาพแวดล้อมภายในโรงเก็บให้หมดไปพร้อมๆกัน เพื่อกันการกลับเข้าทำลายซ้ำของแมลง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ พบว่าหากในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีการแพร่ระบาดของด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหัวป้อม แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลง thiamethoxam (เซียน่า) อัตรา 3.5 g หรือสารฆ่าแมลง thiamethoxam (ครุยเซอร์ 350 เอฟเอส) อัตรา 2.5 มล. แต่ถ้าภายในโรงเก็บนั้นไม่พบการแพร่ระบาดของมอดหัวป้อม สามารถใช้สารฆ่าแมลง pirimiphos-methyl อัตรา 5 ppm และ 10

กรมวิชาการเกษตร

ppm และพบว่าสารฆ่าแมลงทุกชนิด สารกำจัดเชื้อรา และสารเคลือบเมล็ด ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การศึกษาระยะเวลาตกค้างบนผิวคอนกรีตของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง พบว่าผลการทดสอบบนกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการ สารที่มีประสิทธิภาพดีและมีระยะตกค้างนานที่สุดสำหรับด้วงงวงข้าวโพด ได้แก่ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 12 และ 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารพิริมิฟอสเมทิล อัตรา 10 และ 20 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ สารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 6 และ 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารคลอฟีนาเพอร์ อัตรา 21 และ 42 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สำหรับมอดแป้ง ได้แก่ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารพิริมิฟอสเมทิล อัตรา 10 และ 20 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ สารคลอฟีนาเพอร์ อัตรา 21 และ 42 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร

ในห้องปฏิบัติการบนผิวคอนกรีตสำเร็จรูป สารที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดและตกค้างนานที่สุดสำหรับด้วงงวงข้าวโพด ได้แก่ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารพิริมิฟอสเมทิล อัตรา 20 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 6 และ 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสำหรับมอดแป้ง ได้แก่ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 24 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 6 และ 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร และสารคลอฟีนาเพอร์ อัตรา 21 และ 42 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร

การทดสอบในสภาพโรงเก็บ สารเฟนิโตรไธออน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สามารถควบคุมมอดแป้งและด้วงงวงข้าวโพดได้ดี มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดแมลงทั้งสองชนิดได้นาน 70 วัน รองลงมาคือ สารคลอฟีนาเพอร์อัตรา 21 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร สารอัลฟาไซเปอร์เมทริน อัตรา 12 มล.ต่อน้ำ 1 ลิตร ให้ผลการควบคุมแมลงทั้งสองชนิดได้ดีที่ระยะเวลา 42 วัน สำหรับสารเดลตาเมทริน และสารฟิโปรนิล สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่ 28 วัน

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมงานวิจัยที่ 2

การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีทางกายภาพ

Physical Control on Stored Product Insect Pests on Agricultural Commodity

ชื่อผู้วิจัย

ใจทิพย์ อุไรชื่น ภาวินี หนูชนะภัย
รังสิมา เก่งการพานิช ดวงสมร สุทธิสุทธิ์
ศรุตา สิทธิไชยากุล พณัญญา พบสุข
จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม

บทคัดย่อ

การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีทางกายภาพ เพื่อลดการใช้สารฆ่าแมลงในสินค้าเกษตร ด้วยการศึกษาการใช้ diatomaceous earth (DE) การใช้ความร้อน บรรจุภัณฑ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน เพื่อควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว และข้าวสาร ระยะเวลาการศึกษาระหว่างปี 2559-2563 ผลการทดลองพบว่าการคลุก DE Protect-IT® อัตรา 1.0, 1.2 และ 1.4 กรัม ต่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 กิโลกรัม สามารถควบคุมการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และ มอดหนวดยาว ได้นานอย่างน้อย 6 เดือน ในสภาพโรงเก็บโดยไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก และเปอร์เซ็นต์ความชื้น สำหรับการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าการคลุก DE Protect-IT® อัตรา 1.0 1.2 และ 1.4 กรัม ต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม สามารถควบคุมตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวได้ 85-100 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมด้วงถั่วเหลืองได้ 97-100เปอร์เซ็นต์ และลดจำนวนตัวเต็มวัยในรุ่นลูกของด้วงถั่วเขียวได้ 68-88 เปอร์เซ็นต์ ของด้วงถั่วเหลืองได้มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สามารถควบคุมด้วงถั่วเขียว และด้วงถั่วเหลืองในระยะไข่ หนอน และดักแด้ ได้ทั้งหมด และไม่สามารถควบคุมด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองในสภาพโรงเก็บได้ การใช้บรรจุภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียว ผลการทดลองพบว่าการบรรจุถั่วเขียวปริมาณ 1 กิโลกรัมในถุง NY / LLDPE NY ร่วมกับ สารดูดซับออกซิเจน 100 c.c. มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงดีที่สุด โดยสามารถควบคุมด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองทุกระยะการเติบโตได้ทั้งหมดในระยะเวลาบรรจุ 5 วัน และมีก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด ส่วนถุง NY / LLDPE ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศให้ผลในการควบคุมรองลงมาที่ระยะเวลาบรรจุ 10 วัน และพบว่าการเก็บเมล็ดถั่วเขียวในถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol ในสภาพโรงเก็บแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายของถุงทั้ง 2 ชนิดได้ และความชื้นของเมล็ดถั่วเขียวในถุงเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 1เปอร์เซ็นต์ การใช้อุณหภูมิความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว พบว่าการอบถั่วเขียว 300 กรัม ที่ระดับอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาการอบ 2 และ 3 ชั่วโมง สามารถควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ทั้งหมด ขณะที่การอบถั่วเขียว 10 กิโลกรัม พบว่าต้องใช้ระดับอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7

กรมวิชาการเกษตร

ชั่วโมง จึงสามารถควบคุม ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนในภาชนะปิดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร 4 ชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว พบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน ต่างมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรถ้ารักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้ไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการรม 11 วัน สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาวได้ทุกระยะการเจริญเติบโต แต่การใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อควบคุมแมลง จำเป็นต้องรักษาความเข้มข้นให้ใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการลดระดับก๊าซออกซิเจนให้ต่ำที่สุด การทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การควบคุมมอดแป้ง มอดฟันเลื่อยมอดหนวดยาว และด้วงงวงข้าวโพดซึ่งเป็นแมลงที่มีความทนทานต่อก๊าซไนโตรเจนที่สุด ต้องใช้เวลา 11 วัน ทั้งนี้ ชนิดและระยะการเจริญเติบโตของแมลง ความเข้มข้นของก๊าซที่ใช้และระยะเวลาการรม รวมถึงประสิทธิภาพในการเก็บก๊าซ มีผลต่อประสิทธิภาพการควบคุมแมลง

Abstract

Physical control on stored product insect pests on agricultural commodity aimed to reducing pesticides used in agricultural commodities. It was studied on diatomaceous earth (DE), heat treatment, packaging, carbon dioxide and nitrogen gas to control stored product insects of maize, mung bean and milled rice. These studies were carried out between 2016 to 2020. These experiments showed that DE Protect-IT®at 1.0, 1.2 and 1.4 grams per 1 kg of maize and taken time for 2, 4 and 6 months could control 5 species insect pests: *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis,* and *Cryptolestes* sp. in storage room. No more effect to percentage of moisture and germination. For study on mung bean, it was showed that the concentration of DE Protect-IT® at 1.0 ,1.2 and 1.4 g per 1 kg of mung bean and 1-9 days for controlling the adult of *Callosobruchus maculatus* and *C. chinensis* were 85-100 and 85-100%, respectively. F1 progeny and newly emerged has decreased more than control were 68-88 and 97%, respectively. while the results of experiments in storage room was showed that DE Protect-IT® at 1.2 and 1.4 grams could not control *C. maculatus* and *C. chinensis* in storage room. Efficiency of packaging to control mung bean store product insect pests was shown that the packaging 1 kg of mung beans in a NY/LLDPE bag in combination with an oxygen absorber 100 c.c. was the most effective to control insect pests of mung bean. It could kill in all stage of growth of *C. maculatus* and *C. chinensis* in 5 days of

กรมวิชาการเกษตร

packaging period with the least oxygen gas in the package. While the NY/LLDPE bag in combination with vacuum seal could control all insects in 10 days of packaging period. It was found that Insects could not infest inside NY/LLDPE bag and ethylene-vinyl alcohol bag both kept on the ground and in the plastic box. In storage room was impervious to both types of bags and did not increase the moisture content of mung beans and the differential moisture of mung bean inside NY/LLDPE bag and Ethylene-vinyl alcohol bag was less than 1%. Heat treatment to control pests of green beans was investigated in 300 grams and 10 kg of mung bean. It was found that heating on 300 grams of mung beans at 60 and 70°c on heating period at 2 and 3 hours was able to control all stage of growth of mung bean beetle and soybean beetle. While heating on 10 kg of mung beans must used temperature level was 80°c for heating period at 7 hours to complete control all stage of growth of mung bean beetle and soybean beetle. The efficacy of carbon dioxide and nitrogen gas was investigated in air tight containers to control four species of stored product insect pests: *S. zeamais*, *T. castaneum*, *O. surinamensis* and *Cryptolestes* sp. on milled rice. The results showed that either CO_2 or N_2 are effective to control insect pest of stored products. If CO_2 level can be maintained >60% for 11 days, these four species of insects will be completely controlled. On the other side, large quantities of N2are necessary to maintain the concentration nearly 100%. In laboratory, maize weevil, the most tolerant to N_2, required 11 days of exposure to attain 100% mortality. However, species and developmental stages of insects, concentration of gas and the exposure time, including sealing efficacy have the effect on the control efficiency.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

จากปัญหาเรื่องพิษตกค้างของสารเคมีในผลิตผลเกษตรในปัจจุบัน ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจกับการป้องกันกำจัดแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีมากขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีควบคุมและกำจัดแมลงวิธีอื่นเข้ามาทดแทน หรือนำมาปรับใช้ร่วมกับวิธีการใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพเป็นวิธีที่ไม่มีพิษตกค้างและได้ผลดีหากปรับใช้ให้เหมาะสม โดยเฉพาะกับผลิตผลเกษตรที่มีปริมาณมากๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วต่างๆ และต้องเก็บรักษายาวนาน การใช้ diatomaceous earth หรือดินเบา คลุกเมล็ดเป็นวิธีการหนึ่งที่มีการนำมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงในโรงเก็บ โดยเฉพาะเมล็ดข้าวโพด และถั่วเขียว ที่เก็บรักษาเอาไว้เพื่อทำเป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งลักษณะสำคัญของดินเบาที่สามารถฆ่าแมลงได้คือ ดินเบาสามารถดูดซับไขมัน (wax) ที่ผนังลำตัวชั้นนอกของแมลง ทำให้แมลงมีการสูญเสียน้ำ และอาจจะขีดข่วนบนตัวแมลงทำให้แมลงสูญเสียน้ำดังกล่าว เนื่องจากแมลง

ในโรงเก็บมีขนาดลำตัวที่เล็กหากมีการสูญเสียน้ำเพียงเล็กน้อยก็จะมีผลทำให้แมลงตายได้ทันที นอกจากนี้ diatomaceous earthยังคงประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงได้เป็นเวลานาน โดยที่ไม่ทำความเสียหายกับผลิตผลเกษตรและยังไม่พบการสร้างความต้านทานของแมลง (Fields, 1998, Fields and Korunic, 2000)

การใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมก็เป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ และเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าเกษตร ปัจจุบันได้มีวิธีการป้องกันกำจัดหลากหลายวิธี เช่นการใช้ความร้อน การใช้ความเย็น การใช้สารรมชนิดต่างๆ แต่ก็ยังไม่สามารถกำจัดแมลงให้หมดไปได้ ในการเก็บหรือบรรจุ การปรับปรุงคุณภาพ เช่น การสี การขัด หรือกำจัดสิ่งปลอมปนต่างๆ แล้วจะทำการบรรจุในบรรจุภัณฑ์นั้น อาจมีแมลงเล็ดลอดเข้ามาในกองผลิตผล หรืออาจจะมีแมลงมาวางไข่ เมื่อทำการบรรจุข้าวลงในบรรจุภัณฑ์จะมีแมลงและไข่ของแมลงติดไปด้วย ทำให้ผลิตผลที่บรรจุมีการปนเปื้อนของแมลง และหากบรรจุภัณฑ์นั้นไม่สามารถที่จะป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซ การเก็บข้าวไว้จะเกิดการทำลายของแมลงในข้าวที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์นั้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซกันมากขึ้นระดับการยอมให้ก๊าซผ่านเข้าออกได้ขึ้นอยู่กับชนิดชองบรรจุภัณฑ์ การจะเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้และจะต้องปลอดภัยต่อผลผลิตที่บรรจุ ในการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ในการกำจัดแมลงจะต้องเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันก๊าซออกซิเจนผ่านเข้าได้ในปริมาณต่ำจนแมลงไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ จากการรายงานการใช้สารดูดซับออกซิเจนในการกำจัดแมลงในผลลผลิตเกษตรมีดังนี้ภาวินี และคณะ 2558 รายงานว่าการใช้สารดูดซับออกซิเจนในถุง NY/LLDPE และ ถุง PET/CPP ที่บรรจุดอกคำฝอย เมล็ดผักชี ดอกเก็กฮวย และชาใบหม่อน สามารถกำจัดมอดยาสูบ และ มอดสมุนไพรได้ทุกระยะการเติบโตที่ระยะเวลา 7 วัน และแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายถุงทั้ง 2 ชนิดได้ ภาวินี และคณะ (2555) รายงานที่ใช้สารดูดซับออกซิเจนในการกำจัดมอดฟันเลื่อย มอดแป้ง และผีเสื้อข้าวสาร ในเมล็ดงา สามารถทำให้แมลงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกระยะการเติบโต และ ภาวินี และคณะ (2554) ได้รายงานวิธีการ vacuum ในการกำจัดด้วงถั่วเขียว และ ด้วงถั่วเหลือง ที่ระยะเวลา 7 วัน ไม่สามารถทำให้ระยะหนอน และระยะดักแด้ ของด้วงทั้ง 2 ชนิดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ได้

การเปลี่ยนหรือดัดแปลงสภาพแวดล้อมของแมลง ซึ่งทำให้แมลงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ การปรับสภาพบรรยากาศให้แตกต่างจากสภาพบรรยากาศปกติด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน หรือ ลดปริมาณออกซิเจน ก็สามารถฆ่าแมลงได้ แต่จำเป็นต้องศึกษาปริมาณก๊าซและระยะเวลาที่เหมาะสมที่มีผลทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์ ได้มีการนำก๊าซไนโตรเจนเข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุสำหรับไล่ก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Reaction) เช่นอาหารที่มีไขมันมากน้ำผลไม้เป็นต้นไนโตรเจนเป็นก๊าซที่นิยมใช้กันมากที่สุดในระบบ Gas Flushing ในอุตสาหกรรมอาหาร (Lehman, 2020) จึงเป็นเหตุผลหนึ่งในการนำก๊าซไนโตรเจนมาใช้กับผลิตผลเกษตรได้โดยไม่เกิดผลกระทบต่อคุณภาพ คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร การ

แทนที่อากาศปกติด้วยอากาศที่ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงและก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ เข้าไปในโครงสร้างที่จะทำการรม เป็นเทคโนโลยีที่สามารถเก็บรักษาเมล็ดพืชได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะเพื่อเป็นวิธีควบคุมแมลงศัตรูซึ่งไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีที่มีพิษ (Shejbal, 1980) Press และ Harein (1967) ศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซไนโตรเจนเข้าไปแทนที่อากาศปกติอย่างต่อเนื่อง พบว่าที่อัตราการไหลของก๊าซสูงสุดคือ 200 มิลลิลิตรต่อนาที ก๊าซทั้งสองชนิดใช้เวลา 1 วันในการทำให้ก๊าซออกซิเจนลดลงเหลือศูนย์ และที่อัตราเดียวกันนี้ ก๊าซทั้งสองชนิดทำให้มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ตายหมด 100 เปอร์เซ็นต์ภายใน 2 วัน และที่อัตราการไหลของก๊าซต่ำกว่า การตายของมอดแป้งก็แตกต่างกันไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 2.1 การใช้ diatomaceous earth ควบคุมแมลงศัตรูข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบ DE จำนวน 2 ชุด คือ Protect-IT® และ DE จากจังหวัดลำปาง โดยทดสอบกับแมลง 5 ชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และ มอดหนวดยาว ในระยะ 4 ระยะ ได้แก่ ตัวเต็มวัย ไข่ หนอน และดักแด้ ด้วยการคลุกเมล็ดข้าวโพดที่อัตรา diatomaceous earth 0.6, 0.8, 1, 1.2 และ 1.4 กรัม ต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม

การทดสอบในโรงเก็บจำลอง

ทดสอบกับ diatomaceous earth ที่อัตราต่างๆ ได้แก่ Protect-IT® 1, 1.2, 1.4 กรัม และ DE ลำปาง 1.4 กรัม ต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาทดสอบ 2, 4 และ 6 เดือน

การทดลองที่ 2.2 การใช้ diatomaceous earth ควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังการเก็บเกี่ยว

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบกับ diatomaceous earth ชื่อการค้า Protect-IT® ที่อัตรา 0.6, 0.8, 1, 1.2 และ 1.4 กรัม ต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม โดยทดสอบกับแมลง 2 ชนิด คือ ด้วงถั่วเขียว และด้วงถั่วเหลือง 4 ระยะการเจริญเติบโต คือ ระยะตัวเต็มวัย ในระยะไข่ หนอน และดักแด้

การทดสอบในโรงเก็บจำลอง

ทดสอบกับ diatomaceous earth ชื่อการค้า Protect-IT® ที่อัตรา 1 และ 1.4 กรัม ต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาทดสอบ 2, 4 และ 6 เดือน

การทดลองที่ 2.3 ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังเก็บเกี่ยว

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบการบรรจุถั่วเขียวในถุงพลาสติก 4 ชนิด ได้แก่ NY/LLDPE+สารดูดซับออกซิเจน 100 c.c., ถุง NY/LLDPE+vacuum, ถุง NY/LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol โดยทดสอบกับแมลง 2 ชนิด คือ ด้วงถั่วเขียว และด้วงถั่วเหลือง 4 ระยะการเจริญเติบโต คือ ระยะตัวเต็มวัยระยะไข่ หนอน และดักแด้ ระยะเวลาการทดสอบ 7 ระยะ คือ 3, 5, 7, 10, 15, 30 และ 60 วัน

การทดสอบในสภาพโรงเก็บจำลอง

กรมวิชาการเกษตร

ทดสอบกับถุง NY / LLDPE, ถุง Ethylene and vinyl alcohol และกระสอบพลาสติก บรรจุเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 15 กิโลกรัม วางไว้ในห้องขนาดกว้าง 4.45 เมตร ยาว 5.0 เมตร พร้อมกับปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองชนิดละ 1000 ตัว ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 เดือน และทำอีก 1 ชุด โดยใส่บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่บรรจุถั่วเขียวไปใส่ในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง 51 เซนติเมตร ยาว 74 เซ็นติเมตร สูง 44 เซนติเมตร และปล่อยแมลงเช่นเดียวกัน จากนั้นตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลงกับถั่วเขียวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์

การทดลองที่ 2.4 การศึกษาอุณหภูมิความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังการเก็บเกี่ยว

1. การใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว ในเมล็ดถั่วเขียว 300 กรัม โดยทดสอบที่ระดับอุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลาอบ 1,2 และ 3 ชั่วโมง ทดสอบกับแมลง 2 ชนิด คือ ด้วงถั่วเขียว และด้วงถั่วเหลือง 4 ระยะการเจริญเติบโต คือ ระยะตัวเต็มวัย ระยะไข่ หนอน และดักแด้

2. การใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว ในเมล็ดถั่วเขียว 10 กิโลกรัม โดยทดสอบที่ระดับอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลาอบ 2 และ 3 ชั่วโมง

3. การใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว ในเมล็ดถั่วเขียว 10 กิโลกรัม โดยทดสอบที่ระดับอุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส เวลาอบ 5 และ 7 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2.5 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนในภาชนะปิดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในระดับการค้า

1. การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเก็บ

1.1 ในข้าวกล้อง 250 กรัม

ทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับแมลง 4 ชนิด 4 ระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ความเข้มข้น คือ 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบในถุงพลาสติก vacuum ขนาด 30x45 เซนติเมตร ที่ระยะเวลนมต่างๆ กัน คือ .วางแผนการทดลองแบบ CRD 16 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 60เปอร์เซ็นต์ รมนาน 12, 18, 24, 30 และ 36 ชั่วโมง
2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 80เปอร์เซ็นต์ รมนาน 6, 9, 12, 15 และ 18 ชั่วโมง
3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100เปอร์เซ็นต์ รมนาน 6, 9, 12, 15 และ 18 ชั่วโมง

1.2 ในข้าวสาร 10 กิโลกรัม

ทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับด้วงงวงข้าวโพด 4 ระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ความเข้มข้น คือ 60, 80 และ 100เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5, 8, 11 และ 15 วัน ทดสอบในถุงพลาสติกขนาด 45x65 เซนติเมตร

1.3 ในข้าวสาร 1 ตัน

กรมวิชาการเกษตร

ทดสอบประสิทธิภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับแมลง 4 ชนิด 4 ระยะการเจริญเติบโต ในสภาพการรมจำลองปริมาตร 1 ตัน ที่สามารถปิดผนึกแน่นได้ (airtight storage) โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5, 8, 11 และ 15 วัน

2. การใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในห้องปฏิบัติการ

2.1 ข้าวกล้อง 250 กรัม

ทดสอบก๊าซไนโตรเจน กับแมลง 4 ชนิด 4 ระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนความเข้มข้น 99.5เปอร์เซ็นต์ รมนาน 5, 8, 11, 13 และ 15 วัน ทดสอบในถุงพลาสติก vacuum ขนาด 30x45 เซนติเมตร

2.2 ข้าวสาร 10 กิโลกรัม

ทดสอบประสิทธิภาพของก๊าซไนโตรเจน กับด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง 4 ระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ก๊าซไนโตรเจนความเข้มข้น 99.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5, 8, 11, 13 และ 15 วัน ทดสอบในถุงพลาสติกเคลือบ ขนาด 45x65 เซนติเมตร กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใส่ก๊าซ)

เวลาและสถานที่

เวลา ตุลาคม 2558- กันยายน 2563

สถานที่ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
โรงสีข้าวโชคณัตรชัย อ. เฉลิมพระเกียรติ จ. สระบุรี

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 2.1 การใช้ diatomaceous earth ควบคุมแมลงศัตรูข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว

ผลการทดลองพบว่า DE Protect-IT® อัตรา 0.8 1.4 1.2 1.0 และ 0.6 กรัม ระยะเวลา 5 13 11 3 และ 1 วัน ควบคุมตัวเต็มวัยของ ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว ได้ 100 90.6 90.3 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังลดจำนวนแมลงในระยะไข่ หนอน ดักแด้ และ แมลงในรุ่น F_1 ได้มากกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสาร ส่วน DE จากจังหวัดลำปางอัตรา 1.0 1.4 1.4 1.0 และ 0.8 กรัม ระยะเวลา 7 15 15 9 และ 3 วัน ควบคุมตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และ มอดหนวดยาว ได้ 100 45.6 13.3 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดสอบในสภาพโรงเก็บนำเมล็ดข้าวโพดปริมาณ 20 กิโลกรัมที่คลุก DE Protect-IT® อัตรา 1, 1.2, 1.4 และ DE จากจังหวัดลำปางอัตรา 1.4 กรัม ใส่ในกล่องพลาสติก พร้อมกับปล่อยด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และ มอดหนวดยาว จำนวน 500 ตัว/ชนิดแมลง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด ที่ระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน มาตรวจสอบชนิดและจำนวนของแมลงที่มีชีวิต นับจำนวนเมล็ดที่ถูกแมลงทำลาย วัดความชื้น และตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก ผลการทดลองพบว่า DE Protect-IT® ความเข้มข้น 1 1.2 และ 1.4 กรัม ที่ระยะเวลา 2 4

กรมวิชาการเกษตร

และ 6 เดือน สามารถควบคุมแมลงทั้ง 5 ชนิดในสภาพโรงเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก และเปอร์เซ็นต์ความชื้น

การทดลองที่ 2.2 การใช้ diatomaceous earth ควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังการเก็บเกี่ยว

ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะเวลา 1-9 วัน DE Protect-IT® อัตรา 1.0 1.2 และ 1.4 กรัม ควบคุมตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวได้ 85-100 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมด้วงถั่วเหลืองได้ 97-100 เปอร์เซ็นต์ และลดจำนวนตัวเต็มวัยในรุ่นลูกของด้วงถั่วเขียวได้ 68-88 เปอร์เซ็นต์ ของด้วงถั่วเหลืองได้มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สามารถควบคุมแมลงในระยะไข่ หนอน และดักแด้ ของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ทั้งหมด เนื่องจากหนอน และดักแด้ของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองเจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ด จึงทำให้หนอน และดักแด้ ไม่สัมผัสกับสารคลุกดังกล่าว การศึกษาในสภาพโรงเก็บโดยปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองจำนวน 500 ตัว/ชนิดแมลง ลงในถังกระดาษอัดที่บรรจุเมล็ดถั่วเขียวปริมาณ 20 กิโลกรัม ที่คลุกด้วย DE Protect-IT® อัตรา 1.0, 1.4 และ 0 กรัม/เมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม สุ่มตรวจแมลง เมล็ดถั่วเขียวที่ถูกแมลงทำลาย วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้น และวัดเปอร์เซ็นต์ความงอก ที่ระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน ผลการทดลองพบว่า DE Protect-IT® ไม่สามารถควบคุมด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ทุกระยะเวลาที่ตรวจสอบ และไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วเขียว

การทดลองที่ 2.3 ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังเก็บเกี่ยว

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กำจัดแมลงในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดลองพบว่าการบรรจุถั่วเขียวในถุง NY ร่วมกับ สารดูดซับออกซิเจน 100 c.c. สามารถกำจัดด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้เร็วที่สุดภายในระยะเวลาบรรจุ 5 วันในทุกระยะการเติบโตและมีก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุดในทุกระยะเวลาที่ตรวจสอบการทดสอบ ส่วนถุง NY ร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศให้ผลในการควบคุมรองลงมาภายในระยะเวลาบรรจุ 10 วัน และพบว่าด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองในแต่ละระยะการเติบโตมีความทนทานแตกต่างกัน โดยที่ระยะตัวเต็มวัยของด้วงทั้ง 2 ชนิดจะมีความทนทานน้อยที่สุด และระยะไข่ของด้วงถั่วเขียวจะทนทานมากที่สุด และมีความทนทานมากกว่าด้วงถั่วเหลือง

2.ผลการทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กำจัดแมลงในสภาพโรงเก็บจำลอง

พบว่า ถุง NY / LLDPE และ ถุง Ethylene and vinyl alcoholบนพื้นห้องและในกล่องพลาสติกแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายได้ ส่วนกระสอบพลาสติกที่ใส่ในกล่องพลาสติก พบด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองเข้าทำลายในเดือนที่ 2 และทำลายเมล็ดถั่วเขียวจนเสียหาย 100 เปอร์เซ็นต์ในเดือนที่ 6 ส่วนความชื้นของเมล็ดถั่วเขียวในถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol ในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.4 การศึกษาอุณหภูมิความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังการเก็บเกี่ยว

1. ผลของอุณหภูมิความร้อนต่อด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองในการอบเมล็ดถั่วเขียว 300 กรัม

กรมวิชาการเกษตร

พบว่าที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาการอบ 2 และ 3 ชั่วโมง ควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ดีที่สุด ซึ่งไม่พบจำนวนด้วงทั้ง 2 ชนิดที่รอดชีวิตในทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนหลังการอบเมล็ดถั่วเขียวที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการอบ 1 2 และ 3 ชั่วโมง ไม่สามารถควบคุม ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้

2. ผลของอุณหภูมิความร้อนต่อด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองในเมล็ดถั่วเขียว 10 กิโลกรัม

พบว่าที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 2 และ 3 ชั่วโมง ไม่สามารถควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ ส่วนหลังการอบ ที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาการอบ 5 และ 7 ชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 70 ระยะเวลาการอบ 5 ชั่วโมง ไม่สามารถควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และการอบที่อุณหภูมิ 70 ระยะเวลาการอบ 7 ชั่วโมง ควบคุม ระยะหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังพบด้วงที่รอดชีวิตในระยะไข่ของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองจำนวน 9.80 และ 21.20 ตัว ส่วนการอบถั่วเขียวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 ชั่วโมงดีที่สุดสามารถควบคุม ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่แมลงไม่ตายในการอบที่อุณหภูมิ และระยะเวลาเดียวกัน เนื่องจากปริมาณและชั้นความหนาของเมล็ดถั่วเขียวต่างกัน ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงปริมาณความหนาของผลิตผลเกษตรที่เราทำการอบควบคู่ไปด้วย จึงจะทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลง และเนื่องจากผลิตผลเกษตรแต่ละชนิด ความสามารถในการให้ความร้อนไหลผ่านจะมีความแตกต่างกัน ผลิตผลต่างชนิดกันอาจจะต้องใช้ระดับอุณหภูมิความร้อนที่ต่างกันไปด้วย

การทดลองที่ 2.5 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนในภาชนะปิดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในระดับการค้า

1 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเก็บ

1.1 ข้าวกล้อง 250 กรัม

จากการทดสอบประสิทธิภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร 4 ชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว ในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ข้าวกล้อง 250 กรัม พบว่า คาร์บอนไดออกไซด์ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 30 และ 36 ชั่วโมงสามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัยได้หมด แต่ไม่ได้ผลสำหรับระยะอื่น ความเข้มข้น 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดไม่ได้เช่นกันเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้สั้นเกินไป โดยพบว่า ที่เวลา 18 ชั่วโมง สามารถควบคุมตัวเต็มวัยได้มากกว่าระยะอื่น แต่ยังไม่สามารถควบคุมได้ทั้งหมด ผลการควบคุมเท่ากับ 97.25 และ 99.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดเป็นระยะที่อ่อนแอต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สุด และพบว่า

กรมวิชาการเกษตร

คาร์บอนไดออกไซด์ทุกความเข้มข้นสามารถควบคุมตัวเต็มวัยของมอดแป้งได้ดี แต่ไม่สามารถควบคุมระยะตัวอ่อนได้ ในขณะที่ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 30 ชั่วโมงขึ้นไป ให้ผลดีในการควบคุมมอดฟันเลื่อยทุกระยะ ยกเว้นระยะดักแด้ และควบคุมมอดหนวดยาวระยะหนอนและตัวเต็มวัยได้ดี ยกเว้นระยะไข่และระยะดักแด้เป็นระยะที่มีความทนทานต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สุด แต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นเดียวกัน เมื่อเพิ่มระยะเวลาการรมนานขึ้น มีผลให้การควบคุมแมลงมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

1.2 ข้าวสาร 10 กิโลกรัม

ระยะเวลาการรม 5, 8, 11 และ 15 วัน พบว่า ระยะตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดเป็นระยะที่อ่อนแอต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สุด ที่ทุกความเข้มข้นใช้เวลาในการรม 5 วัน สามารถควบคุมตัวเต็มวัยได้หมด คาร์บอนไดออกไซด์ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมระยะหนอนและดักแด้ได้หมดที่เวลา 11 และ 8 วันตามลำดับ ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการควบคุมระยะไข่ และหนอนได้ดีตั้งแต่การรมที่ 5 วัน แต่ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 11 วันสำหรับระยะดักแด้ ที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการควบคุมระยะไข่ หนอน และดักแด้ได้ดีที่ระยะเวลา 11 วัน

1.3 ข้าวสาร 1 ตัน

พบว่า เมื่อรักษาระดับความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการรม สามารถควบคุม ด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว ทุกระยะได้ที่เวลา 8, 5, 8 และ 11 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ ระยะตัวเต็มวัยของแมลงทุกชนิดมีความอ่อนแอต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สุด มอดหนวดยาวมีแนวโน้มทนทานที่สุด แต่ทั้งนี้ ที่ 8 วัน เปอร์เซ็นต์การควบคุมระยะไข่และดักแด้ของมอดหนวดยาว เท่ากับ 93.15 และ 99.62 ตามลำดับ

สำหรับการทดสอบกับข้าวสารขนาด 1 ตันในสภาพปิด ซึ่งไม่สามารถรักษาระดับความเข้มข้นให้คงที่เท่ากับตอนเริ่มต้นได้ เนื่องจากมีการรั่วไหลของก๊าซ แต่จากการวัดความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน พบว่า ก๊าซออกซิเจนมีค่าระหว่าง 2.1-11.1 เปอร์เซ็นต์ โดยรักษาระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ให้ผลการควบคุมแมลงทั้ง 4 ชนิดได้ดี เวลาที่ใช้สูงสุดอยู่ที่ 11 วันสำหรับมอดหนวดยาว ระยะเวลาที่เหมาะสมจะแตกต่างไปตามชนิดของแมลง Newton (1993) พบว่า การควบคุมมอดแป้งในการรมแป้งขนาด 1 ตันด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 60 เปอร์เซ็นต์ ต้องใช้เวลา 7 วันสำหรับมอดแป้ง (*T. castaneum*) และใช้เวลา 14 วันสำหรับด้วงงวงข้าว (*S. oryzae*)

ระยะการเจริญเติบโตของแมลงมีผลต่อระยะเวลาที่เหมาะสมเช่นกัน ซึ่ง Storey (1980) รายงานว่า ระยะดักแด้และหนอนวัยปลายของแมลงที่อาศัยอยู่ในเมล็ด มีความทนทานที่สุด เมื่อดัดแปลงสภาพอากาศให้มีก๊าซออกซิเจนน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9-9.5 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องใช้เวลา 10 วันในการควบคุมแมลงและระยะที่ทนทาน

2 การใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในห้องปฏิบัติการ

2.1 ข้าวกล้อง 250 กรัม

กรมวิชาการเกษตร

พบว่า ให้ผลการควบคุมที่ดี แมลงส่วนใหญ่ตายหมดทุกระยะตั้งแต่ 5 วันแรกของการรม มีเพียงด้วงงวงข้าวโพด ที่ควบคุมระยะหนอนและดักแด้ได้ 80.88 และ 83.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 8 วัน สามารถควบคุมระยะดักแด้ได้หมด แต่สำหรับระยะหนอนต้องเพิ่มเวลาเป็น 11 วัน จึงควบคุมได้อย่างสมบูรณ์

2.2 ข้าวสาร 10 กิโลกรัม

พบว่า ก๊าซไนโตรเจนให้ผลการควบคุมมอดแป้งได้ดี สามารถควบคุมมอดแป้งได้หมดที่ระยะเวลา 5 วัน แต่สำหรับด้วงงวงข้าวโพด ที่ระยะเวลา 8 วัน สามารถควบคุมระยะไข่ และตัวเต็มวัยได้ แต่ต้องเพิ่มเวลาเป็น 11 วัน จึงให้ผลการควบคุมที่สมบูรณ์สำหรับระยะหนอนและระยะดักแด้ เห็นได้ว่า ด้วงงวงข้าวโพดมีความทนทานต่อก๊าซไนโตรเจนมากกว่ามอดแป้ง และระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่อ่อนแอที่สุด สอดคล้องกับที่ Navarro (2012) สรุปว่า โดยทั่วไปแล้ว ระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่อ่อนแอที่สุดกับวิธีการที่ใช้ก๊าซไนโตรเจน และด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) หรือมอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica*) มีความทนทานต่อก๊าซไนโตรเจนมากกว่ามอดแป้ง

ใจทิพย์ (2556) ได้ทดสอบก๊าซไนโตรเจน 99.9 เปอร์เซ็นต์ กับด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดข้าวเปลือก และมอดหนวดยาว ที่ทุกระยะการเจริญเติบโต ใช้เวลา 7 วัน และ 12 วัน พบว่าเวลา 7 วันยังไม่สามารถควบคุมแมลงได้หมด แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 12 วันสามารถควบคุมแมลงได้อย่างสมบูรณ์ ชนิดและระยะการเจริญเติบโตต่างมีผลต่อประสิทธิภาพการควบคุม โดยด้วงงวงข้าวโพดเป็นแมลงที่มีความทนทานที่สุด และระยะหนอนเป็นระยะที่ควบคุมได้ยากที่สุด Haojie *et al*. (2014) ได้ศึกษาการใช้ก๊าซไนโตรเจนกับการเก็บรักษาเมล็ดพืชในประเทศจีน โดยใช้ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจน 2 ระดับ คือ 96-98 เปอร์เซ็นต์ และ 98-100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า (96-98 เปอร์เซ็นต์) ใช้เวลามากกว่าในการทำให้ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และมอดฟันเลื่อยตาย 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า การใช้ก๊าซไนโตรเจน จำเป็นต้องรักษาความเข้มข้นให้สูง หรือใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ที่สุด เพื่อทำให้ระดับก๊าซออกซิเจนต่ำที่สุด และจะสามารถลดระยะเวลาในการรมลงได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การใช้ diatomaceous earth ควบคุมแมลงศัตรูข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว พบอัตรา 1 กรัมต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม สามารถควบคุม ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเก็บ โดยไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวโพด และยังช่วยลดความชื้นของเมล็ดซึ่งจะช่วยให้เมล็ดข้าวโพดไม่เกิดเชื้อรา

การใช้ diatomaceous earth ควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังการเก็บเกี่ยว พบการใช้ DE Protect-IT® ในอัตรา 1 1.2 และ 1.4 กรัมต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ในห้องปฏิบัติการ ควบคุมตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ 80-100 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สามารถควบคุมในระยะไข่

กรมวิชาการเกษตร

หนอน และดักแด้ได้ และที่อัตรา 1 และ 1.4 กรัมต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ในสภาพโรงเก็บที่ระยะเวลา 2- 6 เดือน ไม่สามารถควบคุมด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ และไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ DE Protect-IT® ในการกำจัดระยะไข่ หนอน และดักแด้ ของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลือง และป้องกันไม่ให้แมลงมาวางไข่ จะต้องศึกษาหาวิธีการอื่นๆมาร่วมด้วย

ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังเก็บเกี่ยว พบว่าถุงพลาสติก NY / LLDPE ร่วมกับการใส่สารดูดซับออกซิเจนอัตรา 100 c.c มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกำจัดด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองในทุกระยะการเจริญเติบโต สามารถลดปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ได้ดีที่สุด โดยการเก็บเมล็ดถั่วเขียวในถุง NY / LLDPE และถุง Ethylene and vinyl alcohol ในสภาพโรงเก็บแมลงไม่สามารถเจาะเข้าทำลายของถุงทั้ง 2 ชนิดได้ และไม่ทำให้ความชื้นของเมล็ดถั่วเขียวเพิ่มขึ้น และพบว่าการใช้กระสอบพลาสติกบรรจุเมล็ดถั่วเขียว ไม่สามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้

การศึกษาอุณหภูมิความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าการอบเมล็ดถั่วเขียว 300 กรัม ที่ระดับความหนา 5 เซนติเมตร ใช้อุณหภูมิในการอบ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 2 และ 3 ชั่วโมง ควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ของด้วงถั่วเขียวและด้วงถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์โดยไม่ทำให้ถั่วเขียวสูญเสียคุณภาพ การอบเมล็ดถั่วเขียว 10 กิโลกรัม ที่ระดับความหนา 8 เซนติเมตร จะต้องใช้อุณหภูมิในการอบ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 7 ชั่วโมง ควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ของด้วงถั่วเขียว และด้วงถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการพิจารณาใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงในผลิตผลเกษตรให้มีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงในเรื่อง ระดับอุณหภูมิ ระยะเวลา ชั้นความหนา และคุณภาพของผลิตผลเป็นสำคัญ

การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนในภาชนะปิดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรในระดับการค้า พบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน ต่างมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร **ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์**ความเข้มข้นสูงจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ถ้ารักษาระดับความเข้มข้นให้ไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการรม 11 วัน สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว ได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ในขณะที่ คำแนะนำสำหรับการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ Annis and Graver (1990) ระบุว่า ต้องใช้ระยะเวลาการรม 15 วัน โดยที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ด้านบนของกองรมไม่น้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ**ก๊าซไนโตรเจน** ซึ่งเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่เป็นพิษ การใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อควบคุมแมลง จำเป็นต้องรักษาความเข้มข้นให้ใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการลดระดับก๊าซออกซิเจนให้ต่ำที่สุด การทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การควบคุม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย มอดหนวดยาว และด้วงงวงข้าวโพด ซึ่งเป็นแมลงที่มีความทนทานต่อก๊าซไนโตรเจนที่สุด ต้องใช้เวลา 11 วัน จึงควบคุมได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ทั้งนี้ ชนิดและระยะการเจริญเติบโตของแมลง ความเข้มข้นของก๊าซที่ใช้และระยะเวลา

กรมวิชาการเกษตร

การรม รวมถึงประสิทธิภาพในการเก็บก๊าซ มีผลต่อประสิทธิภาพการควบคุมแมลง ดังนั้นการนำวิธีการนี้ไปใช้ ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ อย่างไรก็ดี การใช้ก๊าซไนโตรเจน ควรทำการทดสอบในสภาพโรงเก็บเพิ่มเติม เพื่อหาระยะเวลาการรมที่เหมาะสม ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงทุกชนิดทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะด้วงงวงข้าวโพด รวมถึงการขยายขนาดของการทดสอบในสภาพโรงเก็บให้ใหญ่ขึ้น เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของก๊าซทั้งสองชนิดในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร และสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ได้จริงในทางการค้าต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมงานวิจัยที่ 3

การพัฒนาการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

Development of using bioagents to control stored product insect pests

ชื่อผู้วิจัย

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ศรุตา สิทธิไชยากุล
รังสิมา เก่งการพานิช พณัญญา พบสุข
กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม ใจทิพย์ อุไรชื่น
วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร ศุภรา อัคคะสาระกุล
จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม

บทคัดย่อ

พัฒนาการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร เพื่อลดการใช้สารฆ่าแมลงในสินค้าเกษตร ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยและแตนเบียนในการกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ได้ทำการศึกษาในปี 2559-2563 ด้วยการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น โดยนำน้ำมันหอมระเหยผสมแบบเดี่ยว หรือแบบผสม 2 ชนิด และ แบบผสม 3 ชนิด มาใช้ในการกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้ง พบสารสำคัญคือ α-terpinolene, sabinene, และ z-citral สำหรับการทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆในการเป็นสารสัมผัสโดยการใช้กระดาษกรอง พบว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดโดยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ LC_{50} ที่ 72 ชั่วโมง มีค่า <3.18 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร สำหรับประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อตัวเต็มวัยมอดแป้งพบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นเท่านั้นที่สามารถกำจัดมอดแป้งได้โดยมีค่า LC_{50} ที่ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 10.69 และ 12.24 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร การศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยข่าลิงและน้ำมันหอมระเหยกานพลูโดยการใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชั่นต่อการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว พบน้ำมันหอมระเหยข่าลิงมีสารสำคัญหลักคือ 1,8-cineole, β-sesquiphellandrene, azulene และ β-pinene แต่สารสำคัญที่พบในเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงมีความคงที่ทุกระยะเวลาการเก็บรักษา คือ 4-allylphenyl acetate สำหรับน้ำมันหอมระเหยกานพลูและเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูพบ caryophyllene และ eugenol เป็นสารสำคัญตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพพบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีประสิทธิภาพต่อการกำจัดตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวมากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยทำแห้งโดยการผึ่งที่อุณหภูมิห้อง โดยที่ค่า LC_{50} ของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งโดยการผึ่งที่อุณหภูมิห้องและผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเท่ากับ >40 และ 11.63 กรัม/กิโลกรัม ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอม

กรมวิชาการเกษตร

ระเหยกานพลูมีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.68 และ 1.45 กรัม/กิโลกรัม สำหรับการทดลองการเป็นสารรมของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ต่อระยะไข่ ระยะหนอน และ ระยะดักแด้ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.09, 4.91 และ 5.57 กรัม/กิโลกรัม ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.27, >40 และ >40 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งสามารถลดจำนวนการวางไข่ ได้มากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการเกิดของตัวเต็มวัยรุ่นลูกของด้วงถั่วเขียว ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *Theonศาเซลเซียส olax elegans* (Westwood) และแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่าในระดับห้องปฏิบัติการแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดสามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพด และมอดหัวป้อมได้ แต่ไม่สามารถควบคุมด้วงถั่วเขียว ในการทดลองปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว ในสภาพโรงเก็บจำลองด้วยการปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน อัตราการปล่อยคือ 0, 1,000 และ 2,000 ตัว ผลการทดลองพบว่า ที่อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าอัตราการปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้มากที่สุด และแตนเบียน *T. elegans* สามารถตั้งรกรากอยู่ได้นานถึง 180 วัน หลังจากการปล่อยแตนเบียน และการปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกันโดยปล่อยติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง สามารถควบคุมและลดจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ภายใน 5 สัปดาห์

Abstract

Development of using bioagents to control stored product insect pests aimed to reducing the use of pesticides in agricultural products. This study was carried on the use of essential oils and insect parasitoids to control stored product insects and it was done in 2016-2020. The efficiency of pure *Curcuma longa*, *Myristica fragrans* and *Litsea cubeba* oils along with the essential oil mixtures as binary ratio (1:1) and tertiary ratio (1:1:1) were tested with *Sitophilus zeamias* and *Tribolium castanume*. The major compounds were α-terpinolene, sabinene, and z-citral. The study of contact toxicity on filtter paper in labolatory condition found that the essential oils and the mixtures were affected *S. zeamias* adults. Especially, the essential oil from *L. cubeba* and the mixtures of *C. longa*: *M. fragrans, C. longa*: *L. cubeba* oils had the highest efficiency on this species. The LC_{50} values of *S. zeamias* adult at 72 h was <3.18 µ L/cm^2. While, only *M. fragrans* and *L. cubeba oils* affected *T. castaneum* adults. The LC_{50} values of *T. castaneum* adults at 72 h were 10.69 and 12.24 µL/cm^2. The study of Encapsulation technique of *Alpinia conchigera* oils and *Syzygium*

aromaticum oil to control *Callosobruchus maculatus* was found that the main compositions of *A. conchigera* oil were 1,8-cineole, β-sasquiphellant, azulene and β-pinene while the major component of *A. conchigera* oils encapsulated was 4-allylphenyl acetate in all samples. On the other hand, caryophyllene and eugenol were found as the main compounds of *S. aromaticum* oil and *S. aromaticum* oil encapsulated, respectively. For the the oils encapsulated with freeze-drying were more effective on *C. maculatus* adults than the oils encapsulated with room-temperature drying. The LC_{50} value of *A. conchigera* oils encapsulated with room-temperature drying and freeze-drying were >40 and 11.63 g/kg while 5.68 and 1.45 g/kg for *S. aromaticum* oil encapsulated. For the fumigation experiment, the LC_{50} values of egg, larva, and pupa of *C. maculatus* were 5.09, 4.91 and 5.57 g/kg, for *A. conchigera* oils encapsulated with freeze-drying and 3.27, >40 and >40 g/kg for *S. aromaticum* oil encapsulated with freeze-drying, respectively. *Alpinia conchigera* oil encapsulated was more decreased the number of laid eggs of *C. maculatus* than *S. aromaticum* oil encapsulated. All oils encapsulated were against adult emergence of *C. maculatus* progeny. For the efficacy and competitive ability of two pteromalid (*Theocolax elegans* (Westwood) and *Anisopteromalus calandrae* (Howard)) parasitoids for suppressing three host species: Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* and Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* was studied in scale of laboratory. It was found that two parasitoids could control *S. zeamais* and *R. dominica* but could not control *C. maculatus.* The ability of competition between two pteromalid parasitoid was investigated on 21 days-old *S. zeamais* larvae. Combined species of two parasitoids were releasing 1000, 2000 and non-released parasitoids in an artificial silo. Silo area was 2.43 m^3 for each treatment. The results demonstrated there were no significant difference between treatments of parasitoids releasing at 1000 and 2000 in both experimental tested. A treatment of 2000 parasitoids releasing was the most suitable density of parasitoids to suppress *S. zeamais* in 2.43 m^3 area. For the fourth experiment, *T. elegans* progeny established for 180 days after releasing parasitoids. According to the experiment of releasing of combined two pteromalid parasitoids can control and reduce *S. zeamais* population in five weeks by continuously released parasitoids experiment.

บทนำ

ปัญหาเรื่องพิษตกค้างของสารเคมีในผลิตผลเกษตรในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจกับการป้องกันกำจัดแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีมากขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีควบคุมกำจัดแมลงวิธีอื่นเข้ามาทดแทน หรือนำมาปรับใช้ร่วมกับวิธีการใช้สารฆ่าแมลง การใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชเป็นวิธีการที่ทั่วโลกยอมรับและให้ความสนใจ เนื่องจากไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในสินค้าเกษตร ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะการใช้กับผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งไม่ควรสัมผัสกับสารเคมีหรือสารฆ่าแมลง และเป็นแนวทางส่งเสริมวิถีเกษตรอินทรีย์ให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งการใช้ชีวภัณฑ์นั้นหมายรวมถึงการใช้สารสกัดจากพืช สัตว์ เชื้อรา แบคทีเรีย และการใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน ซึ่งประเทศไทยมีจุดเด่นด้านความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ การใช้สารสกัดจากธรรมชาติจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งสามารถทดแทนการใช้สารฆ่าแมลง เนื่องจากประเทศไทยมีความหลากหลายของพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดแมลงมาก สารสกัดและน้ำมันหอมระเหย (essential oils) ที่ได้จากพืชชนิดต่างๆสามารถนำมาหาสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของสารเคมีที่แตกต่างกัน โดยน้ำมันหอมระเหยเป็นอีกความหวังหนึ่งที่จะสามารถนำมาทดแทนการใช้สารเคมีที่มีปัญหาเกิดขึ้นหลายด้านซึ่งน้ำมันหอมระเหยสามารถนำมาใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น สารสัมผัส (contact), สารฆ่าแมลง (insecticide), สารไล่แมลง (repellant), สารล่อแมลง (attractant), สารยับยั้งการกิน (antifeedant) เป็นต้น ที่ผ่านมาได้มีการนำพืชหลากหลายชนิดมาใช้เพื่อใช้ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร โดย Rajendran and Sriranjini (2008) พบว่า มีพืชมากกว่า 75 ชนิด อยู่ในวงศ์(Family) ที่แตกต่างกันและสามารถนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรได้เช่น Anacardiaceae, Apiaceae (Umnelliferae), Araceae, Asteraceae, Brassicaceae (Cruciferae), Chemopodiaceae, Cupressaceae, Cupressaceae, Graminacaeae, Lamiaceae (Labiatae), Lauraceae, Myrtaxeae, Pinaceae, Rutaceaeและ Zingiberaceae ดังนั้นการนำน้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นสารที่สามารถสกัดได้จากพืชมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพด Tripathi และคณะ (2002) ได้ศึกษาการเป็นสารสัมผัสและสารรมต่อแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว 3 ชนิด คือ มอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าว และมอดแป้งโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบขมิ้นชัน และได้ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการวางไข่ในมอดแป้ง จากการศึกษาพบว่า ตัวเต็มวัยมอดหัวป้อมมีความอ่อนแอในการเป็นสารสัมผัสโดยมีค่า LD_{50}กับ 36.71 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมของน้ำหนักแมลง ขณะที่การทดลองการเป็นสารรมพบว่าตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวมีความอ่อนแอต่อน้ำมันหอมระเหยจากใบขมิ้นชันมากที่สุด โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 11.36 มิลลิกรัม/ลิตร นอกจากนี้พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร มีฤทธิ์ยับยั้งการวางไข่ (reduce oviposition) และจำนวนไข่ที่ฟัก (egg hatching) ของมอดแป้งเท่ากับ 72 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำมันหอมระเหยส่วนมากจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลงด้วยวิธีต่างๆ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของน้ำมันหอมระเหยที่ ระเหยได้เร็ว ทำให้ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้นๆลดลงตามจำนวนเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพให้น้ำมันหอมระเหยสามารถ

กรมวิชาการเกษตร

ออกฤทธิ์ได้นานขึ้นจะเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะเพิ่มคุณค่าให้กับน้ำมันหอมระเหยและสารสกัด เป็นแนวทางสำหรับนำมาปรับใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บที่ติดไปกับผลิตผลเกษตรในโรงเก็บ การเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยควรลดการระเหย หรือปรับให้มีการปลดล่อยน้ำมันหอมระเหยอย่างช้าๆ เทคนิคเอนแคปซูเลชั่น (encapsulation technique) เป็นเทคนิคที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารและยาโดยที่เป็นกระบวนการที่สารหรือส่วนผสมของสารถูกเคลือบด้วยสารชนิดอื่นเพื่อป้องกันการสลายตัวของสารจากปัจจัยภายนอกต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง และออกซิเจน โดยสารที่นิยมนำมาผ่านกระบวนการเอนแคปซูเลชั่นส่วนมากแล้วจะเป็นสารที่มีราคาแพง เช่น วิตามิน เอมไซม์ แร่ธาตุ และน้ำมันหอมระเหย โดยน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านกระบวนการเอนแคปซูเลชั่น จะสามารถป้องกันไม่ให้น้ำมันหอมระเหยเกิดการสลายตัว ควบคุมการปลดปล่อยสารระเหยในน้ำมันหอมระเหย และสามารถเปลี่ยนรูปของน้ำมันหอมระเหยจากของเหลวเป็นของแข็งทำให้ใช้งานได้สะดวก Negahban และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาน้ำมันหอมระเหยของ *Artemisia sieberi* กับน้ำมันหอมระเหยของ *Artemisia sieberi* ที่ได้ผ่านการทำ nano-encapsulation โดยได้ทดสอบกับตัวเต็มวัยของมอดแป้งด้วยวิธีการทดสอบการเป็นสารรม พบว่า น้ำมันหอมระเหยของ *Artemisia sieberi* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 15.68 ppm ขณะที่น้ำมันหอมระเหยของ *Artemisia sieberi* ที่ได้ผ่านการทำ nano-encapsulation มีค่า LC_{50} เท่ากับ 11.24 ppm และเมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาครึ่งชีวิต (LT_{50}) ของน้ำมันหอมระเหย *Artemisia sieberi* ที่ได้ผ่านการทำ nano-encapsulation พบว่ามีค่าช่วงเวลาครึ่งชีวิต LT_{50} เท่ากับ 28.73 วัน ซึ่งนานกว่า น้ำมันหอมระเหย *Artemisia sieberi* ที่มีค่า LT_{50} เท่ากับ 4.27 วัน ดังนั้นการนำเอาเทคนิคเอนแคปซูเลชั่นมาใช้กับน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยชนิดนั้นๆได้

การพัฒนาการใช้แตนเบียนที่มีอยู่แล้วในประเทศ เช่น แตนเบียน *Theocolax elegans* และ แตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* เป็นแตนเบียนที่สามารถพบได้บ่อยในโรงเก็บสามารถทำลายแมลงศัตรูในโรงเก็บได้หลายชนิด ซึ่งมีข้อดีเรื่องการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในโรงเก็บอยู่แล้ว สามารถนำมาพัฒนาเพื่อปรับใช้เป็นชีวภัณฑ์ ในการกำจัดแมลงศัตรูได้ดี Nakakita และคณะ (1991) รายงานว่าพบแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดในแถบประเทศเขตร้อน รวมทั้งประเทศไทย แตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) เป็นแตนเบียนที่เบียนระยะหนอนของแมลงอาศัยหลายชนิด สามารถพบแตนเบียนชนิดนี้ได้ในโรงสี โรงเก็บผลิตผลเกษตรในประเทศไทย พรทิพย์ และคณะ (2549) ศึกษาการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดโดยแตนเบียน *A. calandrae* พบว่าแตนเบียนชนิดนี้สามารถควบคุมความเสียหายจากแมลงศัตรูได้ เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพ ใจทิพย์ และคณะ (2549) พบว่า ประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด *S. zeamais* โดยการปล่อยแตนเบียนหลายครั้งจะให้ผลการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ดีกว่าการปล่อยแตนเบียนเพียงครั้งเดียว

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 3.1 การผสมน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง

1. การเลี้ยงขยายพันธุ์ด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง
2. การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน จันทน์เทศ และตะไคร้ต้น
3. การวิเคราะห์หาสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ เครื่อง GC-MS (Agilent model 6890N (GC) and 5973 (MS)) ของห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)
4. ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดและน้ำมันหอมระเหยผสม ในการเป็นสารสัมผัสบนกระดาษกรอง (contact toxicity on filter paper) กับตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง โดยนำน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด (น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน, น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น) และน้ำมันหอมระเหยผสม (น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ, น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น, น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น (ผสมในอัตราส่วน 1:1) และ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น (ผสมในอัตราส่วน 1:1:1) มาละลายในเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 800 ไมโครลิตร หยดลงบนกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สำหรับกรรมวิธีควบคุม (control) หยดเอทานอล 800 ไมโครลิตรเพียงอย่างเดียว จากนั้นปล่อยตัวเต็มวัยแต่ละชนิดที่มีอายุ 1-14 วัน

การทดลองที่ 3.2 การใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชั่น (encapsulation) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว

1. การเลี้ยงขยายพันธุ์ด้วงถั่วเขียว
2. การสกัดน้ำมันหอมระเหย จากข่าลิง สกัดจากเหง้าข่าลิง และกานพลู
3. การเอนแคปซูเลชั่นน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบเม็ดบีดด้วยเครื่องห่อหุ้มตัวอย่าง (encapsulator) จากนั้น นำเม็ดบีดที่ได้มาทำแห้ง 2 วิธีคือ การทำให้แห้งโดยผึ่งที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 28$\pm$2 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ 65$\pm$5 เปอร์เซ็นต์) และการทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยนำเม็ดบีดใส่ตู้แช่แข็งอุณหภูมิต่ำ
4. การศึกษาสารระเหย (volatile compound) ของน้ำมันหอมระเหยและเอนแคปซูลเลทน้ำมันหอมระเหยระหว่างการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน โดยเครื่อง GC-MS
5. วิธีทดสอบประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกับด้วงถั่วเขียว

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการสัมผัสโดยการคลุกเมล็ด (contact toxicity) โดยทอสอบเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่อัตรา 0, 0.5, 1, 2 และ 4 กรัม และเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีทดสอบที่อัตรา 0, 0.1, 0.2, 0.4 และ 0.8 กรัม

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการรม (fumigation)

กรมวิชาการเกษตร

นำเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิง และเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลู ในรูปเม็ดบีดที่ทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มาบรรจุในถุงกระดาษสา จำนวน 0, 0.5, 1, 2 และ 4 กรัม นำมาวางในขวดแก้วที่บรรจุเมล็ดถั่วเขียวที่มีด้วงถั่วเขียวในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ปิดฝาขวดด้วยฝาพลาสติกและพันด้วยพาราฟิล์มให้สนิท เมื่อครบระยะเวลาการรม 7 วัน เปิดฝาขวดและถุงกระดาษที่บรรจุเม็ดบีดแต่ละกรรมวิธี ออกจากขวดแก้ว และปิดฝาขวดแก้วด้วยกระดาษซับ และเก็บเมล็ดถั่วเขียวดังกล่าวที่ห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อเช็คจำนวนตัวเต็มวัยรุ่นลูกที่เกิดใหม่

การทดลองที่ 3.3 ประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) และแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) ในการควบคุม ด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky, มอดหัวป้อม *Rhyzopertha dominica* (F.), และด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* (F.)

การเลี้ยงแมลงอาศัย 3 ชนิด คือ ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว

การเลี้ยงแตนเบียน 2 ชนิด คือ *T. elegans* และ *A. calandrae* ด้วยด้วงงวงข้าวโพดระยะหนอนอายุ 21 วันเป็นอาหารของแตนเบียน

1. การทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดมอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว

1.1 ทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดมอดหนอนหัวป้อมอายุ 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 และ 23 วัน

1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดด้วงถั่วเขียวอายุ 5-19 วัน

2. ทดสอบความสามารถในการแข่งขันแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดหนอนด้วงงวงข้าวโพด หนอนมอดหัวป้อม และหนอนด้วงถั่วเขียว ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การแข่งขันภายใน species แตนเบียน *T. elegans* ด้วยการปล่อยแตนเบียนเพศเมีย *T. elegans* ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิด

2.2 การแข่งขันภายใน species ของแตนเบียน *A. calandrae* ด้วยการปล่อยแตนเบียนเพศเมีย *A. calandrae* ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิด

2.3 การแข่งขันระหว่าง species ของแตนเบียน *A. calandrae* และแตนเบียน *T. elegans* ด้วยการทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว อัตราส่วน 1: 1 ให้ลงเบียนแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิด

กรมวิชาการเกษตร

3. ทดสอบความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในถังกระดาษ

3.1 ปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ชนิดเดียว อัตรา 0, 100, 300 และ 600 ตัว

3.2 ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ชนิดเดียว อัตรา 0, 100, 300 และ 600 ตัว

3.3 ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* อัตราส่วน 1: 1 อัตรา 0, 100, 300 และ 600 ตัว

4. ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว

ทดสอบโดยปล่อยแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด อัตราส่วน 1: 1ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพดอายุ 21 วัน ตามกรรมวิธีทดลอง ใช้อัตราการปล่อยแตนเบียน และช่วงเวลาการปล่อยของ พรทิพย์ และคณะ (2550) โดยใช้อัตราปล่อย 3 อัตรา คือ 0, 1000 และ 2000 ตัว

5. ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบหลายครั้ง

ทดสอบปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* อัตราส่วน 1: 1 ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ที่อัตราปล่อย 3 อัตรา คือ 0, 1000 และ 2000 ตัว ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จำนวน 5 ครั้ง

เวลาและ สถานที่

เวลา ตุลาคม 2558 - กันยายน 2563

สถานที่ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
โรงสีคูเจริญ อ.วิหารแดง จ.สระบุรี

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 3.1 การผสมน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง

1. การวิเคราะห์หาสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหย

จากการศึกษาพบว่า สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันมีทั้งหมด 10 ชนิด โดยมี α-terpinolene (10.59%), 1-8 cineloe (10.08%) และ l-phellandrene (7.89%) เป็นสารสำคัญ ในส่วนของน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศพบว่ามีสารสำคัญ ทั้งหมด 20 ชนิด โดยมี sabinene (35.87%), α-pinene (17.13%) และ 3-cyclohexen-1-ol,4-methyl-1-(1-methylethyl) (9.17%) เป็นสารสำคัญ สำหรับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นพบว่ามีสารสำคัญทั้งหมด 13 ชนิด โดยมี z-citral (24.74%), dl-limonene (20.47%) และ citronella (14.78%)

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อนำเอาน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมาทำการผสมกันในอัตราส่วน 1:1 พบว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ มีสารสำคัญที่พบจำนวน 15 ชนิด โดยมี sabinene (16.68%), α-pinene (8.22%) และ 2-β-pinene (5.68%) ซึ่งเป็นสารสำคัญจากน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ สำหรับน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น พบสารสำคัญที่พบจำนวน 13 ชนิดโดยมี z-citral (10.49%), citral (6.25%) และ dl-limonene (3.66%) ซึ่งเป็นสารสำคัญหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น พบสารสำคัญจำนวน 20 ชนิดโดยมี z-citral (20.58%), sabinene (18.65%) และ citral (13.40%) และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด คือ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1:1 พบสารสำคัญจำนวน 17 ชนิดโดยมี z-citral (16.75%), citral (13.62%) เป็นสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น และ sabinene (12.13%) ที่เป็นสารสำคัญจากน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ

2. ทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดและน้ำมันหอมระเหยผสมในการเป็นสารสัมผัสบนกระดาษกรอง (contact toxicity on filter paper)

จากการทดสอบฤทธิ์ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด โดยหาค่ามีค่า LC_{50} ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน มีค่า LC_{50} เท่ากับ >19.08, >19.08 และ 22.42 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร สำหรับน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.59, 4.59 และ 3.94 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.66, 2.73 และ <3.18 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร จากค่า LC_{50} ที่พบในน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมีค่า LC_{50} ต่ำที่สุดจึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด

เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1:1 และละลายด้วยเอทานอลที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (เท่ากับ 3.18, 6.36, 9.54 และ 19.08 ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร) พบว่า น้ำมันหอมระเหยผสมชนิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดน้อยกว่าการนำเอาน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศหรือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นชนิดเดียว

กรมวิชาการเกษตร

สำหรับฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดกับน้ำมันหอมระเหยผสมต่อมอดแป้ง พบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นเท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดแป้ง โดยมีค่า LC_{50} ของมอดแป้งที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมงเท่ากับ 10.93, 10.75 และ10.69 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับค่า LC_{50} ของมอดแป้งที่ทดสอบกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นมีฤทธิ์ในการเป็นสารสัมผัสหลังจากทดสอบ 72 ชั่วโมงเท่านั้น โดยมี ค่า LC_{50} เท่ากับ 12.24 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร ขณะที่น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันและน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรต่างๆพบว่าไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารสัมผัสเพื่อกำจัดตัวเต็มวัยมอดแป้ง

การทดลองที่ 3.2 การใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชั่น (encapsulation) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว

1. ลักษณะของเม็ดบีดของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงและกานพลู

พบว่า การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งทำให้ได้เม็ดบีดมีน้ำหนักน้อยกว่าการทำแห้งโดยการผึ่งที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะของเม็ดบีดที่ได้การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ลักษณะเม็ดบีดจะมีลักษณะผิวไม่เรียบมีรอยหยัก แต่เม็ดบีดที่ทำแห้งโดยการผึ่งที่อุณหภูมิห้องมีลักษณะผิวเรียบ

2. สารระเหย (volatile compound) ของน้ำมันหอมระเหยและเอนแคปซูลเลทน้ำมันหอมระเหยระหว่างการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน โดยเครื่อง GC-MS

พบว่าสารสำคัญที่ระเหยในน้ำมันหอมระเหยข่าลิงแต่ละเดือนมีความผันแปร โดยเดือนที่ 0-12 น้ำมันหอมระเหยข่าลิงพบสารสำคัญทั้งหมด 18-22 ชนิด โดยมี 1,8-cineole (38.41%) **β**-pinene (29.59%) และ **α**-pinene (9.07%)

สำหรับเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิง พบว่า ในเดือนที่ 0 พบสารสำคัญทั้งหมด 20-22 ชนิด สารสำคัญที่พบในเดือนที่ 0 คือ 4-allylphenyl acetate (23.22%) **β**-sesquiphellandrene (21.46%) และ **β**-pinene (12.84%) จนถึงเดือนที่ 12 พบ 4-allylphenyl acetate (43.45%) 1,8-cineole (19.32%) และ terpinen-4-ol (9.84%) โดย 4-allylphenyl acetate เป็นสารสำคัญที่พบในปริมาณมากเป็นอันดับ 1 ในทุกๆเดือน

สำหรับสารสำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยกานพลูพบว่ามี 8 ชนิด โดยในเดือนที่ 0, 2, 4 และ 6 ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือพบ caryophllene (91.89, 93.51, 93.94 และ 89.17%), humulene (5.27, 4.56, 3.91 และ 5.13%), **α**-cubebene (1.88, 1.27, 1.52 และ 5.03%) และ cadina-1-(10),4-diene (0.41, 0.35, 0.36, 0.38%) เป็นสารสำคัญ 4 อันดับแรก และพบ eugenol (0.04, 0.02, 0.06 และ 0.06%) เป็นสารสำคัญที่มีปริมาณน้อยที่สุด ขณะที่ในเดือนที่ 8 และ10 พบ cayophllene (37.62 และ 64.94%) มากที่สุดเหมือนในเดือนก่อนๆ แต่สารสำคัญที่พบเป็นอันดับ 2 คือ eugenol (32.52 และ 31.14 %) ขณะที่เดือนที่ 12 พบ humulene (50.10%) cayophllene (49.37%) และ **α**-cubebene (0.38%)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูพบว่ามีจำนวนสารสำคัญเท่ากับน้ำมันหอมระเหยกานพลูคือ พบ สารสำคัญ 8 ชนิด แต่สารสำคัญที่พบมีปริมาณแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยกานพลู โดยในเดือนที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 พบสารสำคัญที่มีปริมาณมากอันดับ 1 คือ eugenol มีปริมาณสารสำคัญเท่ากับ 65.65, 72.19, 67.37, 88.39, 86.94, 83.03 และ 77.21%) อันดับที่ 2 พบ caryophyllene มีปริมาณสารสำคัญเท่ากับ 29.49, 25.19, 29.76, 9.23, 8.62, 13.74 และ 19.37% พบว่าปริมาณของ eugenol ที่พบในน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีปริมาณน้อยกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหนกานพลู โดยสารสำคัญ eugenol เป็นสารสำคัญที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรหลากหลายชนิด เช่น ด้วงงวงข้าวโพด (Regnault-Roger et al. 2012) ด้วงงวงข้าว (Ileke et al., 2014) มอดแป้ง (Liska et al., 2010; Liska, 2011) ดังนั้นการเอนแคปซูเลชั่นเพื่อรักษาสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต่อแมลงทำให้เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีประสิทธิภาพมากกว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู

3. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเอนแคปซูเลทกับด้วงถั่วเขียว

3.1 การทดสอบด้วยวิธีการสัมผัสโดยการคลุกเมล็ด (contact toxicity)

พบว่ากรรมวิธีที่ใช้เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ 0, 0.5, 1, 2, และ 4 กรัม/เมล็ดถั่วเขียว 100 กรัม มีเปอร์เซ็นต์การตายตั้งแต่ 0, 0, 2.7, 4.8 และ 7.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 0, 28.2, 36.5, 75.3 และ 81.2 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ว่า เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวมากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยเอนแคปซูเลทที่ผ่านการทำแห้งด้วยการผึ่งที่อุณหภูมิ

สำหรับประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงต่อการวางไข่ของตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียวพบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 2 วิธี มีประสิทธิภาพในการป้องกันการวางไข่ของด้วงถั่วเขียวในทุกกรรมวิธี แต่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่ที่พบน้อยกว่า และไม่พบตัวเต็มวัยรุ่นลูกเกิดขึ้น

การทดสอบประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งด้วยการผึ่งที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีค่า LC_{50} และ LC_{99} เท่ากับ 5.68 และ 174.22 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่า LC_{50} และ LC_{99} เท่ากับ 1.45 และ 8.90 กรัม/กิโลกรัม จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงถั่วเขียวได้ดีว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งด้วยการผึ่งที่อุณหภูมิห้อง และพบว่าเมล็ดถั่วเขียวที่คลุกด้วยเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ที่ 0.4 กรัม/ถั่วเขียว 100 กรัม พบค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่เพียง 0.6 ฟองสามารถป้องกันการเกิดตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้ดีกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งด้วยการผึ่งที่อุณหภูมิห้อง โดยที่อัตรา 0.8 กรัม/ถั่วเขียว 100 กรัม ต่ำกว่าโดยมีจำนวนไข่ที่พบ 62.6 ฟอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ประสิทธิภาพของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการรม (Fumigation)

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิง และเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งในการเป็นสารรม พบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงมีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงถั่วเขียวใน ระยะไข่ ระยะหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย มากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลู ที่ไม่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของด้วงถั่วเขียวในแต่ละระยะได้ โดยพบว่าจำนวนตัวเต็มวัยที่เกิดในระยะ ไข่ ระยะหนอน และ ระยะดักแด้ มีจำนวนมากกว่าการทดลองของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิง เมื่อพิจารณาถึงค่า LC_{50} ของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อระยะไข่ ระยะหนอนและ ระยะดักแด้ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.09, 4.91, และ 5.57 กรัม/กิโลกรัม ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.27, >40, และ >40กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองการเป็นสารรมของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด พบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงมีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงถั่วเขียวระยะไข่ ระยะหนอน และระยะดักแด้ มากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลู โดยน้ำมันหอมระเหยเอนแคปซูเลทข่าลิงและเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีสารสำคัญ คือ 1,8-cineole และ eugenol ตามลำดับ ซึ่งการทดลองครั้งนี้มีความสอดคล้องกับ Liska (2011) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ 1,8-cineole, camphor และ eugenol ต่อการกำจัดระยะหนอน ระยะดักแด้ ระยะตัวเต็มวัย ของมอดแป้ง *T. castaneum* (Herbst) ในการเป็นสารรม พบว่า 1,8-cineole มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการกำจัดมอดแป้ง ตามด้วย camphor และ eugenol โดย eugenol ไม่สามารถกำจัดตัวเต็มวัยมอดแป้งด้วยวิธีการเป็นสารรม (Liska et al., 2010) และ 1,8-cineole และ eugenol มีผลต่อการลดจำนวนการเกิดตัวเต็มวัยรุ่นลูกของมอดแป้ง

การทดลองที่ 3.3 ประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *Theonศาเซลเซียส olax elegans* (Westwood) และแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) ในการควบคุม ด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky, มอดหัวป้อม *Rhyzopertha dominica* (F.), และด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* (F.)

1.ประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดมอดหัวป้อมและด้วงถั่วเขียว

การทดลองปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ให้ลงเบียนระยะหนอนของมอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถผลิตแตนเบียนรุ่นลูกเพศเมียและเพศผู้ 3 รูปแบบ คือ 1) ปีกยาว ความยาวของปีกคลุมส่วนท้อง (fully-winged หรือ macropterous) 2) ปีกสั้น ความยาวของปีกไม่คลุมส่วนท้อง (short-winged หรือ brachypterous) และ 3) ไม่มีปีก (wingless หรือ apterous)

กรมวิชาการเกษตร

มอดหัวป้อม จากการเบียนหนอนของมอดหัวป้อมที่อายุต่าง ๆ พบว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถเบียนหนอนมอดหัวป้อมอายุ 19, 21 และ 23 วัน เท่านั้น รุ่นลูกที่เกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อมอายุ 23 วัน เป็นแตนเบียนแบบมีปีก ทั้งเพศเมียและเพศผู้เป็นจำนวนเฉลี่ยมากที่สุด (8.3±6.7 และ 1.9±1.4 ตัว) แต่การเบียนหนอนมอดหัวป้อมที่มีอายุ 19 วัน ให้อัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้สูงที่สุด เท่ากับ 3.7:1.0

ด้วงถั่วเขียว เมื่อปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ให้เข้าทำลายด้วงถั่วเขียวระยะหนอนที่มีอายุ 5-19 วัน พบว่า แตนเบียนเข้าทำลายหนอนด้วงถั่วเขียวที่อายุ 14 วันเท่านั้น อัตราส่วนของแตนเบียนรุ่นลูกเพศเมียต่อเพศผู้ คือ 5.7:1.0

2. ความสามารถในการแข่งขันแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การแข่งขันภายใน species แตนเบียน *T. elegans*

เมื่อปล่อยแตนเบียนเพศเมีย 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนระยะหนอนของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า การปล่อย *T. elegans* 30 ตัวในหนอนด้วงงวงข้าวโพด ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น โดยมีเพศเมียเท่ากับ 62.00±31.10 ตัว และเพศผู้เท่ากับ 34.30±15.12 ตัว ในขณะที่ปล่อยให้เบียนหนอนมอดหัวป้อม จำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดใหม่ไม่แตกต่างกัน โดนมีเพศเมีย 12.63-20.20 ตัว และเพศผู้ 6.93-13.60 ตัว เมื่อปล่อยให้เบียนหนอนด้วงถั่วเขียว จำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดใหม่น้อยมาก แสดงให้เห็นได้ว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถเบียนและเพิ่มปริมาณรุ่นลูกได้มากที่สุดเมื่อปล่อยให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด

2.2 การแข่งขันภายใน species ของแตนเบียน *A. calandrae*

เมื่อปล่อยแตนเบียนเพศเมีย 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนระยะหนอนของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียน *A. calandrae* 12 ตัวในหนอนด้วงงวงข้าวโพด ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่น โดยได้เพศเมีย 86.48 ตัว เพศผู้ 63.88 ตัว ในขณะที่ปล่อยแตนเบียนให้ลงเบียนหนอนมอดหัวป้อม *A. calandrae* 30 ตัว ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่น โดยได้เพศเมีย 42.62 ตัว เพศผู้ 26.62 ตัว และพบว่าแตนเบียน *A. calandrae* ไม่สามารถวางไข่และเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวได้

2.3 การแข่งขันระหว่าง species ของแตนเบียน *A. calandrae* และแตนเบียน *T. elegans*

เมื่อปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* เพศเมีย 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนหนอนของด้วงงวงข้าวโพด พบว่า การปล่อยแตนเบียน 20 ตัว ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด และแตนเบียน *A. calandrae* ผลิตแตนเบียนรุ่นลูกได้มากกว่า แตนเบียน *T. elegans* โดยแตนเบียน *A. calandrae* ผลิตลูกเพศเมียได้ 24.40 ตัว เพศผู้ได้ 23.92 ตัว ขณะที่แตนเบียน *T. elegans* ผลิตลูกเพศเมียได้ 20.88 ตัวและเพศผู้ได้ 18.36 ตัว

กรมวิชาการเกษตร

ในการแข่งขันแตนเบียนภายใน species เดียวกันและต่าง species กัน เมื่อปล่อยแตนเบียนให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด แตนเบียน *A. calandrae* ผลิตแตนเบียนรุ่นลูกได้มากกว่า แตนเบียน *T. elegans* เมื่อปล่อยให้เบียนหนอนมอดหัวป้อม และหนอนด้วงถั่วเขียว แตนเบียนทั้งสองชนิดจะสามารถผลิตรุ่นลูกได้ปริมาณใกล้เคียงกัน ดังนั้น การควบคุมแมลงศัตรูในแต่ละชนิด ควรเลือกใช้ชนิดแตนเบียนเฉพาะเจาะจงกับชนิดเหยื่อที่ต้องการทำการป้องกันกำจัดอย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในถังกระดาษ

3.1) ปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ชนิดเดียว

พบว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 100 300 และ 600 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบแตนเบียนรุ่นลูกเกิดใหม่ในหนอนด้วงงวงข้าวโพด และหนอนมอดหัวป้อม เท่ากับ 25.30-42.30 ตัว และ 8.65-10.10 ตัว อย่างไรก็ตาม แตนเบียนไม่สามารถเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวได้

3.2) ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ชนิดเดียว

ในการแข่งขันปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ชนิดเดียว ให้ลงเบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพดและหนอนมอดหัวป้อม พบว่าอัตราการปล่อยแตนเบียน 100 300 และ 600 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบแตนเบียนรุ่นลูกเกิดใหม่ในหนอนด้วงงวงข้าวโพด และหนอนมอดหัวป้อม เท่ากับ 32.20-50.80 ตัว และ 17.93-21.18 ตัว พบแตนเบียน *A. calandrae* ลงเบียนในหนอนด้วงถั่วเขียวน้อยมาก

3.3) ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans*

<u>ด้วงงวงข้าวโพด</u> เมื่อปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน ให้เบียนหนอนด้วงข้าวโพด พบว่าอัตราการปล่อย100 300 และ 600 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การปล่อยแตนเบียน 600 ตัว ให้แตนเบียนรุ่นลูก *A. clandrae* (44.25-67.05 ตัว) ได้มากกว่าแตนเบียน *T. elegans* (23.00-43.40 ตัว) และด้วงงวงข้าวโพดพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัยลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Williams and Floyd (1971) ได้รายงานว่า แตนเบียน *A. calandrae* สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพดได้มากกว่าแตนเบียน *T. elegans*

<u>มอดหัวป้อม</u> เมื่อปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน ให้เบียนหนอนมอดหัวป้อม พบว่า ทุกอัตราการปล่อยแตนเบียน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า แตนเบียน *T. elegans* ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากกว่าแตนเบียน *A. calandrae* ดังนี้ *T. elegans* ให้รุ่นลูก 4.55-8.35 ตัว ส่วน *A. calandrae* ให้รุ่นลูก 0.60-1.30 ตัว สอดคล้องกับการทดลองของ Brower *et al*. (1996) รายงานว่า แตนเบียน *T. elegans* จะเป็นตัวเลือกที่ดีในการควบคุมหรือลดจำนวนประชากรมอดหัวป้อม *R. dominica* ได้ดีกว่าแตนเบียน *A. calandrae*

<u>ด้วงถั่วเขียว</u> เมื่อปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน ให้เบียนหนอนด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* เบียนหนอนด้วงถั่วเขียวได้น้อยมาก โดยพบรุ่นลูกที่เกิดใหม่ของ *A. calandrae* และ *T. elegans* สูงสุดเพียง 1.70 และ 0.10 ตัว ตามลำดับ สอดคล้องกับ

กรมวิชาการเกษตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแตนเบียนในกลุ่ม pteromalid ชนิดอื่น ๆ Niedermayer *et al*. (2013) พบว่า ผิวสัมผัสของเมล็ดถั่วมีผลต่อการเบียนของแตนเบียน *L*. *distinguendus* แตนเบียนเลือกเบียนหนอนของแมลงอาศัยในเมล็ดถั่วลักษณะที่มีผิวบางและขรุขระ

4) ประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T*. *elegans* และ *A*. *calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว

การทดลองปล่อยแตนเบียน *A*. *calandrae* ร่วมกับ *T*. *elegans* แบบครั้งเดียวให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร จะพบว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวสารเป็นเวลา 180 วัน พบว่าอัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 ตัว สามารถควบคุมจำนวนด้วงงวงข้าวโพดให้ลดลงได้ในระยะเวลา 45 วัน หลังจากนั้นด้วงงวงข้าวโพดจะเพิ่มจำนวนมากกว่าแตนเบียน และอัตราการปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว สามารถควบคุมและลดจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ภายใน 75 วัน หลังจากนั้นด้วงงวงข้าวโพดจะเพิ่มจำนวนมากกว่าแตนเบียน

5) ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T*. *elegans* และ *A*. *calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบหลายครั้ง

โดยการปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่องกัน จำนวน 5 ครั้ง พบว่า กรรมวิธีปล่อยแตนเบียนอัตรา 1,000 ตัว จำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่สุ่มพบในข้าวสาร จำนวน 500 กรัม เท่ากับ 2.0, 1.0, 0.0, 1.0 และ 1.67 ตัว ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7, 9 และ 10 ตามลำดับ กรรมวิธีปล่อยแตนเบียน อัตรา 2,000 ตัว จำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่สุ่มพบในข้าวสาร จำนวน 500 กรัม เท่ากับ 4.0, 3.0, 0.0, 0.0 และ 1.67 ตัว ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7, 9 และ 10 ตามลำดับ อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว แตนเบียนทั้งสองชนิดต่างสามารถเข้าทำลายด้วงงวงข้าวโพดได้ และควบคุมจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 และมีแนวโน้มลดลงจนไม่พบด้วงงวงข้าวโพดในสัปดาห์ที่ 7

เมื่อสิ้นสุดการปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่อง 5 ครั้งแล้ว ในการสุ่มข้าวสารหลังการทดลองปล่อยแตนเบียน ในกรรมวิธีปล่อยแตนเบียน *A*. *calandrae* และ *T*. *elegans* อย่างต่อเนื่องทั้งสองกรรมวิธีนี้ไม่มีความแตกต่างกันในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด และแตนเบียนตั้งรกรากได้ตลอดการทดลอง 60 วัน ทั้งนี้ พฤติกรรมของแตนเบียน *A*. *calandrae* สามารถกระจายตัวและเคลื่อนที่เพื่อค้นหาเหยื่อในบริเวณที่มีระดับความลึกได้ (Press, 1988)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การผสมน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดมอดแป้ง พบว่าการวิเคราะห์หาสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด คือ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระหยตะไคร้ต้น พบสารสำคัญคือ α-terpinolene, sabinene และ z-citral ตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยผสมคือ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ,น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้

ต้น, น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น และน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น มีสารสำคัญคือ sabinene, z-citral, z-citral และ z-citral ตามลำดับ สำหรับฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดและน้ำมันหอมระเหยผสมในการเป็นสารสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด โดยเฉพาะเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และนำน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันผสมตะไคร้ต้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยผสมทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นมากกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันเพียงชนิดเดียวเมื่อนำมากำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด ขณะที่พบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น เท่านั้นที่สามารถใช้กำจัดมอดแป้งได้

การใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชั่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียว พบสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยข่าลิงมีจำนวน 18-22 ชนิด โดยมี 1,8-cineole, β-sesquiphellandrene, azulene และ β-pinene เป็นสารสำคัญ ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิง พบสารสำคัญ 20-22 ชนิด โดยมี 4-allylphenyl acetate เป็นสาระสำคัญ ส่วนสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยกานพลูและเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูพบ 8 ชนิด และมีสารสำคัญคือ caryophyllene และ eugenol ตามลำดับ สำหรับการทดสอบการเป็นสารสัมผัสของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด พบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการทำแห้งโดยการผึ่งที่อุณหภูมิห้องมีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงถั่วเขียวน้อยกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (LC_{50} เท่ากับ 1.45 กรัม/กิโลกรัม) มีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวมากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (LC_{50} เท่ากับ 11.63 กรัม/กิโลกรัม) ในการทดสอบการสารสัมผัส ส่วนการทดสอบในการเป็นสารรมต่อการกำจัดด้วงถั่วเขียวระยะไข่ ระยะหนอน และระยะดักแด้ พบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.09, 4.91 และ 5.57 กรัม/กิโลกรัม ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 3.27, >40 และ >40 กรัม/กิโลกรัม ดังนั้นเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงถั่วเขียวระยะไข่มากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ขณะที่เอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีประสิทธิภาพในการกำจัดด้วงถั่วเขียวระยะหนอน และระยะดักแด้ มากกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง สำหรับระยะตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวที่ทดสอบกับเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งทั้ง 2 ชนิด พบว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งสามารถยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัยได้ดีกว่าเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และเอนแคปซูเลทน้ำมันหอม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระเหยข่าลิงและเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยกานพลูผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งสามารถยังยั้งการเกิดของตัวเต็มวัยรุ่นลูกได้ทุกกรรมวิธี

ประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และแตนเบียน *A. calandrae* ในการควบคุม ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่าการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ เพื่อเพิ่มปริมาณแตนเบียน ปัจจัยในเรื่องของชนิดและอายุของแมลงอาศัย (แมลงศัตรู) ที่เหมาะสมต่อการลงเบียนของแตนเบียน ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารที่จะทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณ หรือจำนวนแตนเบียนได้ รวมถึงชนิดพันธุ์ของเมล็ดพืช เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับเลี้ยงแมลงอาศัย ซึ่งอาจจำเป็นที่จะต้องศึกษาต่อไป การใช้ชนิดของแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* และอัตราการปล่อยแตนเบียนเพื่อควบคุมและลดจำนวนประชากรของแมลงศัตรูในโรงเก็บนั้น โดยใช้อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว และปล่อยแตนเบียนให้เข้าทำลายเหยื่ออย่างต่อเนื่องติดต่อตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป เพื่อให้แตนเบียนมีปริมาณมาก และสามารถตั้งรกรากได้ จะทำให้แตนเบียนมีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมงานวิจัยที่ 4

ชีววิทยาและสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

Biology and Distribution Situation of Stored Product Insect Pests

ชื่อผู้วิจัย

กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม ศรุตา สิทธิไชยากุล

ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช

ภาวินี หนูชนะภัย ดวงสมร สุทธิสุทธิ์

บทคัดย่อ

การศึกษาชีววิทยาและสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญสำหรับการวางแผนการจัดการแมลงศัตรูในโรงเก็บ ได้ทำการศึกษาในปี 2559-2563 โดยศึกษาชีววิทยาของเหาหนังสือ และสำรวจชนิดและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ผลการศึกษาชีววิทยาของเหาหนังสือพบว่าการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ตั้งแต่ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย เป็นดังนี้ ระยะไข่ ใช้เวลา 7.7±1.2 วัน, ระยะตัวอ่อน ใช้เวลา 17.6±3.4 วัน, ระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลา 8.4±3.2 วัน อัตราการขยายพันธุ์ (วางไข่) 7.8±4.6 ต่อวัน การทดลองเปรียบเทียบอายุขัยของเหาหนังสือด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ t-test ในการทดลองให้อาหารกับเหาหนังสือ และไม่ให้อาหาร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เหาหนังสือที่ได้รับอาหารจะมีชีวิตยาวนานกว่าเหาหนังสือที่ไม่ได้รับอาหารคือ 94.1±32.2 และ 66.8±36.3 วัน ตามลำดับ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ โดยที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมคือ 25±0.6 องศาเซลเซียส และ75±2.8% RH แต่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50±9.8% และอุณหภูมิ 30±2.2 องศาเซลเซียส จะทำให้เหาหนังสือไม่เจริญเติบโต และตายได้ จากการศึกษาลักษณะสำคัญทางสัณฐานวิทยาของเหาหนังสือ โดยใช้วิธี Scanning Electron Microscope (SEM) ในการจำแนกชนิด พบว่า มีความคล้ายคลึงกับเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel) ส่วนการสำรวจชนิดและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ทำการสำรวจแมลงในโรงเก็บข้าวทั่วประเทศจำนวน 42 จังหวัด โดยเก็บตัวอย่างจากโรงสีและโรงเก็บข้าวจำนวน 133 โรง พบแมลงในข้าวโรงเก็บข้าวทั้งหมด 38 ชนิด เป็นแมลงศัตรู 26 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติ 12 ชนิด โดยแมลงที่พบมากในข้าวเปลือกได้แก่ มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าวโพด มอดสยาม และมอดหนวดยาว สำหรับแมลงที่เข้าทำลายในข้าวสารต้น ได้แก่ มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย ด้วงงวงข้าวโพด มอดหนวดยาว มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อข้าวสาร และเหาหนังสือ ส่วนข้าวสารท่อน ข้าวสารปลาย และเศษข้าว พบชนิดแมลงที่เข้าทำลายใกล้เคียงกับข้าวสารต้นแต่ปริมาณแมลงที่พบมีสูงกว่า ส่วนของศัตรูธรรมชาติที่พบสม่ำเสมอในข้าวทุกชนิด คือ แตนเบียน 3 ชนิด คือ แตนเบียนมอด *Anisoppteromalus calandrae* แตนเบียน *Theocolax elegans* แตน

กรมวิชาการเกษตร

เบียนผีเสื้อข้าวสาร *Bracon hebetor* และมวน 1 ชนิด คือ มวนหอม *Xylocoris flavipes* สำหรับความสูญเสียของข้าวเปลือกและข้าวสารต้นเฉลี่ยทั่วประเทศมีปริมาณเมล็ดเสีย 4.1 และ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการสร้างสมการประเมินความสูญเสียของข้าวสารหอมมะลิที่เก็บรักษาในโรงเก็บได้สมการที่มีค่า มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของสมการเท่ากับ 0.93 โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความสูญเสียที่สำคัญ คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาและความชื้นของเมล็ด

Abstract

Study of insect biology and insect distribution situation in agricultural product was an important preliminary information for the management of stored product insect pests. This study was conducted in the year 2016-2020. The psocids, *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) are an important problem insect of stored product insect pests. Survey and distribution of psocids were found in 17 provinces of Northeast, Thailand. For the study of biology and development of psocids was found that the developmental time of egg, nymph and adult were 7.7± 1.2, 17.6± 3.4 and 8.4± 3.2 days, respectively. The reproduction was 7.8± 4.6 per day. Longevity's test, psocids developed on food and unfed were significantly different to compare means via t-test. The result showed that psocids were fed with food had longevity of 94.1±32.2 days while unfed psocids had longevity of 66.8±36.3 days. Temperature and humidity were affected to population psocids growth. The optimal temperature and humidity were 25±0.6 °C and 75±2.8% RH for growth. Psocids cannot survive on critical humidity at 50±9.8% RH and temperature at 30±2.2 °C. Furthermore, the characteristic of psocids was investigated by Scanning Electron Microscope (SEM). The morphological identification of egg and adult psocids was similarly on genus *Liposcelis* (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel). For the survey of stored product insects in rice storage plants was conducted across the country totaling 42 provinces. The number of rice sampling was collected from 133 locations of rice mills and rice storage plants. It was found 38 species of insects in storage rice. The dominant species in paddy was Lesser grain beetle, Angoumois gain moth, Maize weevil, Siam gain beetle and Flat gain beetle. For the milled rice was found Red flour beetle, Saw-tooth gain beetle, Maize weevil, Flat gain beetle, Lesser grain beetle, Rice moth and Book lice. The insect species in broken-milled rice and rice scraps was similar to the insect species in the milled rice by the way the insect amount was higher. The natural enemies was regular found in all type rice such as three species of parasites:

กรมวิชาการเกษตร

Anisopteromalus calandrae, *Theocolax elegans*, *Bracon hebetor*, and one species of predator, *Xylocoris flavipes*. The average percentage of loss of paddy and the milled was 4.1 and 6.1 percent. The loss assessment equation for jasmine rice stored in the storage warehouse, there was a coefficient of determination (R2) of the equation to 0.93. The important factor affecting the amount of loss was the storage period and moisture content of the seeds.

บทนำ

การศึกษาชีวประวัติและนิเวศวิทยาของแมลงศัตรูในโรงเก็บก็เป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นต้องทำการศึกษา โดยเฉพาะแมลงชนิดที่เพิ่มความสำคัญขึ้นมา หรือมีปริมาณการระบาดมากขึ้นทุกปี แต่ยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษามาก่อน เพื่อเป็นข้อมูลการจัดการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) เป็นแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่มีขนาดเล็กและเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว (พรทิพย์ และคณะ, 2551) จากการสำรวจสุ่มเก็บตัวอย่างของกลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร สามารถพบเห็นเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ได้ในสภาพโรงเก็บ โดยเฉพาะในเขตตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปัจจุบันยังไม่ได้ทำการจัดจำแนกชนิด species ของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (ไม่ได้ตีพิมพ์, 2557) นอกจากนี้ Nayak (2006) ยังกล่าวว่า เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. จัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญในโรงเก็บ แม้อาจจะไม่ใช่สาเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตในเชิงคุณภาพ แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคก็ไม่อาจยอมรับผลผลิตที่พบเหาหนังสือ และหากสภาพอากาศภายในโรงเก็บมีความร้อนและความชื้นสูง จะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของเหาหนังสือ รวมถึงการมีชีวิตได้ยาวนานกว่า 72-144 วัน และสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้แม้ในสภาพที่ไม่มีอาหารก็ตาม เหาหนังสือมีวงจรชีวิตสั้นเพียง 2-3 สัปดาห์

FAO ได้ทำการสำรวจความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เกิดจากแมลงในบางประเทศพบสูงถึง 50% และจากรายงานของกลุ่มประเทศอาเซียนในปีพ.ศ. 2513 ความเสียหายของข้าวเปลือกหลังเก็บเกี่ยวมีปริมาณ 25% คิดเป็นน้ำหนัก 10.5 ล้านตัน การสำรวจปริมาณการแพร่กระจายของแมลงในยุ้งฉางของประเทศไม่ได้มีการศึกษาอย่างเป็นทางการเป็นเวลานา โดยได้มีการสำรวจยุ้งฉางของเกษตรกร ในปี 2522 พบว่าหลังการเก็บเกี่ยว 1 เดือน พบความเสียหายที่เกิดจากแมลงยังมีน้อย แต่หลังเก็บข้าวเปลือกไว้ในยุ้งฉางนาน 6-7 เดือน พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเพิ่มขึ้น โดยพบมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเสีย 1.73 เปอร์เซ็นต์ แมลงที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายได้แก่ ผีเสื้อข้าวเปลือก และมอดหัวป้อม (กุสุมา และคณะ, 2522) ในปี 2524 มีการประเมินความเสียหายของ

กรมวิชาการเกษตร

ข้าวเปลือกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเท่ากับ 2.02 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลาการเก็บ 7 เดือน (ชูวิทย์และคณะ, 2524) ปี 2526 พบความเสียหายของข้าวเปลือก เกิดได้จากการเข้าทำลายของ นก หนู และแมลง โดยพบว่าแมลงเป็นสาเหตุหลักของความเสียหาย คิดเป็น 4.45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ประสูติ และคณะ, 2526) จากการศึกษาของใจทิพย์ และคณะ (2553) พบว่าเมื่อใส่ด้วงงวงข้าวโพดและผีเสื้อข้าวสารจำนวน 1 คู่ จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ข้าวสาร 4-6 และ 28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน และเมื่อปล่อยมอดข้าวเปลือกจำนวน 10 ตัวลงในข้าวกล้องจะก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 6 เดือน

สำหรับประเทศไทยความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เกิดจากแมลงมีความแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ทั้งสภาพภูมิอากาศ การจัดการในโรงเก็บ ซึ่งข้อมูลการระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลและข้อมูลความเสียหายของผลิตผลดังกล่าวมีรายงานล่าสุดหลายสิบปีมาแล้ว และปัจจุบันสภาพอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลง ทั้งยังมีการขยายการค้าขาย โดยเฉพาะมีการนำเข้าผลิตผลเกษตรจากประเทศเพื่อนบ้านซึ่งมักมีแมลงติดเข้ามาด้วย ทำให้ข้อมูลการระบาดที่เคยรายงานไว้ในอดีตน่าจะต้องมีการปรับปรุง ซึ่งในปัจจุบันหลายภาคส่วนต้องการใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน นำไปใช้ในการอ้างอิงในหลายๆ วัตถุประสงค์ เช่น การประกันและคาดการความเสียหาย เป็นต้น และยังเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการค้าระหว่างประเทศด้วยซึ่งการคาดการความเสียหายหรือการประเมินความเสียหายที่เกิดแก่ผลิตผลเกษตรเป็นเรื่องสำคัญ ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลิตผลเกษตรมีสาเหตุจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือปัจจัยทางกายภาพ (Physical factor) ได้แก่อุณหภูมิและความชื้นของอากาศปัจจัยที่สำคัญอีกประการคือปัจจัยทางชีวภาพ (Biological factor) ได้แก่ แมลง ไร เชื้อรา นก และหนู ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าแมลงเป็นศัตรูที่สำคัญและทำความเสียหายให้กับผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวมากที่สุดนอกจากการสูญเสียเงินแล้วความเสียหายที่เกิดจากแมลงยังทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกและที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือทำให้คุณภาพของผลิตผลเกษตรไม่ได้มาตรฐานของตลาดต่างประเทศแล้วยังจะเป็นการทำลายชื่อเสียงของประเทศด้วยซึ่งในบางครั้งจะพบว่าสินค้าถูกประท้วงหรือส่งกลับคืนเพราะพบความเสียหายและปริมาณแมลงมากเกินกำหนด ความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เกิดจากแมลงนั้นมีปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งผลเหล่านี้อาจเกิดจากมีปัจจัยอื่นเข้ามาส่งเสริม การประเมินความเสียหายที่จะเกิดกับผลผลิตสามารถใช้วางแผนการจัดการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรได้อย่างดี และเป็นข้อมูลที่หลายหน่วยงานต้องการนำไปใช้เพื่อประเมินงบประมาณที่ต้องใช้จัดการด้านการเก็บรักษา ทั้งนี้สมการที่ใช้ในการประเมินความเสียหายต้องเป็นสมการที่มีความแม่นยำ ซึ่งต้องมาจากการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องและมากพอ

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 4.1 ชีววิทยาและการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) ที่พบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

1. สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างเหาหนังสือในโรงเก็บธัญพืช หรือโรงสีข้าว ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ปี 2559-2561. นำมาเลี้ยงบนอาหาร ตามวิธีการของ Gautam*et al*. (2010)

2. ศึกษาทางสัณฐานวิทยา ตามวิธีการจำแนกชนิดในอันดับเหาหนังสือของ Mockford (1991)

3. ชีววิทยาของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

3.1 วงจรชีวิตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

โดยการแยกเลี้ยงเหาหนังสือกล่องละ 1 ตัวต่อซ้ำ จำนวน 50 ซ้ำ บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยจำนวนวันของทุกระยะการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ

3.3 อายุขัยของเหาหนังสือ (Longevity)

ศึกษาอายุไขของเหาหนังสือใน 2 สภาวะ คือ ใส่อาหารและไม่ใส่อาหาร โดยแยกเลี้ยงกล่องละ 1 ตัวต่อซ้ำ จำนวน 100 ซ้ำ

3.4 ทดสอบอุณหภูมิ และความชื้นต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ

ในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่าง 4 สภาวะ คือ

กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิความชื้น 20±0.6 องศาเซลเซียส/75±2.1 % RH

กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิความชื้น 25±0.6 องศาเซลเซียส/75±2.8 % RH

กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิความชื้น 30±2.2 องศาเซลเซียส/50±9.8 % RH

กรรมวิธีที่ 4 เลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิความชื้น 30±2.3 องศาเซลเซียส/60±10.9 % RH

กรรมวิธีละ 40 ซ้ำ ตรวจนับผลการทดลองทุกวัน โดยนับจำนวนวัน ตั้งแต่ไข่เริ่มฝักเป็นตัวอ่อนจนกระทั่งตัวเต็มวัยตาย

การทดลองที่ 4.2 การสำรวจและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เก็บรักษาในโรงเก็บเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

1. การสำรวจชนิด ปริมาณ ของแมลงศัตรูในโรงเก็บข้าวทั่วประเทศจำนวน 42 จังหวัด โดยเก็บตัวอย่างจากโรงสีและโรงเก็บข้าวจำนวน 133 โรง ด้วยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตผลเกษตรได้แก่ ข้าวเปลือก ข้าวสารต้น ข้าวสารท่อน ข้าวสารปลาย และเศษข้าว โดยสุ่มเก็บกระจายทั่วโรงสี 4 จุด ๆ ละ 250 กรัม รวมเป็น 1,000 กรัมต่อตัวอย่าง นำตัวอย่างที่สุ่มได้เข้ามาตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณแมลงในห้องปฏิบัติการ และประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตร ต่อ 1,000 เมล็ด

2. การสร้างสมการประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ด้วยการวางตัวอย่างกระสอบข้าวที่บรรจุในกระสอบป่านน้ำหนัก 50 กิโลกรัมต่อกระสอบ จำนวน 3 กระสอบ/ 1 โรง วางทั้งหมด 15 โรง สุ่มเก็บตัวอย่างและตรวจวัดผลการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 10 เดือน โดยเก็บข้อมูลปริมาณและชนิดของแมลง ปริมาณเม็ดดี เม็ดเสีย น้ำหนักเม็ดข้าว ความชื้นของเม็ดข้าว อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศภายในโรงเก็บ

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2563

สถานที่ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

โรงสีข้าว และโรงเก็บข้าว ทั่วประเทศ จำนวน 133 โรง

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 4.1 ชีววิทยาและการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) ที่พบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

1. สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่าง จากการสำรวจเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวนทั้งหมด 96 โรงสี พบเหาหนังสือในโรงสีข้าว จำนวน 87 โรงสี จาก 17 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มุกดาหาร มหาสารคาม ยโสธร ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย อำนาจเจริญ อุดรธานี และ อุบลราชธานี

2. การจำแนกชนิด

- ระยะไข่ พบว่า ไข่ของเหาหนังสือเป็นรูปทรงรี มีความมันวาว และสีขาวใส ผิวสัมผัสบริเวณเปลือกไข่ จะมีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายกาวเหนียว จึงทำให้เปลือกไข่ติดกับวัตถุ หรือสามารถจับกับพื้นผิวของวัตถุอื่นๆ ได้ (Figure 1)

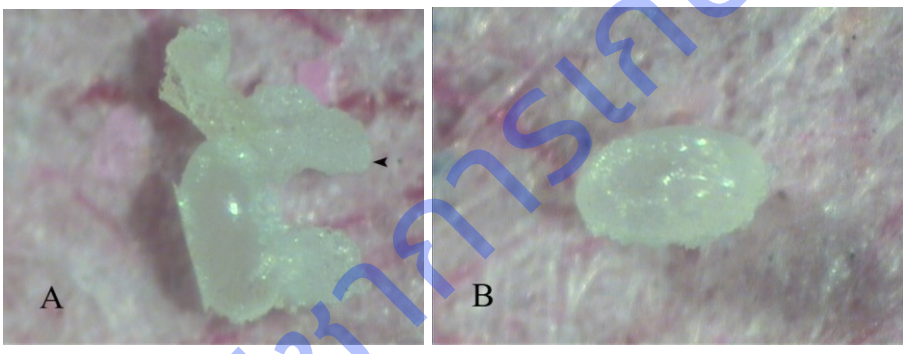
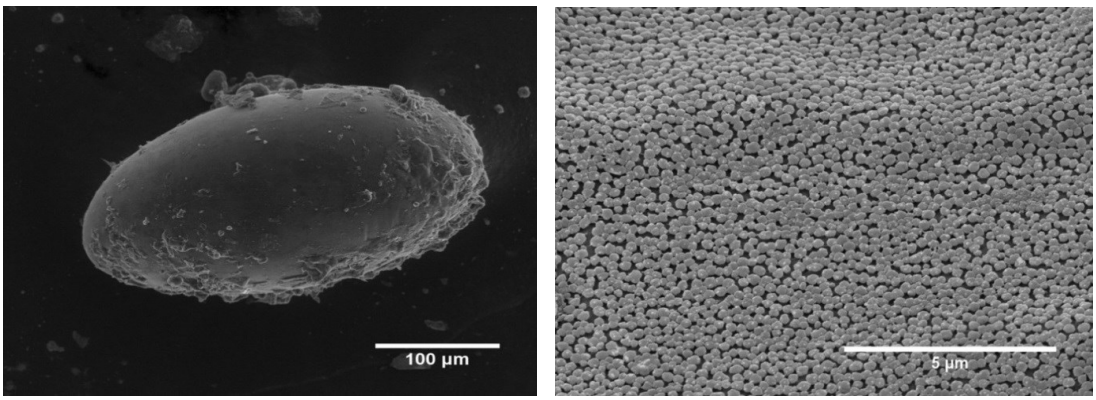


Figure 1 Egg shape of psocid (x63), A = piece of wheat grain and sticky on egg surface, B = oval shape of egg.

ไข่มีลักษณะเป็นรูปทรงรี (Figure 2A) ลักษณะผิวของเปลือกไข่ เป็นพื้นผิวเรียบ ผิวเปลือกไข่จะมีลวดลายเป็นรูปวงกลมเล็กๆ (granulate) และบางตำแหน่งของวงกลมมีการเรียงตัวชิดติดกัน (Figure 2B) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการรายงานของ Kučerová (2002) มีความคล้ายคลึงกับเหาหนังสือใน สกุล *Liposcelis* ที่เป็นลักษณะรูปวงกลม (granulate) บนผิวเปลือกไข่เหาหนังสือ



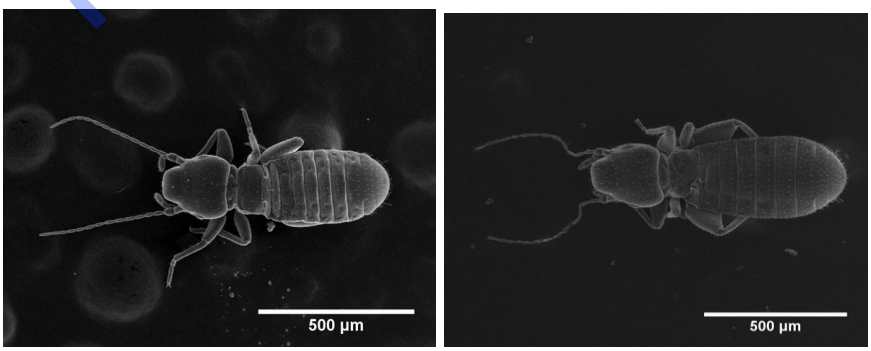
A B

กรมวิชาการเกษตร

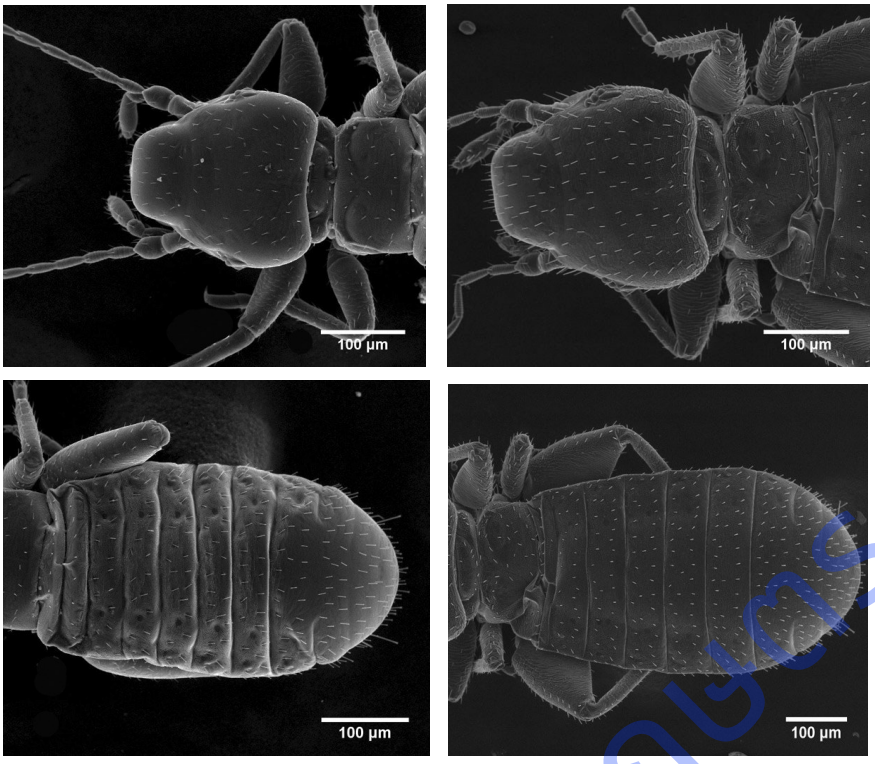
Figure 2 External egg morphology and smooth surface structure of genus *Liposcelis*

- ระยะตัวเต็มวัย พบว่าเป็นเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Liposcelis bostrychophila* Badonnel ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกที่สำคัญคือ ลำตัวไม่มีปีก ไม่มีตาเดี่ยว มีเส้นขนทั่วบริเวณลำตัว (Figure 3) ตารวม (compound eye) มี 5-7 ommatidia (Figure 4-5) มีหนวดเป็นแบบ filiform แบ่งได้เป็น 3 ปล้องหลักๆ คือ ปล้องที่ 1 คือ scape และปล้องที่ 2 คือ pedicel ทั้ง 2 ส่วนนี้จะเป็นปล้องส่วนฐาน หรือ เรียกว่า basal segment และปล้องที่ 3 คือ flagellum มีลักษณะเป็นปล้องเล็กๆ ที่มีการเชื่อมต่อกัน จำนวน 13 ปล้อง เรียกว่า flagellomere (Figure 6) ในแต่ละปล้องหนวดนั้น จะมีลักษณะเป็นข้อต่อคล้ายวงแขวน anellus เพื่อเชื่อมประสานกันระหว่างปล้องหนวดของ flagellum (Figure 7) ทุก ๆ ปล้องหนวดจะมีเส้นขนเพื่อทำหน้าที่รับประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เรียกว่า sense organ จะพบว่า เส้นขนรับสัมผัสที่อยู่บนปล้องหนวดของเหาหนังสือ มีรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งที่ตั้งแตกต่างกัน แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ basiconic sensilla (SB), microtrichai sensilla (SM), Böhm bristles (BB), chaetal sensilla (SC) สิ่งเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกับการรายงานของ Kučerová *et al*. (2012) ที่ได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหนวดเหาหนังสือ *Liposcelis silvarum* (Kolbe) (Psocoptera: Liposcelidae) (Figure 7-8) ทั้งในเรื่องของรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งที่ตั้งของเส้นขน

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอวัยวะส่วนอื่นๆ เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดเหาหนังสือ *L. bostrychophila* โดยการศึกษาของ Retief *et al*. (1995) พบว่า larciniae ซึ่งเป็นอวัยวะชิ้นส่วนหนึ่งของอวัยวะส่วนปาก (mouth part) จะมีลักษณะแข็งเป็นแท่ง (Figure 9) คู่มือการจำแนกชนิดของ Mockford (1991) กล่าวว่าในระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย บริเวณส่วนปลายของปล้องท้องด้าน ventral จะมีแผ่นตัวอักษรเป็นรูป T (Figure 10A) และขาคู่ที่สาม มีปล้อง femur ขนาดใหญ่มาก (Figure 10B) และ Yang *et al*. (2015) ที่บริเวณด้านข้างอกปล้องแรก (pronotum lobe) ในเหาหนังสือ *L. bostrychophila* จะมีขนาด และความยาวใกล้เคียงกับเส้นขนเส้นอื่นๆ ที่อยู่บนปล้องอกแรก (Figure 11)



กรมวิชาการเกษตร



A B

Figure 3 Morphological comparison of genus *Liposcelis* found in Northeast (dorsal view), A = psocid found in Mukdahan province, B = psocid found in Udon thani province

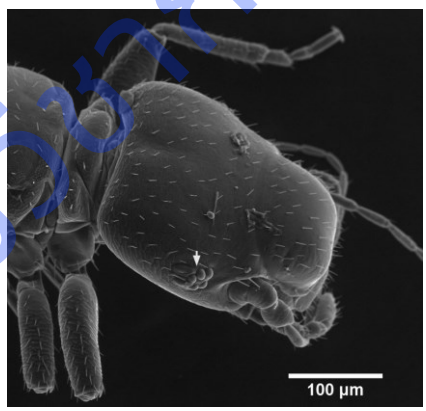
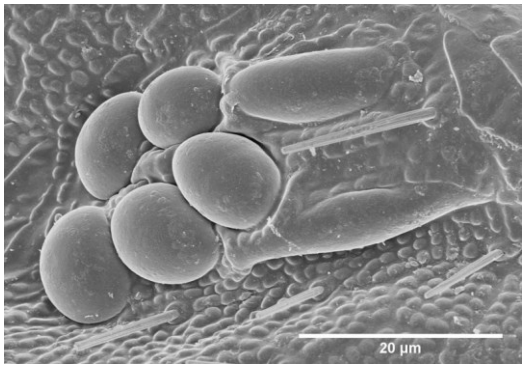


Figure 4 Position of compound eye was on structural of head (arrow)



กรมวิชาการเกษตร

Figure 5 Compound eye of *Liposcelis* spp. consist of seven ommatidia

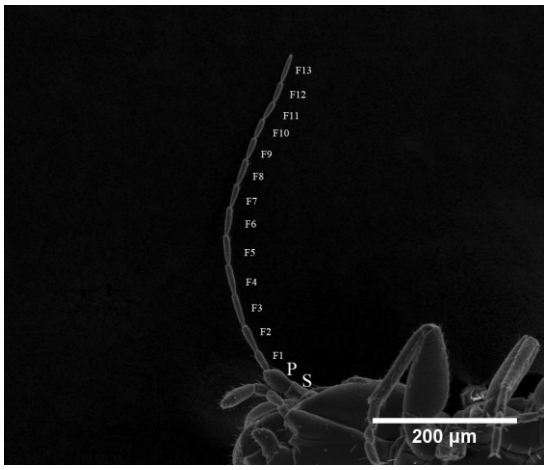


Figure 6 Antennal segments of *Liposcelis* spp., S = Scape, P = Pedicel, F = Flagellum (F1-F13)

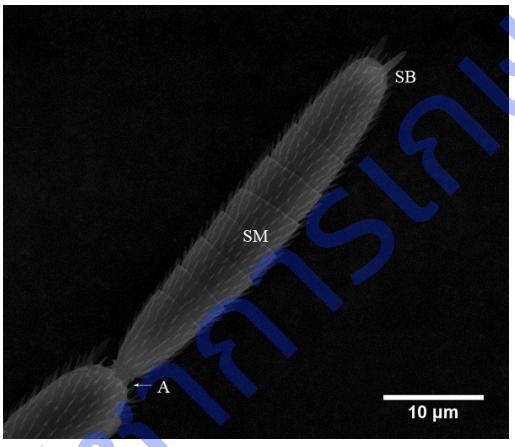


Figure 7 Antennal flagellum segment of *Liposcelis* spp., A = anellus was on flagellomere, SB= basiconic sensilla, SM = microtrichai sensilla

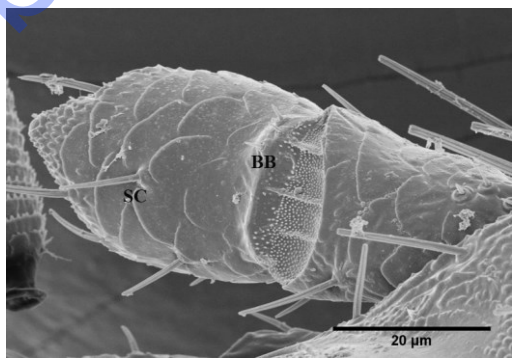


Figure 8 Antennal sensilla detail of scape and pedicel segments,
BB = Böhm bristles, SC = chaetal sensilla

กรมวิชาการเกษตร

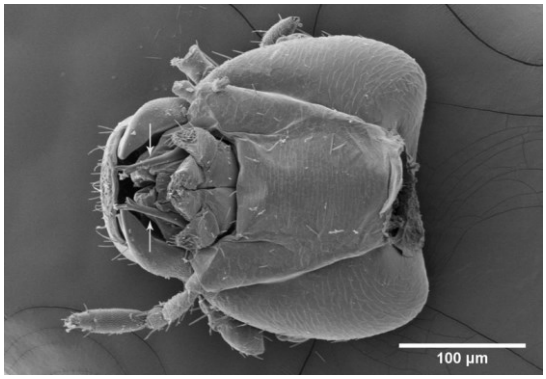


Figure 9 Mouthpart of *Liposcelis* spp., rod-like larciniae structure (arrow).

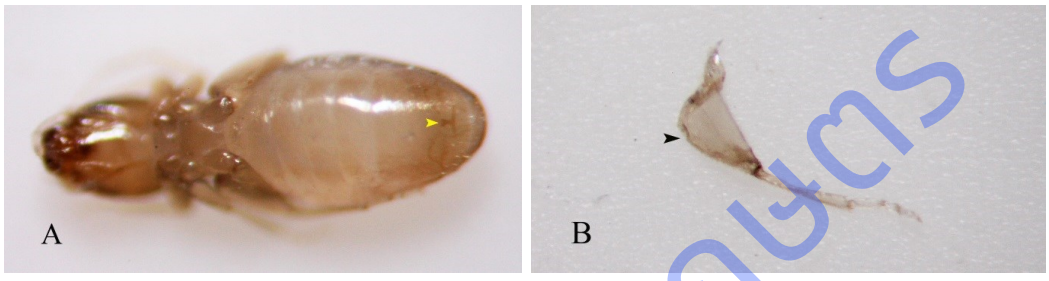


Figure 10 The morphological characteristic for identifying species to *Liposcelis bostrychophilus*, A = subgenital plate with a T-shape sclerite (ventral), B = broad femur of third tibia.

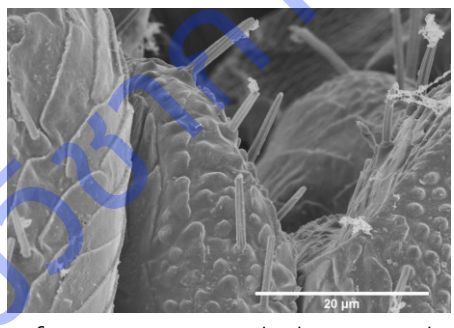


Figure 11 The lateral lobe of pronotum revealed setae as long as other setae on pronotal lobe.

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

3. ชีววิทยาของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

3.1 วงจรชีวิตของเหาหนังสือ

เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. มีการเจริญเติบโตแบบ Incomplete metamorphosis วงจรชีวิตของเหาหนังสือ มี 3 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน (nymph) และระยะตัวเต็มวัย ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต จะใช้เวลาแตกต่างกัน จากการทดลอง พบว่า ระยะเวลาในการเจริญของเหาหนังสือตั้งแต่ระยะไข่ถึงระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลา เฉลี่ย 33.7 วัน ภายใต้ห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 23-26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50-70%) (Table 1)

Table 1 Life cycle of *Liposcelis* spp. developed in laboratory ambient condition.

Stage and reproductive of *Liposcelis* spp.	Developmental time (days) (mean±SD)
Egg	7.7±1.2
Nymph	17.6±3.4
Adult	8.4±3.2
Number of eggs per day	7.8±4.6

3.3 อายุขัยของเหาหนังสือ (Longevity)

เมื่อปล่อยระยะตัวเต็มวัยเหาหนังสือ ให้อยู่ในสภาพมีอาหาร และไม่มีอาหาร ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า เหาหนังสือมีอายุขัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test) เหาหนังสือที่อยู่ในสภาพมีอาหาร จะมีอายุขัย (ค่าเฉลี่ย±SD) 94.1±32.2 วัน และเมื่ออยู่ในสภาพไม่มีอาหารเลย เหาหนังสือมีอายุขัยได้นาน (ค่าเฉลี่ย±SD) 66.8±36.3 วัน

3.4 ทดสอบอุณหภูมิ และความชื้นต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ

พบว่า การเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±0.6 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2.8% เหาหนังสือใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากระยะตัวอ่อนจนกระทั่งตัวเต็มวัยตายนานที่สุด ขณะที่อุณหภูมิ 30±2.2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50±9.8% RH ใช้ระยะเวลาสั้น (Table 2)

Table 2 Developmental growth of psocid developed on differential temperature and humidity in artificial food method of Gautam *et al*. (2010)

Condition (temperature & humidity)	Diet for mass rearing psocid of Gautam *et al*. (2010)	
	Period time from nymph to death of adult (days)	Progeny per female adult
1. 20±0.6 °C, 75±2.1%RH	>79.3±15.5	11.6±13.4
2. 25±0.6 °C, 75±2.8%RH	128.0±44.5	21.3±26.5
3. 30±2.2 °C, 50±9.8%RH	8.8±11.4	0.1±0.6
4. 30±2.3 °C, 60±10.9%RH	24.4±14.3	1.0±5.6

การทดลองที่ 4.2 การสำรวจและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เก็บรักษาในโรงเก็บเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

1.การสำรวจชนิด ปริมาณ ของแมลงศัตรูในโรงเก็บ

การสำรวจและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เก็บรักษาในโรงเก็บเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรได้ทำการสำรวจแมลงศัตรูโรงเก็บในโรงสีในเขตภาคกลาง จำนวน 18 จังหวัด จำนวนโรงสีที่เข้าสำรวจ 162 โรง การเก็บตัวอย่าง 56 โรง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 14 จังหวัด จำนวนโรงสีที่เข้าสำรวจ 97 โรง และที่เก็บตัวอย่าง 54 โรง

กรมวิชาการเกษตร

ภาคเหนือ จำนวน 7 จังหวัด จำนวนโรงสีที่เข้าสำรวจ 32 โรง และที่เก็บตัวอย่าง 19 โรง และในการเก็บตัวอย่างในภาคใต้ จำนวน 3 จังหวัด จำนวนโรงสีที่เข้าสำรวจ 6 โรง และที่เก็บตัวอย่าง 4

ปริมาณและชนิดแมลงที่พบในข้าวชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน พบแมลงในข้าวเปลือกทั้งหมด 32 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นแมลงศัตรู เป็นด้วง (order Coleoptera) 19 ชนิด และผีเสื้อ (order Lepidoptera) 3 ชนิด เป็นศัตรูในอันดับอื่น 2 ชนิด ได้แก่ เหาหนังสือ (order Psocoptera) และไร (order Acaridae) ส่วนแมลงศัตรูธรรมชาติ พบแตนเบียน (order Hymenopetra) 3 ชนิด มวนตัวห้ำ (order Hemiptera) 3 ชนิด ที่เหลือคือ แมงป่องเทียม (order Scorpiones) มด (order Hymenoptera) และแมงมุม ด้วงที่พบในข้าวเปลือกปริมาณสูงสุด คือ มอดข้าวเปลือก (F. Bostrichidae) รองลงมาคือ ด้วงงวงข้าวโพด (F.Curculionidae) มอดสยาม (F.Lophocateridae) และมอดหนวดยาว (F.Laemophloeidae) โดยเปอร์เซ็นต์การพบแมลงในตัวอย่างที่สำรวจ เท่ากับ 87.4, 76.9, 69.9 และ 67.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีปริมาณที่ตรวจพบในตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 6,953, 4,880, 5,310 และ 1,945 ตัว ตามลำดับ แมลงศัตรูที่สำคัญและพบมากในข้าวเปลือกอีกชนิดหนึ่ง คือ ผีเสื้อข้าวเปลือก (F. Gelechiidae) มีเปอร์เซ็นต์การพบในตัวอย่างที่สำรวจ 45.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณที่พบในตัวอย่างทั้งหมด เท่ากับ 907 ตัว เหาหนังสือเป็นแมลงอีกชนิดที่พบมากในข้าวเปลือกแต่ทำความเสียหายให้แก่ผลิตผลในปริมาณไม่มากเนื่องจากเป็นแมลงขนาดเล็กมาก ชอบกินเศษซาก โดยมีเปอร์เซ็นต์การพบในตัวอย่างที่สำรวจ 40.6 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณที่พบในตัวอย่างมากกว่า 3,000 ตัว จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าในข้าวเปลือกแมลงศัตรูที่สำคัญอันดับต้นได้แก่ มอดข้าวเปลือก และผีเสื้อข้าวเปลือก

แมลงที่เข้าทำลายในข้าวสารต้นหรือข้าวสารเต็มเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์การพบสูงในตัวอย่างข้าวสาร ได้แก่ มอดแป้ง (F. Tenebrionidae) มอดฟันเลื่อย (F. Sivanidae) ด้วงงวงข้าวโพด มอดหนวดยาว มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อข้าวสาร (F. Pyralidae) และเหาหนังสือ มีเปอร์เซ็นต์การพบในตัวอย่างเท่ากับ 70.9, 67.7, 55.1, 34.6, 33.9, 26.8 และ 26.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณที่พบในตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 1,853, 2,238, 3,185, 294, 975, 260 และ มากกว่า 1,000 ตัว ตามลำดับ จะเห็นว่าแมลงศัตรูที่สำคัญมีปริมาณการเข้าทำลายสูงจะแตกต่างจากข้าวเปลือก แมลงพวกนี้ทำลายในผลิตผลที่ผ่านกระบวนการแล้วและสามารถย้ายไปทำลายในข้าวเปลือกได้ด้วย ส่วนผีเสื้อข้าวสารแม้มีปริมาณการเข้าทำลายน้อยกว่าด้วงแต่ก่อให้เกิดความมเสียหายได้มาก เนื่องจากหนอนผีเสื้อข้าวสารมีขนาดตัวใหญ่กว่า จะชักใยสร้างรังและปล่อยมูลในข้าวสารทำให้ข้าวสารสกปรกได้มากกว่าด้วง ซึ่งชนิดของแมลงศัตรูที่สำรวจพบในข้าวสารสอดคล้องกับการสำรวจของ ใจทิพย์ และคณะ (2553) พบรายงานการสำรวจแมลงศัตรูโรงเก็บจาก 30 แหล่ง 14 จังหวัด พบแมลงศัตรูที่สำคัญ 8 ชนิด ได้แก่ ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย มอดหนวดยาว มอดสยาม ผีเสื้อข้าวเปลือก และเหาหนังสือ

ข้าวสารท่อนเป็นข้าวสารไม่เต็มเม็ดที่ถูกคัดแยกออกมาจากข้าวสารต้นในกระบวนการคัดแยกขนาด พบชนิดแมลงที่เข้าทำลายในตัวอย่างใกล้เคียงกับข้าวสารต้น คือ มอดแป้ง ด้วงงวง

กรมวิชาการเกษตร

ข้าวโพด มอดฟันเลื่อย มอดหนวดยาว มอดข้าวเปลือก และผีเสื้อข้าวสาร พบในตัวอย่างที่สำรวจเท่ากับ 88.9, 65.7, 64.8, 53.7, 41.7 และ 29.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณที่พบในตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 3,863, 3,268, 1,464, 995, 615 และ 375 ตัว

สำหรับข้าวสารปลายเป็นข้าวสารส่วนที่แตกหักในระหว่างการสีข้าวโดยเฉพาะในช่วงการขัดสีเอารำข้าวประกอบด้วยเศษข้าวส่วนปลายที่หักและจมูกข้าวบางส่วนซึ่งมีโปรตีนสูง พบชนิดแมลงที่เข้าทำลายในตัวอย่างใกล้เคียงกับข้าวสารท่อน คือ มอดแป้ง มอดหนวดยาว ด้วงงวงข้าวโพด มอดฟันเลื่อย มอดข้าวเปลือก และผีเสื้อข้าวสาร พบในตัวอย่างที่สำรวจเท่ากับ 92.9, 59.1, 54.3, 51.2, 44.9 และ 32.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณที่พบในตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 13,066, 728, 2,829, 1,007, 1,377 และ 787 ตัว แต่ปริมาณแมลงที่พบในตัวอย่างสูงมากเนื่องจากข้าวส่วนนี้เป็นส่วนที่มีปริมาณสารอาหารสูงแมลงชอบ

เศษข้าวเป็นส่วนของข้าวที่เหลือทิ้งจากกระบวนการคัดแยกขนาด ประกอบด้วยข้าวที่มีลักษณะไม่ตรงกับความต้องการ เช่น สีเหลือง สีดำ เมล็ดหญ้า ข้าวที่เก็บกวาดตามพื้น รวมทั้งแมลงที่ถูกคัดแยกออกระหว่างกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่จะถูกเก็บไว้ในโรงสีบริเวณปฏิบัติการเป็นเวลานานมักถูกละเลยทำให้มีปริมาณแมลงสะสมในส่วนนี้สูง แมลงที่พบเข้าทำลายในตัวอย่างได้แก่ มอดแป้ง ด้วงงวงข้าวโพด มอดข้าวเปลือก มอดหนวดยาว มอดฟันเลื่อย และด้วง Parolus (F. Tenebrionidae) พบในตัวอย่างที่สำรวจเท่ากับ 96.6, 69.0, 67.2, 63.8, 58.6 และ 48.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณที่พบในตัวอย่างทั้งหมดเท่ากับ 13,702, 23,427, 16,044, 1,748, 812 และ 2,638 ตัว ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบแมลงบางชนิดปริมาณสูงในบางพื้นที่ เช่น มอดสยาม (F. Trogositidae) พบในตัวอย่างที่สำรวจเพียง 24.1 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณที่พบสูงถึง 24,105 ตัว การพบแมลงในปริมาณสูงในเศษข้าวซึ่งเป็นขยะในโรงสี

ส่วนของศัตรูธรรมชาติที่พบในตัวอย่างข้าวที่สำรวจที่พบสม่ำเสมอในข้าวทุกชนิด คือ แตนเบียน 3 ชนิด คือ แตนเบียนมอด *Anisopteromalus calandrae* (F. Pteromalidae) แตนเบียน *Theocolax elegans* (F. Pteromalidae) แตนเบียนผีเสื้อข้าวสาร *Bracon hebetor* (F. Braconidae) และมวน 1 ชนิด คือ มวนหอม *Xylocoris flavipes* (F. Lyctocoridae) ซึ่งแตนเบียน *A. calandrae* และแตนเบียน *T. elegans*

สำหรับความสูญเสียของข้าวเปลือกและข้าวสารต้นเฉลี่ยทั่วประเทศพบว่า ข้าวเปลือกมีปริมาณเมล็ดดีเฉลี่ย 959.5+27.1 เมล็ด/1,000 เมล็ด หรือ 96 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเมล็ดเสีย 40.7+27.1 เมล็ด/1,000 เมล็ด หรือ 4.1 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสารต้นมีปริมาณเมล็ดดีเฉลี่ย 939.3+44.1 เมล็ด/1,000 เมล็ด หรือ 93.9 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเมล็ดเสีย 60.7+44.1 เมล็ด/1,000 เมล็ด หรือ 6.1 เปอร์เซ็นต์

2. การสร้างสมการประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

การหาสมการประเมินความเสียหายของข้าวสารหอมมะลิที่เก็บรักษาในโรงเก็บที่เกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม และจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ทำการศึกษาในโรง

กรมวิชาการเกษตร

เก็บข้าวสารทั้งหมด 15 โรง ใน 7 จังหวัด ได้แก่จังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก นครสวรรค์ สระบุรี สุพรรณบุรี นนทบุรี และกรุงเทพ นำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูญเสีย (Crop losses) ระยะเวลาการเก็บรักษา (Month) ปริมาณแมลง (Amount of insect pests) ความชื้นของเมล็ด (Grain moisture content) อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature) และความชื้นของอากาศ (Humidity) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 เดือน เมื่อทำการรวิเคราะห์หาสมการ regression ได้ผลดังนี้ การวิเคราะห์ค่า VARIANCE พบว่า ค่าตัวแปร (X) ต่างๆ สามารถอธิบายความสูญเสีย (Y) ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของสมการเท่ากับ 0.93 เป็นที่ค่อนข้างสูง แสดงว่าสมการที่ได้สามารถประเมินการกระจายตัวของ Y ได้มากถึง 93 เปอร์เซ็นต์ จากการหา CORRELATION MATRIX ของทุกปัจจัย พบว่าปริมาณความสูญเสียมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษา และปริมาณแมลง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ค่า CORRELATION MATRIX เท่ากับ 0.958 และ 0.799 และมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นเมล็ดและความชื้นของอากาศอย่างมีนัยสำคัญที่ค่าเท่ากับ 0.215 และ 0.225 นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีความสัมพันธ์กับปริมาณแมลงที่พบในตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 0.803

สมการ Regression ที่ได้ คือ

Y = -13.5 + 3.66(Storage period) + 0.1(Amount of insect pests) + 1.0(Moisture content) + 0.03(Air Temperature) - 0.02(Humidity)

Y = ปริมาณความสูญเสีย (ต่อ 1000 เม็ด)

แต่เมื่อทำการทดสอบว่าตัวแปรอิสระ (X) มีผลต่อตัวแปรตาม (Y) คือความสูญเสียของเมล็ดทุกตัวหรือไม่ ด้วยการทดสอบแบบ T-test กลับพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษา และความชื้นของเมล็ดมีอิทธิพลต่อปริมาณความสูญเสีย อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ขณะที่ปริมาณแมลง อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศยังอธิบายความสูญเสียได้ไม่ชัดเจน จึงต้องทำการปรับปรุงการเก็บข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณแมลงควรปรับปรุงด้านการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสม และทำการเพิ่มพื้นที่การทดสอบเพิ่มมากขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ชีววิทยาและการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) ที่พบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า เหาหนังสือที่สำรวจในเขตภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* เมื่อทำการจำแนกชนิดของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. โดยใช้คู่มือการจำแนกชนิดของ Mockford (1991) พบว่า มีความใกล้เคียงกับ *L. bostrychophila* เหาหนังสือมีการเจริญเติบโต แบ่งเป็น 3 ระยะได้แก่ ระยะไข่ ใช้เวลา 7.7±1.2 วัน ระยะตัวอ่อน ใช้เวลา 17.6±3.4 วัน และ ระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลา 8.4±3.2วัน สำหรับขั้นตอนในการเพาะเลี้ยง และขยายพันธุ์เหาหนังสือนั้น พบว่า สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงเหาหนังสือของกรมวิชาการเกษตร สามารถเพิ่มปริมาณของการขยายพันธุ์เหาหนังสือได้ดีในสภาพห้องปฏิบัติการ การศึกษา

กรมวิชาการเกษตร

ทางด้านปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ พบว่า อุณหภูมิ 30±2.2องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50±9.8% มีผลกระทบต่อเหาหนังสือทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโต และแห้งตายได้ในที่สุด ส่วนอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือคือ 25±0.6องศาเซลเซียส และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75±2.8%จากการทดลองข้อมูลพื้นฐานนี้ จะเป็นแนวทางที่สามารถนำมาปรับใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโต และทำให้จำนวนประชากรของเหาหนังสือลดลงได้ นอกจากนี้ การสำรวจ และสุ่มเก็บตัวอย่างเหาหนังสือ จำเป็นต้องมีการสำรวจ และเก็บตัวอย่างในภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศ เช่น ภาคกลาง ภาคเหนือ เป็นต้นเพื่อให้ได้ข้อมูลการแพร่กระจาย และชนิดที่พบในประเทศไทย

การสำรวจและประเมินความเสียหายของผลิตผลเกษตรที่เก็บรักษาในโรงเก็บเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ได้ทำการสำรวจแมลงศัตรูโรงเก็บในโรงสีทั่วประเทศจำนวนใน 42 จังหวัด โดยเก็บตัวอย่างจากโรงสีและโรงเก็บข้าวจำนวน 133 โรง พบแมลงในโรงเก็บข้าวทั้งหมด 38 ชนิด เป็นแมลงศัตรู 26 ชนิด แบ่งเป็นด้วง 21 ชนิด ผีเสื้อ 3 ชนิด เป็นศัตรูในอันดับอื่น 2 ชนิด พบแมลงศัตรูธรรมชาติ 12 ชนิด แบ่งเป็นแตนเบียน 4 ชนิด มวนตัวห้ำ 4 ชนิด นอกจากนั้นเป็น ด้วง แมงป่องเทียม มด และแมงมุม โดยแมลงศัตรูที่พบมากในข้าวเปลือกได้แก่ มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าวโพด มอดสยาม และมอดหนวดยาว สำหรับแมลงที่เข้าทำลายในข้าวสารต้น ได้แก่ มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย ด้วงงวงข้าวโพด มอดหนวดยาว มอดข้าวเปลือก ผีเสื้อข้าวสาร และเหาหนังสือ ส่วนข้าวสารท่อน ข้าวสารปลาย และเศษข้าว พบชนิดแมลงที่เข้าทำลายใกล้เคียงกับข้าวสารต้นแต่ปริมาณแมลงที่พบมีสูงกว่า เนื่องจากข้าวพวกนี้เป็นสินค้าที่จำหน่ายได้น้อย และส่วนใหญ่จะจัดเก็บรวมกับสินค้าหลักคือข้าวเปลือกและข้าวสารต้น ทำให้ปริมาณแมลงโยกย้ายไปทำลายในสินค้าหลักมากขึ้น ควรจัดการแยกแหล่งจัดเก็บและหมั่นทำความสะอาดโรงเก็บเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรู ส่วนของศัตรูธรรมชาติที่พบสม่ำเสมอในข้าวทุกชนิด คือ แตนเบียน 3 ชนิด คือ แตนเบียนมอด *A. calandrae* แตนเบียน *T. elegans* แตนเบียนผีเสื้อข้าวสาร และมวน 1 ชนิด คือ มวนหอม ซึ่งแมลงศัตรูธรรมชาติเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาสมดุลของแมลงในโรงเก็บ การเลือกใช้วิธีการป้องกันกำจัดแมลงควรเลือกวิธีที่เลี่ยงการทำลายศัตรูธรรมชาติ สำหรับความสูญเสียของข้าวเปลือกและข้าวสารต้นเฉลี่ยทั่วประเทศมีปริมาณเมล็ดเสีย 4.1 และ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การสร้างสมการประเมินความสูญเสียของข้าวสารหอมมะลิที่เก็บรักษาในโรงเก็บที่เกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้สมการที่มีค่า มีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของสมการเท่ากับ 0.93 โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความสูญเสียที่สำคัญ คือ ระยะเวลาการเก็บรักษา และความชื้นของเมล็ด ขณะที่ปริมาณแมลง อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศยังอธิบายความสูญเสียได้ไม่ชัดเจน สำหรับการทดลองในขั้นต่อไปจะเป็นการนำสมการที่ได้ไปทดสอบความแม่นยำในสภาพการเก็บรักษาจริง

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมงานวิจัยที่ 5

การกำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

Controlling Fruit and Vegetables Postharvest Insect Pests

ชื่อผู้วิจัย

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์	พณัญญา พบสุข
รังสิมา เก่งการพานิช	ศรุตา สิทธิไชยากุล
รัตนาพร พงษ์มี	กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม
ภาวินี หนูชนะภัย	สัญญาณี ศรีคชา

บทคัดย่อ

การกำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว มุ่งเน้นการกำจัดแมลงศัตรูผักผลไม้เพื่อการส่งออกด้วยวิธีการที่ปลอดภัย และเพื่อหาสารรมทดแทนเมทิลโบรไมด์ซึ่งได้ดำเนินการในปี 2559-2563 ประกอบด้วย 5 การทดลอง ดังนี้ 1) การใช้สารรมอีโคฟูม (ECO_2FUME) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุด พบว่า สารรมอีโคฟูมที่อัตรา 7-70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร รมนาน 2 ชั่วโมงสามารถกำจัดเพลี้ยแป้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเพศเมียได้ทั้งหมด แต่ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ทดลองคือ 210 กรัม/ลูกบาศก์เมตร รมนาน 24 ชั่วโมงยังสามารถไม่สามารถกำจัดระยะไข่ของเพลี้ยแป้งมังคุดได้ทั้งหมด 2) การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมเมทิลโบรไมด์ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดในสภาพการรมเพื่อการส่งออก พบว่าการรมเมทิลโบรไมด์อัตรา 24-32 mg/l นาน 120 นาที ไม่สามารถกำจัดแมลงวันทองพริกได้ทั้งหมดในทุกระยะการเจริญเติบโต 3) การใช้สารรมอีโคฟูมในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดเพื่อการส่งออก พบว่าสารรมอีโคฟูมที่ อัตรา 1,400 ppm นาน 4 ชั่วโมง สามารถกำจัดแมลงวันผลไม้ในระยะหนอนวัย 2 และ วัย 3 ได้ทั้งหมด และที่อัตรารม 3,000 ppm นาน 4 ชั่วโมง สามารถกำจัดหนอนวัย 1 ได้แต่ยังไม่สามารถกำจัดระยะไข่ได้ทั้งหมด 4) การจัดการเพลี้ยแป้งลองกอง (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ได้ทดสอบการกำจัดมดบนต้นลองกองซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณเพลี้ยแป้งบนช่อลองกอง ด้วยการใช้กับดักมด 2 ชนิด คือ กับดักมดพร้อมเหยื่อพิษ (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) กับดักกาวเหนียว และการใช้สารเคมีกำจัดมด คือ carbosulfan 20%EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่ากับดักมดพร้อมเหยื่อพิษมีประสิทธิภาพในการกำจัดมดได้ใกล้เคียงกับการใช้สารฆ่าแมลง carbosulfan และพบปริมาณเพลี้ยแป้งบนช่อลองกองน้อยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบเพลี้ยแป้ง 0.54-1.74 ตัวต่อช่อ ส่วนการทดสอบการกำจัดเพลี้ยแป้งบนช่อลองกองหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการฉีดพ่น Sodium lauryl sulfate (SLS) 1.25% สารสกัดสะระแหน่+สารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% สารสกัดจากหัวกลอย 0.5% และไวท์ออย 67% EC 0.5% พบว่าการฉีดพ่นด้วย SLS สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้ 91.62% ส่วนสารสกัดสะระแหน่ผสมสารสกัดจากเปลือกมังคุด ไวท์ออย และสารสกัดจากหัวกลอย กำจัดเพลี้ยแป้งได้ 80.41% 78.71% และ 19.48% ตามลำดับ โดยทุก

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีมีผลต่อการหลุดล่วงของผลลองกองมากกว่ากรรมวิธีควบคุม 5) การพัฒนาการจัดการเพลี้ยแป้งทุเรียน *Planococcus minor* (Maskell) ด้วยสมุนไพร พบว่า สารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % ที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ และสารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % ที่สกัดด้วยน้ำ สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้เท่ากับ 81.59% และ 68.92% ตามลำดับ

Abstract

The eliminate fruit and vegetables pests after harvesting was focused on fruits and vegetables quality for export in a safe way and to finding methyl bromide substitutes. This project was carried out in the years 2016-2020 and the amounts of experiments were 5 experiments. 1) The study of application of ECO_2FUME to control *Pseudococcus cryptus* Hempel was found that eco_2fume concentration of 7 to 70 g/m^3 for 2 h could completely eradicate nymphs and adults of *P. cryptus*. However, the highest dose of 210 g/m^3, 24h from this experiment did not completely control the eggs. 2) The study of Efficacy Studies on methyl bromide for control of Solanum fruit fly (*Bactrocera latifrons* (Hendel)) in fresh chili for export was found that methyl bromide concentration of 24 to 32 mg/l for 120 minutes could not completely control all Solanum fruit fly in all growth stage. 3) The study of The Use of Eco_2fume to Control Solanum Fruit Fly in Fresh Chili for Exporting was found that eco_2fume concentration of 1,400 ppm for 4 h could completely control 2nd and 3rd larva stage of Solanum Fruit Fly and at concentration of 3,000 ppm for 4 h could completely control 1st larva stage but could not completely control in egg stage of Solanum Fruit Fly. 4) The study of Postharvest management of mealybug (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) on Longong was conduct to the effectiveness of liquid and bait for control number of feeding worker ant in the Longong orchard which related to mealy bugs with 2 kind of traps (Liquid ant bait (boric acid 0.3%+sucrose 25%) and Sticky traps) and one insecticide (Carbosulfan 20%EC (50 ml./20 l)). The results shown that Carbosulfan 20%EC (50 ml./20 l) and Liquid ant bait (boric acid 0.3%+sucrose 25%) were highest efficiency for control mealybugs and it found average number of mealybug on Longong fruit was 0.54-1.74 insect/ bunch. For the eliminate mealybugs on longong bunch after harvesting by spraying Sodium lauryl sulfate (SLS) concentration 1.25%, a mixture of *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5%, *Dioscorea hispida* concentration 0.5% and white

oil 67% EC 0.5% was conducted in laboratory condition. The result shown that Sodium lauryl sulfate (SLS) concentration 1.25% was the most effective treatment with 91.62% mortality rate follow by a mixture of *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5%, white oil 67%EC 05% and *Dioscorea hispida* concentration 0.5% with mortality rate 80.41% 78.71% and 1948%, respectively. It was found that all treatments had more fruit drop effect than control treatment after 7 days. 5) The study of eliminate of mealybug (*Planococcus minor* Maskell) by using herbal extract was found that *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5% was extracted using 95% ethyl alcohol and *Mental cordifolia* concentration 0.5% + *Garcinia mangostana* concentration 0.5% using dissolving with water with mortality rate 81.59% and 68.92% respectively.

บทนำ

ปัญหาการปนเปื้อนแมลงศัตรูพืชกักกัน ได้แก่ แมลงวันผลไม้ และเพลี้ยแป้ง ในผัก ผลไม้ เช่น พริก มังคุด ทุเรียน และลองกอง เป็นปัญหาสำคัญสำหรับการส่งออกต่างประเทศ เนื่องจากเป็นเงื่อนไขของประเทศปลายทางจะไม่รับสินค้าที่มีการปนเปื้อนแมลงเหล่านี้ และวิธีการที่ผู้ส่งออกนิยมใช้ในการกำจัดแมลงคือ การรมด้วยสารรมเมทิลโบรไมด์ เพื่อใช้กำจัดแมลงในไม้ดอก ผัก และผลไม้เพื่อการส่งออก เมทิลโบรไมด์แม้ปัจจุบันจะมีมาตรการลดการใช้สารรมชนิดนี้ในการรมสินค้าที่ใช้ภายในประเทศ และอนุญาตให้ใช้เฉพาะการรมสินค้าส่งออกเท่านั้นและมีมาตรการลดปริมาณการใช้ลงทุกปี ทำให้ต้นทุนการใช้เมทิลโบรไมด์สูงขึ้น แต่เนื่องจากยังไม่มีสารรมที่มีประสิทธิภาพสูงเทียบเท่าจึงยังต้องมีการใช้อยู่ในปัจจุบัน และมีความพยายามหาสารรมชนิดใหม่ๆขึ้นมาทดแทน ซึ่งอีโคฟูมเป็นสารรมที่มีแนวโน้มที่สามารถใช้รมผักและผลไม้ได้

สารรมอีโคฟูม (eco_2fume) เป็นสารรมที่ทีส่วนประกอบของฟอสฟีน 2% (by weight) และคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide: CO_2) 98% ข้อได้เปรียบของสารรมชนิดนี้ก็คือ สารรมอีโคฟูมเป็นสารรมที่ไม่ติดไฟ 2) พร้อมสำหรับใช้งานเนื่องจากผสมมาเรียบร้อยแล้วในถัง cylinder 3) ไม่มีของเสีย (no waste by product) เหลืออยู่หลังจากการรม นอกจากนี้ยังพบว่า สามารถใช้สารรมอีโคฟูมกำจัดแมลงศัตรูพืชในผลไม้ได้ เช่น ส้ม โดยทวีศักดิ์ และคณะ (2551) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของอีโคฟูมโดยปล่อยสารรมอีโคฟูมเพื่อกำจัดเพลี้ยแป้งในผลมังคุดโดยการปล่อยสารรมอีโคฟูมในระยะเวลาต่างๆกัน ผลการทดลองพบว่าทุกระยะเวลามีประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยแป้งได้ 100 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการใช้เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) เป็นวิธีการที่ช่วยแก้ปัญหาแมลงศัตรูพืชกักกันที่ปนเปื้อนไปกับผักสดส่งออกได้ เนื่องจากเมทิลโบรไมด์เป็นสารรมที่ทั่วโลกใช้สำหรับกำจัดแมลง

กรมวิชาการเกษตร

ศัตรูพืชกักกัน (quarantine pests) ก่อนการนำเข้าและส่งออกผัก ผลไม้ และผลิตผลเกษตรหลายชนิด ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย อินเดีย เป็นต้น มีการกำหนดให้รมพืชผักสด ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ ด้วยเมทิลโบรไมด์เพื่อกำจัดศัตรูพืชกักกันก่อนการนำเข้า โดยมีข้อกำหนด ดังนี้ การรมเงาะเพื่อกำจัดแมลงวันทองพริก (*B. papayae*) ใช้เมทิลโบรไมด์อัตรา 32 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร นาน 3 ชั่วโมง 30 นาที การรมหน่อไม้ฝรั่งเพื่อกำจัดแมลงวันทองพริก (*Bactrocera dorsalis*) และเพลี้ยแป้ง (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)) ใช้เมทิลโบรไมด์อัตรา 40 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร นาน 120 นาที (www.fao.org/docrep/x5042e/x5042E0s.htm, 1 เม.ย. 2554) สำหรับพิษตกค้างของเมทิลโบรไมด์ในผักสดนั้นกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปมีการกำหนดค่า MRLs ของเมทิลโบรไมด์ไว้ที่ 0.05 ppm (www.bayercropscience.co.th/foodsafety/fst_mrl.php, 11 ก.ค. 2554) รังสิมา และคณะ (2557) รายงานว่าการรมพริกสดด้วยเมทิลโบรไมด์ที่ อัตรา 24, 26, 28 และ 30 มก./ลิตร นาน 2 ชั่วโมงเพื่อกำจัดแมลงวันทองพริกในห้องปฏิบัติการ พบว่าทุกอัตราการรมไม่สารมารถกำจัดแมลงวันทองพริกได้ 100% ทุกระยะการเจริญเติบโต ดังนั้นจำเป็นต้องทำการทดสอบต่อเพื่อหาอัตราการใช้ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการรมพริกเพื่อกำจัดแมลงวันทองพริก นอกจากนี้ยังมีสารรมที่น่าสนใจสามารถนำมาพัฒนาใช้ทดแทนเมทิลโบรไมด์ได้ในบางกรณี นั่นคือ สารอีโคฟูม (Eco_2fume) โดยสารอีโคฟูมมีส่วนประกอบของฟอสฟีน(PH_3) 2% และคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) 98% โดยในหลายประเทศมีการนำสารชนิดนี้มาใช้ในการรมผลิตผลเกษตรเพื่อกำจัดแมลงเนื่องจากไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถนำมาใช้กำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้ที่สำคัญได้ William and Ryan (2001) รายงานว่าสารรมอีโคฟูมมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ หนอนแมลงวันผลไม้ *Bactorcera tryoni*) และหนอนผีเสื้อ ที่เป็นศัตรูพืชของส้ม และระยะไข่ หนอน และดักแด้ ของผีเสื้อ (*Epiphyas posititana*) ที่เป็นศัตรูพืชของลูกแพร์ และผีเสื้อ(*Cydia pomonella*) ที่เป็นศัตรูพืชของแอปเปิ้ล อีกทั้งสารรมอีโคฟูมยังไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลไม้ทั้ง 3 ชนิดอีกด้วย ดวงสมรและคณะ (2561) รายงานว่า สารรมอีโคฟูมที่อัตรา 7 และ 70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 2 ชั่วโมง สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุด (*Pseudococcus cryptus* Hempel) ระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยได้ ในพืชผัก Sait Erturk และคณะ (2016) รายงานว่า สารรอีโคฟูมมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการกำจัดเพลี้ยไฟ (*Frankliniella occidentalis* Pergande) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชของมะเขือเทศ และพริก ก่อนการส่งออกทางเรือของประเทศตุรกี ในไม้ตัดดอก ดวงสมรและคณะ (2558) ศึกษาประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมในการกำจัดเพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi* Karny) ในกล้วยไม้ส่งออก พบว่าสามารถกำจัดเพลี้ยไฟได้ในระยะไข่ ระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัย ที่อัตรา 2000 ppm นาน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้การใช้สารสกัดจากพืช ก็เป็นทางเลือกที่สามารถนำมาใช้กับสินค้าเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากลดปัญหาเรื่องพิษตกค้างของสารเคมีในสินค้าเกษตรในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจกับการป้องกันกำจัดแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีมากขึ้น ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน สารใช้สกัดจากพืช ซึ่งเป็นสารที่ได้รับจากการสกัดจากพืช โดยมีองค์ประกอบทางเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้สารเคมี สามารถนำมากำจัดแมลงได้หลายชนิด เช่น สารสกัดจากสะระแหน่ และเปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) มีสาระสำคัญคือสารแซนโทน (Xanthones) และแทนนิน (Tannins) โดยสารทั้ง 2 ชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา แบคทีเรีย รวมไปถึงการกำจัดแมลงบางชนิด สะระแหน่ (*Mentha cordifolia* Opiz) มีสารออกฤทธิ์หลายชนิด ได้แก่ สารเมนทอล (menthol) เมนโทน (menthone) คาร์โวน (cavone) เมทิลอะซิเตต (methyl acetate) และไพเพอริโทน (piperitone) เป็นต้น ซึ่งสารออกฤทธิ์เหล่านี้มีคุณสมบัติ ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเชื้อรา (Kumar et al., 2010; Hussain *et al*., 2008) และสามารถกำจัดแมลงได้ เช่น ยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ (มยุรา 2557) อัจฉราและคณะ (2553) รายงานว่า สารสกัดจากสะระแหน่กับสารสกัดจากเปลือกมังคุดมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ทำให้เพลี้ยแป้งทุเรียนตาย 100% สารสกัดจากกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) มีสารที่เป็นอันตราย คือ ไดออสคอรีน (Dioscorine) และ ไดออสจินีน(Diosgenin) มีผลต่อประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการใจสั่น อาเจียน ตาพร่ามัว เป็นลม หมดสติ และอาจถึงตายได้ (วราและคณะ, 2520) ดังนั้นการนำเอาสารสกัดจากพืชดังกล่าวมาใช้ในการกำจัดเพลี้ยแป้งลองกองที่พบหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนสารเคมีเพื่อนำมาใช้ในการกำจัดเพลี้ยแป้งลองกองหลังการเก็บเกี่ยวได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 5.1 การใช้สารรมอีโคฟูม (ECO_2FUME) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุด

1. การเลี้ยงขยายพันธุ์เพลี้ยแป้งมังคุด (*Pseudococcus cryptus* Hempel) เพื่อให้ได้เพลี้ยแป้งระยะไข่ ตัวอ่อน และเต็มวัยเพศเมีย

2. การทดสอบกับเพลี้ยแป้งมังคุดระยะการเจริญเติบโตต่างๆ โดยนำเพลี้ยแป้งมังคุดระยะต่างๆที่เตรียมไว้สำหรับการทดลองวางลงในโหลแก้ว และทดสอบการรมในโหลแก้วภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ แต่เนื่องด้วยเพลี้ยแป้งมังคุดแต่ละระยะมีความทนทานต่อสารรมอีโคฟูมแตกต่างกัน จึงต้องแบ่งการทดสอบสารรมออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดสอบสารรมอีโคฟูมกับเพลี้ยแป้งระยะไข่ (0-7 วัน) ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยเพศเมีย ที่ระยะเวลาการรม 2 ชั่วโมง โดยมี 11 กรรมวิธี คือ รมด้วยอีโคฟูม อัตรา 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

2.2 การทดสอบสารรมอีโคฟูมกับเพลี้ยแป้งระยะไข่ (0-7 วัน) ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยเพศเมีย 7 กรรมวิธี คือ รมด้วยอีโคฟูม อัตรา 0, 84, และ 105 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลา 2 และอัตรา 0, 35, 70, 84 และ 140 กรัม/ลูกบาศก์เมตร 24 ชั่วโมง

2.3 การทดสอบสารรมอีโคฟูมกับเพลี้ยแป้งระยะไข่ (0-7 วัน) รมนาน 6, 9, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง มี 6 กรรม คือ รมด้วยอีโคฟูม อัตรา 0, 35, 70, 84, 105 และ 140 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

กรมวิชาการเกษตร

2.4 การทดสอบสารรมอีโคฟูมกับเพลี้ยแป้งระยะไข่อายุ (1, 3 และ 7 วัน) ระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะเวลาการรม 24 ชั่วโมง โดยมี 6 กรรมวิธี คือ รมด้วยอีโคฟูม อัตรา 0, 70, 105, 140, 175 และ 210 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

การทดลองที่ 5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมเมทิลโบรไมด์ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดในสภาพการรมเพื่อการส่งออก

1. การเตรียมแมลงวันทองพริกสำหรับการทดสอบ 4 ระยะ คือ ระยะไข่ หนอนวัย 1, 2 และ 3

2. การทดสอบเพื่อหา delay effect ของเมทิลโบรไมด์ในการกำจัดหนอนของแมลงวันทองพริกในตู้รมเพื่อการส่งออก โดยรมเมทิลโบรไมด์กับหนอนของแมลงวันทองพริกวัย 1, 2 และ 3 ในสภาพตู้รมยา และตรวจสอบอัตราการตายของหนอนแมลงวันทองพริกหลังเสร็จสิ้นการรม 3, 6, 9 และ 15 ชั่วโมง

3. การทดสอบแมลงวันทองพริกระยะไข่ และหนอนวัย 1, 2 และ 3 ในตู้รมเพื่อการส่งออกที่อัตรา 32 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 120 นาที

การทดลองที่ 5.3 การใช้สารรมอีโคฟูมในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดเพื่อการส่งออก

1. การเตรียมแมลงวันแมลงวันผลไม้ในพริกสำหรับการทดสอบ 4 ระยะ คือ ระยะไข่ หนอนวัย 1, 2 และ 3

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมกับแมลงวันผลไม้ในพริกในระยะไข่ หนอนวัย 1 2 และ 3 ในห้องปฏิบัติการ ทดสอบรมด้วยอีโคฟูม ที่อัตรา 0, 1,100, 1,400, 1,700, 2,000, 2,500 และ 3,000 ppm นาน 3 และ 4 ชั่วโมง โดยทดสอบรมในโหลแก้ว

3. ตรวจวัดความเข้มข้นของสารอีโคฟูมด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ (GC) โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ (Trace 1300) ทุกการทดลองต้องทำการตรวจสอบความเข้มข้นของสารรมอีโคฟูม

การทดลองที่ 5.4 การจัดการเพลี้ยแป้งลองกอง (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว

1. การศึกษาวิธีการจัดการมดดำและเพลี้ยแป้งในลองกองก่อนการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้เหยื่อพิษกำจัดมดดำในแปลงลองกอง โดยมีกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 carbosulfan 20%EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 กับดักมดที่บรรจุเหยื่อพิษชนิดเหลวที่บรรจุสาร boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25% (ตามกรรมวิธีดวงทิพย์, 2554)

กรรมวิธีที่ 3 กับดักกาว (horticultural glue)

กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีควบคุม (ไม่มีกรรมวิธีใดๆ)

กรมวิชาการเกษตร

โดยวิธีการพ่นสารให้พ่นบนทรงพุ่มลองกองให้ทั่ว สำหรับการใช้กับดักร่วมกับเหยื่อพิษให้วางกับดักจำนวน 4 กับดักต่อ 1 ไร่ เปลี่ยนเหยื่อพิษชนิดเหลวเดือนละ 1 ครั้ง ส่วนวิธีการใช้กับดักกาว โดยใช้เทปพันกิ่ง พันรอบโคนต้นลองกองสูงจากพื้นดิน 30-50 เซนติเมตร จากนั้นใช้เกรียงป้ายกาวเหนียวให้หนาประมาณ 2 มิลลิเมตรให้ทั่วรอบโคนต้น ทำการกับดักกาวเปลี่ยนทุก 15 วัน

2. การจัดการเพลี้ยแป้งลองกอง (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) หลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารสกัดสมุนไพร 3 ชนิด คือ หัวกลอย สะระแหน่ และเปลือกมังคุด เปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นรวมทั้งหมด 5 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % อัตราส่วน 1:1 (ตามกรรมวิธีของ อัจฉราและคณะ, 2553)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากหัวกลอยความเข้มข้น 0.5%

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นด้วยไวท์ออย 67% EC 0.5%

กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นด้วย Sodium lauryl sulfate (SLS) (สารสำคัญในสบู่เหลว) ความเข้มข้น1.25% (ตามกรรมวิธีวิบูลย์และคณะ, 2549)

กรรมวิธีที่ 5 ฉีดพ่นด้วยน้ำ (กรรมวิธีควบคุม)

โดยการฉีดพ่นสารตามกรรมวิธีที่กำหนด หลังจากนั้นเก็บช่อลองกองใส่กล่องที่มีเพลี้ยแป้งลองกอง และตรวจนับจำนวนเพลี้ยแป้งที่เป็นและตายหลังการฉีดพ่นที่ 24 และ 72 ชั่วโมง และตรวจสอบคุณภาพผลลองกองหลังการฉีดพ่นสาร

การทดลองที่ 5.5 การพัฒนาการจัดการเพลี้ยแป้งทุเรียน *Planococcus minor* (Maskell) ด้วยสมุนไพร

1. เตรียมสารสกัดจากพืชสมุนไพร 2 ชนิด สะระแหน่ และเปลือกมังคุด ด้วยการสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ (ตามกรรมวิธีของ อัจฉราและคณะ, 2553)

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรกับเพลี้ยแป้งทุเรียนในแปลงทดสอบ โดยแบ่งระยะการพ่นสารก่อนการเก็บเกี่ยว 2 ระยะ คือ การเก็บเกี่ยว 0 และ 7 วัน และพ่นสารสกัดและสารฆ่าแมลง 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์อัตราส่วนผสมสารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % อัตราส่วน 1:1

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดด้วยน้ำอัตราส่วนผสมสารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % อัตราส่วน 1:1

กรรมวิธีที่ 3 Carbosulfan 20% EC ความเข้มข้น 0.1 %

กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีควบคุม ฉีดพ่นด้วยน้ำ

เวลาและสถานที่

เวลา ตุลาคม 2562- กันยายน 2563

กรมวิชาการเกษตร

สถานที่ กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
แปลงปลูกลองกอง และทุเรียน จังหวัดจันทบุรี

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 5.1 การใช้สารรมอีโคฟูม (ECO_2FUME) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุด

การทดสอบระยะไข่ ระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัยเพศเมียของเพลี้ยแป้งมังคุดกับสารรมอีโคฟูมที่อัตรา 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 2 ชั่วโมง พบว่าสารรมอีโคฟูมในทุกกรรมวิธีไม่สามารถกำจัดระยะไข่ ของเพลี้ยแป้งมังคุดได้ และสารรมอีโคฟูมอัตรา 7 และ 70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 2 ชั่วโมงสามารถกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุดระยะตัวอ่อนและเพลี้ยแป้งมังคุดได้ 100 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบด้วยการเพิ่มความเข้มข้นสารรมอีโคฟูมที่อัตรา 35 และ 70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ที่รมนาน 24 ชั่วโมง และที่อัตรา 70, 105 และ 140 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ที่รมนาน 2 ชั่วโมง พบว่าเพลี้ยแป้งระยะไข่ที่ทำการทดสอบทุกอัตรา สามารถฟักออกมาเป็นตัวอ่อนได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเท่ากับ 5.4, 11.2, 100, 81.6 และ 90.4 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับเพลี้ยแป้งมังคุดระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การตาย 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกอัตรา

การทดสอบการใช้สารรมอีโคฟูมอัตรา 35, 70, 105 และ 140 กรัม/ลูกบาศก์เมตร รมนาน 6, 9, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง พบว่าไม่สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งระยะไข่ได้ถึงแม้ว่าจะใช้อัตราของสารรมอีโคฟูมที่สูงก็ไม่สามารถกำจัดระยะไข่เพลี้ยแป้งมังคุดได้

การทดสอบสารรมอีโคฟูมกับเพลี้ยแป้งระยะไข่ที่มีอายุที่แตกต่างกัน โดยทำการศึกษาถึงอายุของไข่ที่มีอายุ 1, 3 และ 7 วัน อัตรารม 70-210 กรัม/ลูกบาศก์เมตร รมนาน 24 ชั่วโมง พบว่าไข่อายุ 1 วัน พบตัวอ่อนเพลี้ยแป้งฟักออกมาจากไข่ได้ในทุกกรรมวิธี โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 5.8-86.9 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ไข่อายุ 3 วัน พบเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 0-2.2 เปอร์เซ็นต์ แต่ในไข่ที่มีอายุ 7 วัน พบว่าไม่มีระยะตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งฟักออกมาจากไข่ในทุกกรรมวิธี

สรุปได้ว่าอายุไข่ที่แตกต่างกันมีผลต่อการความทนทานต่อสารรมอีโคฟูม โดยไข่ที่มีอายุน้อยจะสามารถทนทานได้มากกว่าไข่ที่มีอายุมากเนื่องจากอัตราการหายใจที่ต่ำกว่า ในขณะที่ระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งที่ทดสอบในผลมังคุดไม่พบการรอดชีวิตในทุกอัตราที่ทำการทดสอบ ดังนั้นสารรมอีโคฟูมที่อัตราสูงที่สุด คือ 210 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 24 ชั่วโมงยังไม่สามารถกำจัดระยะไข่ของเพลี้ยแป้งมังคุดได้ 100 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมเมทิลโบรไมด์ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดในสภาพการรมเพื่อการส่งออก

1. การทดสอบกับแมลงวันทองพริกระยะไข่ และหนอน ในห้องปฏิบัติการ

กรมวิชาการเกษตร

จากการรมไข่ หนอนวัย 1, 2 และ 3 ของแมลงวันทองพริกด้วยเมทิลโบรไมด์อัตรา 0, 24, 28, 30, 32 mg/l นาน 120 นาที ในห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองพบว่าไข่ของแมลงวันทองพริกสามารถพัฒนาและฟักเป็นหนอนได้ 100, 86.7, 80.0, 73.4 และ 46.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ 24 ชั่วโมงยังไม่มีไข่ฟัก ไข่จะฟักจำนวนมากเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ไข่จะฟักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่ที่ 120 และ 148 ชั่วโมง จะไม่พบการฟักของไข่ ส่วนอัตราการตายของหนอนแมลงวันทองพริกหลังเสร็จสิ้นการรม 48 ชั่วโมงมีดังนี้ **หนอนวัย 1** 16.6, 77.2, 88.6, 92.3 และ 97.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ **หนอนวัย 2** 26.6, 73.3, 86.6, 83.3 และ 93.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ **หนอนวัย 3** 14.3, 68.2, 74.9, 79.5 และ 88.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมื่อเช็คอัตราการตายหลังเสร็จสิ้นการรม 3 ชม. พบว่าหนอนของแมลงวันทองพริกทั้ง 3 วัย ตายเพียง 10-30%

2. การทดสอบกับพริกสดและแมลงวันทองพริกระยะไข่ และหนอน ในตู้รม

เนื่องจากการรมทุกอัตราที่ทดสอบยังไม่สามารถกำจัดแมลงวันทองพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่สามารถนำอัตราที่มีประสิทธิภาพมาทดสอบในตู้รมได้

การทดลองที่ 5.3 การใช้สารรมอีโคฟูมในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดเพื่อการส่งออก

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมต่อการกำจัดแมลงวันทองพริก ในห้องปฏิบัติการ ทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมกับแมลงวันทองพริก ระยะไข่ และหนอนวัย 1 2 และ 3 ในพริกสด ด้วยสารรมอีโคฟูมอัตรา 1,100 1,400 และ 1,700 ppm ที่ระยะเวลา 3 และ 4 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารรมอีโคฟูมที่ อัตรา 1,400 ppm นาน 4 ชั่วโมง สามารถกำจัดแมลงวันผลไม้ในระยะหนอนวัย 2 และ วัย 3 ได้เกือบ 100% แต่ระยะไข่ และหนอนวัย 1 ที่อัตราเดียวกัน คือ 1,700 ppm นาน 3 ชั่วโมง มีอัตราการตายสูงที่สุด 83.75% และ 77.50% ตามลำดับ ซึ่งอัตราสารรมดังกล่าวไม่สามารถกำจัดแมลงวันทองพริก ระยะไข่และหนอนวัย 1 ได้ 100% จึงได้ทำการวางแผนการทดลองโดยการเพิ่มอัตราเพื่อให้สามารถกำจัดระยะไข่ และหนอนวัย 1 ของแมลงวันทองพริกได้

การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมอีโคฟูมที่อัตรา 2,000 2,500 และ 3,000 ppm ที่ระยะเวลานาน 3 และ 4 ชั่วโมง พบว่าหนอนวัย 1 มีอัตราการตายที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราสารรมสูงที่สุด ยกเว้นที่อัตรา 2,000 ppm นาน 3 ชั่วโมง และ 3,000 ppm นาน 3 ชั่วโมง ที่กำจัดหนอนวัย 1 ได้ 81.25-92.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในระยะไข่พบว่าที่อัตราสารรม 3,000 ppm นาน 4 ชั่วโมง มีอัตราการตายสูงที่สุด คือ 98.75% ดังนั้นในทุกกรรมวิธีจึงไม่สามารถกำจัดระยะไข่ของแมลงวันทองพริกได้ทั้งหมด เพราะระยะไข่ของแมลงวันทองพริกเป็นระยะที่ทนทานต่อสารรมอีโคฟูม

2 การตรวจสอบคุณภาพผลพริกสดหลังจากผ่านการทดสอบ

การสูญเสียน้ำหนักสด พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 วัน ในกรรมวิธีใช้สารรมอีโคฟูมที่อัตรา 2,000 ppm ที่ระยะเวลานาน 3 และ 4 ชั่วโมง มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 14.68% -14.75% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีควบคุม แต่ในกรรมวิธีรมสารรมอี

กรมวิชาการเกษตร

โคฟูมที่อัตรา 3,000 ppm ที่ระยะเวลานาน 3 และ 4 ชั่วโมง พบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยมีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 16.06% -16.08% และระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 6 มีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 29.75% ความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีควบคุม จะเห็นได้ว่าอัตราของสารรมอีโคฟูมมีความเข้มข้นสูงจะทำให้การสูญเสียน้ำหนักของผลพริกเพิ่มขึ้น

ความแน่นเนื้อ (Firmness) พบว่าการรมด้วยสารรมอีโคฟูมมีผลต่อความแน่นเนื้อ เนื่องจากค่าความแน่นเนื้อหลังรมในทุกกรรมวิธีแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีควบคุม แต่ที่อายุการเก็บรักษาที่ 3 และ 7 วัน ไม่พบความแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ยกเว้นกรรมวิธีรมที่อัตรา 2,000 ppm ที่ระยะเวลานาน 4 ชั่วโมง พบค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมทางสถิติ โดยมีค่าความแน่นเนื้อ 9.78 นิวตัน ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อ 10.14 นิวตัน โดยพบว่ายิ่งเพิ่มความเข้มข้นของสารรมค่าความแน่นเนื้อของพริกยิ่งลดลง

เปลี่ยนแปลงค่าสีของพริก ค่าความสว่าง(*L) พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าลดลงตามตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และไม่มีผลต่อเปลี่ยนแปลงของสีพริก เนื่องจากตลอดอายุการเก็บรักษา 7 วัน พริกมีสีแดงเข้มขึ้นเพียงเล็กน้อย

การทดลองที่ 5.4 การจัดการเพลี้ยแป้งลองกอง (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว

1. การศึกษาวิธีการจัดการมดดำและเพลี้ยแป้งในลองกองก่อนการเก็บเกี่ยว

1.1 ศึกษาชนิดมดที่มีความสัมพันธ์กับเพลี้ยแป้งลองกองในแปลงลองกอง

จากการสำรวจและจำแนกชนิดมดที่พบบนต้นลองกอง พบว่ามดในวงศ์ย่อย Dolichoderinae มีความเกี่ยวข้องกับแมลงในอันดับ Hemiptera เช่น เพลี้ยหอย เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยจักจั่น เป็นต้น ซึ่งมดกลุ่มนี้เป็นพาหะในการแพร่กระจายของเพลี้ยแป้งในสวนลองกอง ได้แก่ มดดำทุ่ง (*Iridomyrmex anceps*) มดเหม็น (*Tapinoma melanocephalus*) มดก้นห้อย (*Dolichoderus thoracicus*) *Technomymex* sp. *Philidis* sp.

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเหยื่อพิษกำจัดมดดำในแปลงลองกอง

ผลการทดลองประสิทธิภาพของเหยื่อพิษกำจัดมด พบว่า กรรมวิธีที่ 2 คือ กับดักมด (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) พบจำนวนมดต่อช่อน้อยที่สุด คือ 0.46 ตัวต่อช่อ รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 (กับดักกาวเหนียว) กรรมวิธีที่ 1 (carbosulfan 20%EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) และกรรมวิธีที่ 4 (กรรมวิธีควบคุม) มีจำนวนมด เท่ากับ 1.6 3.35 และ 16.67 ตัวต่อช่อ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากรรมวิธี ที่ 2 และ 3 ให้ผลในการควบคุมจำนวนประชากรมดดีที่สุด และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 พบจำนวนมดต่อช่อมาก กว่ากรรมวิธีอื่นๆ ยกเว้นกรรมวิธีควบคุม เนื่องจากสารเคมีไม่สามารถกำจัดมดได้หมดทั้งรัง

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองประสิทธิภาพของเหยื่อพิษกำจัดมดที่มีผลต่อจำนวนประชากรเพลี้ยแป้ง พบว่า กรรมวิธีที่ 1 carbosulfan 20%EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนเพลี้ยแป้งน้อยที่สุด คือ 0.54 ตัวต่อช่อ รองลงมา ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (กับดักมด; boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) กรรมวิธีที่ 3 (กับดักกาวเหนียว) และกรรมวิธีที่ 4 (กรรมวิธีควบคุม) มีจำนวนเพลี้ยแป้งเท่ากับ 1.74 6.32 และ 19.36 ตัวต่อช่อ ตามลำดับ ดังนั้น กรรมวิธีที่ 1 carbosulfan 20%EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีที่ 2 กับดักมด (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติกันในทั้ง 2 กรรมวิธี คือ มีประสิทธิภาพที่ให้ผลในการควบคุมเพลี้ยแป้งดีที่สุด ถึงอย่างไรก็ตามสาร carbosulfan เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงเป็นสารเคมีในกลุ่ม 1A Carbamates ออกฤทธิ์โดยตรงต่อระบบประสาทแมลง เป็นสารสัมผัสหรือถูกตัวตาย เป็นประเภทที่ออกฤทธิ์เร็วฆ่าแมลงได้ทันที ทำให้มดและเพลี้ยแป้งตายภายใน 2-3 วันหลังพ่นสารเคมี แต่มีข้อเสีย คือ การฉีดพ่นสารบางครั้งอาจไม่ทั่วถึง เพราะมดและเพลี้ยแป้งหลบซ่อนอยู่ระหว่างช่อลองกอง การฉีดพ่นสารเคมี มดส่วนใหญ่ในรังไม่ได้ถูกกำจัดไปด้วย จึงต้องฉีดพ่นสารเคมีอย่างต่อเนื่อง อาจทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก อีกทั้งอาจเกิดตกค้างจากสารเคมี ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ในขณะที่การใช้กับดักมดบรรจุเหยื่อพิษ คือ boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ดีใกล้เคียงกัน คือ มีคุณสมบัติออกฤทธิ์ช้า จะเห็นผลช้ากว่าแต่ให้ผลดีในระยะยาว โดยพฤติกรรรมของมดงานที่กินเหยื่อพิษ และเก็บไว้ในกระเพาะอาหารจากนั้นใช้เวลาประมาณ 2-3 วันจึงกลับไปป้อน (Trophallaxis) ให้สมาชิกมดงาน และมดราชินีในรัง ทำให้มดตายยกรัง ซึ่งจัดเป็นวิธีการป้องกันกำจัดมดและเพลี้ยแป้งที่ยั่งยืน และปลอดภัย สอดคล้องกับ ดวงทิพย์ (2554) รายงานว่า การใช้เหยื่อกำจัดมดชนิดเหลวมด (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) เพื่อกำจัด มดโล่บ้าน (*Meranoplus bicolor*) ที่มีความสัมพันธ์กับเพลี้ยแป้งลาย (*Ferrisia virgata*) ในฝรั่ง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการกำจัดมดในแปลงปลูกฝรั่ง

2. การจัดการเพลี้ยแป้งลองกอง (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) หลังการเก็บเกี่ยว

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งลองกองหลังการเก็บเกี่ยว

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ (เอทานอล) และสารชนิดต่างๆ พบว่า กรรมวิธี การฉีดพ่นด้วย Sodium lauryl sulfate (SLS) 1.25% มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งสูงที่สุด คือ 91.62% รองลงมา คือ กรรมวิธี การสกัดจากสะระแหน่+สารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% กรรมวิธีที่ 3 คือ ฉีดพ่นด้วยไวท์ออย 67% EC 0.5% และ สารสกัดจากหัวกลอย 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งเท่ากับ 80.41% 78.71% และ 19.48% ตามลำดับ หลังจากการทดสอบ 48 ชั่วโมง สอดคล้องกับ วิบูลย์และคณะ (2553) รายงานว่า น้ำยาล้างจานและ Sodium lauryl sulfate (SLS) 1.25% มี มีฤทธิ์ในการกำจัดเพลี้ยแป้งในระยะตัวอ่อนได้ โดยสาร Sodium lauryl sulfate จะช่วยในการชำระไขสีขาวและคราบมันจากตัวเพลี้ยแป้ง ทำให้น้ำและสารต่างๆผ่านเข้าออกทางรูหายใจและผนังลำตัวได้สะดวก เพลี้ยแป้งอาจสูญเสียน้ำได้ง่ายและตายในที่สุด ส่วนการฉีดพ่นสารสกัดจากสะระแหน่ 0.5%+สารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น

กรมวิชาการเกษตร

0.5% มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งรองลงมา และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ สารไวท์ออย 67% EC 0.5% สอดคล้องกับอัจฉรา และคณะ(2553) รายงานว่า การฉีดพ่นทุเรียนด้วยสารสกัดจากสะระแหน่ 0.5% ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% ในอัตรา 1:1 30 มิลลิลิตรต่อผล มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะสามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้ 100% ในขณะที่สารสกัดจากหัวกลอยมีประสิทธิภาพ ไม่ดีเทียบเท่ากับกรรมวิธีอื่น อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้ทั้งหมด 100% เนื่องจากเพลี้ยแป้งสามารถหลบตามช่อลองกอง การฉีดพ่นบางครั้งอาจเข้าไปสัมผัสได้ยาก จึงยากต่อการกำจัดได้ทั้งหมด

2.2 ผลของการใช้สารสกัดจากพืชที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษาลองกอง

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 0 7 และ 14 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามการเก็บรักษา ได้แก่ 2.66 3.45 และ 4.07 ตามลำดับ การเกิดสีน้ำตาลของผลลองกองในทุกกรรมวิธีมีอาการเปลือกสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยผิวเปลือกของผิวลองกองมีสีคล้ำลง ความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามอายุเวลาการเก็บรักษา คือ 0 7 และ 14 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาล เท่ากับ 10% 56% และ 84% ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของลองกอง ผลของลองกองมีการหลุดร่วงอย่างรวดเร็ว โดยในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาผลลองกอง มีการหลุดร่วงเกือบหมดทั้งช่อ เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน ผลลองกองทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีควบคุม จะมีการหลุดร่วงจากช่อผลทั้งหมด การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกลองกอง และพบว่าในทุกกรรมวิธีมีค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และค่าความสว่างจะมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนค่าสีเหลือง b* ของลองกองมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผิวลองกองมีสีเหลือง ค่า b* ของผิวลองกองจะลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS) ทุกรรมวิธีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกับปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable Acidity; TA) ในทุกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะมีค่าลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 7 และ 14 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไตเตรตได้ เท่ากับ 18.64 18.28 และ 17.14 ตามลำดับ

การทดลองที่ 5.5 การพัฒนาการจัดการเพลี้ยแป้งทุเรียน *Planococcus minor* (Maskell) ด้วยสมุนไพร

จากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของสารสกัดจากพืชที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ (เอทานอล) น้ำ และสารเคมี ที่มีผลต่อการตายของเพลี้ยแป้ง (ตัวอ่อนวัย 3) ในห้องปฏิบัติการ พบว่า Carbosulfan 20%EC ความเข้มข้น 0.1 % (กรรมวิธีที่ 3) มีการตายของเพลี้ยแป้งสูงที่สุด คือ 100% รองลงมา คือ สารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % ที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (กรรมวิธีที่ 1) และสารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % ที่สกัดด้วยน้ำ(กรรมวิธีที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งเท่ากับ 81.59% และ 68.92% ตามลำดับ หลังจากการทดสอบ ที่ 48 และ72 ชั่วโมง จะ

กรมวิชาการเกษตร

เห็นได้ว่าสารเคมีมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการกำจัดเพลี้ยแป้ง เนื่องจากสาร carbosulfan เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงเป็นสารเคมีในกลุ่ม 1A Carbamates ออกฤทธิ์โดยตรงต่อระบบประสาทแมลง เป็นสารสัมผัสหรือถูกตัวตาย เป็นประเภทที่ออกฤทธิ์เร็วฆ่าแมลงได้ทันที ทำให้เพลี้ยแป้งตายภายใน 2-3 วันหลังพ่นสารเคมี สอดคล้องกับ วนาพรและคณะ(2557) รายงานว่าสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งได้ดีที่สุด ได้แก่ carbosulfan สามารถลดจำนวนประชากรเพลี้ยแป้งได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูผักและผลไม้ ทำให้เกิดสารพิษตกค้าง และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สารสกัดจากพืชจึงแนวทางที่ปลอดภัยมากกว่า การใช้สารเคมี ดังนั้นสารสกัดจากสะระแหน่และเปลือกมังคุดที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ (เอทานอล) จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งทุเรียน สอดคล้องกับ อัจฉรา และคณะ(2553) รายงานว่า การฉีดพ่นทุเรียนด้วยสารสกัดจากสะระแหน่ 0.5% ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% ในอัตรา 1:1 30 มิลลิลิตรต่อผล มีประสิทธิภาพมากที่สุด 100% ดังนั้นจึงควรนำสารสกัดจากพืชดังกล่าวไปใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งทุเรียนในสวนทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการปนเปื้อนของเพลี้ยแป้งทุเรียนที่ติดไปกับผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวในโรงคัดบรรจุ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การใช้สารรมอีโคฟูม (ECO_2FUME) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุด พบการใช้สารรมอีโคฟูมอัตรา 7 และ 70 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ที่ 2 ชั่วโมง สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุดระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยได้ แต่ในระยะไข่ พบว่าการใช้สารรมอีโคฟูมที่อัตรา 210 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 24 ชั่วโมง ยังไม่สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งระยะไข่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยระยะไข่ที่มีอายุ 1 วันจะทนทานต่อสารรมอีโคฟูมมากกว่า ระยะไข่ที่มีอายุ 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารรมเมทิลโบรไมด์อัตรา 32 กรัม/ลูกบาศก์เมตร นาน 2 ชั่วโมงซึ่งเป็นสารรมที่ใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชมังคุดในปัจจุบัน กับสารรมอีโคฟูมที่ทำการทดสอบ พบว่าสารรมอีโคฟูมที่ทดสอบมีอัตราที่สูงและระยะเวลาที่นานกว่าการใช้สารรมเมทิลโบรไมด์และไม่สามารถกำจัดระยะไข่ของเพลี้ยแป้งได้ ดังนั้นการนำสารรมอีโคฟูมมาใช้ทดแทนสารรมเมทิลโบรไมด์จึงไม่สามารถทดแทนการใช้สารรมเมทิลโบรไมด์ได้ จำเป็นต้องหาวิธีอื่นในการกำจัดเพลี้ยแป้งระยะไข่ต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารรมเมทิลโบรไมด์ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดในสภาพการรมเพื่อการส่งออก พบว่าการรมเมทิลโบรไมด์ทุกอัตราที่ทดสอบไม่สามารถทำลายไข่และหนอนของแมลงวันทองพริกพริกได้ 100% ดังนั้นจึงเป็นอัตราที่ไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำมาใช้ในการกำจัดแมลง เนื่องจากแมลงวันทองพริกเป็นแมลงศัตรูพืชกักกันจำเป็นต้องกำจัดได้ 100% เท่านั้น ดังนั้นจำเป็นต้องทำการศึกษาเพื่อเติมเพื่อหาอัตราการรมที่เหมาะสมต่อไป

การใช้สารรมอีโคฟูมในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดเพื่อการส่งออก พบว่าอัตรา 2,000 ppm นาน 4 ชั่วโมง สามารถที่กำจัดระยะหนอนได้ทุกระยะตั้งแต่ วัย 1 – 3 และไม่ส่งผลต่อคุณภาพพริก ส่วนในระยะไข่พบว่าที่ อัตรา 3,000 ppm นาน 4 ชั่วโมง มีอัตราการตายสูงสุด 98.75% และมี

กรมวิชาการเกษตร

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลพริก เนื่องจากอัตราสารรมที่ความเข้มข้นสูงจะทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามอัตราดังกล่าวไม่สามารถกำจัดระยะไข่ได้ทั้งหมด 100% เพราะเป็นระยะที่ทนทานต่อสารรมอีโคฟูม ดังนั้นทุกอัตราที่ทดสอบจึงไม่สามารถกำจัดแมลงวันทองพริกได้ทุกระยะ เนื่องจากแมลงวันทองพริกเป็นแมลงศัตรูพืชกักกันจึงจำเป็นต้องกำจัดได้ 100% เท่านั้นจึงถือว่ามีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการและอัตราที่เหมาะสมต่อไป

การจัดการเพลี้ยแป้งลองกอง (*Exallomochus hispidus* (Morrison)) ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้กับดักมด (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) กำจัดมดดำและเพลี้ยแป้งในแปลงลองกอง พบว่ามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้ carbosulfan 20%EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดมดและเพลี้ยแป้งได้ดีที่สุด แม้จะมีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์เร็วกำจัดมดได้ตายทันที ในระยะเวลาอันสั้น ทำให้มดงานไม่สามารถนำเหยื่อพิษกลับไปป้อนภายในรังได้ ซึ่งวิธีนี้เป็นการกำจัดแค่มดงานเท่านั้น แต่ไม่สามารถกำจัดมดได้หมดทั้งรัง แต่สาร boric acid จะออกฤทธิ์ช้า ซึ่งจะเห็นผลช้ากว่าแต่ให้ผลดีในระยะยาว โดยใช้หลักการทำให้มดงานสามารถนำเหยื่อพิษเก็บไว้ในกระเพาะอาหาร และกลับไปป้อนให้สมาชิกและมดราชินีภายในรัง (trophallaxis) ทำให้กำจัดสมาชิกมดตายยกรัง ดังนั้นการเลือกใช้กับดักมดจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้ง เนื่องจากการกำจัดมด ทำให้ควบคุมประชากรเพลี้ยแป้ง ลองกองได้อย่างปลอดภัย และไม่มีสารพิษตกค้าง ช่วยประหยัดต้นทุนการผลิตได้ โดยการวางกับดักมดในแปลงลองกองจะใช้กับดักจำนวน 4 กับดัก ต่อ 1 ไร่ (16 ต้น) ซึ่งกับดักสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลไม้ชนิดอื่น ที่มีการระบาดของเพลี้ยแป้งได้ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงปริมาณกับดักที่เหมาะสมต่อพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในการกำจัดเพลี้ยแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการกำจัดเพลี้ยแป้งบนช่อลองกอง พบว่า Sodium lauryl sulfate (SLS) 1.25% และไวท์ออย แม้จะประสิทธิภาพการกำจัดเพลี้ยแป้งลองกอง เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งสูงที่สุด แต่สาร Sodium lauryl sulfate มีผลต่อคุณภาพลองกอง คือ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลมากถึง 80%-100% และไวท์ออยมีการหลุดร่วงจากช่อผลทั้งหมด 100% ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สารสกัดจากสะระแหน่+สารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาล และการหลุดร่วงของผลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ดังนั้นสารสกัดจากพืชจากสะระแหน่ และสารสกัดจากเปลือกมังคุดจึงเป็นวิธีดีที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการกำจัดเพลี้ยแป้งลองกอง แต่ไม่สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งให้ได้ 100% ดังนั้นจึงควรนำประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ เพื่อที่จะกำจัดเพลี้ยแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาการจัดการเพลี้ยแป้งทุเรียน *Planococcus minor* (Maskell) ด้วยสมุนไพร การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการของสารสกัดสะระแหน่ และเปลือกมังคุด ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (เอทานอล) และน้ำ พบว่าสารสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์อัตราส่วนผสมสารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % อัตราส่วน 1:1 มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการกำจัดเพลี้ยแป้งทุเรียนได้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพที่ทำให้เพลี้ย

กรมวิชาการเกษตร

แป้งตาย รองลงมาจากการใช้สารเคมี และพบว่าการสกัดจากสะระแหน่และเปลือกมังคุดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์สามารถกำจัดเพลี้ยแป้งได้มากกว่าการสกัดสะระแหน่และเปลือกมังคุดโดยใช้น้ำ ดังนั้นจึงควรนำสารสกัดจากพืชที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์อัตราส่วนผสมสารสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % ผสมกับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % อัตราส่วน 1:1 นำมาใช้ทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยแป้งทุเรียนในสวนทุเรียนต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการการลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู เพื่อศึกษาหาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูที่เข้าทำลายผัก ผลไม้ และผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยเทคโนโลยีต่างๆ อันได้แก่ การใช้สารรมอีโคฟูมและเมทิลโบรไมด์ในผักผลไม้สดเพื่อการส่งออก การใช้สารรมฟอสฟีนและอีโคฟูมควบคุมแมลงที่สร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน การใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ diatomaceous earth ความร้อน บรรจุภัณฑ์ และการปรับสภาพบรรยากาศ การใช้ชีวภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ สารสกัด และแตนเบียน รวมทั้งศึกษาชีววิทยา การแพร่ระบาด การสร้างความต้านทานต่อสารรม และวิธีการประเมินการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในโรงเก็บ ทั้งนี้เป้าหมายเพื่อลดการสูญเสียของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาได้ข้อสรุปที่สำคัญ ดังนี้

เทคโนโลยีในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บที่เหมาะสม ได้อัตราแนะนำสำหรับสารรมฟอสฟีนและอีโคฟูม ในการรมแมลงที่ระดับความต้านทานสูง 4 ชนิด ได้แก่ มอดฟันเลื่อย มอดแป้ง มอดยาสูบ และมอดหนวดยาว ซึ่งเทคโนโลยีการรมใช้สำหรับการควบคุมแมลงที่ปนเปื้อนธัญพืชในสภาพกองรม และได้อัตราแนะนำสำหรับสารฆ่าแมลง ได้แก่ pirimiphos-methyl, thiamethoxam, และ thiamethoxam ในการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่วนการจัดการแมลงในสภาพแวดล้อมนอกกองรมสามารถใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่น โดยจากการศึกษาได้อัตราสารฆ่าแมลง ได้แก่ สารเฟนิโตรไธออน สารคลอฟีนาเพอร์ และสารอัลฟาไซเปอร์เมทริน ในการพ่นพื้นและผนังเพื่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บที่มีประสิทธิภาพและควบคุมแมลงได้มากกว่า 1 เดือน ส่วนเทคโนโลยีลดการใช้สารด้วยการใช้วิธีทางกายภาพผลการทดสอบได้อัตราการใช้ diatomaceous earth ในการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ ได้บรรจุภัณฑ์และวิธีการบรรจุเมล็ดถั่วเขียวที่สามารถควบคุมการเข้าทำลายของแมลงศัตรูได้ทั้งหมด ได้ระดับความร้อนและระยะเวลาในการอบเมล็ดถั่วเขียวขนาด 300 กรัม และ 10 กิโลกรัม ที่สามารถกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวได้อย่างสมบูรณ์ ได้อัตราความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระยะเวลาการรมในการรมข้าวสารที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ในสภาพโรงเก็บ และก๊าซไนโตรเจนได้อัตราและระยะเวลาการรมในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนการใช้สารสกัดจากพืชได้อัตราของน้ำมันหอมระเหยผสมระหว่างน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นสามารถกำจัดตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้ง และได้วิธีการทำเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงและการพลูเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และได้อัตราของเอนแคปซูเลทน้ำมันหอมระเหยข่าลิงและการพลูในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเขียวทั้งการเป็นสารสัมผัสและสารรม ส่วนเทคโนโลยีการใช้แตนเบียนในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บได้วิธีการใช้แตนเบียน *T. elegans* และแตนเบียน *A. calandrae* ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บในสภาพโรงเก็บจำลองอย่างได้ผล โดยทุกเทคโนโลยีที่กล่าวมาสามารถลดความสูญเสียของผลิตผลเกษตรจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

นอกจากนี้ยังได้ข้อมูลทางชีววิทยาของเหาหนังสือในสกุล *Liposcelis* (*L. bostrychophila* Badonnel) ข้อมูลการแพร่กระจายของแมลงศัตรูในโรงเก็บข้าวทั่วประเทศ และได้สมการเบื้องต้นในการประเมินความสูญเสียของข้าวสารมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) เท่ากับ 0.93

ส่วนเทคโนโลยีในการควบคุมแมลงศัตรูผักและผลไม้ที่เหมาะสม ได้อัตราของการใช้สารรมอีโคฟูมและเมธิลโบร์ไมด์ในการกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุดและแมลงวันทองพริก โดยยังพบว่ามีระยะของที่มีความทนทานต่อสารรมทั้ง 2 ชนิดยังไม่สามารถกำจัดได้ทั้งหมด ส่วนการกำจัดเพลี้ยแป้งลองกอง ได้วิธีการลดการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งลองกองในแปลงปลูกด้วยวิธีการใช้กับดักมดร่วมกับเหยื่อพิษ (boric acid 0.3%+สารละลายน้ำตาล 25%) ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้สารเคมี และได้วิธีการลดปริมาณเพลี้ยแป้งลองกองบนช่อลองกองหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการฉีดพ่นสาร Sodium lauryl sulfate 1.25%, สารสกัดสะระแหน่ผสมสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5% และไวท์ออย 67% EC เข้มข้น 0.5% ซึ่งเทคโนโลยีนี้สามารถลดการใช้สารเคมีอันตรายในผลผลิตลองกองหลังการเก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด และสามารถลดการปนเปื้อนของเพลี้ยแป้งบนช่อลองกองได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการควบคุมเลี้ยแป้งทุเรียนได้ประสิทธิภาพสารผสมระหว่างสกัดสะระแหน่ความเข้มข้น 0.5 % กับสารสกัดจากเปลือกมังคุดความเข้มข้น 0.5 % ที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์เบื้องต้นในสภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถกำจัดเพลี้ยแป้งทุเรียนได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

สามารถนำผลการใช้สารรมฟอสฟีนและอีโคฟูมควบคุมแมลงที่สร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน การใช้สารฆ่าแมลง วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ diatomaceous earth ความร้อน บรรจุภัณฑ์ และการปรับสภาพบรรยากาศ การใช้ชีวภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ สารสกัด และแตนเบียน รวมทั้งศึกษาชีววิทยา การแพร่ระบาด การสร้างความต้านทานต่อสารรม และวิธีการประเมินการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในโรงเก็บ เผยแพร่แก่สาธารณะ ด้วยการเข้าร่วมประชุมวิชาการทั้งในและต่างประเทศ การเผยแพร่ทางวารสารวิชาการ ให้การอบรม และ/หรือ ให้คำปรึกษาแก่ เกษตรกร ผู้ประกอบการ และนักวิชาการ

ส่วนผลงานด้านการใช้สารรมอีโคฟูม และสารรมเมธิลโบร์ไมด์ในการกำจัดแมลงศัตรูกักกันซึ่งผลที่ต้องการคือ ต้องกำจัดแมลงได้อย่างสมบูรณ์ในทุกระยะการเจริญเติบโต แต่ยังไม่สามารถกำจัดแมลงในระยะทนทานได้ 100% จึงควรให้ดำเนินการทดลองเพิ่มเติม และควรดำเนินการต่อในสภาพโรงรมเพื่อการส่งออก สำหรับบางการทดลองยังต้องมีการทำการทดลองเพื่อต่อยอดและขยายผล ได้แก่ การใช้ก๊าซไนโตรเจนในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บให้ผลดีในการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการควรดำเนินการในสภาพโรงรมขนาดใหญ่เพิ่มเติม การใช้สมการเพื่อประเมินความสูญเสียของข้าว ควรทำการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพของสมการเพิ่มเติม และควรนำผลงานศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะงานวิจัยร่วมกับผู้ประกอบการ เพื่อเป็นการขยายผลสู่กลุ่มเป้าหมาย

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

พรทิพย์ วิสารทานนท์ พรรณเพ็ญ ชโยภาส ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม จิราภรณ์ ทองพันธุ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ลักขณา ร่มเย็น ภาวินี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. 2551. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 170 น.

กิจกรรมที่ 1

กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม ใจทิพย์ อุไรชื่น และณัฐวัฒน์ แย้มยิ้ม. 2559. การตรวจสอบความต้านทานของมอดหนวดยาว *Crytolestes* spp. ต่อสารรมฟอสฟีนในประเทศไทย. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2558 เล่ม 1, กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 401-407.

ใจทิพย์ อุไรชื่น และ กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม. 2558. การตรวจสอบความต้านทานของมอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ต่อสารรมฟอสฟีน. *ในรายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2558*. กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร. หน้า. 496-509.

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ รังสิมา เก่งการพานิช และ อัจฉรา เพชรโชติ. 2557. ความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนของมอดฟันเลื่อย : *Oryzaephilus surinamensis* L. ในประเทศไทย. *วารสารกีฏและสัตววิทยา*, 32 (1), หน้า. 41-48

Bell, C.H., Wilson, S.M., 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). J. Stored Prod. Res. 31, 199–205.

Chaudhry, M.Q., 1995. Molecular biological approaches in studying the gene(s) that confer phosphine-resistance in insects. J. Cell. Biochem. Suppl. 21A, 215.

กรมวิชาการเกษตร

Collins, P.J., Daglish, G.J., Nayak, M.K., Ebert, P.R., Schilipalius, D., Chen, W., Hervolkapavic, Tina, M., Lambkin, Rosemary kopittke, Bridgeman, B.W. 2001. Combating resistance to phosphine in Australia *In*: Donahaye, E.J., Navarro, S and Leesch J.G. (2001) Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. Fresno, C.A. 29 Oct.-3 Nov. 2000, Executive Printing Services, Clovis, CA, U.S.A., pp.593-607.

FAO, 1 9 7 5 . Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Tentative method for adults of some major species of stored cereals with methyl bromide and phosphine. FAO Method No 16, FAO Plant Protection Bulletin 23, 12-25.

Salehi A., H. Vatandoost, T. Hazratian, A. Sanei-Dehkordi, H. Hooshyar, M Arbabi, Y. Salim-Abadi, R. Sharafati-Chaleshtori, M. A. Gorouhi and A. Paksa. 2016. Detection of Bendiocarb and Carbaryl Resistance Mechanism among German Cockroach *Blattella geramanica* (Blattaria: Blattellidae) Collected from Tabriz Hospitals, East Azerbaijan Province, Iran in 2013. J Arthopod-Borne Dis. 10(3): 403-412.

กิจกรรมที่ 2

ใจทิพย์ อุไรชื่น กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และ ณัฐวัฒน์ แย้มยิ้ม. 2556. การปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2556. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 31-47.

ภาวินี หนูชนะภัย กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และดวงสมร สุทธิสุทธิ์. 2554. การใช้สารดูดซับออกซิเจนและวิธีการ Vacuum ในการกำจัดแมลงศัตรูถั่วเขียวในบรรจุภัณฑ์. วราสาร วิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 42 ฉบับที่ 3 (พิเศษ) หน้า 617-919.

ภาวินี หนูชนะภัย ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ และ ศรุตา สิทธิไชยากุล. 2555. ประสิทธิภาพของสารดูดซับออกซิเจนในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูงาในบรรจุภัณฑ์. วราสาร กีฏและสัตววิทยา ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2555 หน้า 25-36.

ภาวินี หนูชนะภัย รังสิมา เก่งการพานิชดวงสมร สุทธิสุทธิ์และ ศรุตา สิทธิไชยากุล. 2558. การใช้บรรจุภัณฑ์ร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนและวิธีการ vacuum ในการกำจัดแมลงศัตรูสมุนไพรอบแห้งทางการแพทย์. หน้า 474-495 *ใน*รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2558. สำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

Annis, P.C. and J.V.S. Graver. 1990. Suggested Recommendations for the Fumigation of Grain in the ASEAN Region. Part 2 Carbon dioxide fumigation of bag-stacks

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

sealed in plastic enclosure: An operations manual. ACIAR., Canberra. 58 pFields (1998)

Fields, P. and Z. korunic. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the effect of Diatomaceou earths from difference geographical locations against stored product beetles. J. of Stored Products Results. 36 (1) 1-13.

Fields. P. G. 1998. Diatomaceou earths: advantages and limitations. P. 781-784. *In*: Proceedings of 7th International Working Conference on Stored Product Protection. Sichuan Publishing House of Science and Technology,Beeijind, China.

Haojie, L., Y. Jian, F. Pengcheng and Y. Xiaoping. 2014. Application of nitrogen controlled atmosphere in grain storage in China. *In* 11th International Working Conference on Stored Product Protection.

Lehman S., 2020. How Nitrogen Flushing Is Used for Food Preservation. https://www.verywellfit.com/nitrogen-flushing-protects-and-preserves-foods-2505948

Navarro, S. 2012. The use of modified and controlled atmospheres for the disinfestation of stored products. *J. Pest Sci.* September 2012, Vol.85, Issue 3, pp 301-322.

Newton, J. 1993. Carbon dioxide as a fumigant to replace methyl bromide in the control of insects and mites damaging stored products and artefacts. *In* Proceedings of 1st International Conference on Urban Pests. (edited by K.B. Wildey and W. H. Robinson) pp. 329-338.

Press, A.F. and P.K. Harein. 1967. Mortality of *Triboliumcastaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) in simulated peanut storages purged with carbon dioxide and nitrogen. *J. Stored Prod. Res.,* Vol. 3, pp. 91-96.

Shejbal, J. 1980. Controlled Atmosphere Storage of Grains. Elsevier Scientific Publ. Co., New York, 608 pp.

Storey, C. L. 1980. Mortality of Various Stored Product Insects in Low Oxygen Atmospheres Produced by an Exothermic Inert Atmosphere Generator. *In* Developments in Agricultural Engineering Volume 1, Part of Volume: Controlled Atmosphere Storage of Grains (edited by J. Shejba). Pages 85-92.

กิจกรรมที่ 3

กรมวิชาการเกษตร

ใจทิพย์ อุไรชื่น และพรทิพย์ วิสารทานนท์. 2549. การศึกษาชีววิทยาและประสิทธิภาพของแตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) ในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว, น. 71-80. ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2548. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

พรทิพย์ วิสารทานนท์. 2550. การจัดการแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีผสมผสาน, น. 101-106 ใน เอกสารการประกอบการบรรยาย การฝึกอบรมหลักสูตร การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ระหว่างวันที่ 12-13 กรกฎาคม 2550. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

พรทิพย์ วิสารทานนท์, รังสิมา เก่งการพานิช, ใจทิพย์ อุไรชื่น, และ จิราภรณ์ ทองพันธ์. 2549. การควบคุมด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky โดยแตนเบียนมอด *Anisopteromalus calandrae* (Howard). น.59-70 ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2548. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

Brower, J.H., L. Smith, P.V. Vali and P.W. Flinn. 1996. Biological control. pp. 223-286 In B. Subramnyam and D.W. Hagstrum. Intergrated management of insects in stored products. Marcel Dekker Inc. New York.

Ileke, K.D.; O.C. Ogungibite and J.O. Olayinka-Olugunju. 2014. Powders and extracts of *Syzygium aromaticum* and *Anacardium occidentale* as entomocides against the infestation of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: curculionidae) on stored sorghum grains. *Afr. Crop Sci.* 22(4): 267-273.

Liska, A. 2011. Insecticidal toxicity of 1,8-cineole, camphor and eugenol on *Tribolium castaneum* (Herbst). *Poljoprivreda*. 17(1): 80-81

Liska, A.; V. Rozman; I. Kalinovic; M. Ivecic and R. Balicevic. 2010. Contact and fumigant activity of 1,8-cineole, eugenol and camphor against *Tribolium castaneum* (Herbst). 10th International Working Conference on Stored Product Protection. 425: 716-720.

Nakakita, H., P. Sittisuuang, P. Visarathanonth, M. Kuwahara, P. Urairong, and P. Sinchaisri. 1991. Studies on Quality Preservation of Rice Grains by the Prevention of Infestation by Stored-product Insects in Thailand. Bangkok. 192 pp.

Negahban, M.; S. Moharramipour; M. Zandi and S.A. Hashemi. 2012. Fumigant properties of nano-encapsulated essential oil from *Artemisia sieberi* on

กรมวิชาการเกษตร

Tribolium castaneum. In: Navarro S., Banks H.J., Jayas D.S., Bell C.H, Noyes R.T., Ferizli A.G., Emekci M., Isikber A.A., Alagusundaram K., [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 October 2012, ARBER Professional Congress Services, Turkey pp: 101-105

Niedermayer S. and Johannes L.M. Steidle. 2013. The hohenheimer box-a new way to rear and release *Lariophagus distinguendus* to control stored product pest insects. Biological Control. 64: 263-269.

Press, J.W. 1988. Movement of a weevil parasitoid, *Anisopteromalus calandrae* (Howard), within a column of wheat in relation to host location. Journal of Agricultural Entomology. 5(3): 205-208.

Rajendran, S. and V. Sriranjini. 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. J. Stored Prod. Res. 44: 126–135.

Regnault-Roger, C.; C. Vincent and J.T. Arnason. 2012. Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annu. Rev. of Entomol.* 57(1): 405–24.

Tripathi, A.K., V. Prajapati, N. Verma, J. R. Bahl,R. P. Bansal,S. P S. Khanuja and S. Kumar. 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma Longa* (Var. Ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera)J. Econ. Entomol. 95: 183-189.

Williams R.N. and E.H. Floyd. 1971. Effect of two parasites, *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans*, upon populations of the maize weevil under laboratory and natural condition. Journal of Economic Entomology. 64: 1407-1408.

กิจกรรมที่ 4

กุสุมา นวลวัฒน์ ไพฑูรย์ พูลสวัสดิ์ ชูวิทย์ ศุขปราการ พรทิพย์ วิสารทานนท์ ศุภกาญจน์ ไชยสุริวิรัตน์ นันทนา ก้อนฉิม และโกสุม บำรุงกิจ. 2522. การสำรวจความเสียหายของข้าวเปลือกอันเนื่องมาจากแมลงในยุ้งฉางของเกษตรกร. 12 หน้า *ใน* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2522 สาขาแมลงศัตรูผลิตผลในโรงเก็บ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ใจทิพย์ อุไรชื่น พรทิพย์ วิสารทานนท์ และอัจฉรา เพชรโชติ. 2553. การประเมินความสูญเสียของผลิตผลเกษตรที่เกิดจากแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร. หน้า 31-46 *ใน* รายงานผลงานวิจัยเรื่อง

กรมวิชาการเกษตร

เต็มประจำปี 2553 สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ชูวิทย์ ศุขปราการ กุสุมา นวลวัฒน์ ไพฑูรย์ พูลสวัสดิ์ และกมล ขจรเวศ. 2524. การประเมินความเสียหายของข้าวเปลือกในยุ้งของสถานีทดลองข้าวที่เกิดจากการทำลายของแมลง. หน้า 10-11 *ใน* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2524 สาขาแมลงศัตรูผลิตผลในโรงเก็บ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ประสูติ สิทธิสรวง ไพฑูรย์ อุไรรงค์ กิติยา กิจควรดี มังกร จูมทอง อินสน บุตรต๊ะ วิวัฒน์ มัธยกุล สมาธิ ภรณ์ศุภศิลป์ สุเทพ ฤทธิ์สรวง สุพัตรา สุวรรณธาดา สมบูรณ์ สดจำนงค์ สัญญา โรจนรักษ์ ธวัชชัย วะหิม ดวงพร อริยพฤกษ์ และวิไล จันทร์ศรีพินิจ. 2526. ความสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพยุ้งฉาง. หน้า 77-78 *ใน* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยสถาบันวิจัยข้าวปี 2526 กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ วิสารทานนท์, พรรณเพ็ญ ชโยภาส, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, จิราภรณ์ ทองพันธุ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ์, ลักขณา ร่มเย็น, ภาวินี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. 2551. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักวิจัย และพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 180 น.

Gautam, S.G., G.P. Poit, and K.L. Giles. 2010. Population Growth and Development of the Psocid *Liposcelis rufa* (Psocoptera: Loposcelididae) at Constant Temperatures and Relative Humidities. Journal of Economic Entomology. 103(5): 1920-1928.

Kučerová, Z., 2002. Stored product psocids (Psocoptera): External morphology of eggs. European Journal of Entomology.99(4): 491-503.

Kučerová Z., Z.H. Li, I. Kalinović, Q.Q. Yang, J. Hromádková and C. Lienhard. 2012. The external morphology of females, males and eggs of a *Liposcelis silvarum* (Insecta: Psocodea: Liposcelididae) strain with unusually developed compound eyes, visualized with scanning electron microscopy. Italian Journal of Zoology. 79(3): 402-409.

Mockford, E.L. 1991. Psocids: Psocoptera. Department of Biological Science, Illinois State University, pp. 371-402. *In*J.R.Gorham, Insect and Mite Pests in Food: An Ilustrated Key. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.

Nayak, M.K. 2006. Psocid and mite pests of stored commodities: small but formidaable enemies, pp. 1061-1073. *In* I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J.P. dos Santos, J.D. Biagi, J.C. celaro, L.R.D'A. Faroni, L.

กรมวิชาการเกษตร

de O.F. Bortolini, M.R. Sartori, M.C. Elias, R.N.C. Guedes, R.G. da Fonseca, V.M. Scussel, eds. Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection. 15-18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil.

Retief, E., A. Nicholas and H. Baijnath. 1995. The psocid *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae): an occasional herbarium pest. Bothalia. 25(2): 247-253.

Yang, Q., Z.Kučerová, Z. Li, I. Kalinović, V. Stejskal, G. Opit and Y. Cao. 2012. Diagnosis of *Liposcelis entomophila* (Insecta: Psocodea: Liposcelididae) based on morphological characteristic and DNA barcodes. Journal of Stored Products Research. 48: 120-125.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 5

ดวงทิพย์ กันฐา.2554.ความสำคัญและปัญหาศัตรูพืชในแปลงที่เกิดจากมด.เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2554. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ รังสิมา เก่งการพานิช ภาวินี หนูชนะภัย พณัญญา พบสุข และณัฐวัฒน์ แย้มยิ้ม. 2558.การใช้สารอีโคฟูม(Eco_2fume) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟกล้วยไม้เพื่อการส่งออก. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2558 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ: หน้า 408-416

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ รังสิมา เก่งการพานิช ภาวินี หนูชนะภัย พณัญญา พบสุข และศรุตา สิทธิไชยากุล. 2561.การใช้สารอีโคฟูม(Eco_2fume)ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมังคุด.รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2561 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ: หน้า 362-372

ทวีศักดิ์ ชโยภาส ไพศาล รัตนเสถียร จีรนุช เอกอำนวย สมรวย รวมชัยอภิกุล และสรรชัย เพชรธรรม รส. 2551b. การทดสอบประสิทธิภาพการใช้สารเมทธิลโบรไมด์และสาร Eco_2 fume ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งในมังคุด. บทคัดย่อ รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาพืชและและเทคโนโลยีการเกษตรประจำปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. หน้า 101.

รังสิมา เก่งการพานิช สัญญาณี ศรีคชา ภาวินี หนูชนะภัย และดวงสมร สุทธิสุทธิ์. 2557. การใช้สารรมเมทิลโบรไมด์ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริกสดส่งออก ในรายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2557 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ: หน้า 192-198

วรา จันทร์ศิริ และพาณี เตชะเสน.2520.ศึกษาผลของกลอยต่อระบบประสาทส่วนกลาง.เชียงใหม่เวชสาร, 55-56

วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล โสภณ อุไรชื่น สุวิมล วงศ์พลัง และไตรรัตน์ หนูเอียด. 2553. แมลงศัตรูสบู่ดำที่สำคัญและ การจัดการเบื้องต้น.เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46: หน้า 459-464

อัจฉรา เพชรโชติ พรรณเพ็ญ ชโยภาส รังสิมา เก่งการพานิช และกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม. 2553. การจัดการเพลี้ยแป้งทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553 สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ: หน้า 11-17

Hussain A.I., F. Anwar, S.T.H. Sherazi, and R. Przybylski. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (Ocimum basilicum) essential oils depends on seasonal variations. Food Chemistry 108: 986-995

Kumar A., R. Shukla, P. Singh, and N.D. Dubey. 2010. Chemical Composition, Antifungal and Antiaflatoxigenic Activities of Ocimum sanctum L. Essential Oil

กรมวิชาการเกษตร

and Its Safety Assessment as Plant Based Antimicrobial. Food and Chemical Toxicology 48: 539–543.

Sait ERTÜRK, Fatih ŞEN, Mustafa ALKAN, Murat ÖLÇÜLÜ.2016. Effect of different phosphine gas concentrations against *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) on tomato and green pepper fruit, and determination of fruit quality after application under low-temperature storage conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 42(2): 85-90

Williams, P. and Ryan R. 2001. Eco_2Fume for Postharvest disinfestation of Horticulture produce. Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Fresno, CA. U.S.A. pp: 365-371

www.fao.org/docrep/x5042e/x5042E0s.htm, 1 เม.ย. 2554

www.bayercropscience.co.th/foodsafety/fst_mrl.php, 11 ก.ค. 2554

กรมวิชาการเกษตร