ประสิทธิภาพสารสกัดพืชต่อการควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวอินทรีย์

โดย

นางสาวนันท์นภัส พิริยะอนนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605809034514NCD

ประสิทธิภาพสารสกัดพืชต่อการควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวอินทรีย์

โดย

นางสาวนันท์นภัส พิริยะอนนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605809034514NCD

EFFICACY OF PLANT EXTRACTS FOR CONTROLLING RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* L.) IN ORGANIC RICE

BY

MISS NANNAPAS PHIRIYAANON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE (ORGANIC FARMING MANAGEMENT)
DEPARTMENT OF ORGANIC FARMING MANAGEMENT
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25605809034514NCD

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวนันท์นภัส พิริยะอนนท์

เรื่อง

ประสิทธิภาพสารสกัดพืชเพื่อควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวอินทรีย์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)

เมื่อ วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ.2560

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีเมฆ ชาวโพงพาง)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก _____
(อาจารย์ ดร.วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม _____
(อาจารย์ ดร.จุรีมาศ วังคีรี)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร.อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชคตระการ)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพสารสกัดพืชเพื่อควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวอินทรีย์
ชื่อผู้เขียน	นางสาวนันท์นภัส พิริยะอนนท์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.จุรีมาศ วังคีรี
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ปัญหาสำคัญในการเก็บรักษาข้าวสารมักเกิดจากการเข้าทำลายของมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) และวิธีป้องกันกำจัดมอดข้าวสารส่วนใหญ่ใช้สารเคมีซึ่งส่งผลให้เกิดสารเคมีตกค้างในผลผลิต เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และผู้บริโภค การควบคุมมอดข้าวสารโดยการใช้สารสกัดจากพืชเป็นอีกทางเลือกในการลดปัญหาดังกล่าว โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 4 ชนิด ประกอบด้วย ขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดา สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยนำสารสกัดจากพืช ระดับความเข้มข้นที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบประสิทธิภาพในการไล่ ผลต่อการตายของมอดข้าวสาร และการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยทดสอบในสภาพควบคุมในห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ พบว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดาระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงสุด ($p \leq 0.05$) ในการไล่มอดข้าวสาร โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 67.33 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจัดอยู่ในระดับ 4 (กำหนดระดับการไล่มอดข้าวสารเป็น 0-5 ระดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีอะบาเม็กตินที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ (อัตราแนะนำ) ที่มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการไล่ เท่ากับ 48.13 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการตายของมอดข้าวสาร ($p \leq 0.05$) โดยมีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4 วัน

Ref. code: 25605809034514NCD

ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม ; และการคลุก พบว่า สารสกัดจากพืชทดสอบ ขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ และเมล็ดสะเดา ที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 85.03 90.25 และ 89.34 เปอร์เซ็นต์ ; และ 97.92 97.40 และ 98.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารเคมีอะบาเม็กติน และที่น่าสนใจคือสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารเท่ากับ 85.00 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าการคลุกเมล็ดข้าวด้วยสารสกัดจากพืชมีผลต่อคุณภาพของข้าวโดยสารสกัดจากพืชมีผลทำให้สีของข้าวเปลี่ยนแปลงจากเดิม

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าได้ว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดามีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมมอดข้าวสาร โดยวิธีการที่เหมาะสมในการใช้คือวิธีการรมที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: สารสกัดพืช, มอดข้าวสาร, ฤทธิ์การไล่

Ref. code: 25605809034514NCD

Thesis Title	EFFICACY OF PLANT EXTRACTS FOR CONTROLLING RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* L.) IN ORGANIC RICE
Author	Miss Nannapas Phiriyaanon
Degree	Master of Science (Organic Farming Management)
Department/Faculty/University	Organic Farming Management Faculty of Science and Technology Thammasat University
Thesis Advisor	Wilawan Chuaboon, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Jureemart Wangkeeree, Ph.D.
Academic Year	2017

ABSTRACT

The significant problem in rice storage is contamination or spoilage of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). Application of plant extracts instead of chemicals to prevent loss. To reduce the amount of chemical residues in the product harm to users and consumers. Four types of plant extracts included; turmeric, black pepper, neem leaves, and neem seeds. Extraction with 95% ethyl alcohol and various concentrations at 5, 10, 15, and 20% were carried out to test the repellent efficacy, mortality, and inhibition of propagation of rice weevil growth in the offspring of rice weevil. The experiment was conducted at laboratory of Faculty of Science and Technology, Thammasat University, arranged by completely randomized design (CRD) with 5 replications. The result showed at a concentration of 20% of neem seeds extracted obtained the highest efficiency ($p \leq 0.05$). The average repellent efficacy was 67.33% in 24 hours after testing, classifying as level 4 (0-5 level) compared to Abamectin 0.0018% (recommended rate) repellent efficacy with 48.13%. In addiction, the extraction of neem seeds at a concentration of 20% is the highest effective with 100% mortality after 4 days.

Efficacy of plant extracts on the inhibition of propagation of rice weevil growth applied by fumigation; and seed treatment. It was found that plant extracts

Ref. code: 25605809034514NCD

of turmeric, black pepper seeds, and neem seeds at the concentration of 100%, high effective in inhibiting the propagation of rice weevil. The percentage of inhibition was 85.03, 90.25 and 89.34; and 97.92 97.40 and 98.69%, respectively. Interestingly, the concentration at 20% of neem seed extracted was as effective as the 100% neem seed extracted, with 85.00% effective in inhibited. It was found that seed treatment with plant extracts had an affect on the quality of rice.

From the results, it can be concluded that neem seed extracts have the best performance in rice weevil control with fumigation at 20 percent concentration.

Keywords: plant extract, rice weevil, repellent

Ref. code: 25605809034514NCD

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้เนื่องจากความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากคณาจารย์หลายท่าน ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งได้แก่ อาจารย์ ดร.วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ และอาจารย์ ดร.จุรีมาศ วังคีรี ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาและคำแนะนำในทุกกระบวนการของการทำวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่กระบวนการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีเมฆ ชาวโพงพาง และอาจารย์ ดร.อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์ ประธานและกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ตามลำดับที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัยประเภทวิจัยทั่วไปสำหรับนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา กองทุนมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตามสัญญาเลขที่ ทน 63/2560 รวมถึงขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกท่านที่ช่วยดำเนินการต่าง ๆ ให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้าย ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาว เพื่อน ๆ ทุกท่าน รวมถึงผู้ร่วมศึกษา รุ่นพี่และรุ่นน้องในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาวนันท์นภัส พิริยะอนนท์

Ref. code: 25605809034514NCD

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 เกษตรอินทรีย์	4
2.1.2 หลักการเกษตรอินทรีย์	5
2.1.3 มาตรฐานเกษตรอินทรีย์	7
2.1.4 ข้าวอินทรีย์	9
2.1.5 ปัญหาความเสียหายของข้าวระหว่างการเก็บรักษา	15
2.1.6 วิธีการป้องกันกำจัดแมลงในข้าวอินทรีย์	17
2.1.7 บรรจุภัณฑ์ของข้าว	24

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 26

3.1 การเตรียมมอดข้าวสารและสารสกัดพืช 26
3.1.1 การเตรียมมอดข้าวสาร 26
3.1.2 การเตรียมสารสกัดพืช 26
3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดพืช 26
3.2.1 ประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสารของสารสกัดพืช 26
3.2.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร 28
3.2.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร ด้วยวิธีการรม 30
3.2.4 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร ด้วยวิธีการคลุก 33

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 36

4.1 การเตรียมมอดข้าวสารและสารสกัดพืช 36
4.1.1 การเตรียมมอดข้าวสาร 36
4.1.2 การเตรียมสารสกัดพืช 38
4.2 ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดพืช 40
4.2.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการไล่มอดข้าวสาร 40
4.2.2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสาร 43
4.2.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร 47
4.2.4 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร 48
4.2.5 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร ด้วยวิธีการรม 52
4.2.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร ด้วยวิธีการคลุก 55

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปผลการทดลอง 58
5.2 ข้อเสนอแนะ 59

รายการอ้างอิง 61

ประวัติผู้เขียน 70

Ref. code: 25605809034514NCD

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในการไล่มอดข้าวสาร ในเวลา 24 ชั่วโมง 45

4.2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ในการไล่มอดข้าวสาร ในเวลา 24 ชั่วโมง 46

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของมอดข้าวสาร 50

4.4 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของมอดข้าวสาร 51

Ref. code: 25605809034514NCD

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะการเข้าทำลายของมอดข้าวสารในผลผลิตข้าวสาร	16
3.1	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร ดัดแปลงวิธีการจาก Duangsamorn and Chandrapatya (2011) โดยนำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง มาบรรจุใส่ขวดแก้วขนาดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปริมาณขวดละ 10 กรัม (A) จากนั้นหยดสารสกัดพืช ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (B) จากคลุกเคล้าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ระเหยออกไปให้หมดแล้วจึงปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัยลงไปในขวด จำนวนขวดละ 10 ตัว (C) และจึงปิดฝาขวด (D) โดยตรวจนับจำนวนการตายของแมลงทุก 24 ชั่วโมงหลังจากใส่มอดข้าวสารเป็นระยะเวลา 7 วัน	29
3.2	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม ซึ่งได้มีการดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Saowanee Buatone (2010) นำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง บรรจุลงในขวดแก้ว 10 กรัม และใส่มอดข้าวสารเพศผู้และเมีย ขวดละ 10 คู่ ปิดฝาด้วยผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ 7 วัน และเอาแมลงออก (A) นำสารสกัดพืชแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นที่ 5 10 15 20 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร หยดลงในกระดาษกรองขนาด 3X3 เซนติเมตร แปะติดไว้ใต้ฝาขวดแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง (B) จากนั้นนำฝาขวดที่มีสารสกัดพืชแปะติดอยู่ปิดขวดโดยมีผ้าขาวบางกั้นระหว่างฝาขวดและขวด (C) แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 45 วัน ตรวจประเมินประสิทธิภาพ (D)	32
3.3	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก ซึ่งได้มีการดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Saowanee Buatone (2010) นำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง บรรจุใส่ขวดแก้วขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร ขวดละ 10 กรัม ปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัย ปิดขวดเป็นเวลา 7 วัน (A) หลังจากนั้นนำแมลงตัวเต็มวัยรุ่นพ่อแม่ออกจากขวด และนำสารสกัด ในปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร หยดลงในข้าวสาร (B) คลุกให้เข้ากัน (C) และปิดฝาขวด ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน (D)	35

Ref. code: 25605809034514NCD

4.1 ลักษณะของมอดที่ทำลายข้าวสารในสภาพโรงเก็บที่ไม่มีการป้องกันกำจัด 37
4.2 ตัวเต็มวัยมอดมีสีน้ำตาลดำ ที่ส่วนหัวยื่นออกมาเป็นงวง มีหนวดแบบกระบอง มีหลุมขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วอกปล้องแรก (ที่มา: http://www.expertpest system.com/-rice-weevil,-black-weevil.html) 37
4.3 มอดข้าวสารจะอาศัยและทำลายอยู่ภายในเมล็ด เพศเมียมักวางไข่อยู่ที่ผิวนอกเมล็ด เมื่อไข่ฟักเป็นหนอนจะเจาะเข้าสู่ภายใน กัดกินและเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาทำให้เป็นรู และภายในเป็นโพรง 38
4.4 กระบวนการสกัดสารสำคัญจากพืชเป้าหมาย A) ใบสะเดาที่ล้างทำความสะอาด อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง มีความชื้นสุดท้ายอยู่ระหว่าง 5-7 เปอร์เซ็นต์ B) พืชบดหยาบ C) แช่ในเอทิล-แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 7 วัน D) กรองแยกกาก 39
4.5 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ (A) มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร (B) 53
4.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรมข้าวสาร 54
4.7 การเปลี่ยนแปลงสีของข้าวเมื่อคลุกด้วยสารสกัดพืช ข้าวสารคลุกด้วยขมิ้นชันความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (A) ข้าวสารคลุกด้วยขมิ้นชันความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (B) ข้าวสารคลุกด้วยเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (C) ข้าวสารที่คลุกด้วยสารสกัดจากพืชที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ 56
4.8 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุกข้าวสาร 57

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผู้บริโภค ณ ปัจจุบันสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสารได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น จึงทำให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับปัญหาด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสินค้าทางการเกษตรหลายชนิดมีการปนเปื้อนสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ผู้บริโภคพยายามจะหลีกเลี่ยงและมองหาสินค้าทดแทนมากขึ้น หนึ่งในสินค้าที่กำลังได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพและสิ่งแวดล้อม คือ สินค้าเกษตรอินทรีย์

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญรายหนึ่งของโลก ได้ริเริ่มและทำเกษตรอินทรีย์โดยใช้แนวคิดการทำเกษตรด้วยหลักธรรมชาติบนพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้างและหลีกเลี่ยงจากการปนเปื้อนของสารเคมีทางดิน ทางน้ำ และทางอากาศเพื่อส่งเสริมความอุดสมสมบูรณ์ของดินความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศน์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์หรือสิ่งที่ได้มาจากการตัดต่อพันธุกรรม (สำนักงานเกษตรจังหวัดชุมพร, 2559) สินค้าเกษตรอินทรีย์ที่สำคัญ และเป็นสินค้าที่มีการผลิตและส่งออกมากที่สุด คือ ข้าวอินทรีย์ โดยเป็นข้าวที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิด เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสารสังเคราะห์ต่าง ๆ และมีการจัดตั้งหน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์เพื่อควบคุมด้านคุณภาพของข้าวอินทรีย์ ในปัจจุบันตลาดข้าวอินทรีย์ของไทยส่งออกไปต่างประเทศร้อยละ70 ส่วนใหญ่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ส่วนตลาดในประเทศอีกร้อยละ 30 (ASTV ผู้จัดการออนไลน์, 2557) ตลาดข้าวอินทรีย์มีการเติบโตอย่างมากเนื่องจากกระแสความตื่นตัวด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพัฒนามาตรฐานเกษตรอินทรีย์ซึ่งมีตรารับรองที่ชัดเจน ทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในการซื้อสินค้ามากขึ้น แต่ในปัจจุบันยังพบปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการขยายตลาดคือ ปัญหาการเกิดมอดในข้าวอินทรีย์ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณของข้าวอินทรีย์ เนื่องจากข้าวอินทรีย์เป็นข้าวที่ปลอดสารเคมี จึงทำให้เกิดมอดในข้าวอินทรีย์ได้ง่าย มอดเป็นศัตรูของข้าวตามธรรมชาติ หากไข่ของมอดที่ตกค้างในข้าวได้รับออกซิเจนและอยู่ในอุณหภูมิที่ 25-30 องสาเซลเซียส จะเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้อย่างดี (พรทิพย์ และคณะ, 2550) เนื่องจากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามากขึ้น ปัจจุบันจึงมีวิธีหลากหลายที่แก้ไขปัญหามอดในข้าวอินทรีย์ อาทิ การบรรจุข้าวอินทรีย์ในถุงสุญญากาศ วิธีนี้มีข้อจำกัดตรงที่สามารถบรรจุข้าวได้ในปริมาณน้อย อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องถุงบรรจุภัณฑ์รั่ว ทำให้ไข่มอดที่อยู่ในข้าวได้รับออกซิเจนและเจริญเติบโตทำลาย

Ref. code: 25605809034514NCD

เมล็ดข้าวในบรรจุภัณฑ์ รวมถึงวิธีการใช้คลื่นวิทยุและก๊าซไนโตรเจนเข้มข้นเพื่อฆ่ามอด แต่เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้ยังมีวิธีจากภูมิปัญญาชาวบ้าน คือ การนำพืชใส่รวมกับข้าวในบรรจุภัณฑ์ เช่น ใบมะกรูด พริกแห้ง ตะไคร้ ใบโหระพา ขมิ้นชัน และใบกะเพรา แต่ปัญหาที่พบ คือ ข้าวดูดซับกลิ่นของพืชดังกล่าวและอาจเกิดเชื้อราจากความชื้นของพืชที่บรรจุลงไป

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาและความสำคัญของงานวิจัยนี้โดยผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสารสกัดจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมมอดข้าวสารในข้าวอินทรีย์ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสารสกัดจากพืชมาใช้ควบคุมมอดในข้าวอินทรีย์ในรูปแบบอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการป้องกันกำจัดมอดข้าวสารในข้าวอินทรีย์

1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารสกัดพืชในการป้องกันกำจัดมอดข้าวสารในข้าวอินทรีย์

1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืช 4 ชนิด ประกอบด้วย ขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดา สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยนำสารสกัดจากพืช ระดับความเข้มข้นที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบประสิทธิภาพในการไล่ ผลต่อการตายของมอดข้าวสาร และการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารในรุ่นลูก ในสภาพควบคุมในห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design จำนวน 5 ซ้ำ เพื่อลดปัญหาสำคัญในการเก็บรักษาข้าวสารที่มักเกิดจากการเข้าทำลายของมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) และเพื่อลดและทดแทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาข้าวในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์

1.4.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้พืชเพื่อควบคุมมอดข้าวสารในระดับอุตสาหกรรม

Ref. code: 25605809034514NCD

1.4.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าพืชที่ใช้ควบคุมมอดข้าวสาร

1.4.4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตพืชชนิดอื่นได้

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เกษตรอินทรีย์ ความหมายของเกษตรอินทรีย์สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements–IFOAM) ได้นิยามความหมายของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่า “เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการผลิตที่ให้ความสำคัญกับความยั่งยืนของสุขภาพดิน ระบบนิเวศ และผู้คน เกษตรอินทรีย์พึ่งพาอาศัยกระบวนการทางนิเวศวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ และวงจรธรรมชาติที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ แทนที่จะใช้ปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบทางลบ เกษตรอินทรีย์ผสมผสานองค์ความรู้พื้นบ้าน นวัตกรรม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และส่งเสริมความสัมพันธ์ที่เป็นธรรม และคุณภาพชีวิตที่ดีของทุกผู้คนและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง” (ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม 2559)

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ให้ความหมายว่า “เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการจัดการการผลิตด้านการเกษตรแบบองค์รวม ที่เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศ รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพ วงจรชีวภาพ โดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบจากการสังเคราะห์ และไม่ใช้พืช สัตว์หรือจุลินทรีย์ ที่ได้มาจากเทคนิคการดัดแปลงพันธุกรรมหรือพันธุวิศวกรรม มีการจัดการกับผลิตภัณฑ์ โดยเน้นการแปรรูปด้วยความระมัดระวัง เพื่อรักษาสภาพการเป็นเกษตรอินทรีย์ และคุณภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ในทุกขั้นตอน" (ศูนย์พัฒนาเกษตรอินทรีย์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2559)

สหกรณ์กรีนเนทจำกัด (2559) ได้กล่าวถึงการทำเกษตรอินทรีย์ว่าเป็นการทำการเกษตรแบบองค์รวม ซึ่งแตกต่างอย่างมากจากระบบเกษตรแผนใหม่ที่มุ่งเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตเฉพาะพืชที่ปลูก ซึ่งเป็นแนวคิดแบบแยกส่วน เพราะให้ความสนใจเฉพาะแต่ผลผลิตของพืชหลักที่ปลูก โดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบต่อทรัพยากรการเกษตรหรือนิเวศการเกษตร สำหรับเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นการเกษตรแบบองค์รวมจะให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน การรักษาแหล่งน้ำให้สะอาด และการฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพของฟาร์ม ทั้งนี้เพราะแนวทางเกษตรอินทรีย์อาศัยกลไกและกระบวนการของระบบนิเวศในการทำการผลิต

โดยสรุปแล้วสามารถกล่าวถึงความหมายของเกษตรอินทรีย์ได้ว่า เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการจัดการเกษตรแบบองค์รวมที่ให้ความสำคัญต่อระบบนิเวศ วงจรธรรมชาติในแต่

Ref. code: 25605809034514NCD

ละท้องถิ่น ใส่ใจต่อการส่งเสริมสุขภาพ ความสัมพันธ์ที่เป็นธรรม คุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ พืช สัตว์หรือจุลินทรีย์ที่ได้มาจากเทคนิคการดัดแปลงพันธุกรรมหรือพันธุวิศวกรรม เพื่อฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินน้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพ

2.1.2 หลักการเกษตรอินทรีย์ สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติได้กำหนดหลักการเกษตรอินทรีย์สากลประกอบด้วย 4 มิติ (ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม , 2559) ดังนี้

2.1.2.1 มิติด้านสุขภาพ *“เกษตรอินทรีย์จะต้องสร้างเสริมสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์ และโลกอย่างเป็นองค์รวม โดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ พืชพรรณต่างๆ ที่ผลิตจากผืนดินดังกล่าวก็จะมีสุขภาวะที่ดี และจะส่งผลสุขภาวะของสัตว์เลี้ยงและมนุษย์ที่อาศัยพืชพรรณเหล่านั้น”* นอกจากนี้ความเป็นอยู่ที่ทางกายภาพ จิตใจ สังคม และสภาพแวดล้อมโดยรวมจะต้องเป็นไปในทางที่ดี มีภูมิต้านทานต่อโรค มีความสามารถในการฟื้นตัวของร่างกายจากการเจ็บป่วย เป็นต้น และจะต้องมุ่งผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพื่อสุขภาพที่ดีของมนุษย์ ปราศจากการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เวชภัณฑ์สัตว์ และสารปรุงแต่งอาหาร ที่อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของดิน พืช สัตว์ และมนุษย์

2.1.2.2 มิติด้านนิเวศวิทยา *“เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องตั้งอยู่บนรากฐานของระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิต เลียนแบบวิถีทางธรรมชาติ และช่วยดำรงไว้ซึ่งระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิต”* การผลิตจะต้องอยู่บนพื้นฐานของวิถีแห่งระบบนิเวศ และการหมุนเวียน การเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ หรือหาของป่า จะต้องสอดคล้องกับวัฏจักรธรรมชาติและความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งแต่ละท้องถิ่นอาจจะมีลักษณะของระบบนิเวศที่เป็นเฉพาะพื้นที่ ดังนั้นการจัดการเกษตรอินทรีย์จึงต้องสอดคล้องกับสภาวะของท้องถิ่น ภูมินิเวศ วัฒนธรรม และเหมาะสมกับขนาดการผลิต ปัจจัยการผลิตทั้งที่เป็นวัสดุ สิ่งของ และพลังงานควรใช้ในปริมาณที่ลดลงโดยใช้หลักการหมุนเวียน การใช้ซ้ำ และการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการใช้ทรัพยากรและอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืน ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การแปรรูป การค้า และการบริโภคผลผลิตเกษตรอินทรีย์ควรช่วยกันในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทั้งในแง่ของภูมิทัศน์ สภาพอากาศ ถิ่นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพอากาศและน้ำ

Ref. code: 25605809034514NCD

2.1.2.3 มิติด้านความเป็นธรรม *"ความเป็นธรรมหมายรวมถึงความเท่าเทียมกัน ความเคารพกัน ความยุติธรรม และการมีส่วนในการพิทักษ์โลกที่ทุกสิ่งอาศัยอยู่ร่วมกัน ทั้งระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง และกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และกับธรรมชาติ"* ทั้งนี้ ผู้ที่ดำเนินการด้านเกษตรอินทรีย์จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่เป็นธรรมต่อกันกับชนทุกกลุ่มและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเกษตรอินทรีย์ ทั้งเกษตรกร คนงาน ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ผู้ค้า และผู้บริโภค กล่าวคือ เกษตรอินทรีย์จะมอบโอกาสในการมีคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับทุกคน ผลิตอาหารที่มีคุณภาพอย่างเพียงพอ และช่วยลดปัญหาความยากจน สำหรับความเป็นธรรมต่อสัตว์ เกษตรอินทรีย์ต้องจัดสภาพการเลี้ยงให้สอดคล้องกับลักษณะตามธรรมชาติของปศุสัตว์ และดูแลเอาใจใส่ความเป็นอยู่อย่างเหมาะสม ความเป็นธรรมต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น การใช้ทรัพยากรในการผลิตและการบริโภคควรมีความเป็นธรรมทั้งทางสังคมและทางนิเวศวิทยา คำนึงถึงผลกระทบต่อชนรุ่นหลัง ภายใต้มิตินี้ ความเป็นธรรมถูกนำมาใช้กับระบบการผลิต การจัดส่ง และการค้าเกษตรอินทรีย์ ซึ่งจะต้องเปิดเผยและยุติธรรม มีการนำต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาเป็นต้นทุนการผลิตด้วย

2.1.2.4 มิติด้านการดูแลเอาใจใส่ *"การบริหารจัดการเกษตรอินทรีย์ควรจะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวังและรับผิดชอบ เพื่อปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่ของผู้คนทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยรวมด้วย"* เกษตรกรสามารถดำเนินการเพื่อให้เกิดเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตจากการทำเกษตรอินทรีย์ แต่การดำเนินการดังกล่าวต้องไม่ตั้งอยู่บนความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสภาพความเป็นอยู่ การนำเทคโนโลยีและกรรมวิธีการผลิตใหม่ๆ เข้ามาใช้กับเกษตรอินทรีย์จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงอย่างจริงจังและรอบด้านต่อผลกระทบที่อาจมีต่อระบบนิเวศ เราจึงต้องดำเนินการต่างๆ ด้วยความระมัดระวังเอาใจใส่และรับผิดชอบ ภายใต้มิติการดูแลเอาใจใส่นี้ อาจอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งยืนยันเพื่อให้มั่นใจว่าการทำเกษตรอินทรีย์นั้นสร้างเสริมสุขภาพ ปลอดภัย และเหมาะสมกับระบบนิเวศ แต่เราไม่สามารถอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียวในการประเมินผลกระทบได้ แต่จะต้องอาศัยประสบการณ์จากการปฏิบัติและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สะสมถ่ายทอดกันมาร่วมเป็นสิ่งยืนยัน และควรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากการใช้เทคโนโลยีใหม่ที่ผลลัพธ์ไม่มีความชัดเจน เช่น เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม การตัดสินใจใดๆจะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นและคุณค่าของผู้ที่อาจได้รับผลกระทบอาศัยกระบวนการที่มีความโปร่งใสและการมีส่วนร่วมของผู้ได้รับผลกระทบต่าง ๆ

Ref. code: 25605809034514NCD

2.1.3 มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ คือ เกณฑ์ข้อกำหนดขั้นต่ำที่ผู้ผลิตเกษตรอินทรีย์จะต้องปฏิบัติตาม และหน่วยงานรับรองจะใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจประเมินการผลิต และตัดสินใจในการรับรองฟาร์มที่ได้ปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานนั้นๆ เกษตรกรที่ผ่านการรับรองจากหน่วยงานจะได้รับตรารับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ของหน่วยงานนั้นๆกำกับอยู่บนผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ หน่วยงานที่รับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศมีดังนี้ (สหกรณ์กรีนเนท, 2559; มูลนิธินวชีวัน, 2559)

2.1.3.1 ตรามาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ของหน่วยงาน

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ มกท.
(Organic Agriculture Certification Thailand – ACT)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ – มกอช. (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards – ACFS)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ องค์กรมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ภาคเหนือ – มอน. (The Northern Organic Standard Organization)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์
สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์สุรินทร์ (มก.สร.)

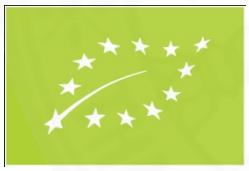
Ref. code: 25605809034514NCD

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์
สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพชรบูรณ์ (มก.พช.)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์
ชมรมเกษตรอินทรีย์เกาะพะงัน

2.1.3.2 ตรามาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ของประเทศผู้นำเข้าสินค้าเกษตรอินทรีย์

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ IFOAM หรือ IFOAM ACCREDITED



ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์สหภาพยุโรป (EU)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์
สหรัฐอเมริกา (National Organic Program – NOP)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์
แคนาดา (Canada Organic Regime – COR)

Ref. code: 25605809034514NCD

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ญี่ปุ่น (Japanese Agricultural Standard – Organic JAS mark)

2.1.3.3 ตรามาตรฐานสินค้าอินทรีย์ของหน่วยงานตรวจรับรองเอกชนต่างประเทศที่ได้รับความนิยมและดำเนินการตรวจรับรองอยู่ในประเทศไทย

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ไบโออะกิเสิร์ช (Bioagricert)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์บีเอสซี (BSC ÖKO-GARANTIE GMBH – BSC)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์อีโคเสิร์ช (Ecocert)

ตรามาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ ไอเอ็มโอ-คอนโทรล (IMO-Control)

2.1.4 ข้าวอินทรีย์ ข้าวอินทรีย์ (Organic rice) เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture หรือ Organic farming) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต หากมีความจำเป็น แนะนำให้ใช้วัสดุจากธรรมชาติและสารสกัดจากพืชที่ไม่มีพิษต่อคน หรือไม่มีสารพิษตกค้างปนเปื้อนในผลิตผลในดินและน้ำ ในขณะเดียวกันก็เป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ทำให้ได้ผลิตผลข้าวที่มีคุณภาพดี ปลอดภัยจากอันตรายของผลตกค้างส่งผลให้ผู้บริโภคมีสุขอนามัยและคุณภาพชีวิตที่ดี (สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร, 2559)

Ref. code: 25605809034514NCD

2.1.4.1 การผลิตข้าวอินทรีย์ การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืนทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมต่อการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้นการผลิตข้าวอินทรีย์มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559)

(1) การเลือกพื้นที่ปลูก เลือกพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ติดต่อกัน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูงประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างเพียงพอ มีแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูก ไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือมีการปนเปื้อนของสารเคมีสูง และห่างจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีการเกษตร สำหรับเกษตรกรรายย่อยที่มีพื้นที่ถือครองไม่มากและอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันควรรวมกลุ่มกันเพื่อผลิตข้าวอินทรีย์

(2) การเลือกใช้พันธุ์ข้าว พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกควรมีคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก และให้ผลผลิตได้ดีแม้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว และมีคุณภาพเมล็ดตรงกับความต้องการของผู้บริโภคข้าวอินทรีย์ การผลิตข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15 ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวที่มีคุณภาพเมล็ดดีเป็นพิเศษ

(3) การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานผลิตจากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ที่ได้รับการดูแลอย่างดี มีความงอกดี ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ปราศจากโรค แมลงและเมล็ดวัชพืช หากจำเป็นต้องป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์อนุโลมให้นำมาแช่ในสารละลายจุนสี (จุนสี 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำก่อนนำไปปลูก

(4) การเตรียมดิน วัตถุประสงค์หลักของการเตรียมดิน คือ สร้างสภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของข้าว ช่วยควบคุมวัชพืช โรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวบางชนิด การเตรียมดินมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติดิน สภาพแวดล้อมในแปลงนาก่อนปลูกและวิธีการปลูก โดยไถดะ ไถแปร คราด และทำเทือก

(5) วิธีปลูก การปลูกข้าวแบบปักดำจะเหมาะสมที่สุดกับการผลิตข้าวอินทรีย์ เพราะการเตรียมดิน ทำเทือก การควบคุมระดับน้ำในนาจะช่วยลดปริมาณวัชพืชได้และการปลูกกล้าข้าวลงดินจะช่วยให้ข้าวสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ ต้นกล้าที่ใช้ปักดำควรมีอายุประมาณ 30 วัน เลือกต้นกล้าที่เจริญเติบโตแข็งแรงดี ปราศจากโรคและแมลงทำลาย

Ref. code: 25605809034514NCD

เนื่องจากในการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ทุกชนิดโดยเฉพาะปุ๋ยเคมี จึงแนะนำให้ใช้ระยะปลูกถี่กว่าระยะปลูกที่แนะนำสำหรับปลูกข้าวโดยทั่วไปเล็กน้อยคือ ระยะระหว่างต้นและแถว ประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวนต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ และใช้ระยะปลูกแคบกว่านี้หากดินนามีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ในกรณีที่ต้องปลูกล่าหรือปลูกหลังจากช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวแต่ละพันธุ์ และมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน แนะนำให้เปลี่ยนไปปลูกวิธีอื่นที่เหมาะสม เช่น หว่านข้าวแห้ง หรือหว่านน้ำตม

(6) การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากการปลูกข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี การเลือกพื้นที่ปลูกที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงตามธรรมชาติ จึงเป็นการเริ่มต้นที่ได้เปรียบ เพื่อที่จะรักษาระดับผลผลิตให้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ นอกจากนี้ เกษตรกรยังต้องรู้จักการจัดการดินที่ถูกต้อง และพยายามรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เหมาะสมกับการปลูกข้าวอินทรีย์ให้ได้ผลดีและยั่งยืนมากที่สุด คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. การจัดการดินไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ในแปลงนา เพราะเป็นการทำลายอินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์รวมถึงไม่นำชิ้นส่วนของพืชที่ไม่ใช้ประโยชน์โดยตรงออกจากแปลงนา แต่ควรนำวัสดุอินทรีย์จากแหล่งใกล้เคียงใส่แปลงนาให้สม่ำเสมอที่ละเล็กละน้อยนอกจากนี้ควรเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินโดยการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วในที่ว่างในบริเวณพื้นที่นาตามความเหมาะสม แล้วใช้อินทรียวัตถุที่เกิดขึ้นในระบบไร่นาให้เกิดประโยชน์ต่อการปลูกข้าว ไม่ควรปล่อยที่ดินให้ว่างเปล่าก่อนการปลูกข้าวและหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว และควรวิเคราะห์ดินนาทุกปี แก้ไขภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว (pH ประมาณ 5.5-6.5) ถ้าพบว่าดินมีความเป็นกรดสูงแนะนำให้ใช้ปูนมาร์ล ปูนขาว หรือขี้เถ้าไม้ปรับปรุงสภาพดิน

2. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติอย่างสม่ำเสมอ แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติแทบทุกชนิดมีความเข้มข้นของธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ จึงต้องใช้ในปริมาณที่สูงมาก และอาจมีไม่พอเพียงสำหรับการปลูกข้าวอินทรีย์ และถ้าหากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต จึงแนะนำให้ใช้หลักการธรรมชาติที่ว่า “สร้างให้เกิดขึ้นในพื้นที่ ใส่ทีละเล็กทีละน้อยสม่ำเสมอเป็นประจำ” ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติที่ควรใช้ ได้แก่ ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ควรปลูกก่อนการปักดำข้าวในระยะเวลาพอสมควร เพื่อให้ต้นปุ๋ยพืชสดมีช่วงการเจริญเติบโตเพียงพอที่จะผลิต

(7) ระบบการปลูกพืช ปลูกข้าวอินทรีย์เพียงปีละครั้ง โดยเลือกช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมกับข้าวแต่ละพันธุ์ และปลูกพืชหมุนเวียนโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วก่อนและหลังการปลูกข้าว อาจปลูกข้าวอินทรีย์ร่วมกับพืชตระกูลถั่วก็ได้ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม

Ref. code: 25605809034514NCD

(8) การควบคุมวัชพืช แนะนำให้ควบคุมวัชพืชโดยวิธีกล เช่น การเตรียมดินที่เหมาะสม วิธีการทำนาที่ลดปัญหาวัชพืช การใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืช การใช้วัสดุคลุมดิน การถอนด้วยมือ วิธีเขตกรรมต่าง ๆ การใช้เครื่องมือ รวมทั้งการปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

(9) การป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูพืช (กรมการข้าว, 2559) หลักการสำคัญของการป้องกันกำจัดโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวในการผลิตข้าวอินทรีย์มีดังนี้

1. ใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน

2. การปฏิบัติด้านเขตกรรม เช่น การเตรียมแปลงกำหนดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม ใช้อัตราเมล็ดและระยะปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและสมดุลของธาตุอาหารพืช การจัดการน้ำ เพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตดี สมบูรณ์และแข็งแรง สามารถลดการทำลายของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวได้ส่วนหนึ่ง

3. จัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เช่น การกำจัดวัชพืช การกำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรคโดยใช้ปูนขาว หรือกำมะถันผงที่ไม่ผ่านกระบวนการทางเคมี

4. รักษาสมดุลทางธรรมชาติ โดยส่งเสริมการแพร่ขยายปริมาณของแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และศัตรูธรรมชาติเพื่อช่วยควบคุมแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว

5. ปลูกพืชขับไล่แมลงบนคันนา เช่น ตะไคร้หอม

6. หากมีความจำเป็น อนุญาตให้ใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม และใบแคฝรั่ง เป็นต้น

(10) การจัดการน้ำ ระดับน้ำมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตของข้าวโดยตรง ในระยะปักดำจนถึงแตกกอ ถ้าระดับน้ำสูงมากจะทำให้ต้นข้าวสูงเพื่อหนีน้ำทำให้ต้นอ่อนแอและล้มง่าย ในระยะนี้ควรรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ประมาณ 5 เซนติเมตร แต่ถ้าต้นข้าวขาดน้ำจะทำให้วัชพืชเติบโตแข่งขันกับต้นข้าวได้ ดังนั้นระดับน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดฤดูปลูกควรเก็บรักษาไว้ที่ปริมาณ 5-15 เซนติเมตร จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 7-10 วัน จึงระบายน้ำออกเพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกัน และพื้นที่นาแห้งพอเหมาะต่อการเก็บเกี่ยว

(11) การเก็บเกี่ยว การนวดและการลดความชื้น เก็บเกี่ยวข้าวหลังจากออกดอกประมาณ 28-30 วัน สังเกตจากเมล็ดในรวงข้าวสุกแก่ เมล็ดเปลี่ยนเป็นสีฟาง เรียกว่าระยะพลับพลึง การเก็บเกี่ยวมี 2 วิธี ได้แก่ การใช้เคียว และการใช้รถเกี่ยว หลังจากเก็บเกี่ยวควรลดความชื้นของข้าวให้เหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่า เพื่อเหมาะสมต่อการเก็บรักษา และทำให้มีคุณภาพการสีดี

Ref. code: 25605809034514NCD

(12) การเก็บรักษาข้าวเปลือก เป้าหมายหลักของการเก็บรักษาข้าว คือ การสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 4 วิธี ได้แก่

1. การเก็บในสภาพปกติ หมายถึง การเก็บข้าวไว้ในโรงเก็บปกติที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่เป็นส่วนใหญ่ เพราะมีการลงทุนน้อย และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บในโรงเก็บหรือยุ้งฉางของเกษตรกร โรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่ๆ

2. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ ตู้เย็น หรือในไซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น การเก็บในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ ช่วยชะลอการสูญเสียทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงลดลง และการหายใจของเมล็ดน้อยลง

3. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปี๊บสังกะสี หรือ polyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำ ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10% วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดี และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

4. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพดี ได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่นการเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์ (กรมการข้าว, 2559)

(13) การสี การสีเป็นขั้นตอนการแปรรูปเบื้องต้นของข้าวเปลือกให้ได้เป็นข้าวสาร หรือ ข้าวกล้อง ที่เหมาะสมกับการนำไปรับประทานหรือแปรรูปข้าวเปลือกที่จะนำมาสีต้องผ่านการลดความชื้นมาก่อน ให้มีความชื้น 13-15 เปอร์เซ็นต์ การสีข้าวอินทรีย์ต้องแยกสีต่างหากจากข้าวทั่วไป โดยทำการใช้ข้าวเปลือกอินทรีย์สีล้างเครื่อง

การสีข้าวต้องมีการตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ขั้นตอนการรับซื้อวัตถุดิบ คือ ข้าวเปลือก ผ่านขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ จนกระทั่งการบรรจุหีบห่อ โดยประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้

Ref. code: 25605809034514NCD

1. ทำความสะอาดข้าวเปลือกเพื่อแยกแยกสิ่งแปลกปลอม เช่น ฟาง เศษพืช ฝุ่น ผง กรวด ทราย ออกจากข้าวเปลือก การทำความสะอาดข้าวเปลือกเป็นการทำความสะอาดแบบแห้ง เช่น ตะแกรงร่อน แยกสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดต่างจากข้าวเปลือก เช่น ฝุ่น ฟาง กรวด ทราย และสิ่งเจือปนอื่นๆ อาจใช้ตะแกรงร่อน หรือใช้เครื่องจักร Grain separator แยกสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดใกล้เคียงกับข้าวเปลือก โดยใช้การแยกด้วยความหนาแน่น หรือความถ่วงจำเพาะ โดยเครื่องจักร เรียกว่าเครื่องแยกเม็ดหิน (destoner) และแยกโลหะด้วยเครื่องจับโลหะ

2. การกะเทาะเปลือก เพื่อที่จะแยกเอาเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งเรียกว่า แกลบ (husk) ออกจากเมล็ดข้าว ในขั้นตอนนี้จะใช้เครื่องกะเทาะ (huller) ซึ่งเป็นลูกยางสองลูกหมุนเข้าหากันด้วยความเร็วต่างกัน หรือใช้เครื่องกะเทาะที่ทำด้วยแผ่นโลหะสองแผ่นบุด้วยหินหยาบ เพื่อให้เกิดการเสียดสี กะเทาะให้แกลบหลุดออกจากตัวเมล็ดข้าว ข้าวที่ได้จากขั้นตอนนี้เรียกว่า ข้าวกล้องซึ่งยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดและคัพภะติดอยู่ จากนั้นจึงแยกแกลบและข้าวเปลือกที่ยังไม่ถูกกะเทาะออกจากข้าวกล้อง แกลบที่เป็นผลพลอยได้จาการสีข้าวอาจนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง

3. การขัดขาวและขัดมัน (whitening and polishing) เป็นการขัดชั้นรำ (rice bran) ซึ่งเป็นเยื่อหุ้มเมล็ด ออกจากข้าวกล้อง ให้เหลือเฉพาะส่วนของเอนโดเสปอร์มและขัดมัน เพื่อให้ผิวเรียบเป็นเงาสะอาด รำข้าวที่เป็นผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด คัพภะ มีไขมันสูง เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันรำข้าว

4. การคัดขนาดข้าวสาร ใช้ตะแกรงขนาดที่มีรูเปิดที่มีความยาวแตกต่างกัน เพื่อแยกข้าวสารเต็มเมล็ดต้นข้าว (head rice) ออกจากข้าวหัก และปลายข้าว เช่น ปลายข้าวนั้นจะมีความยาวประมาณเท่ากับหรือน้อยกว่า 6/8 ของความยาวเมล็ดเต็ม

5. คุณภาพข้าวสาร การสีข้าวเปลือกจะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวสารประมาณ 68-70 เปอร์เซ็นต์ รำ 8-10 เปอร์เซ็นต์ และแกลบ 20-24 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสารคุณภาพดีควรสีได้ข้าวเต็มเมล็ด (whole kernels) และต้นข้าว (head rice) มาก มีข้าวหัก (broken) น้อย ปัจจัยที่ทำให้ข้าวหักในระหว่างการสีคือเมล็ดยาวมาก เมล็ดบิดเบี้ยว หรือไม่สมบูรณ์ เมล็ดมีท้องไข่ หรือ เมล็ดอ่อน การเกิดเมล็ดร้าวก่อนการสี อาจเกิดจากการเก็บเกี่ยวข้าวแช่น้ำ หรือเก็บเกี่ยวช้า รวมทั้งการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม

6. ระดับการสีให้แบ่งระดับการสีออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- สีดีพิเศษ (extra well milled) คือ การสีขัดเอารำออกทั้งหมดจนเมล็ดข้าวมีลักษณะสวยงามเป็นพิเศษ

- สีดี (well milled) คือ การขัดเอารำออกทั้งหมดจนเมล็ดข้าวมีลักษณะสวยงามดี

Ref. code: 25605809034514NCD

- สีปานกลาง (reasonably well milled) คือ การสีขัดเอารำออกเป็นส่วนมากจนเมล็ดข้าวมีลักษณะสวยงามพอสมควร

- สีธรรมดา (ordinarily milled) คือ การสีขัดเอารำออกแต่เพียงบางส่วน (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

(14) การบรรจุหีบห่อเพื่อการค้า การบรรจุข้าวกล้องหรือข้าวสารมีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลกรัมขึ้นไปถึง 5 กิโลกรัม โดยทำการชั่งน้ำหนักและบรรจุในถุงพลาสติกด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ เครื่องที่ใช้ในการบรรจุมีหลายชนิด เช่น เครื่องบรรจุถุงแบบเปิดปาก เครื่องบรรจุถุงแบบ FFS (form fill and seal) เครื่องบรรจุถุงแบบแมนวล เครื่องบรรจุถุงแบบบิ๊กแบ๊ค (บริษัท พรีเมียร์ เทค โครโนส จำกัด, 2559)

2.1.5 ปัญหาความเสียหายของข้าวระหว่างการเก็บรักษา

ความเสียหายของข้าวอินทรีย์เกิดขึ้นจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือ ปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และปัจจัยทางชีวภาพ (biological factor) เป็นที่ยอมรับกันว่าแมลงเป็นศัตรูที่สำคัญและทำความเสียหายให้ผลิตผลเกษตรมากที่สุด เนื่องจากแมลงเป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็กสามารถขยายพันธุ์และเจริญเติบโตได้ในระยะเวลาสั้น แหล่งที่มาของแมลงอาจมาจากในยุ้งฉาง ข้างเคียงหรือที่มีแมลงอยู่แล้ว แมลงอาจวางไข่ในไร่นาก่อนการเก็บเกี่ยว หรืออาจติดมากับกระสอบหรือภาชนะบรรจุ สามารถแพร่กระจายไปได้ทั่วโลก เนื่องจากแมลงเหล่านี้มีการเคลื่อนย้ายและแพร่กระจายไปได้โดยติดไปกับผลิตผลที่มีการซื้อขายแลกเปลี่ยนกันทั่วโลก ผลความเสียหายจากแมลงคือ สูญเสียน้ำหนัก สูญเสียคุณค่าทางอาหารสูญเสียความงอก สูญเสียคุณภาพ สูญเสียเงิน และสูญเสียชื่อเสียง (กรมวิชาการเกษตร, 2547; พรทิพย์ และคณะ, 2548) แมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บที่สำคัญ (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ได้แก่

2.1.5.1 มอดข้าวสาร มอดข้าวสารหรือด้วงงวงข้าว (Rice weevil) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sitophilus oryzae* เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของข้าวเปลือกและข้าวสาร ตัวเต็มวัยของมอดข้าวสารมีสีน้ำตาลอ่อน ยาวประมาณ 2.0-3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง (snout) มีรอยบุ๋มเป็นจุดกลมๆ ที่หัวและที่ปีก หนวดมี 8 ปล้อง ด้านข้างของปีกตอนบนและตอนล่างจะมีจุดสีเหลืองรวมอยู่ 4 จุด สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ยังอยู่ในไร่นา ตัวเมียวางไข่ในเมล็ดขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ เมล็ดละ 4-6ฟอง แล้วขับเมือกปิดปากรูไว้ ตัวเมียวางไข่ได้ 300-400 ฟอง ไข่จะฟักในระยะ 3-6 วัน เป็นตัวอ่อนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม และอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด เมื่อตัวอ่อนมีระยะ 20-30 วัน จึงเข้าดักแด้เป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จะเจาะผิวเมล็ดออกมาทำให้เมล็ดเป็นรู (ภาพที่ 2.1) วงจรชีวิตใช้เวลา 30-40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือน หรือมากกว่า (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

Ref. code: 25605809034514NCD

ภาพที่ 2.1 ลักษณะการเข้าทำลายของมอดข้าวสารในผลผลิตข้าวสาร

2.1.5.2 มอดข้าวเปลือก หรือ มอดหัวป้อม มอดข้าวเปลือก (Lesser grain borer) หรือมอดหัวป้อม หรือมอดหัวไม้ขีด ชื่อวิทยาศาสตร์ *Rhyzopertha dominica* เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวเปลือก ตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ด จนกลายเป็นตัวจึงเจาะรูออกมาจากเมล็ด ทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือก ตัวเต็มวัยจะแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรู และสามารถบินได้ไกลจึงทำให้ระบาดไปยังโรงเก็บอื่น ๆ ได้ง่าย

ตัวเต็มวัยมีรูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง มีความยาว 2.5-3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวสั้นและงุ้มซ่อนอยู่ใต้อกปล้องแรก ต้องมองดูด้านข้างจึงจะเห็นส่วนหัวได้ชัด เมื่อมองดูด้านบนจะเห็นส่วนของอกเป็นหัว จึงทำให้มีชื่อว่า มอดหัวป้อมหรือมอดหัวไม้ขีด ปีกคู่หน้ามีหลุม (puncture) อยู่เรียงเป็นแถว ตัวเมียวางไข่ได้ 300-500 ฟอง โดยวางเป็นกลุ่มตามรอยแตกหรือรอยกะเทาะบนเมล็ด หรือวางเป็นฟองเดี่ยวตามเศษผงในกองข้าว เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอน จะมีลักษณะขาวขุ่น ระยะตัวอ่อน 21-28 วัน และเข้าดักแด้ภายในเมล็ด 6-8 วัน แล้วจึงเจาะเมล็ดออกมาเมื่อเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตใช้เวลา 1 เดือนขึ้นไป ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่นาน 5 เดือน หรือมากกว่า (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2.1.5.3 มอดแป้ง มอดแป้ง (Red flour beetle) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tribolium castaneum* เป็นแมลงที่ไม่สามารถทำลายเมล็ดพืชให้ได้รับความเสียหายโดยตัวเอง มักทำลายซ้ำเติมหลังจากที่แมลงอื่นทำลายจนเมล็ดจนรูหรือรอยแตกแล้ว สามารถทำลายข้าวได้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เป็นศัตรูตัวสำคัญของแป้งและรำ สามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ทำให้แป้งเปลี่ยนสี มีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากการขับถ่ายของเสีย ถึงแม้จะนำไปทำอาหาร กลิ่นเหม็นก็จะยังคงติดอยู่เช่นเดิม

มอดแป้งมีลักษณะสีน้ำตาลปนแดง ลำตัวค่อนข้างยาว ประมาณ 2.3-4.4 มิลลิเมตร หัวมีหนวดค่อนข้างสั้น ด้านบนของหัวมีสันเหนือตาทั้งสองข้าง ส่วนตัวทางด้านหัว

Ref. code: 25605809034514NCD

กว้างกว่าด้านท้าย รูปร่างเกือบเป็นสี่เหลี่ยมและมีสีเข้มกว่าส่วนปีก ตัวเมียวางไข่ได้ 400-500 ฟอง ตามกระสอบ ภาชนะบรรจุ รอยแตกของเมล็ดข้าว หรือในแป้ง ไข่มีรูปร่างยาวรี สีขาว ไข่จะฟักใน 3-7 วัน ตัวอ่อนมีสีน้ำตาลอ่อนเรียวยาว อาศัยอยู่ในแป้งประมาณ 21-40 วัน แล้วจึงเข้าดักแด้ ระยะเป็นดักแด้ 3-7 วัน แล้วจึงเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตใช้เวลา 26-40 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2.1.5.4 มอดฟันเลื่อย มอดฟันเลื่อย ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryzae philussurinamensis* เป็นแมลงที่ไม่สามารถทำลายเมล็ดพืชให้ได้รับความเสียหายโดยตัวเอง ตัวเต็มวัยจะแทะเล็มอยู่ที่ผิวเมล็ด และเข้าไปทำลายภายในเมล็ดหลังจากที่มีแมลงชนิดอื่นเข้าไปทำลายแล้ว มอดฟันเลื่อยเป็นแมลงขนาดเล็ก ประมาณ 2.5-3.0 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลแก่ ดำ ตัวแบนยาว มีลักษณะเด่นคือ ขอบด้านข้างส่วนนอกปล้องแรกมีลักษณะเป็นแบบฟันเลื่อยข้างละ 6 ซี่ ตัวเมียวางไข่ตลอดชีวิตได้ 45-280 ฟอง วางไข่ตามรอยแตกของเมล็ดหรือบนเมล็ด ไข่มีสีขาว ฟักเป็นตัวอ่อนภายใน 3-5 วัน ตัวอ่อนเรียวเล็กสีขาว ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์จึงเข้าดักแด้ โดยใช้เศษอาหารเป็นปลอกหุ้มตัว ระยะดักแด้ 6-10 วัน วงจรชีวิตใช้เวลาประมาณ 24-30 วัน ตัวเต็มวัยสามารถอยู่ได้นาน 6-10 เดือน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2.1.5.5 มอดสยาม มอดสยาม (Siamese grain beetle) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lophocateres pusillus* มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ไม่สามารถเข้าทำลายเมล็ดด้วยตัวเอง มักพบการเข้าทำลายร่วมกับมอดข้าวสาร และมอดข้าวเปลือก ส่วนใหญ่จะทำลายแป้งและส่วนที่เป็นจุดงอก (germ) ของเมล็ด เมล็ดที่ถูกทำลายจะมีลักษณะถูกกินเป็นแถบๆ อาจพบอยู่ในแกลบ ทนทานต่อสภาพแห้ง มอดสยามเป็นด้วงปีกแข็ง ลำตัวมีลักษณะแบน ขนาดเล็กประมาณ 2-3 มิลลิเมตร สีน้ำตาลแดง หนวดคล้ายกระบอง บนปีกคู่หน้ามีสนเป็นแนวยาว ฐานของอกปล้องแรกอยู่ติดกับโคนปีกคู่หน้า เพศเมียวางไข่ประมาณ 100 ฟอง ไข่จะฟักภายใน 7 วัน ระยะหนอนและระยะดักแด้ประมาณ 42 วัน วงจรชีวิตประมาณ 45-60 วัน (พรทิพย์ และคณะ, 2548)

2.1.6 วิธีการป้องกันกำจัดแมลงในข้าวอินทรีย์

2.1.6.1 วิธีกล

(1) การรักษาความสะอาดและการจัดการโรงเก็บ ควรเตรียมความพร้อมของสภาพโรงเก็บทำความสะอาดพื้นและส่วนต่าง ๆ ของโรงเก็บทั้งภายในและภายนอกก่อนที่จะนำข้าวเข้าเก็บรักษา และต้องดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ทำให้การแพร่ระบาดทำลายของแมลงน้อยลง

(2) การใช้วิธีทางอ้อมกับแมลง เป็นการใช้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับแมลง เช่น การเก็บข้าวเปลือกแทนการเก็บข้าวสาร การแยกเมล็ดแตกหักออกจากเมล็ดดี สามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้

Ref. code: 25605809034514NCD

(3) การใช้วิธีทางตรงกับแมลง การแยกแมลงออกจากผลิตผล เป็นวิธีที่ใช้ได้ดีกับแมลงระยะตัวเต็มวัย เช่น การร่อน แยกแมลง การพลิกกลับกองข้าวบ่อย ๆ และการใช้เครื่องดูดเมล็ดโดยวิธีสูญญากาศ

2.1.6.2 การใช้สารหรือวัสดุในคลุกเมล็ด

(1) น้ำมันพืช มีคุณสมบัติเป็นการไล่ และเป็นสารต้านการกิน เช่น น้ำมันขมิ้น และน้ำมันสะเดา

(2) การใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ว่านน้ำ (sweet flag: *Acorus calamus* Linn.) คลุกเมล็ด สามารถใช้กำจัดแมลงได้ดี

(3) การใช้ inert dust ในปัจจุบันมีการใช้ diatomaceous earth และ silica aerogels คลุกเมล็ดเพื่อป้องกันแมลง และไม่มีพิษต่อผลิตผล diatomaceous earth มีผลทำให้ลำตัวแมลงเกิดบาดแผล และตาย ส่วน silica aerogels สามารถดูดซับน้ำมันได้ 3 เท่า เมื่อแมลงเดินผ่านสารนี้ จะดูดขี้ผึ้งที่หุ้มผิวแมลงทำให้สูญน้ำและตาย นอกจากนี้ยังมีการใช้ปูนขาว ขี้เถ้าแกลบทราย เพื่อลดการเข้าทำลายของแมลงได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2.1.6.3 การตาก การตากเป็นการลดความชื้นของข้าวด้วยวิธีธรรมชาติ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อน การเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยลดความชื้นของเมล็ดข้าว หากข้าวมีความชื้นสูงจะส่งผลให้แมลงเจริญเติบโตได้ง่ายขึ้น โดยปกติข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม เมล็ดจะมีความชื้นประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องทำการลดความชื้นของเมล็ดข้าวให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นวิธีการที่ประหยัด ไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้แรงงานและพื้นที่ในการตาก ความสูญเสียเกิดขึ้นสูงจากการทำลายของนก หนู แมลง (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559)

2.1.6.4 การใช้เครื่องอบความร้อน การอบข้าวด้วยวิธีนี้เป็นการอาศัยเครื่องกำเนิดความร้อนเพื่อทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำลง จากนั้นเป่าลมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเข้าไปในกองเมล็ดข้าวเพื่อให้ความชื้นภายในเมล็ดระเหยออกไปกับลมที่ออกจากกองเมล็ดข้าว ปกติมอดเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส และตายอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส การใช้เครื่องอบความร้อนสามารถควบคุมอัตราการแห้งได้ดีกว่าวิธีธรรมชาติ สามารถลดความชื้นได้ครั้งละจำนวนมาก ใช้ได้ทุกสภาพอากาศ ใช้พื้นที่น้อย สามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับตามต้องการได้ และช่วยให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้นโดยไม่ต้องรอให้เมล็ดแห้งก่อน เพื่อป้องกันการสูญเสียเมล็ดพันธุ์ภายในแปลงจากการร่วงหล่น และสามารถเตรียมพื้นที่การเพาะปลูกพืชชนิดต่อไปได้เร็วขึ้น ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ มีค่าใช้จ่ายสูง และเมล็ดพันธุ์อาจได้รับความเสียหายจากความร้อนหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไป ส่งผลให้เมล็ดแตกหัก และสูญเสียการงอกของเมล็ด (กรมการข้าว, 2559; จิตรกานต์, 2556; พรทิพย์ และคณะ, 2550)

Ref. code: 25605809034514NCD

2.1.6.5 การให้ความร้อนด้วยคลื่นวิทยุ คลื่นความถี่วิทยุสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมแมลงหลังการเก็บเกี่ยว โดยใช้คลื่นความถี่ที่ 13.56 27.12 และ 40.68 MHz พลังงานความร้อนจะทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็วโดยทั่วไปจะให้อุณหภูมิความร้อนอยู่ที่ประมาณ 40 – 90 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผลผลิต ลักษณะของแมลง และธรรมชาติของคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งจะส่งผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของเมล็ดพืชเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Lagunas-Solar et al., 2007)

2.1.6.6 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้าง ผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์มีการประยุกต์ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีจำนวนมาก อาทิ การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 75 เพื่อควบคุมและกำจัดแมลงในระหว่างการเก็บ สามารถฆ่าแมลงได้ทุกวัย การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับความดันในการฆ่ามอดในข้าวสาร รวมถึงการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในการเก็บรักษา (อุมาพร, 2555)

2.1.6.7 การใช้ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซไนโตรเจนนิยมนำมาใช้ในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารแบบ Gas-flushing เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดหนึ่งโดยพ่นก๊าซที่ต้องการเข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุ ก๊าซไนโตรเจนจะเข้าไปไล่ก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation reaction) เพื่อปรับสภาวะอากาศไม่ให้เอื้อกับการเจริญเติบโตของแมลงในข้าว เนื่องจากแมลงและไข่แมลงต้องการออกซิเจนเพื่อการเติบโตและฟักไข่ ส่งผลให้เก็บรักษาข้าวได้นานขึ้น (อุมาพร, 2555)

2.1.6.8 การบรรจุข้าวในถุงสุญญากาศ การบรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum packaging) คือการบรรจุโดยลดปริมาณอากาศเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และแมลงในข้าว และลดการเกิดกลิ่นเหม็นหืนและการเปลี่ยนสีของข้าว โดยใช้วิธีการดูดเอาอากาศในภาชนะบรรจุออก ให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลืออยู่ร้อยละ 20-40 และก๊าซออกซิเจนน้อยกว่าร้อยละ 1

วัสดุที่นิยมใช้ในการบรรจุแบบสุญญากาศ คือ บรรจุภัณฑ์ฟิล์มแบบอ่อนตัวประเภทฟิล์มหลายชั้น โดยเฉพาะฟิล์มที่มีส่วนประกอบของฟิล์มพลาสติกไนลอน (nylon), ethylene vinly alcohol (EVOH), polyester (PET) หรือ polyvinyidene chloride (PVDC) ฟิล์มเหล่านี้มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน ไขมัน และน้ำมันได้สูง มีความเหนียว ขยายตัวได้มาก และทนความร้อนได้สูง

การบรรจุแบบสุญญากาศมีข้อจำกัด คือ การสูญเสียสภาวะสุญญากาศของบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากปลายแหลมของข้าวทิ่มแทงบรรจุภัณฑ์ที่หดรัดตัว ทำให้บรรจุภัณฑ์เกิดการรั่ว อากาศภายนอกจึงเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุญญากาศเสียรูปทรงและคุณภาพของข้าวเสียหาย (นิตยา, 2556)

Ref. code: 25605809034514NCD

2.1.6.9 การเก็บรักษาในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ 15 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพและความหอมของข้าว ป้องกันการเจริญเติบโตของโรคและแมลงอากาศภายในบริเวณที่วางเก็บสินค้า ควรมีอากาศถ่ายเท หรือมีเครื่องช่วยระบายอากาศ ไม่ควรวางในที่อับและควรวางในที่มีแสงสว่างส่องถึง (บริษัทชัยทิพย์ จำกัด, 2559)

2.1.6.10 วิธีทางชีวภาพ หมายถึง การใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน หรือเชื้อจุลินทรีย์ ในการลดปริมาณแมลงศัตรูในโรงเก็บ

(1) แมลงศัตรูธรรมชาติ โดยนำแมลงศัตรูธรรมชาติมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และปล่อยสู่แมลงเป้าหมาย อุปสรรคของวิธีนี้ คือ การค้นหาแมลงศัตรูธรรมชาติ วิธีการเลี้ยงและการขยายพันธุ์ที่ง่ายและประหยัด เช่น แตนเบียน ตัวห้ำ

(2) โรคของแมลง (insect pathogen) การนำจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ มาใช้ในการควบคุม เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา โปรโตซัว และไวรัส เป็นต้น

2.1.6.11 พืช การใช้พืชเพื่อป้องกันกำจัดแมลงเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่สืบทอดกันมายาวนาน พืชสามารถกำจัดแมลงได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดสารเคมีและปริมาณที่มีอยู่ในพืช เนื่องจากมีกลไกของสารเคมีในพืชที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของแมลง สามารถไล่และกำจัดแมลงได้ สารเคมีเหล่านี้เป็นสารทุติยภูมิ (secondary plant metabolite) เช่น สารจำพวก alkaloids สารที่มีรสขมหรือมีฤทธิ์เป็นด่าง ได้แก่ rotenone, nicotine และ pyrethrin สารจำพวก saponin, tannin, glycoside และสารที่อยู่ในรูปอนุพันธ์ต่าง ๆ อาทิ น้ำมันหอมระเหยเป็นต้น (ศุภจิต, 2551) พืชที่นิยมนำมาใช้กำจัดแมลง ได้แก่

(1) ขมิ้นชัน

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Curcuma longa* L.

ชื่อสามัญ: Turmaric

ชื่อวงศ์: Zingiberaceae

ชื่ออื่น: ขมิ้น (ทั่วไป) ขมิ้นแกง ขมิ้นหัว (เชียงใหม่) ขี้มิ้นหมิ้น (ภาคใต้)

ขมิ้นชัน เป็นไม้ล้มลุก อายุหลายปี สูง 30-90 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นเหง้ารูปไข่ มีแง่งแขนงรูปทรงกระบอก หรือคล้ายนิ้วมือ ตรงหรือโค้งเล็กน้อย ยาว 4-7 เซนติเมตร กว้าง 1-1.5 เซนติเมตร หนาประมาณ 1-1.8 เซนติเมตร ปลายทั้งสองข้างตัด สีภายนอกสีน้ำตาลถึงเหลืองเข้มๆ มีรอยย่นตามความยาวของแง่ง มีวงแหวนตามขวาง (leaf scars) บางทีมีแขนงเป็นปุ่มเล็ก ๆ สั้น ๆ หรือเห็นเป็นรอยแผลเป็นวงกลมที่ปุ่มนั้นถูกหักออกไป ผิวนอกสีเหลืองถึงสีเหลืองน้ำตาล สีภายในสีเหลืองเข้มหรือสีส้มปนน้ำตาล เป็นมัน แข็งและเหนียว เมื่อบดเป็นผงมีสี

Ref. code: 25605809034514NCD

เหลืองทองหรือสีเหลืองส้มปนน้ำตาล กลิ่นหอมเฉพาะตัว รสขม ฝาด เฝื่อน เผ็ดเล็กน้อย (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ, 2559; คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559) ขมิ้นชันประกอบด้วยสารกลุ่มเคอร์คิวมินนอยด์ (curcuminoids) ประกอบด้วย เคอร์คิวมิน (curcumin), monodesmethoxy curcumin, bisdesmethoxycurcumin และมีน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil) มีสีเหลืองอ่อน สารหลักคือเทอร์เมอโรน (turmerone) 60 เปอร์เซ็นต์, ซิงจิเบอรีน (zingiberene) 25 เปอร์เซ็นต์, borneol, camphene, 1, 8 ciniole, sabinene และ phellandrene สารเทอร์เมอโรน (turmerone) ขมิ้นชันมีสารสำคัญที่มีประโยชน์ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น ด้วงถั่วเขียว หนอนใยผัก แมลงวันแตง มอดข้าวเปลือก หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (*Ophiomyia reticulata*) และหนอนเจาะยอดกะหล่ำ (*Hellula undalis*) เนื่องจากมีสารที่ทำลายระบบประสาทของแมลง และยังสามารถนำไปคลุกเมล็ดถั่วต่าง ๆ เพื่อป้องกันแมลงในโรงเก็บได้เป็นอย่างดี (รักษ์เกียรติ, 2559)

Sartika and Auamcharoen (2016) ทดสอบประสิทธิภาพการไล่ด้วงงวงข้าวโพดด้วยขมิ้นขัน ไพล และเปราะป่า ผลการทดลองพบว่าเหง้าไพลที่สกัดด้วยเฮกเซน ในปริมาณ 1,415 ug/cm^2 ไล่ด้วงข้าวโพดดีที่สุด มีอัตราการไล่ภายใน 6 7 และ 8 ชั่วโมง ที่ 92.00 96.00 และ 99.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ขมิ้นชันสกัดด้วยเมทานอลในปริมาณและในช่วงเวลาเดียวกัน ไล่ด้วงข้าวโพดได้ 85.00 87.00 และ 86.00 เปอร์เซ็นต์

กนกอร และคณะ (2558) ศึกษาการออกฤทธิ์ขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดของน้ำมันจากพืช 5 ชนิด คือ พริกไทยดำ ขมิ้นชัน กานพลู ตะไคร้หอม และสะเดาช้าง โดยปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดในจานทดสอบที่มีกระดาษกรองรูปวงกลม ครึ่งหนึ่งมีสารทดสอบ อีกครึ่งหนึ่งไม่มีสารทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า น้ำมันพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการขับไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด (90.11 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ขมิ้นชัน 89.44 เปอร์เซ็นต์ สะเดาช้าง 73.22 เปอร์เซ็นต์ ตะไคร้หอม 62.34 เปอร์เซ็นต์ และกานพลู 49.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้น้ำมันพริกไทยดำ ขมิ้นชัน และสะเดาช้าง สามารถไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดได้ดีหลังจากทดสอบสารเป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง

(2) พริกไทยดำ

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pepper nigrum* Linn.

ชื่อสามัญ: พริกไทย

วงศ์: Piperaceae

ชื่ออื่น: พริกน้อย

พริกไทยเป็นไม้เลื้อย เจริญในแนวดิ่ง สูงได้ประมาณ 10 เมตรหรือมากกว่า มีลำต้นหลักและแตกแขนงออกเป็นพุ่ม มีการสร้างรากพิเศษสั้น ๆ บริเวณข้อเพื่อยึดเกาะสิ่ง

Ref. code: 25605809034514NCD

รอบข้าง ช่วยในการพยุงลำต้น ใบเดี่ยว รูปรี เรียงสลับ โคนใบและปลายใบแหลม หลังใบสีเขียวเข้ม มันวาว ท้องใบสีเขียวอ่อน ชื่อดอกแบบช่อเชิงลด ดอกย่อยสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน 50-150 ดอกต่อช่อ ผลทรงกลมแบบเมล็ดเดียวแข็ง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกมีสีแดง ติดผลประมาณ 50-60 เมล็ดต่อช่อผล พริกไทยสามารถปลูกได้ในเขตร้อน หรือปลูกในเรือนกระจกในเขตอบอุ่น โดยปกติแล้วสามารถปลูกได้โดยการการเพาะเมล็ด หรือการปักชำโดยอาศัยลำต้นส่วนยอดหรือส่วนอื่นๆที่ไม่แก่จนเกินไป คุณสมบัติด้านอาหาร ผลและเมล็ดพริกไทยมีรสเผ็ดร้อน ใช้ปรุงรสได้ทั้งอ่อนและแก่ แกงที่ใช้พริกไทยเป็นองค์ประกอบมีหลายชนิด เช่น แกงเผ็ด แกงเลียง ฉู่ฉี่ เป็นต้น (อรุณรัตน์ และคณะ, 2552; Chaveerach et al., 2008) ด้านสรรพคุณทางยาพื้นบ้าน มีการใช้พริกไทยในผาอายุรเวทในแถบเอเชียใต้ ส่วนมากใช้รักษาและบรรเทาอาการเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร ขับพยาธิ แก้ลมจุกเสียดแน่น ท้องอืดเฟ้อ ขับลม ขับเสมหะ ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ แก้อาการอาหารไม่ย่อย ระงับอาการอาเจียน ผ่อนคลายอาการไม่สบายจากอาหารเป็นพิษจากอาหารทะเลและเนื้อสัตว์ (Chaveerach et al., 2008) ด้านสรรพคุณทางยาแผนตะวันตก พริกไทยดำมีสารจำพวกอัลคาลอยด์ ชื่อว่า ไพเพอร์รีน (piperine) มีรายงานว่ามีผลกดประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง ลดไข้ ลดอาการเจ็บปวด ลดการอักเสบ และฆ่าแมลงได้ รวมทั้งยังมีการรายงานว่าสารไปเปอรีนมีส่วนช่วยในการเพิ่มขึ้นของเม็ดสีในผิวหนัง (Chaveerach et al., 2008)

สรรพคุณของพริกไทยดำในการลดความอ้วน พริกไทยดำนั้นได้รับการยอมรับและยืนยันจากทีมวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาว่า สารไปเปอรีนในพริกไทยดำสามารถที่จะช่วยลดความอ้วนได้อย่างมีประสิทธิภาพและดีเยี่ยม ซึ่งมีคุณสมบัติในเรื่องของการช่วยขจัดและต่อต้านไขมันส่วนเกิน (อรุณรัตน์ และคณะ, 2552; Chaveerach et al., 2008)

กรมส่งเสริมการเกษตร ได้แนะนำให้นำสารสกัดจากพริกไทยมาป้องกันกำจัดมด เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อ ด้วงปีกแข็ง หนอนเจาะกะหล่ำปลี ด้วงงวงข้าว ฯลฯ (ลาวัลย์, 2542) สามารถลดปริมาณของมด เพลี้ย เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อ ด้วงปีกแข็ง หนอน เจาะกะหล่ำปลี ด้วงงวงข้าว แต่ต้องไม่ใช่ช่วงที่มีการระบาดรุนแรง สามารถนำไปใช้สลับกับสารเคมีได้ โดยสารสกัดจากเม็ดพริกไทยดำมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ มีความเป็นพิษปานกลางกับปลา ค่า LC50 ปลา Fathead minnow 7,840 ไมโครกรัมต่อลิตร มีความเป็นพิษกับระบบสืบพันธุ์หนูเผือก (Swiss albino mice) (Daware et al., 2007) มีความเป็นพิษกับนกเป็ดน้ำ (mallard ducks) acute oral toxicity LD50 > 2,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปกติผลิตภัณฑ์พริกไทยใช้ไล่นก มีความเป็นพิษกับปลาน้ำจืด สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำจืด มีความเป็นพิษกับแมลง ที่ไม่ใช่ศัตรูเป้าหมาย (US.EPA, 2007)

Ref. code: 25605809034514NCD

(3) สะเดา

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Azadirachta indica*

ชื่อสามัญ: Siamese neem tree, Nim, Margosa, Quinine

วงศ์: Meliaceae

ชื่ออื่น: สะเลียม (ภาคเหนือ) กะเดา (ภาคใต้)

ไม้ต้น สูง 5-10 เมตร เปลือกต้นแตกเป็นร่องลึกตามยาว ยอดอ่อนสีน้ำตาลแดง ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก ออกเรียงสลับรูปใบหอก กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 4-8 เซนติเมตร โคนใบมนไม่เท่ากัน ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย แผ่นใบเรียบ สีเขียวเป็นมัน ดอก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งขณะแตกใบอ่อน ดอกสีขาวนวล กลีบเลี้ยงมี 5 แฉก โคนติดกัน กลีบดอกโคนติดกัน ปลายแยกเป็น 5 แฉก ผล รูปทรงรี ขนาด 0.8 - 1 เซนติเมตร ผิวเรียบ ผลอ่อนสีเขียว สุกเป็นสีเหลืองส้ม เมล็ดเดี่ยว รูปรี (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2559) ส่วนต่าง ๆ ของสะเดา เช่น เปลือก ลำต้น ใบ ผล และเมล็ด พบว่ามีสารเคมีมากกว่า 60 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบพวก ไตรเทอร์ปีนอยด์ (triterpenoids) โดยเฉพาะสารลิโมนอยด์ (limonoids) เตตระนอร์ไตรเทอร์ปีนอยด์ (tetranortriter penoids) 3 ชนิด ได้แก่ อะซาดิแรคติน (asadirachtin) ซาแลนนิน (salannin) นิมบิน (nimbin) ซึ่งพบมากในเมล็ด และพบซาแลนนินมากในเมล็ดในช่วงที่ผลยังไม่สุก ในขณะที่ผลสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารเป็นผลให้ปริมาณอะซาดิแรคนินเพิ่มขึ้น สารทั้ง 3 ชนิด ถูกค้นพบว่าออกฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช มีฤทธิ์เป็นสารไล่แมลง สามารถยับยั้งการลอกคราบของหนอนและแมลง ยับยั้งการกินอาหารของแมลงอย่างถาวร ยับยั้งการวางไข่ การเจริญเติบโตของไข่ หนอน และดักแด้ (ขุนพล, 2547)

Erenso and Berhe (2016) ศึกษาประสิทธิภาพของผงจากใบสะเดาและเมล็ดสะเดาต่อการตายของด้วงงวงข้าวโพด ผลการทดลองพบว่า ผงของเมล็ดสะเดา ความเข้มข้นที่ 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถฆ่าตัวเต็มวัยของมอดได้ 63.30 70.72 และ 82.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผงของใบสะเดา ในอัตราส่วนที่เท่ากัน มีประสิทธิภาพฆ่ามอดได้ 61.13 68.76 และ 77.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Saeed et al. (2016) ศึกษาประสิทธิภาพการฆ่ามอดแป้งจากผงของเมล็ดพริกไทยดำ เมล็ดละหุ่ง ใบยูคาลิปตัส ใบตะไคร้ เมล็ดสะเดา ใบเปปเปอร์มินต์ และพริกแดง ผลการศึกษาพบว่า เมล็ดสะเดามีผลต่อการตายของมอดแป้งมากที่สุด สามารถฆ่ามอดแป้งได้ 2.00 40.00 53.40 และ 69.40 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1 2 3 และ 4 กรัม ตามลำดับ

Ref. code: 25605809034514NCD

2.1.7 บรรจุภัณฑ์ของข้าว บรรจุภัณฑ์มีบทบาทสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่ช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร วัตถุประสงค์หลักของบรรจุภัณฑ์คือการยืดอายุการเก็บอาหารให้ยาวนานขึ้น ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์ข้าวที่นิยมใช้ในท้องตลาด คือ ฟิล์มพลาสติก แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

2.1.7.1 พลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน (Polyethylene - PE) ฟิล์มโพลิเอทิลีนเป็นพลาสติกที่นิยมใช้กันมากที่สุดและราคาถูก สามารถผลิตเป็นถุงร้อนและถุงเย็น นิยมใช้บรรจุขนมปัง ผักและผลไม้ สดสามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทตามความหนาแน่น คือ

(1) LDPE (Low density polyethylene) มีความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นพลาสติกที่นิยมใช้กันมาก ชื่อสามัญเรียกว่าถุงเย็น มักใช้ทำถุงหดหรือฟิล์มยืด ขวดน้ำ และฝาขวด ยืดตัวได้ดี ทนต่อการทิ่มแทงและการฉีกขาด จุดอ่อนคือ สามารถปล่อยให้ไขมันและอากาศซึมผ่านได้ง่าย

(2) LLDPE (Linear-low-density polyethylene) มีความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นิยมใช้เป็นชั้นป้องกันความชื้นโดยการเคลือบกับ PE มีคุณสมบัติเหนือกว่า LDPE

(3) MDPE (Medium density polyethylene) มีความหนาแน่น 0.926-0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(4) HDPE (High density polyethylene) มีความหนาแน่น 0.941-0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความเหนียวและทนต่อการซึมผ่านได้ดีกว่า PE แต่ยังไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ดีนัก

2.1.7.2 พลาสติกชนิดโพลิโพรพิลีน (Polyethylene - PP) รู้จักกันในนามของถุงร้อน มีลักษณะใส ป้องกันความชื้นได้ดี โดยทั่วไปใช้บรรจุอาหารร้อน ผักผลไม้ รวมถึงใช้ทำซองอาหารแห้ง และใช้ทำกล่องอาหาร ลัง ถาด และตะกร้า

2.1.7.3 พลาสติกชนิดโพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate - PET) บรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมาเพื่อการบรรจุน้ำอัดลม มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของการอากาศได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นของสำหรับบรรจุอาหารที่มีความไวต่ออากาศ นอกจากนี้ยังทนแรงยืดและแรงกระแทกเสียดสีได้ดี ข้อเสียคือไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนและเปิดฉีกยาก

2.1.7.4 พลาสติกชนิดโพลิเอไมด์ (Polyamide - PA) พลาสติกชนิดโพลิเอไมด์ หรือไนลอน (nylon) นิยมใช้ในรูปฟิล์มหลายชั้นที่ผลิตโดยการเคลือบลามิเนตและการอัดรีดร่วม (co-extrusion) ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มีคุณสมบัติโปร่งใส ทนต่อการขัดสีสูง ป้องกันการซึมผ่านของอากาศ กลิ่นและไขมันได้ดี ทนทานต่อความร้อนสูง โดยสามารถใช้ได้ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ดูดซับความชื้นได้ง่าย ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ต่ำ นิยมใช้ทำถุงบรรจุภายใต้

Ref. code: 25605809034514NCD

สุญญากาศ เช่น ข้าวสาร กาแฟ ไส้กรอก ผลไม้แห้ง อาหารแช่แข็ง เครื่องดื่มชนิดผงสำเร็จรูป เป็นต้น (ปุ่น และสมพร, 2541; จิตรมาศ, 2555)

2.1.7.5 พลาสติกชนิดเมททัลไลซ์พอลิเอทธิลีนเทอเลพทาเลต (Metallized polyethylene terephthalate - MPET) ฟิล์มชนิดเมททัลไลซ์เป็นพลาสติกที่ถูกเคลือบด้วยไอหรือละอองของอลูมิเนียมในรูปฟิล์มพลาสติกพอลิเอทธิลีนเทอเรพทาเลต (PET) โดยระบบสุญญากาศ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการซึมผ่านของอากาศและแสงมีสีเงินเงาช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นซองบรรจุอาหารที่มีความไวต่อก๊าซเช่นอาหารขบเคี้ยวเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเด่นอีกหลายประการ เช่น ทนแรงยืดและแรงกระแทกเสียดสีได้ดีจุดหลอมเหลวสูง แต่ข้อด้อยคือไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนและฉีกเปิดยาก ทำให้โอกาสใช้ฟิล์ม MPET อย่างเดียวน้อยมาก แต่มักใช้เคลือบชั้นกับพลาสติกชนิดอื่น ๆ (กุลวิชญ์, 2552)

กุลวิชญ์ (2552) ศึกษาผลของฟิล์มพลาสติกชนิดต่างๆและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตและการทำลายของด้วงงวงข้าวบนข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผลการศึกษาพบว่า การตายของด้วงงวงข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ โดย Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE มีผลทำให้แมลงตายสูงสุด รองลงมา ได้แก่ LLDPE/CPP, LDPE/CPP และชุดทดลองควบคุมทำให้แมลงตายน้อยที่สุด บรรจุภัณฑ์จากฟิล์มชนิด Foil/MPET/LLDPE และ PET/LLDPE ก่อให้เกิดความเสียหายต่อข้าวสารน้อยที่สุด รองลงมาคือข้าวสารที่บรรจุในฟิล์มชนิด LLDPE/CPP และ LDPE/CPP แต่ความเสียหายของข้าวสารในบรรจุภัณฑ์จาก LDPE/CPP ไม่ต่างจากชุดควบคุม

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 การเตรียมมอดข้าวสารและสารสกัดพืช

3.1.1 การเตรียมมอดข้าวสาร

เพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนโดยนำข้าวสารอินทรีย์ใส่ลงไปในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยม ขนาด 11x10x5 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ปริมาณ 1/3 ของกล่อง และใส่มอดข้าวสารตัวเต็มวัย จำนวน 30 ตัว ลงไปในกล่อง ปิดกล่องด้วยผ้าขาวบางและรัดด้วยหนังยาง นำไปวางไว้บนชั้นเลี้ยงแมลงที่กันมดและแมลงชนิดอื่นในห้องปฏิบัติการ นาน 45-50 วัน แล้วจึงนำมอดตัวเต็มวัยรุ่นถัดไปใช้ในการศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์ในข้อต่อไป

3.1.2 การเตรียมสารสกัดพืช

นำพืชเป้าหมาย 4 ชนิด คือ ขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดา ล้างทำความสะอาด อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง เพื่อให้มีความชื้นสุดท้ายอยู่ระหว่าง 5-7 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น นำพืชมาบดหยาบด้วยเครื่องบด และแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนพืชแต่ละชนิด 100 กรัม ต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 300 มิลลิลิตร (ในอัตราส่วน 1:3) นาน 7 วัน จากนั้น กรองแยกกากของพืชแต่ละชนิดด้วยผ้าขาวบางที่สะอาด ทำซ้ำ 3 ครั้ง นำของเหลวที่ได้ทั้งหมดมาทำการระเหยโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และบรรจุสารสกัดในขวดสีชาหรือห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ เก็บในตู้เย็นเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดพืช

3.2.1 ประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสารของสารสกัดพืช

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการไล่มอดข้าวสาร ดัดแปลงการทดลองบางส่วนจาก Lü and Ma (2015) วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ประกอบ 8 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ นำมอดข้าวสารตัวเต็มวัยที่เพาะเลี้ยงไว้ (ข้อ 3.1.1) มาใช้เป็นแมลงทดสอบ โดยนำกระดาษกรอง (Whatman No.1) ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 3X3 เซนติเมตร วางบนด้านในริมซ้ายของจานเพาะเชื้อ หยดสารสกัดพืชที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรอง ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวทำละลายระเหย จากนั้น

Ref. code: 25605809034514NCD

ปล่อยมอดข้าวสารในระยะตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางของจานเพาะเชื้อเปรียบเทียบกรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 6 อะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (อัตราแนะนำ)

กรรมวิธีที่ 7 น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 8 ไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ

ประเมินประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสารของสารสกัดพืชโดยนับจำนวนมอดข้าวสารที่อยู่อีกด้านหนึ่งของกระดาษกรองทุก 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำจำนวนแมลงที่อยู่ด้านตรงข้ามกับสารทดสอบไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การขับไล่แมลง โดยใช้สูตร

$$\text{Percent repellency (PR) \%} = [Nc/(Nc+Nt)] \times 100$$

โดย Nc คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่ไม่ได้หยดสารทดสอบ Nt คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่หยดสารทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS (version 17) หลังจากนั้นนำสารสกัดพืชที่มีประสิทธิภาพที่สุด 2 ชนิดมาเจือจางที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดสอบอีกครั้งดังวิธีการข้างต้น หลังการทดสอบ คำนวณเป็นอัตราการไล่แมลง (เปอร์เซ็นต์) แล้วจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์การไล่แมลงเป็น 6 กลุ่ม ตามเกณฑ์ของ Roy et al. (2005) ดังนี้ Repellent Class: (V) = 80.1–100 เปอร์เซ็นต์, (IV) = 60.1–80 เปอร์เซ็นต์, (III) = 40.1-60 เปอร์เซ็นต์, (II) = 20.1–40 เปอร์เซ็นต์, (I) = 0.1–20 เปอร์เซ็นต์, (0) = PR < 0.1 เปอร์เซ็นต์

Ref. code: 25605809034514NCD

3.2.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร ดัดแปลงวิธีการจาก Duangsamorn and Chandrapatya (2011) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ประกอบ 8 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ โดยนำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง มาบรรจุใส่ขวดแก้วขนาดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปริมาณขวดละ 10 กรัม จากนั้นหยดสารสกัดพืช 4 ชนิด ดังที่เตรียมไว้ข้างต้นที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ หยดลงในข้าวสารปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร จากนั้นคลุกเคล้าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ระเหยออกไปให้หมดแล้วจึงปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัยลงไปในขวด จำนวนขวดละ 10 ตัว และจึงปิดฝาขวด (ภาพที่ 3.1) กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยสารสกัดขมิ้นชัน ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยสารสกัดพริกไทยดำ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยสารสกัดใบสะเดา ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยสารสกัดเมล็ดสะเดา ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยอะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (อัตราแนะนำ)

กรรมวิธีที่ 7 ข้าวสาร 10 กรัม คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 8 ข้าวสาร 10 กรัม ที่ไม่คลุกด้วยปัจจัยใด ๆ

ตรวจสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการฆ่ามอดข้าวสาร โดยตรวจนับจำนวนการตายของแมลงทุก 24 ชั่วโมงหลังจากใส่มอดข้าวสาร เป็นระยะเวลา 7 วัน คำนวณการตายด้วยวิธีของ Abbott (1925)

$$\text{Corrected \%} = \left(1 - \frac{\text{จำนวนแมลงที่มีชีวิตในสารทดสอบ}}{\text{จำนวนแมลงที่มีชีวิตในชุดควบคุม}} \right) \times 100$$

Ref. code: 25605809034514NCD

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA และ Duncan’s multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS (version 17) หลังจากนั้นนำสารสกัดพืชที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด 2 ชนิด มาเจือจางที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพอีกครั้ง

ภาพที่ 3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร ดัดแปลงวิธีการจาก Duangsamorn and Chandrapatya (2011) โดยนำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง มาบรรจุใส่ขวดแก้วขนาดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปริมาณขวดละ 10 กรัม (A) จากนั้นหยดสารสกัดพืชปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (B) จากคลุกเคล้าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ระเหยออกไปให้หมดแล้วจึงปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัยลงไปในขวด จำนวนขวดละ 10 ตัว (C) และจึงปิดฝาขวด (D) โดยตรวจนับจำนวนการตายของแมลงทุก 24 ชั่วโมงหลังจากใส่มอดข้าวสาร เป็นระยะเวลา 7 วัน

Ref. code: 25605809034514NCD

3.2.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม ซึ่งได้มีการดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Saowanee Buatone (2010) วางแผนการทดลองแบบ Completed randomizely design ประกอบ 24 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ โดยนำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง บรรจุใส่ขวดแก้วขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร ขวดละ 10 กรัม หลังจากนั้นปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย ขวดละ 20 ตัว จำนวน10 คู่ ปิดขวดด้วยผ้าขาวบางตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้มอดข้าวสารวางไข่ หลังจากนั้นนำมอดข้าวสารออกและนำสารสกัดพืชแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นที่ 5 10 15 20 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร หยดลงในกระดาษกรองขนาด 3X3 เซนติเมตร แปะติดไว้ใต้ฝาขวดแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปิดปากขวดที่ปิดด้วยผ้าขาวบางแล้ว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน (ภาพที่ 3.2) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 6 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 7 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 8 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 9 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

Ref. code: 25605809034514NCD

กรรมวิธีที่ 10 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 11 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 12 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 13 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 14 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 15 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 16 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 17 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 18 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 19 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 20 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 21 เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 22 อะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (อัตราแนะนำ)

กรรมวิธีที่ 23 น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 24 ไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ

Ref. code: 25605809034514NCD

ประเมินประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารโดยนับจำนวนแมลงที่เกิดขึ้น แล้วนำไปคำนวณค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยใช้สมการ

$$\text{Inhibition rate (IR) \%} = (Cn - Tn) \times 100 / Cn$$

โดย Cn คือ จำนวนแมลงที่เกิดขึ้นในชุดควบคุม Tn คือ จำนวนแมลงที่เกิดขึ้นในชุดทดลอง วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ANOVA และ DMRT โดยใช้โปรแกรม SPSS (version 17)

ภาพที่ 3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม ซึ่งได้มีการดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Saowanee Buatone (2010) นำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง บรรจุลงในขวดแก้ว 10 กรัม และใส่มอดข้าวสารเพศผู้และเมีย ขวดละ 10 คู่ ปิดฝาด้วยผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ 7 วัน และเอาแมลงออก (A) นำสารสกัดพืชแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นที่ 5 10 15 20 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร หยดลงในกระดาษกรองขนาด 3X3 เซนติเมตร แปะติดไว้ใต้ฝาขวดแล้วตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง (B) จากนั้นนำฝาขวดที่มีสารสกัดพืชแปะติดอยู่ปิดขวดโดยมีผ้าขาวบางกั้นระหว่างฝาขวดและขวด (C) แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 45 วัน ตรวจประเมินประสิทธิภาพ (D)

Ref. code: 25605809034514NCD

3.2.4 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก ซึ่งได้มีการดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Saowanee Buatone (2010) วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ประกอบ 24 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ทดลองโดยนำข้าวสารปริมาณ 100 กรัม ที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง นำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง บรรจุใส่ขวดแก้วขนาดขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร ขวดละ 10 กรัม ปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัย อายุ 3-7 วัน ทั้งตัวผู้และตัวเมีย จำนวนขวดละ 20 ตัว ปิดขวดเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้แมลงวางไข่ หลังจากนั้นนำแมลงตัวเต็มวัยรุ่นพ่อแม่ออกจากขวด และนำสารสกัดแต่ละชนิดที่เตรียมเช่นเดียวกับข้อ 3.2.3 ความเข้มข้นที่ 5 10 15 20 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร หยดลงในข้าวสาร คลุกให้เข้ากัน และปิดฝาขวด ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน (ภาพที่ 3.3) กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 6 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 7 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 8 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 9 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

Ref. code: 25605809034514NCD

กรรมวิธีที่ 10 สารสกัดพริกไทยดำที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 11 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 12 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 13 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 14 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 15 สารสกัดใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 16 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 17 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 18 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 19 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 20 สารสกัดเมล็ดสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 21 เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 22 อะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (อัตราแนะนำ)

กรรมวิธีที่ 23 น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

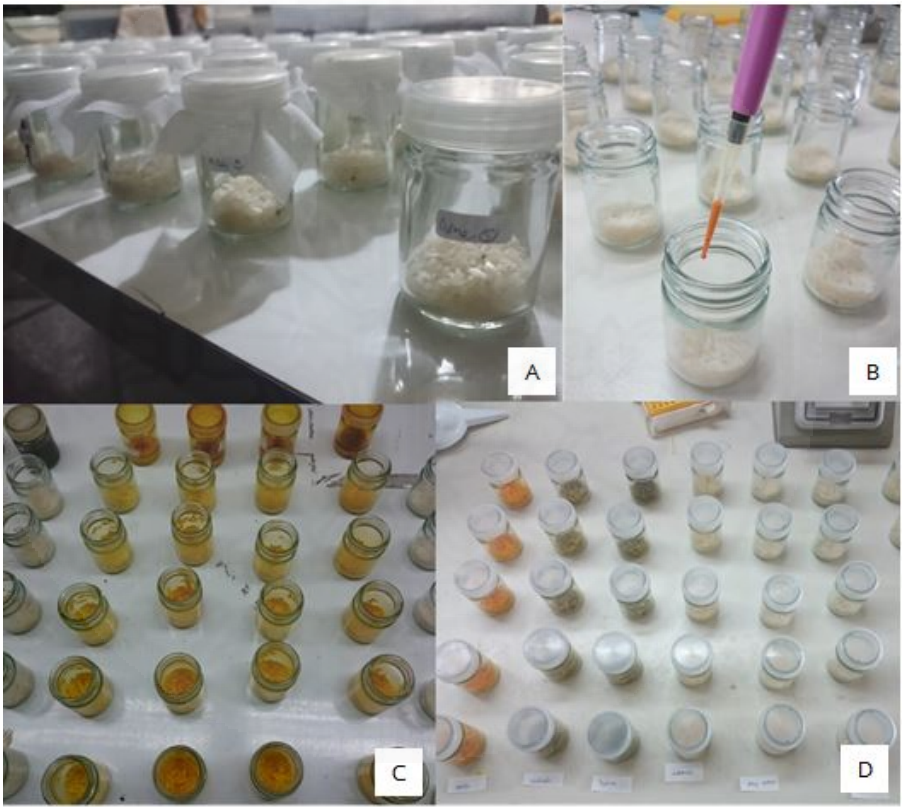
กรรมวิธีที่ 24 ไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ

Ref. code: 25605809034514NCD

ประเมินประสิทธิภาพโดยบันทึกจำนวนแมลงที่เกิดขึ้นแล้วนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยใช้สูตร

$$\%IR = (Cn - Tn) \times 100 / Cn$$

โดย Cn คือ จำนวนแมลงที่เกิดขึ้นในชุดควบคุม Tn คือ จำนวนแมลงที่เกิดขึ้นในชุดทดลอง วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ANOVA และ Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS (version 17)



ภาพที่ 3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก ซึ่งได้มีการดัดแปลงการทดลองบางส่วนตามวิธีการของ Saowanee Buatone (2010) นำข้าวสารที่ผ่านการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง บรรจุใส่ขวดแก้วขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร ขวดละ 10 กรัม ปล่อยมอดข้าวสารตัวเต็มวัย ปิดขวดเป็นเวลา 7 วัน (A) หลังจากนั้นนำแมลงตัวเต็มวัยรุ่นพ่อแม่ออกจากขวด และนำสารสกัดแต่ละชนิด ในปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร หยดลงในข้าวสาร (B) คลุกให้เข้ากัน (C) และปิดฝาขวด ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน (D)

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

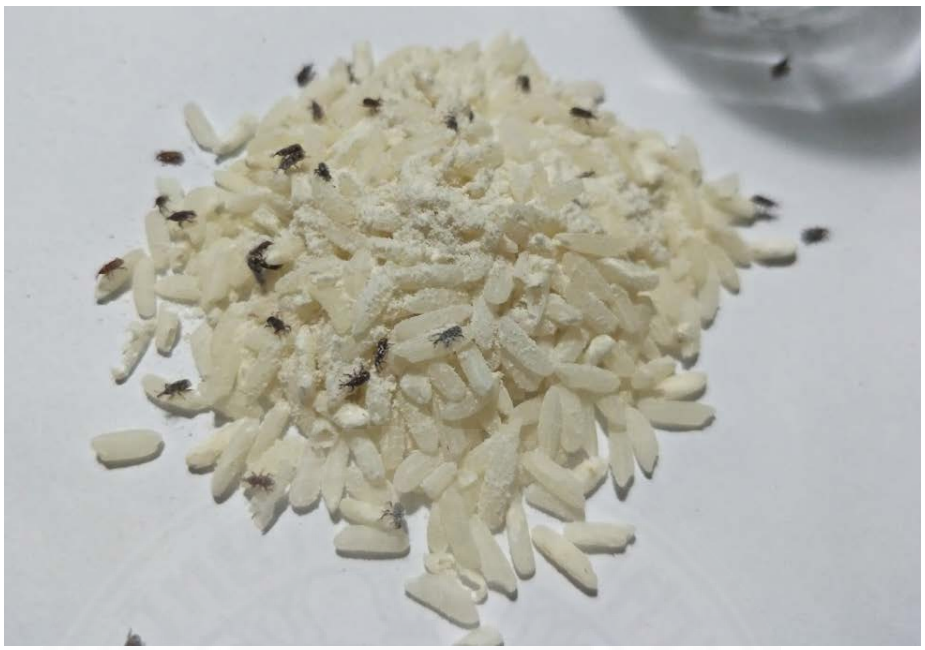
4.1 การเตรียมมอดข้าวสารและสารสกัดพืช

4.1.1 การเตรียมมอดข้าวสาร

การเตรียมมอดข้าวสาร เตรียมโดยเก็บตัวอย่างมอดเพื่อนำมาใช้ในการเพิ่มปริมาณจากมอดข้าวสารที่เกิดในข้าวสารอินทรีย์ตามสภาพธรรมชาติในโรงเก็บข้าวสารจากโรงสีข้าวเพชรสยามพิพัฒน์ธัญญา จำกัด ต. หนองแม่ไก่ อ. โพธิ์ทอง จ. อ่างทอง (ภาพที่ 4.1) ซึ่งนำมาคัดเลือกให้ได้ตัวเต็มวัย โดยตัวเต็มวัยมอดมีสีน้ำตาลดำ ที่ส่วนหัวยื่นออกมาเป็นงวง (snout หรือ rostrum) มีหนวดแบบกระบอง มีหลุมขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วอกปล้องแรก (ponotum) (ภาพที่ 4.2) โดยมอดข้าวสารหรือด้วงงวงข้าวมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ มีทั้งหมด 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ใช้เวลาประมาณ 3-6 วัน ก่อนฟักเป็นตัวอ่อน ระยะตัวอ่อนเป็นหนอน ใช้เวลาประมาณ 20-30 วัน ลอกคราบ 4 ครั้ง ก่อนเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ ใช้เวลาประมาณ 3-7 วัน รวมระยะเวลาจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัยประมาณ 30-40 วัน ระยะตัวเต็มวัยขนาดประมาณ 2.0-3.0 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 1-2 เดือน หรือมากกว่านั้น ตัวเมียวางไข่ 300-400 ฟองตลอดอายุขัย (Ramatchima et al., 2012) นำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนมอดข้าวสารอินทรีย์โดยใส่ลงไปในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาด 11x10x5 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ปริมาณ 1/3 ของกล่อง (ประมาณ 200 กรัม) และใส่มอดข้าวสารตัวเต็มวัยจำนวน 30 ตัว ลงไปในกล่อง ปิดกล่องด้วยผ้าขาวบางและรัดด้วยหนังยาง นำไปวางเลี้ยงไว้นาน 45 วัน จากนั้นนั้นตัวเต็มวัยที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นไปใช้ในการศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์ข้อต่อไป

มอดข้าวสารเป็นศัตรูที่สำคัญในโรงเก็บผลผลิตข้าว เนื่องจากมอดข้าวสารสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ง่าย ทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและจะเข้าทำลายก่อความเสียหายให้กับผลผลิตในโรงเก็บ ซึ่งความเสียหายของผลิตผลที่เกิดจากแมลงประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ โดยจะกัดกินภายในเมล็ด (internal feeder) และอาศัยและทำลายอยู่ภายในเมล็ด เพศเมียมักวางไข่อยู่ที่ผิวนอกเมล็ด เมื่อไข่ฟักเป็นหนอนจะเจาะเข้าสู่ภายใน กัดกินและเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาทำให้เป็นรู และภายในเป็นโพรง (ภาพที่ 4.3) (Ramatchima et al., 2012)

Ref. code: 25605809034514NCD



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของมอดที่ทำลายข้าวสารในสภาพโรงเก็บที่ไม่มีการป้องกันกำจัด

ภาพที่ 4.2 ตัวเต็มวัยมอดมีสีน้ำตาลดำ ที่ส่วนหัวยื่นออกมาเป็นงวง มีหนวดแบบกระบอง มีหลุมขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วอกปล้องแรก (ที่มา: http://www.expertpestsystem.com/-rice-weevil,-black-weevil.html)

Ref. code: 25605809034514NCD

ภาพที่ 4.3 มอดข้าวสารจะอาศัยและทำลายอยู่ภายในเมล็ด เพศเมียมักวางไข่อยู่ที่ผิวนอกเมล็ด เมื่อไข่ฟักเป็นหนอนจะเจาะเข้าสู่ภายใน กัดกินและเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาทำให้เป็นรู และภายในเป็นโพรง

4.1.2 การเตรียมสารสกัดพืช

พืชเป้าหมายที่ใช้เป็นพืชทดสอบคัดเลือกจากคุณสมบัติทางยาหรือมีรายงานว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งโรค เชื้อโรค หรือแมลงศัตรูพืช จากผลการทดลองพบว่า สามารถคัดเลือกพืชที่ใช้ในการทดลองได้ทั้งหมด 3 ชนิด ประกอบด้วย ขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ และสะเดา โดยในส่วนของสะเดาจะใช้ทั้งใบและเมล็ด เมื่อล้างทำความสะอาด อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง เพื่อให้มีความชื้นสุดท้ายอยู่ระหว่าง 5-7 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น นำพืชมาบดหยาบด้วยเครื่องบด และแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนพืชแต่ละชนิด 1 ส่วน ต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 3 ส่วน (1:3) นาน 7 วัน จากนั้น กรองแยกกากและนำของเหลวมาทำการระเหยโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และบรรจุสารสกัดในขวดสีชาหรือห่อด้วยอะลิมเนียมฟอยด์ เก็บในตู้เย็นเพื่อนำไปทดลองต่อไป (ภาพที่ 4.4) จากการทดลองเลือกเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวสกัดสารสำคัญจากพืชเนื่องจากเอทิลแอลกอฮอล์ มีสูตรทางเคมีคือ C_2H_5OH มีจุดเดือดต่ำที่ 78.5 องศาเซลเซียส เป็นแอลกอฮอล์

Ref. code: 25605809034514NCD

ประเภทรับประทานได้ผลิตได้จากการหมักพืชทุกชนิด เช่น ข้าวเหนียว อ้อย น้ำตาล มันสำปะหลัง ธัญพืชต่าง ๆ และผลไม้ โดยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้ 1) แอลกอฮอล์ที่ใช้รับประทานโดยตรง แอลกอฮอล์ชนิดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสุราชนิดต่าง ๆ เช่น ไวน์สุราบรั่นดี ว็อดก้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ในในอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการรับประทาน และ 2) แอลกอฮอล์ที่ไม่ใช้รับประทานโดยตรง แอลกอฮอล์ชนิดนี้จะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสี กรดน้ำส้ม พลาสติกที่ย่อยสลายได้ และสารผสมในน้ำมันเครื่องยนต์ชนิดต่าง ๆ และ 3) แอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นแอลกอฮอล์ความบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99.5-99.6 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร (Multhauf, 1993) และจากคุณสมบัติที่ปลอดภัยข้างต้นจึงทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เอทิลแอลกอฮอล์ในการสกัดสารสกัดจากพืชเนื่องจากสารสกัดที่ได้จะนำไปใช้ในการควบคุมมอดในข้าวอินทรีย์เบื้องต้นในการเลือกตัวทำละลายจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และอีกคุณสมบัติที่โดดเด่นของเอทิลแอลกอฮอล์คือในเรื่องของเป็นตัวทำละลายที่มีความสามารถสกัดสารออกมาได้มากและใช้เวลาอันสั้นเนื่องจากมีจุดเดือดต่ำ และระเหยง่าย (Multhauf, 1993) ไม่ตกค้างในสารสกัดที่สกัดได้

ภาพที่ 4.4 กระบวนการสกัดสารสำคัญจากพืชเป้าหมาย A) ใบสะเดาที่ล้างทำความสะอาด อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมง มีความชื้นสุดท้ายอยู่ระหว่าง 5-7 เปอร์เซ็นต์ B) พืชบดหยาบ C) แช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 7 วัน D) กรองแยกกาก E) ของเหลวมาทำการระเหยโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator และ F) บรรจุสารสกัดในขวดสีชาหรือห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์

Ref. code: 25605809034514NCD

4.2 ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดพืช

4.2.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการไล่มอดข้าวสาร

เมื่อนำมอดข้าวสารตัวเต็มวัยที่เพาะเลี้ยงไว้มาทดสอบประสิทธิภาพในการไล่มอดข้าวสารของสารสกัดจากพืชจำนวน 4 ตัวอย่าง ประกอบด้วยสารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดา ในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ และสารเคมีอะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ (อัตราแนะนำ) ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงประสิทธิภาพสูง อัตราใช้น้อย ออกฤทธิ์กำจัดแมลงทั้งแบบสัมผัสตาย และยังสามารถดูดซึมเข้าสู่พืชได้ (semi-systemic) สารจะออกฤทธิ์ทันทีหลังจากพ่นลงบนพืช สารส่วนหนึ่งจะแพร่กระจายไปบนผิวพืช เมื่อสัมผัสถูกแมลงศัตรูพืชจะออกฤทธิ์กำจัดทันที สารอีกส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมเคลื่อนย้ายเข้าไปภายในเนื้อเยื่อของพืช และสามารถออกฤทธิ์กำจัดแมลงที่ดูดน้ำเลี้ยงหรือกัดกินพืชได้นานถึง 7-14 วัน (ธรรมศักดิ์, 2543) จากการทดลองพบว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดามีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่มอดข้าวสาร ($p \leq 0.05$) ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มที่ดีที่สุดในการไล่ภายใน 24 ชั่วโมง โดยมีการตรวจสอบที่ 1 2 3 4 5 6 12 และ 24 ชั่วโมง คือ เท่ากับ 74.00 68.00 70.00 78.00 82.00 74.00 82.00 และ 44.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยการไล่ เท่ากับ 71.50 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดที่มีประสิทธิภาพรองลงมาได้แก่ สารสกัดจากขมิ้นในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีประสิทธิภาพการไล่ 60.00 86.00 68.00 66.00 54.00 62.00 54.00 และ 30.00 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยการขับไล่เท่ากับ 60.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของขมิ้นในการไล่มอดข้าวสารนั้นมีประสิทธิภาพที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ และอะบาเม็กติน แต่พฤติกรรมของมอดข้าวสารที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างกันคือ มอดข้าวสารในกรรมวิธีที่ทดสอบประสิทธิภาพการไล่ด้วยขมิ้นและอะบาเม็กตินนั้นจะเดินไปยังฝั่งตรงข้ามของสารทดสอบและจะตายอยู่บริเวณนั้น ในขณะที่มอดข้าวสารในกรรมวิธีที่ทดสอบด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จะเดินไปยังฝั่งตรงข้ามของสารและจะเดินกลับมายังตำแหน่งที่วางสารทดสอบนั่นแสดงให้เห็นว่าเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลต่อการไล่ เช่นเดียวกับการทดสอบด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อและกรรมวิธีไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ มอดข้าวสารแสดงพฤติกรรมเช่นเดียวกัน จากการทดลองชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจากสะเดาและขมิ้นมีประสิทธิภาพสูงในการไล่มอดข้าวสาร ในการศึกษาลำดับถัดไปจึงคัดเลือกสารสกัด 2 ชนิดดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาต่อไป ปัจจุบันการควบคุมแมลงด้วยวิธีทางเลือกมีการศึกษาวิจัยมาขึ้นโดยมีการคัดเลือกพืชที่มีคุณสมบัติที่มีสารออกฤทธิ์ต่อแมลงศัตรูพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม พิษทางตรง คือ เมื่อแมลงได้รับสารสกัดจากพืชแล้วตายทันที (นิรนาม, 2547) โดยสารสกัดจากพืชดังกล่าวจะมีผลต่อระบบประสาทและระบบหายใจของแมลง เช่น ยาสูบ หางไหล เป็นต้น

Ref. code: 25605809034514NCD

ส่วนพิษทางอ้อม คือ เมื่อแมลงได้รับสารจากพืชแล้วจะยังไม่ตายทันทีแต่จะมีผลกระทบต่อระบบสรีระวิทยาของแมลงและมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง เช่น ผลในการยับยั้งการกินอาหาร (ขวัญชัย, 2540) มีผลต่อการเจริญเติบโตแมลงบางชนิดไม่สามารถลอกคราบได้ไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ หรือไม่สามารถวางไข่ได้ สะเดาเป็นพืชหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการขับไล่แมลง ซึ่งสะเดาเป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Meliaceae ซึ่งมีมากกว่า 600 ชนิด เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถเจริญเติบโตได้ในหลายประเทศทั่วโลก ลักษณะเป็นพืชยืนต้น ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีเขตแพร่กระจายทั่วไปในเขตร้อน สะเดาเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีรายงานว่าทุกส่วนของต้นสะเดาสามารถใช้ป้องกันกำจัดแมลงได้ (ชัยพัฒน์, 2539) สารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นสารเคมี ธรรมชาติที่มีอยู่ในสะเดาและให้ผลในการป้องกันกำจัดแมลงได้นั้นเป็นคนละชนิดกับสารที่ทำให้มีรสขม ในสะเดาไทยพบว่า นิมโบไลด์ (nimbolide) เป็นสารสำคัญในการทำให้มีรสขม (สุภาณี, 2537) เมล็ดสะเดาไทยและสะเดาอินเดียมีอินทรีย์สารมากกว่า 40 ชนิด ซึ่งได้รับการพิสูจน์เอกลักษณ์แล้ว ประเภทของอินทรีย์สารที่พบมากที่สุดคือ triterpene ที่เป็นพวก limonoides (หรือเรียก tetranortriterpenoids) สาร limonoides ที่เป็นพิษต่อแมลงมีหลายชนิด เช่น azadirachtin, salannin, meliantriol และ nimbin เป็นต้น (สุภาณี, 2540) จากรายงานของ Schmutterer (1995) พบว่าแมลงหลายชนิดมีความอ่อนแอต่อสารสกัดสะเดาจำแนกเป็นอันดับและชนิดต่าง ๆ ทั้งสิ้น 413 ชนิดได้แก่ อันดับ Lepidoptera 136 ชนิด Coleoptera 79 ชนิด Homoptera 50 ชนิด Diptera 49 ชนิด Hemiptera 32 ชนิด Thysanoptera 21 ชนิด Hymenoptera 13 ชนิด Orthoptera 14 ชนิด Isoptera 6 ชนิดและ Siphonaptera 4 ชนิด สารสกัดสะเดานอกจากจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้ว ยังสามารถนำมาใช้เป็นสารป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชหลายชนิด (Eppler, 1995) เช่น การใช้น้ำมันสะเดา 1 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งเชื้อไวรัสโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ เพราะน้ำมันสะเดาสามารถลดปริมาณเพลี้ยไฟ *Franklinela schultzei* Trybom ที่เป็นพาหะนำโรคทำให้เชื้อไวรัสลดลง Moline and Locke (1993) พบว่า การใช้สารสกัดสะเดาความเข้มข้น 2เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวได้ การศึกษาการใช้สารสกัดหยาบ (crude extract) ของสารสกัดจากสะเดาอินเดียและสะเดาไทย ปัจจุบันได้ข้อสรุปขององค์ความรู้ในระดับที่มีความเชื่อมั่น และยอมรับกันอย่างกว้างขวางของนักวิชาการทั้งไทยและต่างประเทศ ภาครัฐและเอกชนหลายแห่งได้พัฒนาธุรกิจด้านนี้ขึ้นมาจนในปัจจุบันมีสารสกัดสำเร็จรูปออกมาจำหน่ายหลายชนิด แต่ยังมีปัญหาในด้านประสิทธิภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยเป็นส่วนผสมของสารประกอบหลายชนิดซึ่งมีฤทธิ์เป็นพิษต่อแมลง สารสำคัญที่สกัดได้ในความเข้มข้นที่สูงที่สุดคือ azadirachtin เป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดด เกษตรกรสามารถเตรียม สารสกัดจากเมล็ดสะเดาขึ้นใช้เอง โดยการใช้แอลกอฮอล์ หรือน้ำสกัด วิธีนี้ถึงแม้ว่าเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากแต่ต้องใช้แรงงาน

Ref. code: 25605809034514NCD

มากและต้องมีการเตรียมล่วงหน้า นอกจากนี้เกษตรกรยังสามารถใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาสำเร็จรูปที่มีปริมาณ azadirachtin 2,000-4,000 ppm มี pH 3.5-6.0 ในประเทศไทย สารสกัดที่เตรียมขึ้นจะผสมสารสกัดจากพืชอื่นเพื่อเสริมฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพงบางชนิดต้องนำเข้าจากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามปัญหาเรื่องความคงตัวยังเป็นปัญหาหลัก เนื่องจากประสิทธิภาพของสารสกัดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแปลงเพาะปลูกพืช ซึ่งมีผลให้สารอาจเสื่อมสลายเร็ว (สุภาณี, 2544) มีระยะเวลาในการออกฤทธิ์สั้น เตรียมขึ้นมาแล้วต้องใช้ทันทีไม่สามารถเก็บไว้ใช้ได้ ปัจจุบันมีการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาในเชิงพาณิชย์ในหลายประเทศ เช่น อินเดีย สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย แคนนาดา และไทย เป็นต้น (Saxena, 1990) ในประเทศไทยมี รายงานการศึกษาการใช้สารสกัดสะเดาเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว มีผลกระทบน้อยมากต่อจำนวนประชากรแมลงศัตรูธรรมชาติในนาข้าว โดยเฉพาะแมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม แมงมุม และมวนตัวห้ำไข่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (สุกัญญา, 2549) นอกจากสะเดาแล้วยังพบว่าขมิ้นชันมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกันในการไล่มอดข้าวสาร ซึ่งขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรไทยที่มีสรรพคุณซึ่งมีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น ขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ ช่วยคลายกล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) รักษาอาการท้องร่วง บิด อาหารไม่ย่อย รักษาแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตและขับน้ำดี รักษาผื่นคันตามผิวหนัง รักษาแผลสด แผลพุพอง ฝี หนองและลดการอักเสบ รักษาผิวและบำรุงผิว เป็นต้น นอกจากนี้พบว่าขมิ้นชันยังมีสรรพคุณที่ดีในการป้องกันกำจัดยุงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้คุณสมบัติดังกล่าวพบได้ในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเหง้าของขมิ้นชัน น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากเหง้าของขมิ้นชันมีกลิ่นหอมของเครื่องเทศ สีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ~ 5.0, relative density ~ 0.916-0.937, refractive index ~ 1.502-1.514, optical rotation ~ (0°)-(-45°), องค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าของขมิ้นชันประกอบด้วย turmerone, zingiberene, borneol, iso-borneol, camphene, 1,4-cineol, caryophyllene, curcumene, curcumenol, curdione, curzerenone, eugenol, limonene, linalool, α-pinene, α-phellandrene, terpinene, tenpineol, turmerone, sabinene, ar-turmerone และ zingiberene เป็นต้น (สมพร, 2542, วัชนีย, 2538; อุษาวดี, 2554 Tawatsin et al., 2001a; 2001b) จากการศึกษาวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของสารสกัดพริกไทยดำไม่โดดเด่นอาจเนื่องมาจากตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ไม่สามารถดึงสาระสำคัญออกมาได้ ทำให้ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้จากเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดจากพืชตัวอย่างอื่น ๆ

Ref. code: 25605809034514NCD

4.2.2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสาร

จากผลการทดลองข้อ 4.2.1 พบว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดาและสารสกัดจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพดีในการไล่มอดข้าวสารได้ดีที่สุดจึงนำสารสกัดทั้ง 2 ชนิดมาศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการไล่มอดข้าวสาร โดยนำมาเจือจางที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสารอีกครั้ง ผลการทดลอง พบว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดามีที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่มอดข้าวสาร ($p \leq 0.05$) เมื่อตรวจประเมินประสิทธิภาพ 1 2 3 4 5 6 12 และ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการไล่เท่ากับ 65.00 58.00 68.00 82.00 72.00 82.00 66.00 และ 46.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าประสิทธิภาพการไล่เฉลี่ยเท่ากับ 67.33 เปอร์เซ็นต์ (Repellent class IV) ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สารเคมีอะบาเม็กตินในอัตราแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) โดยอะบาเม็กตินมีประสิทธิภาพการไล่เพียง 54.00 44.00 58.00 44.00 42.00 61.00 48.00 และ 34.0 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) และมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการไล่เท่ากับ 48.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) นอกจากนี้การรายงานของ พัชราภรณ์ และยืนยง (2557) ยังพบว่าการทดสอบประสิทธิภาพของผงใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่ง และใบทุเรียนเทศต่อการควบคุมตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว การยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ (F1) และการไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว ที่ความเข้มข้น 0.5 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ผงใบพืชทั้งสามชนิดมีความเป็นพิษต่อแมลงสูงมาก ซึ่งผงใบน้อยหน่ามีฤทธิ์ฆ่าแมลงสูงสุด โดยความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แมลงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลาเพียง 3 วัน รองลงมา ได้แก่ ผงใบทุเรียนเทศ และผงใบน้อยโหน่งตามลำดับ นอกจากนี้ผงใบน้อยหน่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 2 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่นใหม่ 100 เปอร์เซ็นต์ และการรายงานของ กวีวัฒน์ และคณะ (2558) พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพการไล่และยับยั้งการวางไข่ของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ต่อด้วงงวงข้าวโพดตัวเต็มวัย (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) โดยใช้อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 และ 0:4 ในชื่อสูตร S4D0, S3D1, S2D2, S1D3 และ S0D4 ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพการไล่แบบมีทางเลือก ผลการทดสอบพบว่าสูตรน้ำมันหอมระเหยจากพืช S3D1 ที่ความเข้มข้น 0.016 $\mu l/cm^2$ มีประสิทธิภาพในการไล่ในจานทดสอบได้ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการไล่ (เปอร์เซ็นต์ Repellent index) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ 2-6 ชั่วโมง หลังจากการทดลอบ ส่วนน้ำมันหอมระเหยในชื่อสูตร S4D0 มีประสิทธิภาพการไล่ในท่อทดสอบได้ดีที่สุดโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ Repellent index ประมาณ 50.00 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการยับยั้งการวางไข่ได้ดีที่สุดเช่นกัน คือ พบด้วงงวงข้าวโพด ในกลุ่มทดสอบเพียง 28.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Ref. code: 25605809034514NCD

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้สารสกัดจากพืชเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุม ไล่ และกำจัดมอดข้าวสารซึ่งเป็นศัตรูสำคัญในโรงเก็บเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิต โดยสามารถนำมาใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น สารรม (fumigant) สารสัมผัสตาย (contact toxicity) สารยับยั้งการกิน (antifeedant) และสารไล่แมลง (repellency) เป็นต้น การใช้สารสกัดจากพืชจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพราะเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค และยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในระดับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้

Ref. code: 25605809034514NCD

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ในการไล่มอดข้าวสาร ในเวลา 1 2 3 4 5 6 12 และ 24 ชั่วโมง[1/]

กรรมวิธี[2/]	ประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสาร (เปอร์เซ็นต์)[4/]								ค่าเฉลี่ยการไล่ (เปอร์เซ็นต์)	Repellent class[5/]
	1 ชม.	2 ชม.	3 ชม.	4 ชม.	5 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.		
ขมิ้นชัน	60.00b	86.00a	68.00a	66.00b	54.00d	62.00b	54.00d	30.00b	60.00b	III
พริกไทยดำ	42.00c	58.00c	30.00d	54.00c	62.00c	62.00b	62.00c	48.00a	52.25c	III
ใบสะเดา	56.00b	64.00b	42.00c	60.00b	52.00c	58.00b	52.00d	34.00b	52.25c	III
เมล็ดสะเดา	74.00a	68.00b	70.00a	78.00a	82.00a	74.00a	82.00a	44.00a	71.50a	IV
เอทิลแอลกอฮอล์ 95										ND
เปอร์เซ็นต์	44.00c	70.00b	50.00b	66.00b	64.00c	48.00c	64.00c	46.00a	56.50b	
อะบาเม็กติน[3/]	56.00b	58.00c	50.00b	48.00c	72.00b	60.00b	72.00b	50.00a	58.25b	III
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ	48.00b	50.00c	48.00b	34.00d	48.00d	38.00c	48.00d	28.00b	42.75d	ND
ไม่ใส่ปัจจัยใดๆ	50.00bc	74.00b	28.00d	44.00c	44.00e	58.00b	44.00d	46.00a	48.50cd	ND

[1/] วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS

[2/] ขมิ้นชัน = *C. Longa,* พริกไทยดำ = *P. Nigrum,* สะเดา = *A. indica*

[3/] Abamectin = ใช้ตามอัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

[4/] สมการประสิทธิภาพการไล่ (%PR) = [Nc/(Nc+Nt)] x 100 เมื่อ Nc คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่ไม่ได้หยดสารทดสอบ Nt คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่หยดสารทดสอบ

[5/] Repellent Class: (V) = 80.1 –100 %, (IV) = 60.1 –80 %, (III) = 40.1-60 %, (II) = 20.1 –40 %, (I) = 0.1 –20 %, (0) = PR < 0.1%, ND= not detected

Ref. code: 25605809034514NCD

ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ในการไล่มอดข้าวสาร ในเวลา 1 2 3 4 5 6 12 และ 24 ชั่วโมง[1/]

กรรมวิธี[2/]	ประสิทธิภาพการไล่มอดข้าวสาร (เปอร์เซ็นต์)[4/]								ค่าเฉลี่ยการไล่ (เปอร์เซ็นต์)	Repellent class[5/]
	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	12 h	24 h		
ขมิ้นชันความเข้มข้น 5%	50.00d	44.00b	42.00c	54.00c	54.00c	60.00c	32.00d	32.00d	46.00d	III
ขมิ้นชันความเข้มข้น 10%	52.00c	48.00b	52.00b	52.00c	62.00b	68.00c	54.00b	34.00d	52.75c	III
ขมิ้นชันความเข้มข้น 15%	54.00c	46.00b	54.00b	58.00c	58.00c	62.00c	56.00b	36.00d	53.00c	III
ขมิ้นชันความเข้มข้น 20%	54.00c	50.00b	58.00b	64.00b	62.00b	66.00c	60.00b	50.00a	57.75b	III
สะเดาความเข้มข้น 5%	46.00e	48.00b	54.00b	42.00d	42.00d	48.00d	42.00c	42.00b	45.50d	III
สะเดาความเข้มข้น 10%	58.00b	66.00a	48.00c	60.00c	60.00b	54.00d	52.00b	34.00d	54.50c	III
สะเดาความเข้มข้น 15%	62.00a	66.00a	56.00b	58.00c	58.00b	76.00b	60.00b	40.00c	59.00b	III
สะเดาความเข้มข้น 20%	65.00a	58.00a	68.00a	82.00a	72.00a	82.00a	66.00a	46.00a	67.33a	IV
เอทิลแอลกอฮอล์ 95%	48.00e	38.00c	46.00c	68.00b	68.00a	60.00c	54.00b	44.00b	53.25c	ND
อะบาเม็กติน[3/]	54.00a	44.00b	58.00b	44.00d	42.00d	61.00c	48.00c	34.00d	48.13d	III
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ	50.00d	54.00b	48.00c	40.00d	40.00d	40.00e	54.00b	30.00d	44.50d	ND
ไม่ใส่ปัจจัยใดๆ	40.00f	44.00b	40.00c	60.00c	60.00b	50.00d	56.00b	30.00d	47.50d	ND

[1/] วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS

[2/] ขมิ้นชัน = C. Longa, พริกไทยดำ = P. Nigrum, สะเดา = A. indica

[3/] Abamectin = ใช้ตามอัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

[4/] สมการประสิทธิภาพการไล่ (%PR) = [Nc/(Nc+Nt)] x 100 เมื่อ Nc คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่ไม่ได้หยดสารทดสอบ Nt คือ จำนวนแมลงที่พบในฝั่งที่หยดสารทดสอบ

[5/] Repellent Class: (V) = 80.1–100%, (IV) = 60.1–80%, (III) = 40.1-60%, (II) = 20.1–40%, (I) = 0.1–20%, (0) = PR < 0.1%, ND= not detected

Ref. code: 25605809034514NCD

4.2.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร ตามวิธีการดัดแปลงจาก Duangsamorn and Chandrapatya (2011) ผลการทดลอง พบว่าประสิทธิภาพของกรรมวิธีที่คลุกข้าวด้วยสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพบว่ามีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 ข้าวที่คลุกด้วยสารสกัดพริกไทยดำมีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 98 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง ซึ่งให้ผลต่อการตายของมอดข้าวสารดีเทียบเท่ากรรมวิธีควบคุมสารเคมีอะบาเม็กตินที่มีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร ในเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน และเมื่อทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง (ตรวจประเมินหลัง 48 ชั่วโมง) ในขณะที่กรรมวิธีที่คลุกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ และไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ ไม่พบการตายของมอดข้าวสารตลอดระยะเวลาทดสอบ (ตารางที่ 4.3) ปัญหาที่สำคัญของการเก็บรักษาข้าว คือ การปนเปื้อนหรือการเข้าทำลายของแมลง (insect infestation) โดยส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีป้องกันมอดข้าวสาร แต่การใช้สารเคมีนั้น ๆ เป็นระยะเวลานาน นอกจากแมลงสร้างความต้านทานได้แล้ว อาจส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อม มีสารตกค้างในผลผลิต และอันตรายต่อผู้บริโภคและผู้ที่เกี่ยวข้อง แนวทางหนึ่งคือการใช้สารธรรมชาติ เช่น สารสกัดจากพืชซึ่งเป็นสารทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้นและพบได้ที่ส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ในเมล็ด ผล เปลือก เป็นต้น (Kerdchochuen et al., 2010) อย่างไรก็ตามสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดมักมีสารประกอบเชิงซ้อนที่แตกต่างกันไป มีงานวิจัยที่พบว่าองค์ประกอบ ในน้ำมันหอมระเหยที่มีสารสำคัญจำพวก mono-, sesqui- และ triterpenoid สารเหล่านี้ไปมีผลต่อโครงสร้างของแมลง (Tapondjou et al., 2005) สารทุติยภูมิบางชนิดที่มีอยู่ในสารสกัด จากพืชสามารถนำมาใช้กำจัดศัตรูพืชได้หลายแบบ เช่น ใช้เป็นสารถูกตัวตาย (contact toxicity) สารรม (fumigant) และสารไล่แมลง (repellency) เป็นต้น สารสกัดจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Zapataa et al., 2010) ซึ่งปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากพืช เช่น สะเดามีฤทธิ์หรือมีผลต่อการตายของมอดข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กันยารัตน์ และคณะ (2556) รายงานว่าสารสกัดจากพืช 10 ชนิด คือเมล็ดผักชี ตะไคร้ มะกรูด และพริกไทยดำ มีประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการไล่ด้วงงวงข้าวโพดโดยมีประสิทธิภาพในการไล่ร้อยละ 80.1-100 และพบว่าสารสกัดพริกไทยดำได้จากการต้มกลั่น พบสารสำคัญ 20 ชนิด โดยสารสำคัญที่พบมาก ได้แก่ caryophyllene, 3- carene และ limonene เป็นสาร monoterpene และ sesquiterpene ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลง (Tapondjou et al., 2005) และยังพบว่าสารสกัดแคปไซซิน และเปรียบเทียบปริมาณสารแคปไซซินอย่างหยาบจากพริกในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ พริกหยวก พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนูใหญ่ และพริกขี้หนูเล็ก และการใช้ ประโยชน์ในการกำจัดมอดข้าวสาร นำพริกชนิดละ 5 กรัมน้ำหนักแห้ง มาสกัด

Ref. code: 25605809034514NCD

ด้วย 3 วิธี คือการแช่ในอะซีโตน 10 เปอร์เซ็นต์ แช่ในเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ และการหมักด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคปไซซินด้วยวิธี UV-Vis Spectrophotometer พบว่าจากการสกัดทั้ง 3 วิธี ได้ปริมาณแคปไซซินที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะพริกหยวกมีปริมาณแคปไซซินสูงสุดที่ $23x10^{-4}$ กรัม รองลงมาคือ พริกขี้หนูใหญ่ที่ $8x10^{-4}$ กรัม เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากการหมักมาทำการอบแห้ง และอบที่ 100 องศาเซลเซียส ในกล่องเก็บข้าวสารที่มีมอด พบว่ามีอัตราการตายของมอด และอัตราการฝ่อของไข่มอด 100 เปอร์เซ็นต์

4.2.4 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสาร

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสารด้วยสารสกัดจากพืช 4 ตัวอย่าง พบว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดามีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อการตายของมอดข้าวสาร รองลงมาคือสารสกัดจากเมล็ดพริกไทยดำ เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีอะบาเม็กติน จึงนำสารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิดมาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการตายของมอดข้าวสาร จากผลการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นที่ 20 เปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ มีประสิทธิภาพสูงต่อการตายของมอดข้าวสาร ซึ่งมีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ หลังทดสอบ 4 วัน โดยพบว่า เมื่อตรวจประเมินประสิทธิภาพหลังทดสอบ 1 2 3 และ 4 วัน พบมอดข้าวสารที่ใช้ทดสอบตาย 24.00, 47.92, 63.04 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าการใช้สารเคมีอะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ (อัตราแนะนำ) ซึ่งพบว่าอะบาเม็กตินมีผลต่อการตายของมอดข้าวสารภายใน 4 วันเช่นกัน เมื่อตรวจประเมินประสิทธิภาพหลังทดสอบ 1 2 3 และ 4 วัน พบมอดข้าวสารที่ใช้ทดสอบตาย 26.00, 40.54, 72.73 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้นอื่นของสารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิด ไม่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้มอดข้าวสารตาย 100 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งการทดสอบโดยใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อและเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร (ตารางที่ 4.4) ปัญหาสำคัญของการเก็บรักษาผลผลิตข้าวหลังการเก็บเกี่ยว คือการเข้าทำลายของแมลงโดยเฉพาะด้วงงวงข้าวข้าวหรือมอดข้าวสารส่งผลให้เกิดความเสียหายของผลผลิต ทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณ ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการลดการใช้สารรมด้วยสารเคมีเมทธิล โบรไมด์ และมีการยกเลิกใช้สารเคมีชนิดนี้แล้วในบางประเทศเนื่องจากการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (WMO, 1995) แต่ยังคงมีการใช้สารรมฟอสฟีนและสารเคมีคลุกเมล็ดในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลในโรงเก็บ ซึ่งหากมีการใช้เป็นจำนวนมากและใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานส่งผลให้แมลงสร้างความต้านทานทำให้การป้องกันกำจัดได้ยากขึ้น นอกจากนั้นยังเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีต่อผลผลิตเกษตรและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ส่งผลกระทบทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อผู้ใช้และผู้บริโภค ปัจจุบันการใช้สารสกัดจากธรรมชาติที่สลายตัวได้ง่ายและปลอดภัยจึงมีบทบาทมากขึ้นเพื่อทดแทน

Ref. code: 25605809034514NCD

การใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ซึ่งส่วนใหญ่มีอันตรายและตกค้างในผลผลิตมากกว่าสารสกัดจากพืช สารสกัดจากพืชเป็นสารทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้นและสามารถพบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เมล็ด ผล เปลือก เหง้า เป็นต้น (Bakkali et al., 2008; Kerdchochuen et al., 2010) แต่ละชนิดมีองค์ประกอบเชิงซ้อนที่แตกต่างกัน มีรายงานพบว่าองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยมีสารสำคัญกลุ่ม mono-, sesqui- และ triterpenoid ไปมีผลต่อโครงสร้างของแมลง (Tapondjou et al., 2005) และออกฤทธิ์ต่อแมลงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถูกตัวตาย (contact toxicity) สารรม (fumigant) ไล่แมลง (repellency) ยับยั้งการวางไข่ (anti-oviposition) สารดึงดูด (attractant) ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) และควบคุมการเจริญเติบโต (insect growth regulate) เป็นต้น ดังนั้นสารสกัดจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจนำมาพัฒนาใช้ควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพราะนอกจากจะมีการออกฤทธิ์ต่อแมลงหลายรูปแบบแล้วยังปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (Zapata and Smagghe, 2010) สารสกัดจากพืชนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายเช่น เป็นอาหาร ยารักษาโรค น้ำหอม และเครื่องสำอาง รวมถึงกำจัดแมลงได้หลายชนิด (Ukeh et al., 2009) เช่น พืชในสกุล Zingiber ใช้กำจัดด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis* L) (Owolabi et al., 2009) สกุล Curcuma สามารถใช้ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรได้ (Tripathi et al., 2002) กานพลูใช้กำจัดหนอนใยผัก พริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด (กันยารัตน์ และคณะ, 2556) ตะไคร้หอมมีคุณสมบัติในการไล่แมลง และสะเดาช้างสามารถใช้กำจัดด้วงงวงได้ (Shaaya et al., 1997)

การศึกษาวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากพืชมีฤทธิ์ในการยับยั้งมอดข้าวสารที่สามารถเป็นฐานข้อมูลและนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพื่อลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในโรงเก็บ

Ref. code: 25605809034514NCD

ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของมอดข้าวสาร[1/]

สารสกัดพืช[2/]	การตายของมอดข้าวสาร (เปอร์เซ็นต์)[4/]						
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
ขมิ้นชัน	28.00b	16.67b	29.00a	100.00a	ND[5/]	ND	ND
พริกไทยดำ	98.00a	100.00a	ND	ND	ND	ND	ND
ใบสะเดา	6.00c	6.38c	31.00a	30.77b	44.44a	40.00a	0.00a
เมล็ดสะเดา	100.00a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์	0.00d	0.00d	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b	0.00a
อะบาเม็กติน[3/]	100.00a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ	0.00d	0.00d	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b	0.00a
ไม่ใส่ปัจจัยใดๆ	0.00d	0.00d	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b	0.00a

[1/] วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS (version 17)

[2/] ขมิ้นชัน = *C. Longa,* พริกไทยดำ = *P. Nigrum,* สะเดา = *A. indica*

[3/] Abamectin = ใช้ตามอัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

[4/] สมการ Corrected % = 1-[(จำนวนแมลงที่มีชีวิตในการทดสอบ/จำนวนแมลงที่มีชีวิตในชุดควบคุม) x 100]

[5/] ND= Not detected

Ref. code: 25605809034514NCD

ตารางที่ 4.4 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดพืชต่อประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของมอดข้าวสาร[1/]

สารสกัดพืช[2/]	การตายของมอดข้าวสาร (เปอร์เซ็นต์)[4/]						
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
พริกไทยดำความเข้มข้น 5%	0.00d	6.00c	6.38d	4.55d	0.00b	0.00a	0.00a
พริกไทยดำความเข้มข้น 10%	2.00c	6.12c	26.09b	2.94d	0.00b	0.00a	0.00a
พริกไทยดำความเข้มข้น 15%	6.00c	6.38c	6.82d	17.07c	0.00b	0.00a	0.00a
พริกไทยดำความเข้มข้น 20%	14.00b	13.95b	16.22c	32.26b	14.29a	0.00a	0.00a
เมล็ดสะเดาความเข้มข้น 5%	4.00c	2.08c	2.13d	4.35d	0.00b	0.00a	0.00a
เมล็ดสะเดาความเข้มข้น 10%	10.00b	4.44c	4.65d	4.88d	0.00b	0.00a	0.00a
เมล็ดสะเดาความเข้มข้น 15%	2.00c	4.00c	4.08d	2.13d	10.00a	0.00a	0.00a
เมล็ดสะเดาความเข้มข้น 20%	24.00a	47.92a	63.04a	100.00a	ND[5/]	ND	ND
เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์	0.00d	0.00d	0.00e	0.00e	0.00b	0.00a	0.00a
อะบาเม็กติน[3/]	26.00a	40.54a	72.73a	100.00a	ND	ND	ND
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ	0.00d	0.00d	0.00e	0.00e	0.00b	0.00a	0.00a
ไม่ใส่ปัจจัยใดๆ	0.00d	0.00d	0.00e	0.00e	0.00b	0.00a	0.00a

[1/] วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS (version 17)

[2/] ขมิ้นชัน = *C. Longa,* พริกไทยดำ = *P. Nigrum,* สะเดา = *A. indica*

[3/] Abamectin = ใช้ตามอัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

[4/] สมการ Corrected % = 1-[(จำนวนแมลงที่มีชีวิตในการทดสอบ/จำนวนแมลงที่มีชีวิตในชุดควบคุม) x 100]

[5/] ND= Not detected

Ref. code: 25605809034514NCD

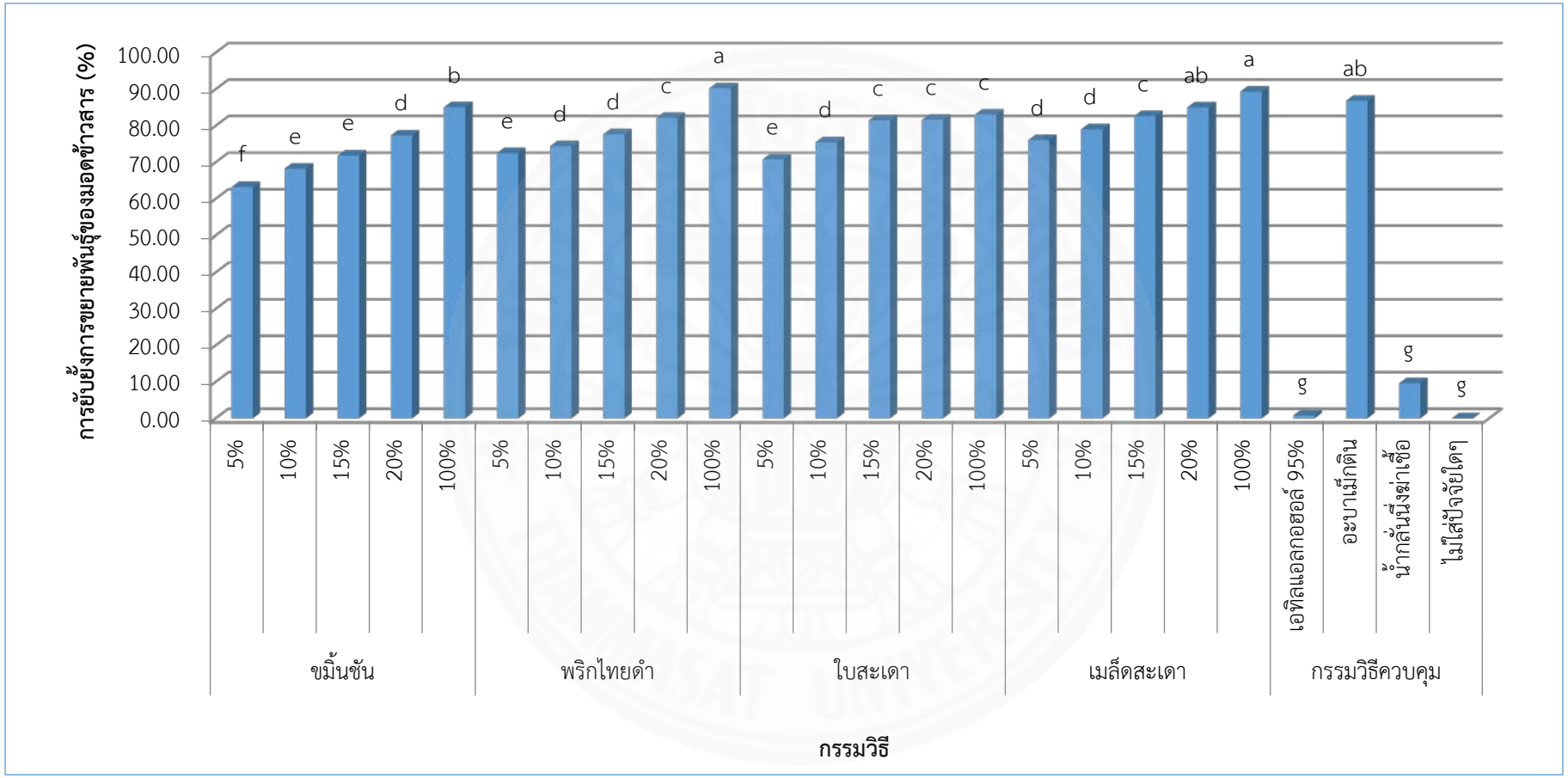
4.2.5 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดาในตัวทำละลาย เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 85.03 90.25 83.05 และ 89.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารเคมีอะบาเม็ก-ติน และที่น่าสนใจคือสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารเท่ากับ 85.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ (ภาพที่ 4.5) โดยให้ผลดีเทียบเท่ากับสารสกัดจากขมิ้นชัน และใบสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.6) ซึ่งวงจรชีวิตของมอดข้าวสารจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ มีทั้งหมด 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ใช้เวลาประมาณ 3-6 วัน ก่อนฟักเป็นตัวอ่อน ระยะตัวอ่อนเป็นหนอน ใช้เวลาประมาณ 20-30 วัน ลอกคราบ 4 ครั้ง ก่อนเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ ใช้เวลาประมาณ 3-7 วัน รวมระยะเวลาจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัยประมาณ 30-40 วัน ระยะตัวเต็มวัยขนาดประมาณ 2.0-3.0 มิลลิเมตร อาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 1-2 เดือน หรือมากกว่านั้น ตัวเมียวางไข่ 300-400 ฟองตลอดอายุขัย จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากสะเดามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารส่งผลให้ปริมาณของการเกิดและเจริญเป็นตัวเต็มวัยมีปริมาณลดลง สอดคล้องกับการรายงานของดวงสมร และคณะ (2554) น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและกานพลูมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพดได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (Pumnuan et al., 2012) และน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบมีประสิทธิภาพ ในการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด และมอดแป้งในระยะ ไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (HO et al., 1995) เช่นเดียวกับการรายงานของ กวีวัฒน์ และคณะ (2558) รายงานการทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงข้าวโพด โดยทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัย หลังจากทดสอบในท่อทดสอบ พบว่าสูตร S4D0 ที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่ดีที่สุด โดยมีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 28.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สูตร S0D4 ที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนตัวเต็มวัยเพียง 32.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มควบคุมพบตัวเต็มวัย 71.9 และ 67.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Ref. code: 25605809034514NCD

ภาพที่ 4.5 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ (A) มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร (B)

Ref. code: 25605809034514NCD



ภาพที่ 4.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวด้วยวิธีการรมข้าวสาร

Ref. code: 25605809034514NCD

4.2.6 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก

ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ และเมล็ดสะเดา ที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าการใช้สารเคมีอะบาเม็กติน ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 97.92 97.40 และ 98.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และประสิทธิภาพของสารเคมีอะบาเม็กตินมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 98.96 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.8) สารสกัดจากพืชมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมาย ทั้งทางด้านคุณภาพและความสมดุลของสภาพแวดล้อมในธรรมชาติ ทำให้วัฏจักรของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันในระบบนิเวศมีประสิทธิภาพถดถอยลง โดยพืชที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น สะเดาอินเดีย มีคุณสมบัติยับยั้งการกินอาหาร (antifeeding) ในแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) เพลี้ยอ่อน (*Aphis fabae*) มีผลยับยั้งการเจริญเติบโต (growth retardant) ทำให้แมลงไม่ลอกคราบ เช่น ตั๊กแตน (*Locusta migratoria*) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว (*Nephotettix virescens*) เพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella furcifera*) เพลี้ยอ่อน นอกจากนี้ยังมีผลยับยั้งการวางไข่และการฟักไข่ของแมลง มีผลทำให้แมลงมีการแพร่พันธุ์ต่ำ สะเดาอินอินเดียยังช่วยช่วยป้องกันกำจัด หนอนกะทู้ผัก (*Spodoptila litura*) หนอนใยผัก (*Plutella xylostella*) หนอนเจาะสมอฝ้าย (*Heliothis armigera*) ด้วงปีกแข้งตั๊กแตน แมลงวันทอง เพลี้ยจักจั่นสีเขียว เป็นต้น ซึ่งนอกจากสะเดาอินเดียแล้วสะเดาไทยก็มีฤทธิ์ในการยับยั้งแมลงใกล้เคียงกัน (รักเกียรติ, 2546) นอกจากนี้ยังพบว่า ขมิ้นชัน หรือขมิ้นแกง มีสารสำคัญ คือ turmerone curcumin น้ำมันหอมระเหย และ resin เป็นต้น สารสกัดจากขมิ้นมีฤทธิ์ในไล่และกำจัดแมลงได้หลายชนิด เช่น ด้วงถั่วเขียว หนอนใยผัก แมลงวันแตง มอดข้าวเปลือก หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (*Ophiomyia reticulata*) และหนอนเจาะยอดกะหล่ำ (*Hellula undalis*) เป็นต้น จากการวิจัยพบว่าเหง้าขมิ้นชันมีสารที่ทำลายระบบประสาทของแมลง และถ้าใช้สารสกัดที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายสกัด เช่น ethanol จะได้สารสกัดที่มีน้ำมันสูง มีกลิ่นรุนแรง สามารถนำไปคลุกเมล็ดถั่วต่าง ๆ เพื่อป้องกันแมลงในโรงเก็บได้เป็นอย่างดี (รักเกียรติ, 2546)

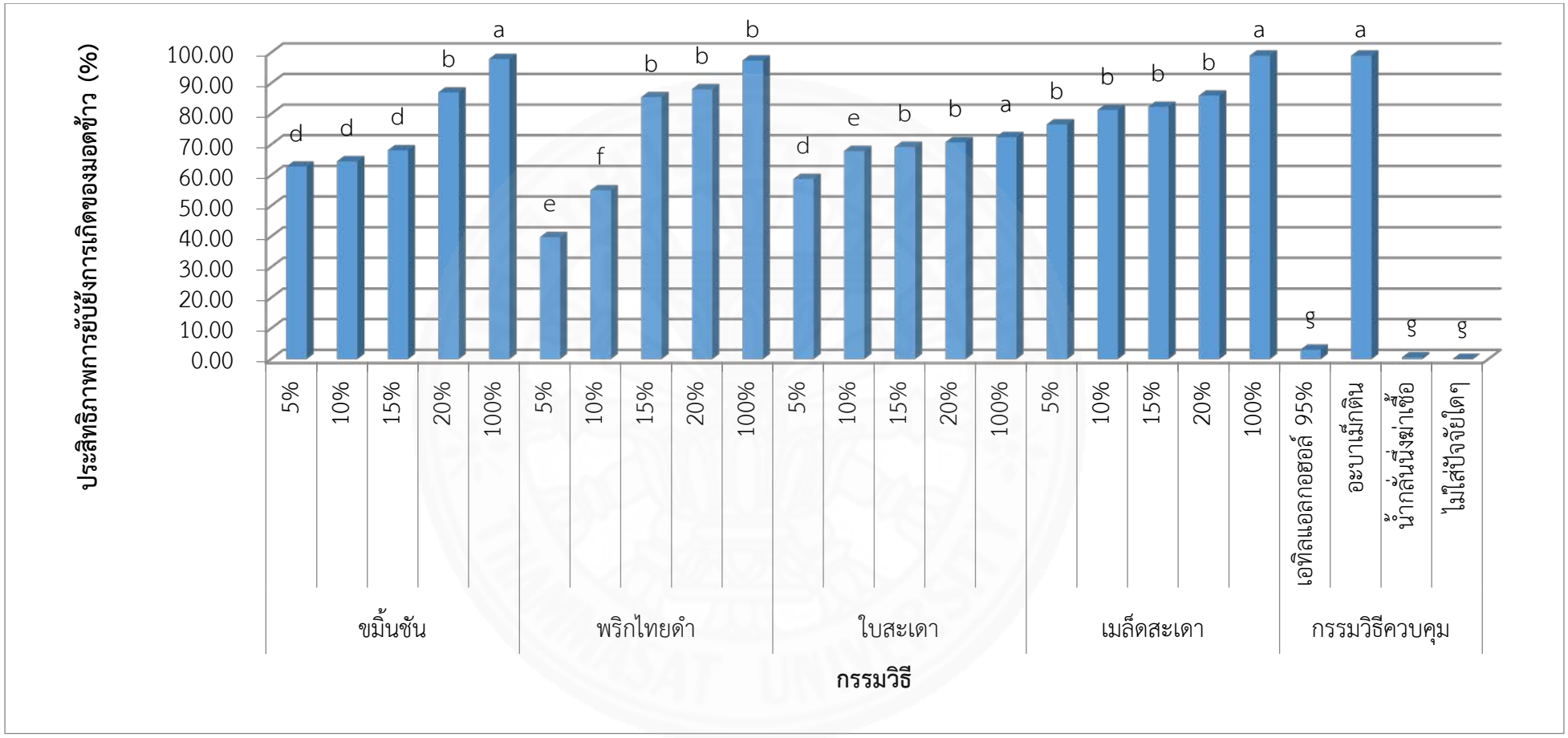
และจากผลการทดลองพบว่าการคลุกเมล็ดด้วยสารสกัดที่ความเข้มข้นสูงส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของข้าวที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยพบว่าข้าวจะเปลี่ยนไปตามสีของสารสกัด (ภาพที่ 4.7) แต่ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าสีของสารสกัดพืชบางชนิดมีประโยชน์ โดยสามารถเพิ่มคุณค่าของข้าวมากขึ้นซึ่งนอกจากจะรับประทานข้าวเพื่อเป็นอาหารแล้วยังรับประทานข้าวที่มี

Ref. code: 25605809034514NCD

คุณสมบัติเป็นยาได้ด้วย เช่น สีของขมิ้น ในเหง้าขมิ้นชันมีสารสำคัญ ออกฤทธิ์ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มน้ำมันหอมระเหย และ กลุ่มสารสีเหลืองส้ม เรียกว่า เคอร์มินอยด์ สารทั้ง 2 กลุ่ม จะออกฤทธิ์เสริมกันในการรักษาอาการจุกเสียด สารกลุ่มเคอร์มินอยด์ ประกอบด้วยสารหลัก 3 ตัว คือ curcumin demethoxycurcumin และ bisdemethooxy curcumin ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่พบในขมิ้นชันแตกต่างกันในแต่ละแหล่งปลูก มีการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ของเคอร์คูมินอยด์ พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและต้านอนุมูลอิสระ ขมิ้นชันสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ลดอาการอักเสบ มีฤทธิ์ในการขับน้ำได้ดี น้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันมีสรรพคุณรักษาปวดท้องเสียด ท้องอืด แน่นจุกเสียด ขมิ้นชันไม่มีพิษเฉียบพลัน มีความปลอดภัยสูง (จินดาพร, 2551)

ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงสีของข้าวเมื่อคลุกด้วยสารสกัดพืช ข้าวสารคลุกด้วยขมิ้นชันความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (A) ข้าวสารคลุกด้วยขมิ้นชันความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (B) ข้าวสารคลุกด้วยเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (C) ข้าวสารที่คลุกด้วยสารสกัดจากพืชที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (D)

Ref. code: 25605809034514NCD



ภาพที่ 4.8 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุกข้าวสาร

Ref. code: 25605809034514NCD

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า สารสกัดจากพืชมีประสิทธิภาพดี โดยให้ผลดีเทียบเท่ากับการใช้สารเคมี ซึ่งพบว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดามีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารสกัดพืชชนิดอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ วิธีการที่เหมาะสมในการใช้สารสกัดจากพืชในการยับยั้งมอดข้าวสาร คือ วิธีการรม เนื่องจากวิธีดังกล่าวไม่มีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าว คือไม่ทำให้ข้าวเปลี่ยนสี และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของการนำไปใช้ คือระดับความเข้มข้นที่ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยจากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปเป็นข้อได้ดังนี้

1. สารสกัดจากเมล็ดสะเดามีประสิทธิภาพสูงสุดในการขับไล่มอดข้าวสาร ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มที่ดีที่สุดในการขับไล่ภายใน 24 ชั่วโมง โดยมีการตรวจสอบที่ 1 2 3 4 5 6 12 และ 24 ชั่วโมง คือ เท่ากับ 74.00 68.00 70.00 78.00 82.00 74.00 82.00 และ 44.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยการขับไล่ เท่ากับ 71.50 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดที่มีประสิทธิภาพรองลงมาได้แก่ สารสกัดจากขมิ้นในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ โดยมีประสิทธิภาพการขับไล่ 60.00 86.00 68.00 66.00 54.00 62.00 54.00 และ 30.00 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยการขับไล่เท่ากับ 60.00 เปอร์เซ็นต์

2. สารสกัดจากเมล็ดสะเดาและสารสกัดจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพดีในการไล่มอดข้าวสาร จึงนำสารสกัดทั้ง 2 ชนิดมาศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการไล่มอดข้าวสาร โดยนำมาเจือจางที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดามีที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่มอดข้าวสาร ($p \leq 0.05$) เมื่อตรวจประเมินประสิทธิภาพ 1 2 3 4 5 6 12 และ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการไล่ เท่ากับ 65.00 58.00 68.00 82.00 72.00 82.00 66.00 และ 46.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าประสิทธิภาพการไล่เฉลี่ยเท่ากับ 67.33 เปอร์เซ็นต์ (Repellent class IV) ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สารเคมีอะบาเม็กติน ที่ระดับความเข้มข้น 0.0018 เปอร์เซ็นต์ (อัตราแนะนำ)

3. คลุกข้าวด้วยสารสกัดเมล็ดสะเดามีประสิทธิภาพสูงสุด ($p \leq 0.05$) โดยพบว่ามีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 ข้าวที่คลุกด้วยสารสกัดพริกไทยดำมีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 98 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาทดสอบ 24

Ref. code: 25605809034514NCD

ชั่วโมง ซึ่งให้ผลต่อการตายของมอดข้าวสารดีเทียบเท่ากรรมวิธีควบคุมสารเคมีอะบาเม็กตินที่มีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร ในเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน

4. ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อการตายของมอดข้าวสารด้วยสารสกัดจากพืช 4 ตัวอย่างพบว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดา มีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อการตายของมอดข้าวสาร รองลงมาคือสารสกัดจากเมล็ดพริกไทยดำ เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีอะบาเม็กติน จึงนำสารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิดมาศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการตายของมอดข้าวสาร จากผลการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ มีประสิทธิภาพสูงต่อการตายของมอดข้าวสาร โดยพบว่า มีผลต่อการตายของมอดข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ หลังทดสอบ 4 วัน โดยพบว่า เมื่อตรวจประเมินประสิทธิภาพหลังทดสอบ 1 2 3 และ 4 วัน พบมอดข้าวสารที่ใช้ทดสอบตาย 24.00 47.92 63.04 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดา ในตัวทำละลาย เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 85.03 90.25 83.05 และ 89.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารเคมีอะบาเม็กติน และที่น่าสนใจคือสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารเท่ากับ 85.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมไม่ใส่ปัจจัยใด ๆ

6. ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการคลุก ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ และเมล็ดสะเดา ที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าการใช้สารเคมีอะบาเม็กติน ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 97.92 97.40 และ 98.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเห็นว่าพืชสามารถนำมาสกัดเป็นสารควบคุมกำจัดมอดข้าวสารซึ่งเป็นศัตรูสำคัญต่อการเก็บรักษาผลผลิตในโรงเก็บ ซึ่งสามารถลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงสังเคราะห์ได้ จะทำให้ลดอันตรายจากสารเคมีปนเปื้อนแก่เกษตรกรผู้ใช้ สัตว์เลี้ยง และสิ่งแวดล้อม ลดการเสี่ยงจากการเป็นโรคภัยต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากสารเคมีตกค้างในผลผลิตต่อผู้บริโภค ทั้งนี้เพราะสารสกัดจากพืชสลายตัวได้ง่ายกว่าสารเคมีสังเคราะห์ อย่างไรก็ตามการนำพืชมาใช้

Ref. code: 25605809034514NCD

ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ต้องมีการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้สารสกัดพืชที่มีประสิทธิภาพดี มีความคงตัวดี และเตรียมใช้เองได้ง่าย เหมาะแก่การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร หรือผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

Ref. code: 25605809034514NCD

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2540. สะเดา มิติใหม่ของการป้องกันและกำจัดแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

ขุนพล งามคง. 2547. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของต้นสะเดาในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพด. สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2543. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช. สำนักพิมพ์ รั้วเขียว, กรุงเทพ. 371 หน้า.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. (2541). บรรจุภัณฑ์อาหาร. สำนักพิมพ์ แพคเมทส์, กรุงเทพ.

ยุวดี จอมพิทักษ์. 2545. ผักสวนครัว. กรุงเทพ.

รักษ์เกียรติ จิรันธร. 2546. สมุนไพรควบคุมแมลงศัตรูพืช. ภาควิชาเภสัชเวทและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลาวัลย์ จิระพงษ์. 2542. การเตรียมและการใช้พืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. สถาบันส่งเสริมเกษตรชีวภาพและโรงเรียนเกษตรกร, กรมส่งเสริมการเกษตร. หน้า 23.

สมพร ภูติยานันต์. 2542. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทยว่าด้วยสมุนไพรกับ การแพทย์แผนไทย. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. 448 หน้า.

สุภาณี พิมพ์สมาน และสังวาล สมบูรณ์. 2544. ผลกระทบของสารสกัดจากสะเดาต่อมวนเขียวดูดไข่, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter และ *Tytthus chinensis* Stal. รายงานการวิจัย ได้รับการสนับสนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเภททุนอุดหนุนทั่วไป ประจำปี 2541.

สุภาณีพิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 2, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อรุณรัตน์ ฉวีราช ธวัดชัย ธานี รุ่งลาวัลย์ สุดมูล และปิยะ โมคมุล. 2552. พืชสกุลพริกไทยในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2, ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น. 163 หน้า.

อุษาวดี ถาวระ. 2544. ยุงพาหะ (Mosquito Vecotrs). ใน: ชีววิทยาและการควบคุมแมลง ที่เป็นปัญหาสาธารณสุข. กรุงเทพฯ: บริษัท ดีไซร์ จำกัด. 138 หน้า.

Eppler, A. 1995. Viruses: Effects on viruses and organism. In: H. Schmutterer (ed.). The neem tree. Weinheim, VCH Publishers. Germany. pp. 9-106.

Ref. code: 25605809034514NCD

Multhauf, R. 1993. The Origins of Chemistry. Gordon & Breach Science Publishers. ISBN 2-88124-594-3.

Schmutterer, H. 1995. The tree andits characteristics. In: H. Schmutterer (ed). The neem tree. Weinheim. Germany: VCH Publishers. pp. 1-34.

US. Environmental Protection Agency. (2007). Piperine (PC Code043501), Biopesticides Registration Action Document, 19p.

World Meteorological Organization. 1995. Scientific assessment of ozone depletion: World Meteorological Organization global ozone research and monitoring project, Report no. 37. WMO, Geneva, Switzerland.

บทความวารสาร

กนกอร วุฒิวงศ์ อรัญ งามผ่องใส และเยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2558. การออกฤทธิ์ขับไล่ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais Motschulsky*) ของน้ำมันจากพืชบางชนิด. แก่นเกษตร. 43:145-150.

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2558. ประสิทธิภาพการไล่และการยับยั้งการวางไข่ของสูตรน้ำมันหอมระเหย จากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum*) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens*) ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 32(2):(41-47).

กันยารัตน์ มาแย้ม อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. 2556. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 10 ชนิด ในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด. ว. วิทย์. กษ. 44(2) (พิเศษ): 25-28.

กิตติ เมืองตุ้ม. 2558. การสกัดสารแคปไซซินจากพริกโดยกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* และการใช้ประโยชน์ในการกำจัดมอดข้าวสาร. ว. วิทย์. กษ. 46(3)(พิเศษ): 453-456.

ชัยพัฒน์ ธรรมจารี. 2539. ทำอย่างไรจึงจะใช้สารสกัดจากสะเดาให้ได้ผล. ว. กีฏ. สัตว. 18(1): 55-60.

ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ Paul G. Fields และอังศุมาลย์ จันทราปัตย์. 2554. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลขิงในการไล่ ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) และมอดแป้ง (*Tribolium castaneum* (Herbst)). แก่นเกษตร. 39: 346-368.

นิรนาม. 2547. สมุนไพรกำจัดศัตรูพืช. เกษตรก้าวหน้า 17(1-3): 59-67.

Ref. code: 25605809034514NCD

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ และยืนยง วาณิชย์ปกรณ์. 2557. ฤทธิ์ชีวภาพของผงใบน้อยหน่า ใบน้อยโหน่ง และใบทุเรียนเทศ ต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว. แก่นเกษตร 42(พิเศษ): 249-254.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2537. สารฆ่าแมลงจากสะเดา. น. 135-143. ใน สารฆ่าแมลง. ขอนแก่น: ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology. 18:265-267.

Bakkali, F., Averbeck, S. Averbeck, D. and Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils - A review. Food and Chemical Toxicology. 46:446-475.

Chaveerach, A., Sudmoon, R., Tanee, T. and Mokkamul, P. 2008. The species diversity of the genus *Piper* from Thailand. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica. 59(2):105-163.

Duangsamorn, S., Fields, P.G. and Angsumarn, C. 2011. Fumigant toxicity of essential oils from three Thai plants (Zingiberaceae) and their major compounds against *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* and two parasitoids. Journal of Stored Products Research. 47:222-230

Erenso, T.F. and Berhe, D.H. 2016. Effect of neem leaf and seed powders against adult maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) mortality. International Journal of Agricultural Research. 11:90-94.

Kerdchoechuen, O., Laohakunjit, N., Singkornard, S. and Matta, F.B. 2010. Essential oils from six herbal plants for biocontrol of the maize weevil, Hort science. 45:592-598.

Lagunas-Solar, M.C., Pan, Z., Zeng, N.X., Truong, T.D., Khir, R. and Amaratunga, K.S.P. 2007. Application of radiofrequency power for non-chemical disinfestations of rough rice with full retention of quality attributes. Applied Engineering in Agriculture. 23(5):647-654.

Lü, J. and Ma, D. 2015. Repellent and contact toxicity of *Alpinia officinarum* rhizome xtract against *Lasioderma serricorne* adults. PLoS ONE. 10(8): e0135631.

Moline, H.E. and Locke J.C. 1993. Comparing neem seed oil with calcium chloride and fungicides for controlling postharvest apple decay. Horticulture Science 28: 719-720.

Ref. code: 25605809034514NCD

Owolabi, M.S., Oladimeji, M.O., Lajide, L., Singh, G., Marimuthu, P. and Isidorov, V.A.. 2009. Bioactivity of three plant derived essential oils against the maize weevils *Sitophilus zeamais* Motschulsky and cowpea weevils *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). Elec. J. Environmental, Agricultural and Food Chemitry. 8:828-835

Pumnuan, J., Teerarak, M. and Insung, A. 2012. Fumigant toxicity of essential oils of medical plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). p. 177-183. In: 2nd International Symposium of Biopesticides and Ecotoxicology Network (2nd IS-BIOPEN). 24-26, Sep. 2012, Bangkok, Thailand.

Ramatchima, P., Sudajan, S., Junsiri, C. and Thivavarnvongs, T. 2012. A study of paddy heating for insect elimination and improving milled rice quality. Journal of Advanced Materials Research. 472:1707-1713.

Roy, B., Amin, R. and Uddin, M.N. 2005. Leaf extracts of Shiyalmutra (*Blumea lacera*) as botanical Insecticides against lesser grain borer and rice weevil. Journal of Biological Science. 5: 201-204.

Saeed, Q., Iqbal, N., Ahmed, F., Rehman, A. and Alvi, A.M. 2016. Screening of different plant extracts against *Tribolumcastaneum* (Herbst) under laboratory conditions. Science International. 28(2):1219-1221.

Sartika, D. and Auamcharoen, W. 2016. Repellency and contact toxicity of crude extracts from three Thai plants (*Zingiberaceae*) against maize grain weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschlusky) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Biopesticides. 9(1):52-62.

Saxena, R.C. 1990. The neem plant: Business opportunities. In: Conference on Opportunities in Enviromental Consevation and Rehabilitation. 14-48, June 1990, Manila.

Shaaya, E., Kostjukovski, M, Eilberg, J., and Suprakarn, C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research. 33: 7-15.

Ref. code: 25605809034514NCD

Tapondjou, A.L., Adler, C., Fontem, D.A., Bouda, H. and Reichmuth, C. 2005. Bioactivity of cymol and essential oil of eucalyptus saligna and cupressus sempervirens against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du val. Journal of Stored Products Research. 41: 91-102.

Tawatsin, A., Wrattten, S. D., Scott, R.R., Thavara, U. and Techadamrongsin, Y. 2001a. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. Journal of Vector Ecology. 26(1):76-82.

Tawatsin, A., Thavara, U., Techadamrongsin, Y., Chompoosri, J. and Kong- ngamsuk, W. 2001b. Ovipositional deterrence, larvicidal and repellent effects of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) and Galangal minor (*Alpinia officinarum* Hance) against four mosquito vectors. In: the 3rd International Congress of Vector Ecology, Barcelona, Spain, 17-21 September, 2001.

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

Ukeh, D.A., Birkett, M.A., Pickett, J.A., Bowman, A.S. and Mordue, A.J. 2009. Repellent activity of alligator pepper, *Aframomum melegueta*, and ginger, *Zingiber officinale*, against the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Phytochem. 70:751-758.

Zapata, N. and Smagghe, G. 2010. Repellency and toxicity of essential oils from the leaves and bark of *Laurelia sempervirens* and drimys winteri against *Tribolium castaneum*. Industrial Crops and Products. 32:405-410.

วิทยานิพนธ์

กุลวิชญ์ พานิชกุล. 2552. ผลของฟิล์มพลาสติกชนิดต่าง ๆ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตและการทำลายของด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* (L.) บนข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เกวลิน รัตนจรัสกุล. 2555. การพัฒนาฟิล์มต้านจุลินทรีย์จากคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร่วมกับน้ำมันสะระแหน่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

Ref. code: 25605809034514NCD

จิตรกานต์ ภควัฒนะ. 2556) ผลของการลดความชื้นด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อนต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จิตรมาศ นากา. 2555. ผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อรา Aspergillusflavus และคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงด้วยกรรมวิธีแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จินดาพร คงเดช. 2551. การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นิตยา ภูงาม. 2556. การเปลี่ยนแปลงสมบัติการยอมให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านของฟิล์มพลาสติกที่สัมพันธ์กับปริมาณไขมันที่ถูกดูดซับจากข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

วชิราภรณ์ ฟูนัน. 2549. น้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์เป็นสารรมต่อด้วงงวงข้าว *Sitophilus oryzae* (Linnaeus). (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วัชนีย์ รุ่งอินทร์. 2538. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชบางชนิดในการป้องกัน ยุงลาย (*Aedes aegypti* Linnaeus). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์), บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล. 91 หน้า.

ศุภจิต ผ่องใส. 2551. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารป้องกันด้วงงวงข้าวโพดโดยการเคลือบน้ำมันหอมระเหย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา เทพันดุง. 2549. การใช้สารสกัดจากพืชควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stal.) เพื่อการผลิตข้าวอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขากีฏวิทยา), บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุมาพร คงอ่อน. 2555. ผลของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนต่อการรอดชีวิตของแมลงศัตรูข้าวสารและคุณภาพของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ ในระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

Buatone, S. 2010. Biological control of rice weevils (*Sitophilus oryzae* L.) in stored milled rice by the extracts of mintweed, kitchen mint and kaffir lime. Doctoral dissertation, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

Ref. code: 25605809034514NCD

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมวิชาการเกษตร. 2547. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา http://www.brrf.in.th/library/document/E-book/brrd4706001.pdf. (16 มิถุนายน 2559).

คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2559). ตะไคร้หอม. แหล่งที่มา http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action= viewpage&pid=47. (16 มิถุนายน 2559).

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2559. มะกรูด (ใบ). คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. แหล่งที่มา tp://www.thaicrudedrug.com/main.php?action =viewpage&pid=98. (16 มิถุนายน 2559).

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2559. มะกรูด (ผิวผล). คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. แหล่งที่มา http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action= viewpage&pid=99. (16 มิถุนายน 2559).

บริษัท ชัยทิพย์ จำกัด. 2559. อุณหภูมิในการเก็บรักษาข้าว. สืบค้นจาก http://www.panomrungrice .com/keep/keep04.htm. (16 มิถุนายน 2559).

บริษัท พรีเมียร์ เทค โครโนส จำกัด. 2559. เครื่องบรรจุภัณฑ์ข้าว. แหล่งที่มา http://www.ptchronos.com/th-th/solutions-for/flexible-packaging-th/rice-packaging-machine-th/. (20 มิถุนายน 2559).

ผู้จัดการออนไลน์. 2557. ก.วิทย์ดันนโยบาย “ข้าวอินทรีย์” เพิ่มมูลค่าช่วยชาวนา. แหล่งที่มา http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=957000 0050327. (8 มิถุนายน 2559).

พรทิพย์ วิสารทานนท์ ใจทิพย์ อุไรชื่น และ อัจฉรา เพชรโชติ. 2550. การใช้ความเย็นในการเก็บรักษาข้าวเพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา http://kasetinfo.arda.or.th/arda/rice/?p=426. (20 มิถุนายน 2559).

พรทิพย์ วิสารทานนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และภาวินี หนูชนะภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. แหล่งที่มาhttp://ag-ebook.lib.ku.ac.th/ebooks/2011/2011-004-0022/index.html. (16 มิถุนายน 2559).

Ref. code: 25605809034514NCD

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2559. การสีข้าว/Rice milling. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3644/การสีข้าว-rice-milling. (20 มิถุนายน 2559).

มูลนิธินวชีวัน. 2559. ตรารับรองมาตรฐานสินค้าอินทรีย์ที่ควรรู้จัก. แหล่งที่มา http://www.nawachione.org/articles/ตรารับรองมาตรฐานสินค้า. (8 มิถุนายน 2559).

รักษ์เกียรติ จิรันธร. 2559. สมุนไพรควบคุมแมลงศัตรูพืช. แหล่งที่มา http://pcog 2.pharmacy.psu.ac.th/thi/Article/2546/06-46/06-46.html. (17 ธันวาคม 2559).

วิสิษฐ์ จุ้ยดอนกลอย. 2548. พืชสมุนไพรไล่แมลงสำหรับเกษตรอินทรีย์. แหล่งที่มา http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/ebooks/2011/2011-014-0009/index.html#/61/. (16 มิถุนายน 2559).

ศูนย์พัฒนาเกษตรอินทรีย์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2559. สาระเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์. แหล่งที่มา http://www.stou.ac.th/OADThailand/aboutorganic.aspx. (16 มิถุนายน 2559).

ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2559. เกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture). วิถีช่วยโลก. แหล่งที่มา http://www.environnet.in.th/2014?p=7386. (8 มิถุนายน 2559).

สหกรณ์กรีนเนท จำกัด. 2559. แนวทางเกษตรอินทรีย์. แหล่งที่มาhttp://www.greennet.or.th /article/86. (8 มิถุนายน 2559).

สหกรณ์กรีนเนท จำกัด. 2559. มาตรฐานเกษตรอินทรีย์คืออะไร. แหล่งที่มา http://www. greennet.or.th/article/1125. (8 มิถุนายน 2559).

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2559. พืชที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. แหล่งที่มา http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/ebooks/2011/2011-004-0158/index.html#/1/. (16 มิถุนายน 2559).

สำนักงานเกษตรจังหวัดชุมพร. 2559. เกษตรอินทรีย์คืออะไร. แหล่งที่มาhttp://www.chumphon. doae.go.th/sara/orgarnic.htm. (16 มิถุนายน 2559).

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี. 2559. กลุ่มยาแก้ไข้ลดความร้อน สะเดา (สะเดาไทย). แหล่งที่มา http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_09_15.htm. (16 มิถุนายน 2559).

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี. 2559. กลุ่มยารักษาโรคผิวหนัง ผื่นคัน กลากเกลื้อนขมิ้นชัน. แหล่งที่มา ttp://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_02_02.htm. (16 มิถุนายน 2559).

Ref. code: 25605809034514NCD

สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร. 2559. หลักการผลิตข้าวอินทรีย์. สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา www.agriqua.doae.go.th/organic/general/data/org9.doc. (16 มิถุนายน 2559).

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2559. การเก็บรักษา. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว. แหล่งที่มา http://www.brrd.in.th/rkb/postharvest/index.php-file=content.php&id=4.htm. (16 มิถุนายน 2559).

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2559. การลดความชื้น. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว. แหล่งที่มา http://www.brrd.in.th/rkb/postharvest/index.php-file=content.php&id=3.htm. (16 มิถุนายน 2559).

Ref. code: 25605809034514NCD

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนันท์นภัส พิริยะอนนท์
วันเดือนปีเกิด	24 พฤษภาคม พ.ศ.2534
ทุนการศึกษา (ถ้ามี)	2560: กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน 63/2560

ผลงานทางวิชาการ

นันท์นภัส พิริยะอนนท์ และวิลาวรรณ์ เชื้อบุญ. 2560. ประสิทธิภาพสารสกัดพืชเพื่อควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในโรงเก็บข้าวอินทรีย์. *ใน* การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13. วันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2560, ตรัง. 347-358.

Ref. code: 25605809034514NCD