ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อารักขาพืช)

ปริญญา

อารักขาพืช | โรคพืช

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การจัดการศัตรูพืชในผลผลิตพริกระยะแปลงผลิต และสภาพหลังการเก็บเกี่ยว

Management of Chili Pest at Farm and Postharvest Level

นามผู้วิจัย นายธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, Dr.sc.agr.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชนี ฮงประยูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการศัตรูพืชในผลผลิตพริกระยะแปลงผลิต และสภาพหลังการเก็บเกี่ยว

Management of Chili Pest at Farm and Postharvest Level

โดย

นายธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อารักขาพืช)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง 2557: การจัดการศัตรูพืชในผลผลิตพริกระยะแปลงผลิต และสภาพหลังการเก็บเกี่ยว ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อารักขาพืช) สาขาอารักขาพืช ภาควิชาโรคพืช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากลุ, Dr.sc.agr. 105 หน้า

การศึกษาการจัดการศัตรูพริก โดยใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเข้มข้นสองเท่าจากสูตรผสมของสะเดา ข่า และตะไคร้หอม สามารถใช้เพื่อควบคุมการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum capsici* โดยมีประสิทธิภาพการยับยั้ง 33.13-30.67 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 3 ถึง 7 วัน และสารสกัดสามารถยับยั้งการพัฒนาขนาดแผลบนผลพริกที่ถูกเชื้อรา *C. capsici* เข้าทำลายก่อน และหลังการจุ่มสารสกัดสมุนไพร โดยมีค่าเท่ากับ 35.05 ถึง 33.76 และ 55.33 ถึง 37.78 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะ 3-5 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้สารสกัดสมุนไพรเข้มข้นแบบสัมผัสสามารถฆ่าหนอนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 ได้ 43 เปอร์เซ็นต์ และมีผลต่อตัวเต็มวัยเมื่อสัมผัสได้ 83 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำสารสกัดสมุนไพรเข้มข้นร่วมกับเหยื่อล่อยีสต์โปรตีนออโตไลเสทที่ผสมสารฆ่าแมลงมาลาไทออน และน้ำมันปิโตรเลียม ไปทดสอบในการจัดการศัตรูพริกระยะแปลง เทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีแมนโคเซบ และอะบาเม็กติน พบว่า วิธีผสมผสานสามารถควบคุมแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* และโรคแอนแทรคโนส *C. capsici* ในผลพริกได้ดี โดยมีผลพริกดีอยู่ในช่วง 52.74-97.00 เปอร์เซ็นต์ ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้อยู่ในช่วง 1.20-47.26 เปอร์เซ็นต์ และผลพริกเสียหายจากโรคแอนแทรคโนส อยู่ในช่วง 0-3.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี มีผลพริกดีอยู่ในช่วง 18.77-38.20 เปอร์เซ็นต์ ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้อยู่ในช่วง 52.00-78.11เปอร์เซ็นต์ และผลพริกเสียหายจากโรคแอนแทรคโนสอยู่ในช่วง 0-20.27 เปอร์เซ็นต์ โดยสารสกัดสมุนไพรเข้มข้นที่ใช้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ทำลายพิษ ชนิด เอสเทอเรส และกลูต้าไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่มีชีวิตหลังการได้รับสารสกัดสมุนไพรเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แสดงว่าแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* ระยะตัวเต็มวัยไม่สร้างสารในการต้านทานต่อสารสกัดสมุนไพร

สำหรับการทดสอบวิธีการควบคุมศัตรูพริกในระยะหลังการเก็บเกี่ยว โดยนำผลพริกสดมาทดสอบการควบคุมความเสียหายจากศัตรูพืช โดยวิธีทางกายภาพด้วยการใช้น้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับการใช้อัลตร้าโซนิค พบว่า การจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ และควบคุมหนอนแมลงวันผลไม้ในผลพริกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่ผลพริก

_____ _____ ____/ ____/ ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Teerasak Saeting 2014: Management of Chili Pest at Farm and Postharvest Level. Master of Science (Plant Protection), Major Field: Plant Protection, Department of Plant Pathology. Thesis Advisor: Assistant Professor Chainarong Rattankreetakul, Dr.sc.agr. 105 pages.

Chili pest management with the 2 fold of neem galangal and citronella grass extracted was showed the good activity. The result revealed that plant extracted could inhibited the *Colletotrichum capsici* mycelial with poisoned food to 33.13-30.67 percent during 3 to 7 day. Plant extracted could inhibit to the anthracnose symptom development of pre and post *C. capsici* mycelium infection to chili fruit with 35.05-33.76 percent and 55.33-37.78 percent during 3 to 5 day of the test. Insecticide activity of plant extracted by direct contact to the third instar larvae and the adult fruit fly was showed with 43 percent and 83 percent respectively.

The chili pest management was done under farm practice conditions with helping of protein autolysate mixed with malathion and the petroleum oil follow the IPM scheme. The pest management activity was compared to the farmer practice with pesticides as mancozed and abamectrin. The IPM plan was expressed the healthy chili fruit about 52.74-97.00, fruit fly *Bactocera latitrons* defected fruit about 1.20-47.26 percent and the anthracnose*, Colletotrichum capsici* symptoms about 0.00-3.33 percent while in farmer practice with pesticide was founded about 18.77-38.20 percent of healthy fruit , about 52.00-78.11 percent of fruit fly defected fruit and about 0-20.27 percent 0f anthracnose defected fruit. The tested plant extracted shows no effect to the level of the detoxify enzymes as esterase and glutathione-s-transferase in the living adult fruit fly after the treated with plant extract compared with the healthy insect. This was indicated that no insect resistant from plant extracted application to *B. latifrons* at adult stage.

For the handling of chili fruit after harvest, the treated chili fruits were tested with the hot water and hot water with ultrasonic treatment. The hot water treatment with 46 °C for 60 minutes showed completely control to the anthracnose and fruit fly in chili with no effect to chili fruit quality.

_____ _____ ____/ ____/ ____

Student's signature Thesis Advisor's signatur

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอบพระคุณ ดร. บุญญวดี จิระวุฒิ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผศ. ดร. วรรณวิไล อินทนู ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณ ผศ. อุไรวรรณ นิลเพ็ชร ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย และให้คำปรึกษาต่างๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และพี่ๆ น้องๆ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย

ด้วยความดีหรือคุณประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมและให้กำลังใจกระผมในทุกเรื่อง

ธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	76
สรุป	76
ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	79
ภาคผนวก	94
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	105

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum capsici* ที่สัมผัสโดยสารสกัดสมุนไพรสูตรผสมต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม ทดสอบด้วยวิธี Poisoned food ความเข้มข้น 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 1-7 วัน	48
2	เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ที่ผ่านการปลูกเชื้อแล้วนำไปจุ่มสารสกัดสมุนไพร	51
3	เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ที่ผ่านการจุ่มสารสกัดสมุนไพรก่อนปลูกเชื้อ	53
4	เปอร์เซ็นต์การออกจากดักแด้ในช่วง 10-12 วัน และการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ระยะที่ 3 ภายหลังการได้รับสารสกัดสมุนไพร	55
5	แสดงเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย เพศผู้ และเพศเมีย ภายหลังสัมผัสกับสารสกัดสมุนไพร ตรวจสอบอาการที่ 24 และ 48 ชั่วโมง	57
6	แสดงปริมาณเอนไซม์คาร์บอกซิลเอสเทอเรส กลูต้าไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส และโปรตีน ที่พบในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่รอดตายจากการได้รับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 หลัง 24 ชั่วโมง	61
7	เปอร์เซ็นต์ผลพริกดี ผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้และหนอนที่พบภายในผลพริกหลังจากผลพริกได้รับการจุ่มสารสกัดสมุนไพร ก่อนการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัย	63
8	ค่าเฉลี่ยจากการเก็บรวบรวมผลพริก 3 เดือน แสดงเปอร์เซ็นต์ผลพริกดี เสียหายจากโรคแอนแทรคโนส แมลงวันผลไม้ และจากสาเหตุอื่นๆ ในแต่ละกรรมวิธีจากแปลงทดสอบของภาควิชาโรคพืช	65
9	เปอร์เซ็นต์ผลพริกดี ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนส ที่ได้จากการจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสานเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีในการป้องกันศัตรูพริก ในช่วง 45-120 วัน หลัง	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

10 แสดงการตรวจพบปริมาณแมลงวันผลไม้ที่พบในกับดักเมทิลยูจินอล จากแปลงที่มีการจัดการด้วยรูปแบบเกษตรกรที่ใช้สารเคมี 69

11 แสดงการตรวจพบปริมาณแมลงวันผลไม้ที่พบในกับดักเมทิลยูจินอล จากแปลงที่มีการจัดการแบบผสมผสาน 70

12 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ภายหลังการแช่น้ำร้อนและน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค ที่ระยะ 15-90 นาที 72

13 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันภายในผลพริก ที่ผ่านการแช่น้ำร้อนและน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค ที่เวลา 15-90 นาที 74

14 แสดงการเปลี่ยนแปลงสี และความแน่นเนื้อของผลพริกหลังจากการจุ่มน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค ในระยะเวลา 15-90 นาที เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 9-11 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน 70

ตารางผนวกที่

ค1 ค่าเฉลี่ยการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลผริก ภายหลังจากปลูกเชื้อด้วยวิธีการจุ่มสารสกัดสมุนไพร 101

ค2 ค่าเฉลี่ยการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก โดยการจุ่มสารสกัดสมุนไพร ก่อนการปลูกเชื้อโรคแอนแทรคโนส 102

ง1 แสดงความสูง และรัศมีทรงพุ่มต้นพริก หลังการย้ายกล้าพริก (หน่วยเซนติเมตร) 104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (*Bactrocera latifrons*)	7
2	ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* ด้วยวิธี Poisoned food ที่ระยะ 7 วัน ก) กรรมวิธีควบคุม ข) น้ำสกัดสมุนไพรป้องกันและกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ค-จ) สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฉ-ซ) สารสกัดสมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฌ-ฎ) สารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ	47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการศัตรูพืชในผลผลิตพริกระยะแปลงผลิตและสภาพหลังการเก็บเกี่ยว

Management of Chili Pest at Farm and Postharvest Level

คำนำ

พริกเป็นพืชผักที่มีความสัมพันธ์ต่อความเป็นอยู่ของคนไทยเป็นเวลานาน เนื่องจากคนไทยนิยมรับประทานอาหารที่มีรสชาติจัด (ธำรงค์, 2551) นอกจากนี้พริกเป็นแหล่งของวิตามินที่สำคัญหลายชนิด และมีสารแคปไซซิน ซึ่งเป็นสารที่ทำให้รู้สึกเผ็ด ในปัจจุบันมีการนำสารดังกล่าวมาใช้เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ โดยเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เป็นส่วนประกอบของน้ำมันทาแก้ปวดเมื่อย สารฆ่าแบคทีเรีย แก๊สน้ำตาและเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์เพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะ (กฤษฎา, 2550) จากข้อมูลสถานการณ์ด้านการผลิตพริกของประเทศไทยในปี 2554 พบว่ามีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศ 474,717 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) นอกจากนี้สถิติการส่งออกพริกแห้งไปยังต่างประเทศ ปี 2554 มีปริมาณการส่งออก 2.92 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 153.7 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการปลูกพริก โดยเฉพาะการปลูกพริกเพื่อเป็นการค้าก็คือโรคและแมลง ซึ่งสามารถทำความเสียหายในภาพรวมนับเป็นเงินหลายล้านบาทต่อปี โรคที่สำคัญและสร้างความเสียหายกับผลพริกมากที่สุดคือ โรคแอนแทรคโนส เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ก่อให้เกิดปัญหากับพริกที่ปลูกในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน เชื้อโรคสามารถเข้าทำลายผลพริกได้ทุกระยะการเจริญของพืชและสามารถสร้างความเสียหายได้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (Kim *et al*., 2010) โดยปกติจะแสดงอาการรุนแรงกับผลพริกสุกที่มีสีแดง ลักษณะอาการจะเกิดแผลยุบตัวลงเล็กน้อยต่อมาแผลจะขยายขนาดใหญ่ขึ้น โรคนี้พบระบาดมากในแปลงที่ไม่มีการดูแลและการป้องกัน (ธำรง, 2551) และปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งในการปลูกพริกคือ การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (มนตรี, 2544) แมลงวันผลไม้ชนิดนี้สามารถสร้างความเสียหายแก่ผลพริกโดยตรง เนื่องจากตัวเต็มวัยเพศเมียใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทงลงในผลพริกเพื่อวางไข่ หนอนที่ฟักออกมาจะกัดกินภายในผลพริก และนอกจากนี้รอยแผลที่เกิดจากการเจาะเพื่อวางไข่นั้นยังสามารถส่งผลให้เชื้อราสาเหตุโรคพืชเข้าทำลายซ้ำ ทำให้ผลเน่าและร่วงหล่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก่อนระยะการเก็บเกี่ยว ลักษณะอาการของผลพริกที่ถูกแมลงวันผลไม้ทำลายสังเกตได้จากการจับผลพริกดูจะพบว่าผลพริกจะร่วงและหลุดออกจากขั้ว (สมศักดิ์ และคณะ, 2554)

การป้องกันและกำจัดโรคแอนแทรคโนสและแมลงวันผลไม้ โดยวิธีการใช้สารเคมีเพียงอย่างเดียวแม้จะได้ผลรวดเร็วแต่ก่อให้เกิดพิษตกค้างในผัก ผลไม้และในธรรมชาติ หากใช้สารเคมีเหล่านี้เป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดการดื้อยาของโรคและแมลงได้ (สุรพล, 2544) นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งในปัจจุบันประชาชนได้ตระหนักถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เกิดผลเสียต่อสุขภาพของตัวผู้ใช้ผู้บริโภคและเกิดพิษตกค้างในผลผลิต การนำสารสกัดจากพืชมาควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช สารดังกล่าวเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่ช่วยลดอัตราการสร้างความต้านทานได้ เนื่องจากสารสกัดจากพืชมีองค์ประกอบของสารหลายชนิดจึงยากที่จะสร้างความต้านทานต่อองค์ประกอบดังกล่าว (พุทธิพร, 2549) สารสกัดจากพืชมีข้อดีหลายประการ เช่น สลายตัวง่ายจึงไม่ก่อผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดอันตรายด้านสุขภาพของผู้ใช้และผู้บริโภค สามารถทำได้เองและสะดวก จึงเป็นการลดค่าใช้จ่าย รวมทั้งการทำให้แมลงเกิดการต้านทานต่อสารช้ากว่าการใช้สารเคมี อย่างไรก็ดีสารสกัดจากพืชมีข้อเสียบางประการคือไม่มีฤทธิ์เฉียบพลัน ไม่สามารถออกฤทธิ์ในโรคและแมลงทุกชนิด ทั้งนี้แตกต่างกันตามแต่ละชนิดของส่วนที่นำมาใช้ รวมทั้งยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามด้วยเหตุผลทางความปลอดภัยและนโยบายการป้องกันสิ่งแวดล้อมและการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศ การใช้สารสกัดจากพืชบางชนิดจึงยังเป็นที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในระดับธุรกิจมากมายโดยเฉพาะผลผลิตส่งออกทางการเกษตรและใช้อย่างแพร่หลายในกลุ่มของเกษตรอินทรีย์ซึ่งถือว่ากระบวนการผลิตเต็มไปด้วยความปลอดภัยจากสารเคมีสังเคราะห์ (สุรพล, 2544)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการจัดการศัตรูพืชในระยะแปลงผลิตพริก เพื่อเป็นการป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืช และการจัดการศัตรูพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยเน้นการพิจารณาการจัดการอย่างปลอดภัยต่อผลผลิตในสภาพแปลง ได้แก่ การใช้สารสกัดจากพืชสารที่รบกวนศัตรูพืช การใช้สารล่อ การใช้เทคนิคทางกายภายเพื่อกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้เพื่อการปรับใช้กับแปลงผลิตพริก เพื่อเสริมศักยภาพการส่งออกของประเทศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. การจัดการศัตรูพริกประเภทแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนส

2. การจัดการผลผลิตพริกสภาพหลังการเก็บเกี่ยว โดยใช้ปัจจัยทางกายภาพเพื่อการควบคุมความเสียหายจากศัตรูพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริก

ลักษณะทั่วไป

พริกเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Solanaceae ซึ่งอยู่ในตระกลูเดียวกับมะเขือเทศ ยาสูบ และมันฝรั่ง พืชในตระกูลนี้มีประมาณ 90 สกุล (genus) หรือ 2,000 ชนิด (species) มีกระจายอยู่ในส่วนต่างๆ ของโลก แต่ส่วนจะใหญ่อยู่ในเขตร้อน

พริกจัดอยู่ในสกุลแคปซิคัม (genus Capsicum) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum* spp. ในปัจจุบันทั่วโลกมีพันธุ์พริกปลูกกันมากมาย ซึ่งลักษณะของแต่ละพันธุ์ก็จะแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์นั้นๆ เช่น พริกชี้ฟ้าสายพันธุ์ Bird chili ที่นิยมปลูกกันมากในแอฟริกา บาฮามาส และเม็กซิโก จะมีแคปไซซิน (Capsaisin) อยู่ประมาณ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพริก *Capsicum annuum* สายพันธุ์ Paprika ที่ปลูกในสเปน ฮังการี และสหรัฐอเมริกา จะไม่มีแคปไซซินหรือถ้ามีก็มีในปริมาณที่น้อยมาก ส่วน *Capsicum annuum* สายพันธุ์ Chilli ที่ปลูกในประเทศไทย อินเดีย ญี่ปุ่น เม็กซิโกและเอธิโอเปีย จะมีแคปไซซินอยู่ประมาณ 0.2-0.3 เปอร์เซ็นต์

ปัญหาในการปลูกพริกมีทั้งโรคและแมลงรบกวนอยู่หลายชนิด เป็นผลให้ต้องสูญเสียผลผลิตในปริมาณมากต่อปี โรคที่เกิดจากเชื้อราในแปลงผลิตและหลังการเก็บเกี่ยวพริกมีหลายชนิด หนึ่งในนั้นคือโรคแอนแทรคโนสหรือโรคกุ้งแห้ง (วรานันท์, 2554) และแมลงที่สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตในระยะแปลงมากที่สุดชนิดหนึ่งคือ แมลงวันผลไม้ชนิดทำลายพริก *Bactrocera latifrons* โรคและแมลงทั้งสองชนิดนี้ล้วนเป็นศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายให้แก่ผลพริกทั้งในแปลงปลูกและหลังการเก็บเกี่ยวในปริมาณที่สูง

2. ความรู้เกี่ยวกับแมลงวันผลไม้และการควบคุม

แมลงวันผลไม้หรือที่เรียกติดปากกันว่า แมลงวันทอง เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของผลไม้หลายชนิด โดยเฉพาะพวกที่มีเปลือกบางและเนื้ออ่อนนุ่มจะถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลายได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่าแมลงวันผลไม้มีพืชอาศัยประมาณ 150 ชนิด ทั้งพืชผัก ไม้ผล รวมถึงวัชพืชบาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิดด้วย (Drew *et al*., 1978) ประเทศไทยอยู่ในเขตอบอุ่นและมีพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้หลายชนิด ดังจะเห็นได้ว่าแมลงวันผลไม้สามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณจากพืชอาศัยต่างๆ ในแต่ละท้องถิ่นของประเทศไทยได้เกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนที่มีผลไม้ออกชุกชุมจะเป็นช่วงที่แมลงวันผลไม้ระบาดรุนแรงและมีปริมาณมาก ทั้งนี้เนื่องจากแมลงวันผลไม้มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ประกอบกับสามารถขยายพันธุ์โดยอาศัยพืชอาศัยต่างๆ ได้ทำให้แมลงวันผลไม้เกิดใหม่อย่างต่อเนื่อง และหากเกษตรกรไม่ทำการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้จะทำให้ผลผลิตเสียหายถึง 100%

2.1 การจัดอันดับของแมลงวันผลไม้

Bactrocera latifrons (Hendel)
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Mandibulata
Class: Insecta
Order: Diptera
Suborder: Cychorrhapha
Family: Tephritidae

แมลงวันผลไม้ที่พบในประเทศไทยจัดอยู่ในวงศ์ (Family) Tephritidae ซึ่งจัดเป็นแมลงวงศ์ใหญ่ที่สุดในอันดับ (Order) Diptera แมลงวันในวงศ์นี้ที่จัดเป็นแมลงวันผลไม้จริงๆ ทั้งโลกพบประมาณ 4,000 ชนิด (species) ใน 500 สกุล (genus) และมีความสำคัญทางการเศรษฐกิจมากที่สุด (มนตรี, 2544)

2.2 วงจรชีวิต

จากรายงานการวิจัยของสัญญาณี และคณะ (2551) *Bactrocera latifrons* มีการเจริญเติบโต แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ในผลพริก ผลละ 1-2 ฟอง โดยวางไข่ตามแนวนอนในเนื้อพริกลึกจากผิวประมาณ 0.5-1.0 มิลลิเมตร ไข่มีสีขาว ผิวเป็นมันสะท้อนแสง รูปร่างคล้ายผลกล้วยมีขนาดเล็ก เมื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใกล้ฟักจะมีสีขาวขุ่น ขนาดกว้างเฉลี่ย 0.32± 0.04 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 1.26±0.11 มิลลิเมตร ระยะไข่ 44-68 ชั่วโมง

ระยะหนอน หัวแหลม ท้ายป้าน ไม่มีขา ส่วนหัวมีลักษณะเป็นตะขอแข็งสีดำ เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ๆ ลำตัวใส ส่วนหัวที่เป็นตะขอมีสีน้ำตาล ขนาดลำตัวกว้างเฉลี่ย 0.25±0.05 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 1.18±0.13 มิลลิเมตร ระยะหนอนมี 3 วัย หนอนตัวโตเต็มวัยมีขนาดลำตัวกว้างเฉลี่ย 1.70±0.16 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 7.43±0.73 มิลลิเมตร หนอนระยะสามสามารถดีดตัวได้ซึ่งการดีดตัวนี้เพื่อช่วยในการหาทำเลที่เหมาะสมในการเข้าดักแด้ในดิน ระยะหนอนใช้เวลา 8-10 วัน

ระยะดักแด้ มีลักษณะกลมคล้ายถังเบียร์ ดักแด้ระยะแรกมีสีขาว และค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน จากนั้นจะค่อยๆ เข้มขึ้นเมื่อดักแด้ใกล้ฟัก ระยะนี้แมลงไม่มีการเคลื่อนไหว อาศัยอยู่ในดินลึกประมาณ 2-5 เซนติเมตร ดักแด้มีขนาดกว้างเฉลี่ย 2.06±0.16 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 4.93±0.28 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ประมาณ 11-14 วัน

ระยะตัวเต็มวัย เป็นแมลงที่มีสีน้ำตาลแดงทั้งลำตัวและขา มีแถบสีเหลืองที่ส่วนอก ปีกบางใสสะท้อนแสง ขอบปีกมีสีทึบและที่ปลายปีกมีจุดสีดำขนาดใหญ่ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะเด่นในการจำแนกชนิดของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ชัดเจน ระยะนี้ไม่ทำลายพืช ตัวเต็มวัยหลังออกจากดักแด้ 8 วัน จึงเริ่มจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ โดยจะจับคู่ผสมพันธุ์ในช่วงเวลาเย็นถึงพลบค่ำและวางไข่ในผลของพืชอาศัย ตัวเต็มวัยเพศเมียมีความสามารถในการวางไข่ตลอดอายุไข่ 124-325 ฟอง เฉลี่ย 192.17±78.18 ฟอง วางไข่ได้สูงสุด 17 ฟอง/วัน โดยมีอัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้เท่ากับ 1:1.54 ตัวเต็มวัยเพศเมียเมื่อกางปีกมีขนาดกว้างเฉลี่ย 1.36±0.07 เซนติเมตร ลำตัวยาวเฉลี่ย 0.91±0.07 เซนติเมตร ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุ 93-183 วัน เฉลี่ย 147.90±29.03 วัน ตัวเต็มวัยเพศผู้เมื่อกางปีกมีขนาดกว้างเฉลี่ย 1.35±0.07 เซนติเมตร ลำตัวยาวเฉลี่ย 0.73±0.05 เซนติเมตร ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุประมาณ 77-151 วัน เฉลี่ย 131.50±12.79 วัน วงจรชีวิตจากไข่ถึงตัวเต็มวัย 21-27 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 1 ลักษณะของแมลงวันผลไม้ชนิดทำลายผลพริก (*Bactrocera latifrons*)

2.3 ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย

ความเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้เกิดขึ้นเมื่อ เพศเมียใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทงเข้าไปในผลพืชแล้ววางไข่ ตัวหนอนที่ฟักจากไข่จะอาศัยและชอนไชอยู่ภายใน ทำผลเน่าเสียและร่วงหล่นลงพื้น ตัวหนอนภายในผลระยะสุดท้ายสามารถดีดออกมาเพื่อเข้าดักแด้ในดินแล้วจึงพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยต่อไป แมลงวันผลไม้วางไข่ในผลไม้ที่มีเปลือกบางใกล้สุกหรือสุกงอม ในระยะเริ่มแรกของการเข้าทำลายจะสังเกตด้วยตาเปล่าได้ยาก อาจพบอาการช้ำบริเวณใต้ผิวเปลือกเมื่อหนอนโตขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ผลเน่าเละและมีน้ำไหลเยิ้มออกทางรูที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ ผลไม้ที่ถูกทำลายนี้มักจะมีโรคและแมลงชนิดอื่นๆ เข้าทำลายซ้ำ แมลงวันผลไม้ระบาดทั่วทุกภาคทั้งในเขตป่าและเขตบ้านและยังพบตลอดทั้งปี เนื่องจากมีพืชอาหารมากมายโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน

ในปี พ.ศ. 2543 พริกจากประเทศไทยถูกทางการของประเทศฝรั่งเศสเผาทำลายเนื่องจากตรวจพบแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latitrons* ติดไปกับผลผลิต ดังนั้นความเสียหายจากแมลงวันผลไม้จึงไม่เพียงแต่เกิดกับผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยวภายในแปลงเท่านั้น แต่มีผลต่อเนื่องมาจนถึงภายหลังการเก็บเกี่ยว (มนตรี, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 การแพร่กระจาย

ปัจจัยในการแพร่กระจายของแมลงวันผลไม้มีหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ พืชอาหารและแมลงศัตรูธรรมชาติ แต่ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการอยู่รอดของแมลงวันผลไม้คือ ปัจจัยด้านอาหาร เพราะจำเป็นต่อการอาศัยของไข่และตัวหนอนและยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่ใช้ในการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

2.5 การป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้

2.5.1 ทำความสะอาดบริเวณแปลงเพาะปลูก แมลงวันผลไม้สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็วในขณะที่มีพืชอาศัยอยู่มาก โดยการรวบรวมทำลายผลไม้ที่เน่าเสีย อันเนื่องมาจากถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย สามารถหยุดยั้งการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็วของแมลงได้

2.5.2 ห่อผลไม้เป็นการป้องกันการเข้าไปวางไข่ในผลไม้ที่ง่ายและได้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นวิธีการที่ปลอดภัยจากการใช้สารฆ่าแมลง การห่อผลไม้ควรห่อให้มิดชิดไม่ให้มีรูหรือรอยฉีกขาดเกิดขึ้น มิฉะนั้นแมลงจะสามารถเข้าไปวางไข่ภายในผลไม้ได้

2.5.3 ควบคุมโดยชีววิธี ในธรรมชาติแล้วแมลงวันผลไม้มีแมลงศัตรูธรรมชาติอยู่แล้ว มีอัตราการทำลายตั้งแต่ 15-30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแมลงวันผลไม้มีความเสียหายโดยตรงกับผลิตผล การใช้การควบคุมโดยชีววิธีจึงน่าจะใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ในการลดจำนวนประชากรแมลงในแปลง

2.5.4 ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลง การใช้สารฆ่าแมลงนั้นเป็นการลดประชากรของแมลงวันผลไม้ในธรรมชาติอย่างรวดเร็วและเห็นผลได้อย่างชัดเจน แต่ในขณะเดียวกันแมลงก็มีการเคลื่อนย้ายจากแหล่งที่ไม่ได้มีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเข้าทำลายอีก และต้องทำการพ่นซ้ำเพื่อป้องกันไม่ให้แมลงวันผลไม้เข้าทำลาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างและการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีประโยชน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5.5 ใช้สารล่อประเภทฟีโรโมนสำหรับแมลงวันผลไม้เพศผู้ สารเคมีที่ใช้เป็นสารล่อนี้จะสามารถดึงดูดได้เฉพาะแมลงวันผลไม้เพศผู้เท่านั้น และการใช้สารล่อนั้นจะต้องคำนึงถึงแมลงที่ต้องการให้เข้ามาในกับดักด้วย เพราะแมลงวันผลไม้จะมีความเฉพาะเจาะจงกับสารล่อแต่ละชนิด เช่น เมทธิลยูจินอล

2.5.6 ใช้เหยื่อโปรตีน โดยการนำเอาโปรตีนออโตไลเสท (Protein Autolysate) ผสมกับสารฆ่าแมลงมาเป็นเหยื่อล่อแมลงวันผลไม้ โดยใช้โปรตีนออโตไลเสท พ่นเป็นจุดๆ วิธีการนี้ให้ผลที่ดีมาก นอกจากจะประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายในการใช้สารฆ่าแมลงและแรงงานแล้ว ยังเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม แมลงผสมเกสร รวมทั้งตัวห้ำ ตัวเบียนน้อยลง ที่สำคัญคือสารนี้สามารถดึงดูดได้ทั้งแมลงวันผลไม้ตัวผู้และตัวเมีย ซึ่งจะช่วยลดอัตราการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ได้อย่างดี

2.5.7 การทำหมันแมลง จุดมุ่งหมายของวิธีการนี้คือ การกำจัดแมลงวันผลไม้ให้หมดไปจากพื้นที่ที่ต้องการ จะต้องมีการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ให้มีปริมาณมาก แล้วทำหมันแมลงเหล่านี้โดยการฉายรังสีแกมมา จากนั้นจึงนำแมลงที่เป็นหมันนี้ไปปล่อยในธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณแมลงในธรรมชาติจนหมดไป แต่การกระทำด้วยวิธีนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมากและก็ยังมีข้อจำกัดอื่นๆ อีกที่จะต้องคำนึงถึง เช่นการป้องกันการแพร่ระบาดเข้ามาใหม่ของแมลงและการที่แมลงศัตรูชนิดอื่น จะเพิ่มความสำคัญขึ้นมา (อนันต์, 2547)

2.5.8 การใช้สมุนไพร เพื่อใช้ป้องกันแมลงศัตรูพืชทดแทนสารเคมี ซึ่งพืชส่วนใหญ่เป็นพืชในท้องถิ่นสามารถปลูกและหาได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมสามารถสลายตัวได้รวดเร็ว

จากการศึกษาของ Areekul *el al.* (1987) ใช้พืชในการกำจัดแมลงผลไม้พบว่า พืชที่เป็นพิษต่อแมลงวันไม้สูงได้แก่ สารสกัดจากข่าเล็ก เมล็ดน้อยหน่าสด ผลสลอด พญาไร้ใบสด แสยกสด เมล็ดพริกไทยดำแห้ง ดอกบัวตอง และเหง้าขิงสด และจากการศึกษาของ ทิพนาถ (2550) ใช้สารสกัดจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ รากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย ทดสอบความเป็นพิษกับแมลงวันผลไม้ พบว่าสารสกัดจากรากหางไหลมีความเป็นพิษต่อแมลงวันผลไม้สูงสุด รองลงมา คือ เมล็ดน้อยหน่าและผลประคำดีควายตามลำดับ สารสกัดจากสะเดามีผลทำให้การวางไข่และพัฒนาการรังไข่ของแมลงวันผลไม้ลดลง (Khan *el al.,* 2007) และเมื่อสกัดข่าเล็กด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เฮกเซนจะได้สารสกัดที่ความเข้มข้น 50 และ ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถฆ่าแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยตายภายใน 24 ชั่วโมง ได้ 100 และ 83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (วิรจิตร, 2531)

กฤษฎา (2551) ได้ทำการศึกษาสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง และน้ำมันตะไคร้หอม เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการวางไข่และการขับไล่แมลงวันแตงในผลมะระ พบว่าสารสกัดสะเดา 21 กรัม และน้ำมันตะไคร้หอม 9 กรัม สามารถขับไล่แมลงวันแตงได้ดีที่สุดที่ระยะ 1 เมตร เท่ากับ 96.78 เปอร์เซ็นต์ และผลมะระโดนทำลายน้อยที่สุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ผล เช่นเดียวกับ ณัฐวดี (2551) ได้รายงานว่า จากการทดสอบสารสกัดน้ำมันเมล็ดสะเดาช้าง ความเข้มข้น 500,000 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักได้ดีที่สุด ภายในระยะทาง 2 เมตร เป็นเวลา 3 วัน และพบการวางไข่ของผีเสื้อหนอนใยผักน้อยที่สุด คือ 159 ฟอง/วัน

มยุรา (2544) ใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร 15 ชนิด ทดสอบกับหนอนแมลงวัน วัยที่ 2 ผลปรากฏว่า สารสกัดจาก ตะไคร้ ข่า มะกรูด มีผลทำให้หนอนแมลงวันตาย 30 30 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังการทดลอง 24 ชั่วโมง

Khan (2012) ทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อเพลี้ยแป้งในฝ้าย ได้ทดสอบสารสกัดจากสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ น้ำมันสะเดา สารสกัดสะเดา ยาสูบ และกระเทียม ทดสอบกับเพลี้ยแป้ง พบว่าสารสกัดจากยาสูบมีประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยแป้งได้ดีที่สุดที่เวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 98.60 96.91 และ 93.46 เปอร์เซ็นต์

กัมปนาท และคณะ (2554) ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนใยผักจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ โดยทำการสกัดจากตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ แอลกอฮอล์ น้ำ และน้ำต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทดสอบกับหนอนใยผัก วัยที่ 2-3 พบว่า บอระเพ็ดที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดีที่สุด รองลงมาสกัดด้วยน้ำต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และน้ำ โดยมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 15.55 29.25 และ 30.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ธารทิพย์ (2540) เมื่อนำว่านน้ำ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ มาผสมลงในอาหาร PDA เพื่อทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm. สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และกัลทิมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2555) ทำการทดสอบฤทธิ์สารสกัดจากพืช 12 ชนิด ได้แก่ กะเพรา กระเทียม ข่า ขมิ้น ดีปลี พลู พลูคาว ฟ้าทะลายโจร มะกรูด ส้มป่อย สะระแหน่ และสาบเสือ สกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราโดยวิธี poisoned food technique พบว่าสารสกัดจากข่าให้ผลในการยับยั้งเส้นใย *Colletotrichum* sp. ดีที่สุดที่ 99.39 เปอร์เซ็นต์

2.5.9 การกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ส่วนมากระยะของผลไม้ที่เราเก็บเกี่ยวนั้นอยู่ในระยะแก่จัด ซึ่งอาจมีแมลงวันผลไม้วางไข่อยู่ หรือมีหนอนในวัยต้นๆ ที่ยังไม่เห็นการทำลายอย่างเด่นชัดแฝงตัวอยู่ฉะนั้นเพื่อเป็นการกำจัดไข่หรือหนอนที่ติดมาในผลไม้ จึงมีวิธีการกำจัดดังนี้ การรมยา โดยการใช้สารรม (fumigant) การใช้รังสี การใช้วิธีการอบไอน้ำร้อน เป็นวิธีการที่ใช้อยู่เป็นการค้าในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ฮาวาย ไต้หวัน สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ และประเทศไทย (อนันต์, 2547)

3. โรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนสหรือโรคกุ้งแห้งเป็นโรคที่ทำความเสียหายในการผลิตพริกมากที่สุดโรคหนึ่ง มักพบการระบาดในพื้นที่มีความชื้นสูง เชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ระยะที่พริกอ่อนแอต่อโรคมากที่สุด คือ ระยะติดผล เมื่อผลพริกเจริญเติบโตเต็มที่หรือระยะที่ผลพริกกำลังเริ่มเปลี่ยนสีไปจนถึงผลสุกสีแดง (Poulos, 1994)

3.1 ลักษณะทั่วไปโรคแอนแทรคโนส

Colletotrichum spp. จัดอยู่ใน Order *Melanconiales* เนื่องจากมีลักษณะที่จำเพาะ คือ โครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (fruiting body) ที่เรียกว่า acervulus มีรูปร่างคล้ายจานรองถ้วย และบริเวณฐานของจานมีก้านชูโคนิเดีย conidiophore เกิดเรียงเป็นชั้น บริเวณปลายก้านเป็นที่เกิดของโคนิเดีย (conidia) ซึ่งเป็นส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา โคนิเดียมีลักษณะเซลล์เดียว ลักษณะตรงหรือโค้งงอ มีรูปร่างหลายแบบ ลักษณะทั่วไปของเชื้อราชนิดนี้คือ สร้างเส้นใยฝังอยู่ในผิวพืช เส้นใยไม่มีสี หรือมีสีตั้งแต่น้ำตาลอ่อน จนถึงน้ำตาลแก่ เส้นใยแตกกิ่งก้าน มีผนังกั้น (septate) fruiting body ของเชื้อราชนิดนี้จะเกิดอยู่ใต้ชั้น epidermis ของพืช เมื่อแก่จะดันผิวพืชให้แตกออก โคนิเดียจะถูกปล่อยออกมาเป็นกลุ่มในลักษณะแห้ง หรือของเหลวข้น สีเหลืองอ่อนหรือสีส้มอมชมพู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เชื้อรา *Colletotrichum* บางชนิดมีการสร้าง sterile hypha สีน้ำตาล ผนังหนาเรียบ ปลายแหลมคล้ายหนามเรียกว่า setae เกิดบริเวณขอบของ acervulus หรือปะปนอยู่กับก้านชูโคนิเดีย ลักษณะการสร้าง setae ของเชื้อรานี้เป็นลักษณะที่ไม่คงที่เปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ appressoria สีน้ำตาล ผนังสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม กลมรี คล้ายกระบอง หรือรูปร่างไม่แน่นอนบางครั้งผนังมีรอยหยัก (lobe) สร้างเดี่ยวๆ หรือเกิดติดกันเป็นกลุ่ม ระยะ teleomorph ของเชื้อรา *Colletotrichum* จัดอยู่ในสกุล *Glomerella* (Bailey and Jeger, 1992)

3.2 โรคแอนแทรคโนสพริกในประเทศไทย

โรคแอนแทรคโนสของพริกที่พบในประเทศไทยมีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum* 3 สปีชีส์ คือ *C. capsici, C. gloeosporioides* และ *C. acutatum* (Than *et al.,* 2008)

C. capsici ลักษณะของโคโลนีมีลักษณะหนาทึบ ลักษณะของ appressoria ที่สมบูรณ์มีสี น้ำตาล รูปร่างเป็นทรงกระบอก หรือรูปไข่ ขนาดตั้งแต่ 9-14x6.5-11.5 ไมโครเมตร ลักษณะของโค นิเดียมีสีเหลืองอ่อน รูปร่างเป็นรูปกระสวย หรือโค้งงอคล้ายพระจันทร์เสี้ยวมี ขนาด 18-23x3.5-4 ไมโครเมตร ลักษณะแผลบนผลพริกที่เกิดจากเชื้อราเป็นแผลยุบตัวลง มีรูปร่าง วงกลม หรือวงรี ขอบแผลเรียบสม่ำเสมอ บริเวณแผลมีจุดสีดำ ซึ่งเป็นกลุ่มของ acervuli ที่กระจายอยู่บนบริเวณแผล (Bailey and Jeger, 1992)

ส่วน *C. gloeosporioides* ลักษณะของโคโลนีมีสีเทาอ่อนและจะเปลี่ยนเป็นสีเทาเข้มเมื่ออายุมากขึ้น เส้นใยมีลักษณะเป็นปุยอยู่บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ มีผนังกั้นเซลล์ (setae) ตามขวางเป็นระยะตลอดความยาวของเส้นใยหรืออาจไม่มี setae ก็ได้ สร้าง acevulus กลุ่มสปอร์มีสีส้ม conidia เซลล์เดียวใส รูปร่างทรงกระบอก หัวท้ายมน ขนาด 9-24x3-4.5 ไมโครเมตร ลักษณะแผลบนผลพริกจะยุบตัวลงเป็นแอ่ง (บุญญวดี, 2540)

สำหรับ *C. acutatum* ลักษณะของโคโลนี เป็นสีขาวเทาไปจนถึงสีน้ำตาลเทา ไม่มี sclerotia ลักษณะของ appressoria มีสีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงเข้ม เชื้อสร้างสปอร์เซลล์เดียวรูปร่างตรงหรือ fusiform ปลายเรียวด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านอาจพบรอยคอดกลางสปอร์ ขนาดของสปอร์ 2.5-5.0x7.5-23.75 ไมโครเมตร ลักษณะแผลบนผลพริกจะเกิดจุดฉ่ำน้ำขนาดเล็ก ต่อมาจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขยายใหญ่เป็นแผลรูปวงรี ตรงกลางแผลมีสีน้ำตาลอ่อน ขอบแผลไม่ชัดเจน มีตุ่มแข็งเล็กๆสีดำเรียงซ้อนกันเป็นรูปวงรีหลายชั้นที่บริเวณแผล (รัติยา และคณะ, 2553)

3.3 กระบวนการเข้าทำลายในพริก

เชื้อรา *Colletotrichum* สามารถเข้าทำลายผลพริก โดยไม่มีบาดแผลได้เกือบทุกส่วนของ พริกตั้งแต่ ต้นกล้า ลำต้น ใบ และ ผล อาการของโรคจะปรากฏชัดเจนที่ระยะผล โดยเฉพาะผลพริกที่แก่จัดหรือสุก ถ้าเชื้อเข้าทำลายในระยะผลอ่อน เซลล์บริเวณที่เชื้อทำลายจะหยุดการเจริญเติบโต ส่วนรอบๆ จะเจริญไปตามปกติ (ศักดิ์, 2537) การแพร่ระบาดมักพบในช่วงฤดูฝน หรือในพื้นที่ปลูกพริก ที่มีความชื้นสูง เชื้อราสามารถเข้าทำลายผลพริกได้โดยที่ไม่ปรากฏบาดแผล สิ่งสำคัญที่จะทำให้ กระบวนการเข้าทำลายประสบความสำเร็จ คือ การเกาะติดของโคนิเดียบนผิวพืช โดยที่โคนิเดีย ของเชื้อราที่ตกลงบนผลพริกจะสร้างโครงสร้างพิเศษคือ appressoria เกาะยึดผิวพืช และสร้างเส้นใย แทงทะลุผ่านผิวพืชลงไป โดยเส้นใยของเชื้อราจะปล่อยสารพิษออกมา ทำให้เซลล์ตายก่อนที่เส้นใยจะเจริญ เส้นใยของเชื้อราสามารถเจริญอยู่ในผนังเซลล์ในระยะเริ่มแรกของการเข้า-ทำลายเพื่อ หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงกับเยื่อหุ้มเซลล์พืช และเป็นสาเหตุให้เชื้อรา *Colletotrichum* มีพืชอาศัย กว้างขวาง (ศศิธร, 2549)

3.4 การควบคุมและป้องกันโรคในพริก

การควบคุม ป้องกัน และกำจัดโรคแอนแทรคโนสในพริก จำเป็นต้องทำในทุกระยะการปลูก เนื่องจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp. เป็นเชื้อราที่สามารถเข้าทำลายทั้งทางตรง (direct infection) ซึ่งถ้ามีการควบคุมโรคทุกระยะการปลูกแล้วจะช่วยลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อได้ ในการควบคุมโรคสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี การเขตกรรม การใช้เมล็ดพันธุ์ปราศจากโรค และการใช้พันธุ์ต้านทาน ซึ่งในปัจจุบันพบว่าการใช้วิธีการผสมผสานโดยรวมเอาวิธีการต่างๆ มาใช้ร่วมกันจะสามารถลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อราได้

3.4.1 การใช้สารเคมีในการควบคุมโรค

การควบคุมโรคโดยการใช้สารเคมีคลุกเมล็ดหรือฉีดพ่น สารเคมีที่ใช้มีหลายประเภท ได้แก่ สารเคมีประเภทไม่ดูดซึม เช่น zineb maneb captan และสารประกอบทองแดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Mcmillan, 1972) สารเคมีประเภทดูดซึม เช่น carbendazim benomyl prochloraz (Cordaba, 1992) จะใช้ในระยะพริกออกดอกถึงติดผล ควรฉีดพ่นสาร mancozeb prochloraz หรือ carbendazim เป็นครั้งคราวเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรค

Hingole *et al*. (2004) ศึกษาสารเคมีควบคุมโรคแอนแทรคโนส ได้แก่ penconazole (0.05 เปอร์เซ็นต์) copper oxychloride (0.25 เปอร์เซ็นต์) mancozeb ผสม metalaxyl (0.25 เปอร์เซ็นต์) carbendazim (0.10 เปอร์เซ็นต์) aureofungin (0.02 เปอร์เซ็นต์) hexaconazole (0.05 เปอร์เซ็นต์) propiconazole (0.10 เปอร์เซ็นต์) และ captan (0.25 เปอร์เซ็นต์) พบว่า การใช้ mancozeb ผสม metalaxyl มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้สูงสุด ซึ่งประสิทธิภาพของสารเคมีจะมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Gopinath *et al.* (2006) ที่ได้รายงานว่า propiconazole ที่ความเข้มข้น 0.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย การผลิตสปอร์และการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *C. capsici* ทั้งในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก

แต่การใช้สารเคมีชนิดเดียวกันเป็นเวลานาน อาจชักนำให้เชื้อสาเหตุโรคเกิดความต้านทานได้ Jeffries *et al*. (1990) รายงานว่าเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสแสดงความต้านทานต่อสาร benomyl เมื่อใช้ในปริมาณที่มากเกินอัตรา และนอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อรา *C. gloeosporioides* สามารถต้านทานต่อสาร benomyl ได้ทั้งในระยะก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว

3.4.2 การควบคุมโรคพืชโดยใช้สารธรรมชาติ

การใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพืชเป็นวิธีการที่ช่วยลดต้นทุนในการผลิต หาวัตถุดิบได้ง่ายในท้องถิ่น ช่วยลดการใช้สารเคมีให้น้อยลง เนื่องจากสารสกัดจากพืชสามารถสลายตัวได้ง่าย ไม่เหมาะสม ทั้งยังส่งผลด้านสุขภาพและความปลอดภัยของเกษตรกรและผู้บริโภค

Johnny *et al.* (2010) รายงานว่า จากการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างสปอร์ ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โดยการใช้สมุนไพร 15 ชนิด เช่น ตีนเป็ดพรุ ทุเรียนเทศ กูดดอย หนาด บัวบก กูดปิ้ด ส้านชะวา โคลงเคลง มะระขี้นก เฟิร์น พล สกัดโดยใช้เมทานอล คลอโรฟอร์ม และอะซีโตน ผลปรากฏว่า สารสกัดจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข่าสกัดด้วยเมทานอลให้ผลดีที่สุดในการยับยั้งการเจริญ และการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* เท่ากับ 66.39 เปอร์เซ็นต์ และ 68.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ บนอาหาร PDA

Ogbebor *et al.* (2007) ทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพร 21 ชนิด ที่มีผลต่อโรคใบจุดในยางพารา ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนอาหารเหลว ผลพบว่าสารสกัดจาก โหระพา และกระเทียม สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 6 และ 24 ชั่วโมง ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Meriga *et al*. (2012) รายงานว่ากระเทียมสกัดจากน้ำและแอลกอฮอล์ สามารถกำจัดหนอนของแมลงกระทู้ผัก *spodoptera litura* ได้ 81 และ 64 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Candida albicans* และเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Escherichia coli* ได้

ธีระวัฒน์ (2553) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ ไพล ข่า และเจตมูลเพลิงแดง ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colltotrichum gloeosporioides* และ *Colltotrichum capsici* ด้วยวิธี Poisoned food technique พบว่า สารสกัดทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5,000 10,000 และ20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ แต่สารสกัดจากเจตมูลเพลิงแดงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดจากไพล และข่า ตามลำดับ โดยสารสกัดจากไพลที่ความเข้มข้น 20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารสกัดจากเจตมูลเพลิงแดงที่ 10,000 และ 20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ ศานิต และสิริวรรณ (2554) สารสกัดจาก กระชาย ขมิ้นชัน ขิง ไพล และเร่วหอม ที่ความเข้มข้น 7,500 และ 10,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากข่าสามารถยับยั้งเส้นใยเชื้อรา ได้ 75 เปอร์เซ็นต์ และการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราพบว่า สารสกัดวงศ์ขิงทุกชนิดสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 2,500 ppm เช่นเดียวกับรายงานของ Thummapimook (2009) ที่ได้รายงานว่าข่าสกัดจากเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. capcisi* ด้วยวิธี poisoned food technique พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์

Shrivastava *et al.* (2011) ทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวในขิง พบว่า สารสกัดจากสะเดาสามารถยับยั้งการเจริญบนอาหาร PDA ได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการควบคุมศัตรูพืช

4.1 สะเดา

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Azadirachta indica*
ชื่อพื้นเมือง : เดา กระเดา (ชื่อท้องถิ่นทางภาคใต้) สะเลี่ยม (ชื่อท้องถิ่นทางภาคเหนือ)
ส่วนที่ใช้ : ใบ ผล เมล็ดและเปลือก

4.1.1 สารที่พบ

ซาแลนนิน เมเลียไตรออล นิมบิน และอะซาดิแรคติน ซึ่งเป็นสารที่พบมากในส่วนของเมล็ดใน (seed kernel) และยังพบว่าเป็นสารที่มีหลายอนุพันธุ์ โดยอนุพันธ์ที่มีปริมาณมากที่สุดประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ คือ อะซาไดแรคติน เอ เป็นอนุพันธุ์ที่สำคัญในการป้องกันและกำจัดแมลง (สมนึก, 2550)

4.1.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

ยับยั้งการลอกคราบของแมลง โดยไปขัดขวางและยับยั้งการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบยับยั้งการกินอาหารชนิดถาวร จนทำให้แมลงตายในที่สุด สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไข่ หนอน และดักแด้ เป็นสารไล่แมลงและยับยั้งการวางไข่ของแมลงทำให้ปริมาณไข่ลดลง (รัตนาภรณ์ และคณะ, 2552)

4.2 ว่านน้ำ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Acorus calamus* L.
ชื่อสามัญ : Sweet flag, Myrtle grass
ชื่อพื้นเมือง : คาเจี้ยง ทิลีปุตอ ผมผา ส้มชื่น ฮางคาวน้ำ ฮางคาวบ้าน ฮางคาวผา หัวชะงอ
ส่วนที่ใช้ : เหง้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.1 สารที่พบ

สารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ เบต้า-อาซาโรน นอกจากนี้ยังพบสารอาโคแรงเจอร์มาโครน และ อาซาริลอัลดีฮาย ในน้ำมันหอมระเหยจากรากว่านน้ำ (ธารทิพย์, 2540)

4.2.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

เป็นสารฆ่าแมลงโดยเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลง ยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของแมลง ยับยั้งการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ และการออกจากไข่ของตัวอ่อน ใช้กับแมลงวันแตง แมลงวันผลไม้ ด้วงหมัดผักกาด หนอนกระทู้ผัก และแมลงศัตรูในโรงเก็บ จากรายงานของผ่องเพ็ญและคณะ (2542) พบว่าสารสกัดจากว่านน้ำยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporiodes* ได้

4.3 ขมิ้นชัน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Curcuma longa* L.

ชื่อสามัญ : Turmeric, Curcuma

ชื่อพื้นเมือง : ขมิ้นหัว ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก (เชียงใหม่) ขมิ้น (ภาคกลาง) ขมิ้น ขี้มิ้น (ภาคใต้) สะยอ (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน) ตายอ (กะเหรี่ยงกำแพงเพชร)

ส่วนที่ใช้ : แง่ง เหง้า

4.3.1 สารที่พบ

เคอร์คูมิน เทอร์มาโรน ซิงจิเบอรีน พีนีน ฟิแลนดรีน บอร์นีออล และซินีออล (Jain *et al.,* 2007)

4.3.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก และแมลงศัตรูในโรงเก็บ ฆ่าลูกน้ำยุง สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

aureus (Jayaprakasna *et al.,* 2005) และเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด เช่น *Fusarium oxysporum, Pyricularia* oryzae เป็นต้น (Ravindran *et al.,* 2007)

4.4 ข่า

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Alpinia galanga*
ชื่อสามัญ : Galangal
ชื่อพื้นเมือง : ข่า สะเอเชย (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน)
ส่วนที่ใช้ : แง่ง

4.4.1 สารที่พบ

พีนีน ลิโมนีน ซาฟโรล ยูจินอล ไซมีน เจอรานิออล และลินาลูล (สังวาล และคณะ, 2546)

4.4.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช แมลงศัตรูในโรงเก็บและสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporiodes* (เนตรนภิส และคณะ, 2553)

4.5 ตะไคร้หอม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cymbopogon nardus* R.
ชื่อสามัญ : Citronella grass
ชื่อพื้นเมือง : ตะไคร้แดง จะไคมะขูด ตะไคร้มะขูด
ส่วนที่ใช้ : แง่ง

4.5.1 สารที่พบ

พีนีน ลิโมนีน ซาฟโรล ยูจินอล ไซมีน เจอรานิออล และลินาลูล (เรวดี, 2541)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.5.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช และแมลงศัตรูในโรงเก็บ มีฤทธิ์ขับไล่ยุง (วรสรรค์, 2543) แมลง เห็บ หมัด หนอนกระทู้ และหนอนใยผัก

4.6 ฝักคูณ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cassia fistula L.*
ชื่อสามัญ : Golden Shower Tree, Purging Cassia
ชื่อพื้นเมือง : คูณ ชัยพฤกษ์ ราชพฤกษ์
ส่วนที่ใช้ : ฝัก

4.6.1 สารที่พบ

เนื้อในฝักคูนมีสารประเภท Anthraquinones หลายตัว เช่น Aloin, Rhein, Sennoside A , B และยังมี Organic acid (อภิชาติ, 2551)

4.6.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง

4.7 สาบเสือ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Chromolaena odoratum* L.
ชื่อสามัญ : Bitter bush, Siam weed
ชื่อพื้นเมือง : แมงวาย เมืองวาย (ภาคเหนือ)
ส่วนที่ใช้ : ใบ ต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.7.1 สารที่พบ

พีนีน คูมาริน เนบโธควิโนน ลิโมนีน ยูพาทอล ลูพีออล ฟาโวน คาไดอีน แคมเฟอร์ (รัตนาภรณ์ และคณะ, 2552)

4.7.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

เป็นสารไล่แมลงศัตรูพืชชนิดต่าง เช่น เพลี้ยอ่อน ไล่หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก และแมลงศัตรูในโรงเก็บ (Niber, 1994)

4.8 ยาสูบ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Nicotiana tabacum L.*
ชื่อสามัญ : Tobacco
ชื่อพื้นเมือง : จะวั้ว (เขมร – สุรินทร์)
ส่วนที่ใช้ : ใบ

4.8.1 สารที่พบ

กรดมาลิค กรดซิตริค กรดออกซาลิด กรดรูติน คลอโคจินิค เควอซิตริน นิโคติน แอนนาเบนซิน

4.8.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

มารศรี (2532) ได้รายงานว่าใบยาสูบมีนิโคติน ซึ่งมีสารประกอบอัลคาลอยด์เป็นของเหลวที่ละลายน้ำได้เป็นสารประกอบที่มีผลต่อปมประสาทของแมลง เข้าสู่ตัวแมลงโดยการกินและการหายใจ สามารถฆ่าแมลงได้ เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ใช้ป้องกันปลิงและทาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.9 บอระเพ็ด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Tinospora crispa*
ชื่อสามัญ : Boraphet
ชื่อพื้นเมือง : เจตมูลย่าน เจตมูลหนาม หางหนู เถาหัวด้วน
ส่วนที่ใช้ : เถา

4.9.1 สารที่พบ

ประกอบด้วยแคลคาลอยด์หลายชนิด เช่น Picroretine, berberine นอกจากนี้ยังประกอบด้วย colonbin, tintotuberide, N-trans-feruloyltyramine, N-cisferuloytyramine, phytosterol, methylpentose (บุญส่ง และสมนึก, 2538)

4.9.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

สามารถป้องกันแมลงทุกชนิด และจากงานวิจัยของ Henik และสมศิริ, (2554) รายงานว่าการใช้เชื้อยีสต์ปฏิปักษ์ร่วมกับสมุนไพร เช่น บอระเพ็ด ตะไคร้ ขมิ้นชัน สามารถลดการเกิดโรคผลเน่าราสีเขียวบนผลส้มที่เกิดจากเชื้อรา *Penicillium digitatum* ได้ 96.3 เปอร์เซ็นต์

4.10 กระเทียม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Allium sativum*
ชื่อสามัญ : Garlic
ชื่อพื้นเมือง : หัวเทียม หอมเทียม หอมขาว
ส่วนที่ใช้ : ส่วนหัวหรือกลีบ

4.10.1 สารที่พบ

มีสารเคมีที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบหลายชนิดที่สำคัญคือ อัลลิซิน ไดอัลลีส ไดซัลไฟต์ อัลลินโปรบีล ไตรซัลไฟต์ เบนซีน อีเทอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.10.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

ฆ่าเห็บ หมัด ขับไล่แมลง ยับยั้งการกินอาหารของแมลงและสามารถควบคุมโรคราสีเขียวบนผลส้มที่เกิดจาก เชื้อรา *Penicillium digitatum*. (Obagwu and Korsten, 2003)

4.11 มะกรูด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Citrus hystrix*
ชื่อสามัญ : Mauritius Papeda, Leech Lime
ชื่อพื้นเมือง : ส้มกรูด ส้มมั่วผี มะขุน มะขูด กรัยเชียต มะขู มะหูด
ส่วนที่ใช้ : ใบและผล

4.11.1 สารที่พบ

ในผลมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ และใบประมาณ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดประกอบด้วยสารไลโมนีน ไพนีน ส่วนในใบจะประกอบด้วย ซิโตรเนลลีน แอซิเตท ซิโตรเนลลา ไลนาลูออล ไอโซ-พูลีกอล (สมพร, 2546)

4.11.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

ขับไล่แมลง ยับยั้งการกินอาหารของแมลง ยับยั้งการงอกการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น *Colletotrichum gloeosporiodes* และ *Fusarium* sp. (กรรณิกา และคณะ, 2547)

4.12 ไพล

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zingiber montanum*
ชื่อสามัญ : Garlic
ชื่อพื้นเมือง : ปูลอย ปูเลย (ภาคเหนือ) ว่านไฟ (ภาคกลาง) มิ้นสะล่าง (ฉาน-แม่ฮ่องสอน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ใช้ : เหง้า

4.12.1 สารที่พบ

Alflabene : 3,4-dimethoxy benzaldehyde, curcumin, beta-sitosterol, volatile oils

4.12.2 ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง

เป็นสารดึงดูดแมลง และยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Colletotrichum* spp. และสอดคล้องกับสุภัทรา และคณะ (2549) รายงานว่า สารสกัดจากไพล 100 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Phyllosticta citricarpa* สาเหตุโรคจุดดำส้มโอได้ 100 เปอร์เซ็นต์

5. การใช้น้ำมันปิโตรเลียมควบคุมแมลงศัตรูพืช

น้ำมันปิโตรเลียมได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบ (crude oil) จนได้ชั้นของเหลวที่สามารถนำมาใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช น้ำมันปิโตรเลียมเกิดพิษต่อแมลงโดยทางกายภาพ ทำให้แมลงขาดอากาศ โดยน้ำมันไปอุดตันรูหายใจ ลดออกซิเจน และป้องกันการแลกเปลี่ยนแก๊ส มีผลต่อแมลงภายใน 24 ชั่วโมง สำหรับผลทางเคมีต่อแมลงน้ำมันจะเข้าสู่ระบบหายใจ ระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ซึ่งมีผลต่อกระบวนการทางสรีระของแมลง และน้ำมันอาจมีผลต่อการไล่แมลง รบกวนการวางไข่ และการกินอาหารของแมลง (อรัญ, 2553)

มีการใช้น้ำมันปิโตรเลียมในการควบคุมแมลงทั้งในและต่างประเทศ เช่น ในประเทศไทยมีการนำเอาน้ำมันปิโตรเลียม ใช้ในการกำจัดเพลี้ยไก่แจ้ส้ม *(Diaphorina citri)* อย่างได้ผลในตัวอ่อน แต่ไม่มีผลต่อการฟักเป็นตัวเต็มวัยในแมลงดังกล่าว (ชลิดา และคณะ, 2541) และยังสามารถควบคุมหนอนชอนใบส้ม (*Phyllocnistis citrella*) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังไม่พบอาการผิดปรกติของใบอ่อนส้มแต่อย่างใด (อำนาจ และคณะ, 2542) และในประเทศจีนมีการนำเอาน้ำมันปิโตรเลียมไปควบคุมหนอนชอนใบส้มในสภาพแปลงปลูกอย่างกว้างขวาง (Rae *et al*., 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kim *et al*. (2010) รายงานว่า ได้ทดสอบน้ำมันปิโตรเลียมที่มีผลต่อ *Unaspis yanonesis* แมลงศัตรูพืชที่สำคัญส้มของประเทศเกาหลีใต้และญี่ปุ่น พบว่าหลังจากพ่นน้ำมันปิโตรเลียมเป็นเวลา 10 วัน สามารถกำจัดตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลง *U. yanonesis* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์

สมศักดิ์ (2551) ได้ทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันปิโตรเลียมและสารเคมีกำจัดแมลงมาลาไทออน ในการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* ในพริก พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงมาลาไทออน อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นน้ำมันปิโตรเลียมอัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร พบการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้เท่ากับ 21.3 และ 28.8 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

6. การใช้เหยื่อล่อโปรตีนควบคุมแมลงวันผลไม้

เหยื่อล่อแมลงวันผลไม้เป็นสารที่ผลิตมาจากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอาหาร ประกอบด้วยโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมีผลต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้ การป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ อาศัยหลักการพื้นฐานทางชีววิทยา ที่แมลงวันผลไม้เมื่อออกจากดักแด้ใหม่ๆ มีความต้องการอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูงเพื่อพัฒนา

อวัยวะสืบพันธุ์และวางไข่ การป้องกันกำจัดโดยใช้ยีสต์ออโตไลเซทผสมสารฆ่าแมลง malathion (Malathion 57 เปอร์เซ็นต์ EC) พ่นทิ้งไว้บนใบพืช เพื่อให้แมลงวันผลไม้มากินและตายก่อนที่จะมีอายุครบผสมพันธุ์และวางไข่ เหยื่อล่อแมลงวันผลไม้ ดึงดูดแมลงวันผลไม้เสมือนเป็นอาหารของตัวเต็มวัย ในการดึงดูดจะไม่ไกลและส่งกลิ่นล่อแมลงวันผลไม้ได้ไม่เกิน 10 เมตรเท่านั้น เหยื่อนี้จะล่อแมลงวันผลไม้ได้นานไม่เกิน 7 วัน หลังจากพ่นไปบนต้นไม้หรือผสมกับสารอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากแสงแดดและจุลินทรีย์ในอากาศจะทำลายเหยื่อล่อโปรตีนให้เสื่อมสภาพ จนไม่สามารถล่อแมลงวันผลไม้ได้อีกต่อไป

เหยื่อล่อแมลงวันผลไม้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ยีสต์โปรตีนไฮโดรไลเซท (Yeast Protein Hydrolysate) และยีสต์ออโตไลเซท (Yeast Autolysate) เหยื่อล่อแมลงวันผลไม้ทั้งสองชนิดสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้มากินเป็นอาหาร ความแตกต่างของเหยื่อล่อทั้งสองชนิดนี้อยู่ที่กรรมวิธีในการผลิตและสูตรทางการค้าของแต่ละชนิด Yeast Protein Hydrolysate เป็นโปรตีนที่มีการย่อยสลายให้มีขนาดอนุภาคให้เล็กลง ประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงของ Yeast Protein แต่ละชนิดจะไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างกันมากมายนัก แต่สูตรที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบมากจะดึงดูดแมลงวันผลไม้ได้น้อยกว่าสูตรที่ไม่มีเกลือเป็นองค์ประกอบ (มนตรี, 2544)

Bull (2002) รายงานว่า การพ่นยีสต์โปรตีนออโตไลเสทร่วมกับยาฆ่าแมลงฟิโปรนิลภายในแปลงพืช พบว่าสามารถควบคุมการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ควีนส์แลนด์ *Bactrocera tryoni* ได้ 0-8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้พ่นมีการเข้าทำลายถึง 76-100 เปอร์เซ็นต์ และ Lloyd *et al.* (2010) ได้ทดสอบการจัดการแมลงวันผลไม้ควีนส์แลนด์ *B. tryoni* ในส้มและผลไม้ชนิดอื่นๆ โดยใช้ Cue-lure โปรตีน 1 มิลลิลิตร ผสมด้วยสารกำจัดแมลงมาลาไทออน 1 มิลลิลิตร ใส่ในกับดักขวดพลาสติกใส พบว่าสามารถลดการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้ได้จากเดิม 60.8 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเป็น 21.8 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Umeh and Onukwu (2011) ได้ทดสอบเหยื่อล่อโปรตีนออโตไลเสท ผสมด้วยยาฆ่าแมลงคลอร์ไพริฟอส พ่นเป็นจุด 2-3 จุด บนต้นส้มพันธุ์วาเลนเซียในประเทศไนจีเรีย พบว่าสามารถลดการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ *B. invadens* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Chinajariyawang (2003) รายงานว่าการทดสอบยีสต์โปรตีนไฮโดรไลเสท 2 ชนิด คือ ยีสต์โปรตีนที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบในปริมาณน้อย และยีสต์โปรตีนที่มาจากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ในการล่อและการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ภายในแปลงมะระขี้นก และบวบ พบว่า ยีสต์โปรตีนที่มีส่วนประกอบของเกลือน้อยสามารถล่อแมลงวันแตง *B. cucurbitae* ได้มากกว่ายีสต์โปรตีนที่ผลิตจากโรงงานเบียร์ และสามารถล่อแมลงวันผลไม้ได้หลายชนิด แต่ยีสต์โปรตีนทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันในด้านการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในผลบวบ

Stonehouse (2002) รายงานว่า ได้ทำการทดสอบยีสต์โปรตีนไฮโดรไลเสท โดยทำเป็นกับดัก เพื่อติดตามประชากรแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* ในสภาพธรรมชาติ พบว่าสามารถล่อแมลงวันผลไม้เพศผู้ได้ 70 และเพศเมีย 63 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. การแช่หรือการจุ่มน้ำร้อน (Hot-water)

เป็นวิธีให้ความร้อนโดยใช้น้ำเป็นสื่อนำไปสู่พืชที่นำมาจุ่มหรือแช่ในน้ำ เมื่อความร้อนเข้าไปสู่พืชอุณหภูมิภายในพืชจะเพิ่มขึ้นไปถึงระดับที่ทำให้แมลงวันผลไม้ทุกระยะการเจริญเติบโตซึ่งทำลายอยู่ภายในพืชไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ (อุดร, 2537) การให้ความร้อนเข้าไปในพืชเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้มีหลายวิธี และวิธีการให้ความร้อนโดยการแช่หรือการจุ่มน้ำร้อนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการนำความร้อนเข้าสู้พืชได้อย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีการใช้อากาศ และวิธีการอบไอน้ำ การแช่หรือจุ่มน้ำร้อนได้เริ่มใช้มานานมากกว่าศตวรรษแล้วโดยเฉพาะกับโรคพืช ได้มีการพัฒนาเพื่อการกำจัดแมลงวันผลไม้เมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean fruit fly) ในกล้วย มะละกอ ฝรั่ง และมะม่วง (Armstrong, 1982)

Liang *et al*. (1993) นำผลมะม่วงแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ตามด้วย 46 องศาเซลเซียส 10 นาที และอุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที (Verghese *et al.,* 2002) สามารถกำจัดไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้ผลมะม่วงเสียหาย เช่นเดียวกับ Grove *et al.* (1998) รายงานว่า น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46.1-46.7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 70 นาที สามารถกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้เมดิเตอร์เรเนียน ในผลมะม่วงชนิด *Ceratitis rosa* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และ *C. cosyra* 98.68 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับรายงานของชัยณรัตน์ และคณะ (2554) รายงานว่าที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 และ 60 นาที สามารถกำจัดไข่ของแมลงวันผลไม้ (Oriental fruit fly) *B. dorsalis* ภายในผลลำไยก่อนการส่งออกได้ 100 เปอร์เซ็นต์

Etebarian *et al.* (2013) รายงานว่า น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 นาที สามารถควบคุมโรคเน่าของผลแอปเปิล (blue mold rot) ที่เกิดจากเชื้อรา *Penicillium expansum* ได้ เช่นเดียวกับรายงานของ Zhang *et al*. 2008 รายงานว่า น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที สามารถควบคุมโรคเน่าของผลแพร์ (blue mold rot) ได้ จาก 66.7 ลดเหลือ 13.3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

Lizada *et al*. (1986) รายงานว่า น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 51-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที สามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงได้ โดยไม่สร้างความเสียหาย และสอดคล้องกับรัมม์พัน และคณะ (2554) รายงานว่า การขัดล้างผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส สามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ควบคุมโรคแอนแทรคโนส และกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ระยะที่ 2 ได้ โดยมีความแน่นเนื้อมากกว่ากรรมวิธีอบไอน้ำ ซึ่งมะม่วงที่ผ่านกรรมวิธีควบคุมและขัดล้างด้วยน้ำร้อนได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าการอบไอน้ำแบบการค้า

8. คลื่นเสียง (Ultrasonic)

Ultrasonic เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน ทั่วไปแล้วหูของมนุษย์จะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงประมาณ 15 KHz Ultrasonic มีหลักการทำงานคือ ส่งคลื่นเสียงความถี่สูงลงสู่สารละลาย การส่งคลื่นความถี่สูงลงในของเหลว ส่งผลให้โมเลกุลของเหลวเกิดการบีบอัดและคลายตัวเป็นจังหวะ เป็นผลให้มีฟองอากาศสุญญากาศเล็ก ๆ จำนวนมากผุดขึ้น เรียกลักษณะดังกล่าวว่ากระบวนการกดอัดของเหลว (Cavitation) แต่เนื่องจากฟองอากาศดังกล่าวไม่ใช่ฟองอากาศที่เกิดจากการตีน้ำธรรมดา แต่เกิดจากคลื่นเสียงความถี่สูงฉะนั้นฟองอากาศเล็ก ๆ ดังกล่าวจึงมีพลังงานแฝงอยู่

Ultrasonic เป็นระบบทำความสะอาดอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่างๆใช้โดยใช้ระบบเสียง Ultrasound ซึ่งเป็นเสียงที่อยู่ในระดับความถี่ 15-400 KHz ที่ถูกสร้างโดย Transducer ซึ่งมีอุปกรณ์อีเลคโทรนิคส์ภายในเป็น Crystal ความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการทำความสะอาด โดยนำมาใช้ในวงการต่างๆเช่น การล้างเครื่องจิวเวลลี แว่นตาหรือคอนแทคเลนส์ อุปกรณ์การแพทย์หรืออุปกรณ์ทันตกรรม และในปัจจุบันได้มีการนำ Ultrasonic มาใช้ในการควบคุมหนูและแมลงสาบภายในบ้านทำให้เสียการทรงตัว หลงทิศทางกลับรังไม่ถูก ในที่สุดก็อดอาหารตาย (ขยัน, 2548)

พีรเดช (2555) รายงานว่าการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการล้างผัก 1-3 นาทีสามารถล้างสารเคมีที่ติดมาออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์และที่สำคัญสามารถกำจัด ไข่หนอน และตัวเต็มวัย ที่ติดมากับพืชผักได้ เช่น เพลี้ยไฟ

นุชนารถ และ วานิช (2551) ได้ทดสอบประสิทธิภาพ Ultrasonic ที่ความถี่ 50/60 KHz เป็นเวลา 10 นาที เปรียบเทียบกับกรรมวิธี Mist chamber โดยทดสอบในพรรณไม้น้ำสกุล *Anubias* sp. ที่มีผลต่อใส่เดือนฝอย *Radopholus similis* พบว่า อัลตร้าโซนิคสามารถแยกไส้เดือนฝอย *R. similis* ได้ในปริมาณที่มากกว่ากรรมวิธี Mist chamber และไม่ทำให้รากไม้น้ำเสียหายหลังการทดสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีรายงานของ ธีรศักดิ์ และชัยณรงค์ (2555) ที่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ Ultrasonic ร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที สามารถกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* ในผลพริกได้โดยไม่ทำให้ผลพริกเสียหาย

Hayes (1982) ได้มีการใช้อัลตร้าซาวด์ (ultrasound) กำจัดไข่และหนอนของแมลงผลไม้วัน (Oriental fruit fly) ที่อยู่ในเนื้อมะละกอลึกไม่เกิน 4 มิลลิเมตร โดยการตายของแมลงจะขึ้นอยู่กับความเข้มหรือความถี่ อุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้ และควรจะใช้วิธีนี้ร่วมกับวิธีการอื่นจึงจะได้ผลที่ดี

9. กระบวนการและกลไกการป้องกันและทำลายพิษ

9.1 กระบวนการกำจัดสารพิษออกจากร่างกาย

สิ่งมีชีวิตเมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะเป็นการกิน การหายใจ หรือการรับสารพิษผ่านทางผิวหนัง ย่อมมีกลไกการตอบสนองต่อสารเหล่านั้น โดยมีกระบวนการป้องกันหรือทำลายพิษ (detoxification) ซึ่งเป็นวิธีทางชีวเคมีในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษ โดยมีเอนไซม์ทำลายพิษ (detoxification enzyme) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้สารพิษมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปเป็นสารที่มีขั้ว (Electrophilic) สามารถละลายน้ำได้ดียิ่งขึ้นและง่ายต่อการกำจัดออกนอกร่างกาย (พุทธิพร, 2549)

9.2 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษ

สารพิษที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปไม่แตกตัวเป็นไอออน สามารถละลายในไขมันได้ดีและจะค่อยๆ ดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดผ่านเข้าสู่ เซลล์ตับ ไต ปอด และเยื่อบุทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญในการป้องกันกำจัดสารพิษ และขับถ่ายออกนอกร่างกาย (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2539) เอนไซม์ทำลายพิษจะถูกกระตุ้นได้จากสารเคมีสังเคราะห์ และสารพิษจากธรรมชาติซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากพืช กลไกการเข้าทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ทำลายพิษจะเกิดขึ้น 2 ระยะ ดังนี้คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปฏิกิริยาระยะที่ 1 (Phase 1)

เอนไซม์ทำปฏิกิริยาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่โมเลกุลของสารแปลกปลอมหรือสารพิษทำให้สารพิษมีประจุหรือหมู่โพลาร์เกิดขึ้นและเปลี่ยนรูปไปเป็นกลุ่มที่ละลายน้ำได้ดีขึ้น ทำให้สามารถกำจัดออกนอกร่างกายได้ง่ายขึ้น และมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะทำหน้าที่เป็น substrate ในสารตั้งต้นของปฏิกิริยาใน Phase 2 ต่อไป ปฏิกิริยาสำคัญที่เกิดขึ้นในระยะนี้ ได้แก่ oxidation, reduction และ hydrolysis เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาระยะที่ 1 คือ esterase (สุรพล, 2542)

ปฏิกิริยาระยะที่ 2 (Phase 2)

สารประกอบต่างๆที่เกิดการเปลี่ยนแปลงใน Phase 1 จะเข้าไปรวมตัวกับสารละลายที่มีความสามารถละลายน้ำได้ดีซึ่งเป็นพวก endogenous substrate ต่างๆ และสารที่มีโมเลกุลเล็กเช่น glucose และ amino acid เพื่อให้ได้ผลผลิตสุดท้ายที่ง่ายต่อการขับออกนอกร่างกายยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นคุณลักษณะของ Detoxification Mechanism แต่ในบางครั้งพบว่าสารพิษต่างๆ เมื่อเข้าสู่ร่างกาย สารพิษจะมีความเป็นพิษสูงขึ้นเนื่องจากเข้าทำปฏิกิริยากับ Nonspectific Enzyme บางชนิด หรือเป็นซับสเตรทให้กับเอนไซม์บางตัว ทำให้เกิดพิษสูงขึ้น เรียกว่า activation โดยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาระยะที่ 2 นี้ คือกลูตาไทโอน-เอส -ทรานเฟอเรส (glutathione-S-transferase)

9.3 ระบบเอนไซม์ทำลายพิษ

เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้กับสารตั้งต้นหรือซับสเตรตที่เปลี่ยนรูปไป อาจทำให้สารพิษนั้นลดลงหรือเพิ่มขึ้น โดยเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ, pH และชนิดของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ทั้งนี้สารแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางปาก ทางผิวหนัง และทางระบบหายใจ โดยจะดูดซึมแพร่เข้าทั่วร่างกาย ซึ่งร่างกายจะมีกายขับถ่าย และเกิดเมตาบอลิซึม ในการเปลี่ยนสภาพสารให้ผิดไปจากเดิม หรือเกิด biotransformation โดยการเปลี่ยนนี้ เป็นผลมาจากการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (Visetson, 1991)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.3.1 เอนไซม์เอสเทอเรส (esterse)

เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารในระยะที่ 1 โดยการเกิด hydrolysis ซึ่ง esterase เป็นเอนไซม์ hydrolase ที่ไปแยกกลุ่มของเอสเทอร์ เอนไซม์ในกลุ่มนี้มีความสามารถในการ metabolize สารฆ่าแมลง carboxyl ester เช่น สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ รวมทั้งสารในกลุ่มฟอสเฟตและคาร์บาเมตเอสเทอร์ด้วย ผลผลิต อาจมีพิษน้อยลง หรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสารตั้งต้น แล้วจึงจะขับออกสู่นอกร่างกายต่อไป (Visetson, 1991) ในแมลงนั้นจะมีเอนไซม์เอสเทอเรสอยู่ในระดับต่ำกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม บทบาทชนิดนี้ในร่างกายทั่วไป คือ ควบคุมปริมาณสารที่ผลิตขึ้นมาในร่างกาย (endogenous substrate) ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มากเกินไป และยังมีหน้าที่ทำลายสารแปลกปลอม (xenobiotic) ที่เป็นสารเอสเทอร์ หรือสารที่ยึดกันด้วย anhydride bond

ทั้งนี้ในแมลง พบเอนไซม์เอสเทอเรสมากใน cytosol, microsome, mitochondria, nucleus ของลำไส้ และกล้ามเนื้อส่วนหลัง และยังพบว่า esterase ยังถูกควบคุมโดยสารธรรมชาติ เช่น Juvenile Hormone (Visetson, 1991)

9.3.2 กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส (glutathione-s-transferase)

เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารในระยะที่ 2 ในการเร่งปฏิกิริยาได้คอนจูเกตชัน ซึ่งมีการเกิดกรดเมอร์แคปทูริก การเกิด glutathione conjugation เป็นการรวมตัวกันของ xenobiotic product ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสารในระยะที่ 2 รวมตัวกับ conjugation agent ที่สำคัญในร่างกาย คือ Glutathione (GSH) โดยที่สารประกอบ GSH นี้ประกอบด้วย amino group เกาะกัน 3 ชุด คือ glutamine, glycine และ cysteine รวมทั้งมีพันธะโควาเลนต์ของ SH ร่วมเกาะอยู่ด้วยที่ตำแหน่งของ cysteine ซึ่งกลุ่มของ SH มีบทบาทสำคัญในการ conjugation กับสารประกอบอื่นๆที่ร่างกายได้รับเข้าไป และมีเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา คือ glutathione-s-transferase จนผลผลิตที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีมาก และสามารถขับออกจากร่างกายได้ดี เอนไซม์ชนิดนี้มักพบใน microsome และ cytosol (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2539)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เตรียมอุปกรณ์ในการทดสอบ

1.1 การเตรียมแมลงวันผลไม้

ใช้ผลพริกที่พบร่องรอยการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ นำมาเพาะในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30x30x60 เซนติเมตร ที่บุด้วยมุ้งไนล่อนความละเอียด 20 ช่องต่อตารางนิ้ว ด้านล่างรองด้วยขี้เลื่อย เพื่อให้หนอนแมลงวันผลไม้ระยะที่สามออกมาจากผลพริกเพื่อเข้าดักแด้ในขี้เลื่อย และรอฟักตัวออกมาเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ ก่อนนำไปทดสอบในกรรมวิธีอื่นๆ

1.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย สำหรับทดลอง

1.2.1 ใช้น้ำผึ้งผสมน้ำเปล่า อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร ชุบสำลีวางทิ้งไว้ในกรงที่เลี้ยงแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัย

1.3 การเตรียมสารสกัดจากสมุนไพรสำหรับใช้ในการทดสอบ

1.3.1 สมุนไพรสูตรผสมเข้มข้น

สมุนไพรสูตรผสม ได้จากการตรวจข้อมูลจากการตรวจเอกสาร เพื่อนำมาทำเป็นหัวสมุนไพรเข้มข้น จำนวน 3 สูตร ได้แก่

สมุนไพรสูตรผสมที่ 1 ได้แก่ เมล็ดสะเดา เหง้าข่า ใบตะไคร้หอม

สมุนไพรสูตรผสมที่ 2 ได้แก่ เมล็ดสะเดา เหง้าข่า เหง้าว่านน้ำ ผลมะกรูด ฝักคูณ เถาบอระเพ็ด

สมุนไพรสูตรผสมที่ 3 ได้แก่ เมล็ดสะเดา เหง้าข่า เหง้าว่านน้ำ ใบยอ ฝักคูณ เหง้าขมิ้นชัน ใบสาบเสือ ผลมะกรูด กระเทียม เถาบอระเพ็ด หัวไพล และใบยาสูบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเจือจางสารสกัดสมุนไพรในการนำไปทดลอง รายละเอียดและวิธีการเตรียมดังแสดงในภาคผนวก ก.

สารสกัดสมุนไพรความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจากสารสกัดสมุนไพรเข้มข้น 2.5 มิลลิลิตร ผสมด้วยน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร

สารสกัดสมุนไพรความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจากสารสกัดสมุนไพรเข้มข้น 6.25 มิลลิลิตร ผสมด้วยน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร

สารสกัดสมุนไพรความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เตรียมจากสารสกัดสมุนไพรเข้มข้น 15.63 มิลลิลิตร ผสมด้วยน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร

1.3.2 น้ำสกัดสมุนไพรทางการค้า

น้ำสกัดสมุนไพรป้องกันหนอนและแมลง (ปฐมอโศก)
น้ำสกัดสมุนไพรป้องกันและกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ (ปฐมอโศก)
โดยมี อัตราส่วน 100 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ (ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์)

1.4 การเตรียมเชื้อราแอนแทรคโนส

คัดผลพริกที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์โดยวิธี Tissue transplanting method โดยตัดชิ้นส่วนบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อดีกับเนื้อเยื่อที่เป็นโรคออกเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 5x5 มิลลิเมตร แล้วนำชิ้นส่วนเหล่านี้ฆ่าเชื้อภายนอกด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ Clorox เป็นเวลา 2-4 นาที รินน้ำยาออก ล้างด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นนำชิ้นส่วนพริกที่ตัดไว้ไปวางบนอาหาร PDA บ่มเชื้อไว้ประมาณ 5-7 วัน ตัดเฉพาะขอบโคโลนี ย้ายเชื้อไปสู่อาหาร PDA ใหม่ และตรวจสอบดูลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Colletotrichum capsici*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 การเตรียมผลพริกที่ภายในมีหนอนแมลงวันผลไม้

นำผลพริกจินดาแดงที่มีอายุ ขนาดที่ใกล้เคียงกัน และปราศจากร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง ที่ปลูกภายในโรงเรือนมุ้งไนล่อนความละเอียด 20 ช่องต่อตารางนิ้ว นำมาใส่ในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30x30x60 เซนติเมตร ซึ่งภายในมีแมลงวันผลไม้ฟักออกจากดักแด้อายุมากกว่า 8 วัน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้แมลงวันผลไม้วางไข่ จากนั้นนำไปทดสอบในข้อที่ 4.2.1

2. ประสิทธิภาพกรรมวิธีการควบคุมศัตรูพริกในห้องปฏิบัติการ

2.1 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรต่อการควบคุมโรคพืช

2.1.1 การควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum capsici* โดยวิธี Poisoned food

นำเชื้อรา *C. capsici* ที่มีอายุ 7 วัน มาทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรด้วยวิธี Poisoned food วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยนำสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการฉีดพ่น 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมลงในอาหาร PDA อัตราส่วน 1:9 ผสมให้เข้ากัน โดยมีกรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ เทลงบนจานเลี้ยงเชื้อจานละ 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำชิ้นวุ้นที่มีเชื้อรา *C. capsici* วางบนอาหารที่ผสมสารสกัดตามความเข้มข้นต่างๆ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจการทดลองทุกๆ วัน เป็นเวลา 7 วัน จำนวน 4 ซ้ำ

ทำการตรวจวัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา เปรียบเทียบกับชุดควบคุม คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย = ((A-B)/A)x100

เมื่อ A = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารชุดควบคุม

B = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารชุดผสมสารสกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 การควบคุมการพัฒนาของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกหลังจากปลูกเชื้อ ด้วยวิธีการจุ่มสารสกัดสมุนไพร

นำผลพริกจินดาแดงที่ปราศจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง มีขนาดใกล้เคียงกัน ฆ่าเชื้อผิวภายนอกด้วยแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำบาดแผล จากนั้นนำชิ้นวุ้นที่มีเชื้อรา *C. capsici* วางบนผลพริกให้สัมผัสกับด้านที่มีเส้นใยเชื้อรา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เอาชิ้นวุ้นออก นำผลพริกดังกล่าวจุ่มลงในสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการจุ่ม 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ จุ่มผลพริกนาน 1 นาที ทุกกรรมวิธีใช้ผลพริก 10 ผล ต่อความเข้มข้น นำมาผึ่งลมให้แห้ง บรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยถุงพลาสติก เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจการทดลองทุกๆ วัน เป็นเวลา 5 วัน จำนวน 3 ซ้ำ

ตรวจผลการทดลอง โดยการวัดแผลบนผลพริกเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของแผลบนผลพริก โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของแผล = ((A-B)/A)x100

เมื่อ A = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลบนผลพริกในชุดควบคุม

B = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลบนผลพริกในกรรมวิธีจุ่มสารสกัด

2.1.3 การควบคุมการพัฒนาของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกด้วยสารสกัดสมุนไพรก่อนการปลูกเชื้อ

นำผลพริกจินดาที่มีอายุ ขนาดที่ใกล้เคียง และตรวจร่องรอยไม่พบการเข้าทำลายของโรคและแมลง ทำการจุ่มลงในสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการจุ่ม 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ จุ่มผลพริกนาน 1 นาที ทุกกรรมวิธีใช้ผลพริก 10 ผล ต่อความเข้มข้น นำผลพริกที่ผ่านการจุ่มสารสกัดผึ่งลมให้แห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำบาดแผล จากนั้นนำชิ้นวุ้นที่มีเชื้อรา *C. capsici* วางบนผลพริก นำผลพริกบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง บรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยถุงพลาสติก ตรวจการทดลองทุกๆ วัน เป็นเวลา 5 วัน จำนวน 3 ซ้ำ

ตรวจผลการทดลอง โดยวัดแผลบนผลพริกเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของแผลบนผลพริก โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคบนผลพริก = ((A-B)/A)x100

เมื่อ A = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกในชุดควบคุม

B = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกในกรรมวิธีจุ่มสารสกัด

2.2 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการกำจัดแมลงวันผลไม้

2.2.1 ผลของสมุนไพรที่มีต่อการตายของหนอนแมลงวันผลไม้

นำผลพริกจินดาที่มีการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันผลไม้ใส่ในกล่องเลี้ยงแมลง ขนาด 30x60 เซนติเมตร นำหนอนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 ที่ออกมาจากผลพริกเพื่อเข้าดักแด้มาทำการทดสอบ โดยจุ่มหนอนแมลงวันผลไม้ ประมาณ 1 นาที ลงในสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ จัดหนอนแมลงวันผลไม้ระยะที่ 3 จำนวน 10 ตัว ต่อความเข้มข้น นำหนอนที่ผ่านการสัมผัสสารละลายสมุนไพรเก็บไว้ในแก้วน้ำขนาด 22 ออนซ์ รองพื้นด้วยทรายละเอียดหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร ปิดฝาแก้วน้ำ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลการทดลองจำนวนหนอนแมลงวันผลไม้ที่ตาย นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การตาย และคำนวณความเข้มข้นที่ทำให้หนอนแมลงวันผลไม้ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) โดยใช้โปรแกรม Probit analysis พร้อมบันทึกจำนวนหนอนที่พัฒนาเป็นระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะเวลา 10-12 วัน จำนวน 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้ = (A/B)x100

เมื่อ A = จำนวนหนอนแมลงวันผลไม้ที่ตายในแต่ละกรรมวิธี

B = จำนวนหนอนแมลงวันผลไม้ทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธี

2.2.2 ผลของสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อการตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการ

ใช้แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยจำนวน 5 คู่ ต่อความเข้มข้น ทำการทดสอบหาความเข้มข้นที่ทำให้แมลงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) โดยพ่นสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ลงในแก้วพลาสติกใสขนาด 22 ออนซ์ ให้อาหารด้วยน้ำผึ้งผสมน้ำเปล่าอัตราส่วน 1:10 ชุบสำลี เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง จำนวน 3 ซ้ำ

บันทึกผลการทดลอง คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ตามเพศของแมลง ใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย = (A/B)x100

เมื่อ A = จำนวนแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่ตายในแต่ละกรรมวิธี

B = จำนวนแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ผลของสารสกัดสมุนไพรต่อการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ชนิดกำจัดพิษภายในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

2.3.1 การสกัดเอนไซม์จากตัวแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

1. นำแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยที่มีชีวิตหลังการทดสอบสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ (ในข้อที่ 2.2.2) จำนวน 1 กรัม นำมาบดในโกร่งที่แช่เย็น ด้วยสารละลาย phosphate buffer + EDTA (0.1 M KH_2PO_4 และ 1 mM EDTA pH 7.5) ปริมาตร 2000 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย phosphate buffer + GSH (0.1 M KH_2PO_4 และ10 mM GSH reduce form) ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร และใส่ polyvinyl poly pyrolidone (PVPP) จำนวน 0.002 กรัม ลงในโกร่ง บดแมลงวันผลไม้และสารละลายข้างต้นให้ละเอียดด้วยโกร่งบด กรองด้วยผ้าขาวบางใส่ในหลอด micro tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร นำส่วนของเหลวที่กรองได้ ไป centrifuge ปั่นด้วยความเร็ว 18,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 4 นาที

2. ดูดส่วนใสด้านบนใส่หลอด micro tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร อีกหลอด นำไปวัดเอนไซม์เอสเทอเรส และ กลูตาไทโอน-เอส- ทรานสเฟอเรส โดยใช้เครื่อง spectrophotometer โดยการดัดแปลงวิธีการของ Mackness *et al*.,1983; Visetson, 1991 ทำการตรวจวัดระดับเอนไซม์ทำลายพิษ 2 ชนิดคือ เอนไซม์เอสเทอเรส และ กลูตาไทโอน-เอส- ทรานสเฟอเรส

2.3.2 การตรวจวัดเอนไซม์เอสเทอเรส (esterase)

การตรวจวัดระดับเอนไซม์เอสเทอเรสใช้วิธี PNPA assay ของ Mackness *et al*., (1983) โดยใช้หลักการว่าเอนไซม์เอสเทอเรสจะเร่งปฏิกิริยา hydrolysis ของสารที่ใช้ paranitrophenyl acetate (PNPA) ให้เปลี่ยนไปเป็น paranitrophenol ซึ่งเป็นสารสีเหลือง ทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 400 นาโนเมตร โดยมีวิธีการดังนี้ หลอด reference ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer 2900 ไมโครลิตร
- Phosphate buffer + EDTA 50 ไมโครลิตร
- pNPA (Substrate) 50 ไมโครลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลอด sample ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	2900 ไมโครลิตร
- pNPA (Substrate)	50 ไมโครลิตร
-enzyme (ที่สกัดได้จากแมลงวันผลไม้)	50 ไมโครลิตร

2.3.3 การตรวจวัดเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส- ทรานสเฟอเรส (gluthsthione-s-transferase)

การตรวจวัดเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส- ทรานสเฟอเรส ใช้วิธีของ CDNB assay ของ Booth *et al*., (1961) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 340 นาโนเมตร ตรวจวัดค่าดูดกลืนแสงของ monochloronitrobenzene glutathione ซึ่งเกิดจาก dichloronitrobenzene เกิดปฏิกิริยานั้นรวมตัวกับ glutathione มีเอนไซม์ gluthsthione-s-transferase (GST) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การวัดการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ GST โดยมีวิธีการดังนี้

หลอด reference ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	1150 ไมโครลิตร
- Phosphate buffer + GSH	20 ไมโครลิตร
- CDNB (substrate)	10 ไมโครลิตร

หลอด sample ประกอบด้วย

- 0.1 M phosphate buffer	1150 ไมโครลิตร
- Enzyme (ที่สกัดได้จากเห็บ)	20 ไมโครลิตร
- CDNB (substrate)	10 ไมโครลิตร

2.3.4 ตรวจสอบวัดโปรตีนในแมลงวันผลไม้

ตรวจสอบวัดโปรตีนในแมลงวันผลไม้โดยใช้วิธีการของ Bradford assay โดยการใช้เครื่อง spectrophotometer ในการวัด โดยใช้ค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 595 นาโนเมตร เพื่อนำค่าโปรตีนรวมที่ได้มาเปรียบเทียบกับระดับเอนไซม์ทำลายพิษหลังจากที่ได้รับสารสกัดจากพืช

หลอด reference ประกอบด้วย

-Bradford solution	2.5 มิลลิลิตร
-0.1 M phosphate buffer	0.25 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลอด sample ประกอบด้วย

-Bradford solution 2.5 มิลลิลิตร

-enzyme (ที่สกัดได้จากแมลงวันผลไม้) 0.25 มิลลิลิตร

2.4 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการป้องกันแมลงวันผลไม้

2.4.1 การทดสอบการป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย โดยการนำผลพริกจุ่มสารสกัดสมุนไพร

นำผลพริกจินดาแดงที่ตรวจสอบแล้วว่าปราศจากร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลงวันผลไม้ และมีขนาดใกล้เคียงกัน จุ่มในสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ แต่ละความเข้มข้นใช้ผลพริกจำนวน 10 ผล ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นแขวนไว้ในกรงตาข่ายเลี้ยงแมลงขนาด 60x90 เซนติเมตร จัดให้มีระยะห่างระหว่างผลประมาณ 10 เซนติเมตร ภายในกรงเลี้ยงแมลง มีแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยอายุมากกว่า 8 วัน จำนวน 10 คู่ต่อกรง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 4 ซ้ำ

นำผลพริกที่ผ่านการทดลอง เก็บไว้ในกล่องเลี้ยงแมลงเป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลพริกดี ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย และเปอร์เซ็นต์หนอนในผลพริก โดยใช้สูตรดังนี้

เปอร์เซ็นต์ผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ = (A/B)x100

เมื่อ A = ผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ในแต่ละกรรมวิธี

B = จำนวนผลพริกทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดการแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนสก่อนการเก็บเกี่ยว

3.1 สารสกัดสมุนไพรในการป้องกันโรคและแมลง

3.1.1 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลในการป้องกันแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนสในสภาพแปลงปลูก

นำเมล็ดพันธุ์พริกจินดาแดงเพาะในถาดเพาะกล้าขนาด 104 หลุมต่อถาด รองก้นหลุมด้วยดินอบฆ่าเชื้อ เป็นระยะเวลา 10 วัน จากนั้นย้ายต้นกล้าพริกที่เริ่มมีใบจริง 2-3 ใบ ลงถุงเพาะกล้าขนาด 7x14 นิ้ว ภายในมีดินร่วนอบฆ่าเชื้อผสมปุ๋ยคอกอัตราส่วน 2:1 และบำรุงต้นด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ประมาณ 2 ช้อนชา/ต้น และใส่ปุ๋ยเคมีอีกครั้งหลังย้ายกล้าประมาณ 40 วัน เพาะในโรงเรือนเป็นเวลา 50-55 วัน จึงย้ายไปปลูกในแปลงทดลองของภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม โดยให้มีระยะห่างระหว่างต้นและแถวประมาณ 1 เมตร ใช้ต้นพริกกรรมวิธีละ 10 ต้น ทำการพ่นสาร 5 วัน/ครั้ง ก่อนพริกติดผล 1 เดือน และระยะพริกติดผลต่อเป็นเวลา 3 เดือน ตามกรรมวิธีด้านล่างดังนี้

1. Control (พ่นน้ำอย่างเดียว)
2. สมุนไพรสูตร 1 เจือจางให้มีความเข้มข้น 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์
3. สมุนไพรสูตร 2 เจือจางให้มีความเข้มข้น 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์
4. สมุนไพรสูตร 3 เจือจางให้มีความเข้มข้น 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์
5. น้ำสกัดสมุนไพรสูตรป้องกันกำจัดโรค และกำจัดเชื้อรา และน้ำสกัดสมุนไพรสูตร ป้องกันกำจัดหนอนปฐมอโศก เจือจางให้มีความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

บันทึกผลการทดลอง โดยเก็บผลพริกสีแดงของแต่ละกรรมวิธี คำนวณเปอร์เซ็นต์ผลพริกดี ผลพริกเสียหายจากโรคแอนแทรคโนส ผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ผลพริก (จำนวนผลพริกดี/ เสียหายจากโรคแอนแทรคโนส/ และแมลงวันผลไม้) = (A/B)x100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ A = จำนวนผลพริก (จำนวนผลพริกดี/ เสียหายจากโรคแอนแทรคโนส/ และแมลงวันผลไม้)

B = จำนวนผลพริกทั้งหมด

3.2 การจัดการโรค และแมลงวันผลไม้ในแปลงปลูกด้วยวิธีผสมผสาน

3.2.1 ประสิทธิภาพสารในการจัดการแบบผสมผสานในสภาพแปลงปลูก

ใช้ต้นพริกจินดาแดงอายุ 50 วัน หลังย้ายกล้าลงแปลงของฟาร์ม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จัดการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง 2 กรรมวิธี คือ 1. กรรมวิธีเกษตรกร 2. กรรมวิธีผสมผสาน ในการทดลองใช้ต้นพริกจำนวนกรรมวิธีละ 15 ต้น แบ่งการทดลองเป็นกรรมวิธีละ 3 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มการทดลอง ใช้ต้นพริก 5 ต้นต่อกรรมวิธี ต้นพริกมีระยะห่าง (ระหว่างต้นxระหว่างแถว) 50x70 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างกรรมวิธีประมาณ 20 เมตร ในพื้นที่ขนาด 5,000 ตารางเมตร ทำการทดลองในช่วงเดือน มกราคม ถึงเดือนเมษายน 2556 ทุกกรรมวิธีแบ่งการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 เป็น 2 ครั้งคือ ช่วงย้ายกล้าลงแปลง และช่วงต้นพริกติดดอก ดูแลให้น้ำและกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม

1) วิธีเกษตรกร

การป้องกันกำจัดโรค 1. แมนโคเซบ อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นเมื่อพบการระบาด 2. การป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ใช้ อะบาเม็กติน 1.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการใช้ 5-10 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นเมื่อพบการระบาดตามคำแนะนำข้างขวด

2) วิธีผสมผสาน

ใช้ยีสต์โปรตีนออโตไลเสท อัตราความเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ผสมมาลาไทออน อัตราความเข้มข้น 14 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นบนต้นพริกหลังการย้ายกล้าลงแปลง 30-35 วัน (ประมาณ 2 สัปดาห์) เมื่อต้นพริกเริ่มติดผลจึงเปลี่ยนมาพ่นด้วยน้ำมันปิโตรเลียม อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สลับกับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 เจือจางให้มีความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์โปรตีนออโตไลเสท อัตราความเข้มข้น 70 มิลลิลิตร ผสมมาลาไทออน อัตรา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้มข้น 14 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นใต้ทรงพุ่มต้นพริก ร่วมกับการใช้เมธิลยูจินอลผสมสารฆ่าแมลงมาลาไทออน อัตรา 4:1 โดยปริมาตร หยดลงบนก้อนสำลีใส่ในขวดพลาสติก เพื่อตรวจติดตามประชากรของแมลงวันผลไม้ภายในแปลงพริก เก็บตัวอย่างแมลงวันผลไม้จากกับดักมาตรวจทุก 7 วัน เพื่อกำหนดมาตรการปฏิบัติในการพ่นสารแบบผสมผสานดังนี้

เท่ากับ 1 ตัว	ควรระมัดระวัง
มากกว่า 1 ตัว แต่น้อยกว่า 3 ตัว	พ่นสารตามกรรมวิธี 7 วันครั้ง
มากกว่า 5 ตัว	พ่นสารตามกรรมวิธี 5 วันครั้ง

ที่มา (มนตรี, 2544)

บันทึกผลการทดลอง ความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่ม ปริมาณแมลงวันผลไม้ที่พบในกับดัก เปอร์เซ็นต์ผลพริกดี ผลพริกที่เสียหายจากโรคแอนแทรคโนส ผลพริกที่เสียหายจากแมลงวันผลไม้ คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ผลพริก (ผลพริกดี/ ผลพริกเสียหายจากโรคแอนแทรคโนส/ ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้) = (A/B)x100

เมื่อ A = จำนวนผลพริก (ผลพริกดี/ ผลพริกเสียหายจากโรคแอนแทรคโนส/ ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้)

B = จำนวนผลพริกทั้งหมด

4. ประสิทธิภาพของวิธีกายภาพในการกำจัดศัตรูพริก

4.1 ประสิทธิภาพการกำจัดโรคแอนแทรคโนสหลังการเก็บเกี่ยว

4.1.1 น้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคที่มีผลต่อโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก

นำผลพริกจินดาแดงที่มีอายุ และขนาดใกล้เคียงกัน จำนวนกรรมวิธีละ 10 ผล ฆ่าเชื้อผิวภายนอกด้วยแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนส โดยการนำชิ้นวุ้นที่มีเชื้อรา *C. capsici* วางบนผลพริก ใช้เข็มทำบาดแผล เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นนำผลพริกไปทดสอบด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ 1) แช่ในอ่างน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส 2) แช่น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค (ความถี่ 60-70 kHz) ทุกกรรมวิธีจะมีการปรับใช้เวลาในการทดสอบเป็น 0 15 30 60 และ 90 นาที หลังจากนั้นนำผลพริกแช่น้ำเย็นประมาณ 1 นาที เพื่อลดอุณหภูมิ ผึ่งลมให้แห้งบรรจุลงในถาดโฟมใส่ในถุงพลาสติก PP (ถุงร้อน) ขนาด 4x6 นิ้ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 9-11 องศาเซลเซียส นาน 8 วัน จำนวน 3 ซ้ำ

บันทึกผลการทดลองทุกๆ วัน เป็นระยะเวลา 8 วัน โดยการวัดขนาดแผลบนผลพริกเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของโรคแอนแทรคโนส โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก = ((A-B)/A)x100

เมื่อ A = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกในชุดควบคุม

B = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกในกรรมวิธีจุ่มสารสกัดสารสกัดสมุนไพร

4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ และคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

4.2.1 น้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคที่มีผลต่อหนอนแมลงวันผลไม้ภายในผลพริก และลักษณะทางกายภาพของผลพริก

1) นำผลพริกจินดาภายในมีหนอนแมลงวันผลไม้ เข้าทำลายที่ได้จากข้อ 1.5 ทดสอบการควบคุมด้วยน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคที่มีผลต่อหนอนแมลงวันผลไม้ภายในผลพริก

2) คัดผลพริกจินดาที่มีขนาด สี และความสดใกล้เคียงกันปราศจากการเข้าทำลายของโรคและแมลงวันวันผลไม้ ศึกษาผลกระทบจากการทดสอบด้วยน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการทดลองทั้งสองวิธีข้างต้นใช้ผลพริกจำนวนวิธีละ 30 ผล ทำการทดลองด้วยกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

1) แช่ในอ่างน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส 2) แช่น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค ทุกกรรมวิธีจะมีการปรับใช้เวลาในการทดสอบเป็น 0 15 30 60 และ 90 นาที หลังจากนั้นนำผลพริกที่ผ่านการทดสอบไปแช่น้ำเย็นเป็นเวลาประมาณ 1 นาที เพื่อลดความร้อน ผึ่งลมให้แห้งบรรจุลงในถาดโฟมใส่ในถุงพลาสติก PP (ถุงร้อน) ขนาด 4x6 นิ้ว เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 9-11 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน จำนวน 3 ซ้ำ

บันทึกการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ โดยการผ่าผลพริกตรวจเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้ภายในผล ตามวิธีดัดแปลงของ Abbott's formular ด้วยกล้อง stereo microscope ใช้สูตรคำนวณดังนี้

การหาเปอร์เซ็นต์การตายจริง = (x-y)x100/(100-y)

เมื่อ x = เปอร์เซ็นต์การตายในกลุ่มทดลอง
Y= เปอร์เซ็นต์การตายในกลุ่มควบคุม

โดยเปอร์เซ็นต์การตายในกลุ่มควบคุมต้องน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

บันทึกผลการทดลองคุณภาพผลพริก ดังนี้

ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีของผลพริก

วัดสีบริเวณโคนผลพริกโดยห่างจากขั้วผลประมาณ 1 เซนติเมตร กรรมวิธีละ 30 ผล ด้วยเครื่อง Color Meter โดยใช้ระบบ Hunter's scale อ่านค่า L*, a*, b*

ค่า (L*) หมายถึง ความสว่าง โดย (L*)=0 หมายถึงสีดำ ส่วน (L*)=100 หมายถึงสีขาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่า (a*) เป็นค่าบวก หมายถึงเข้าใกล้สีแดง ค่า (a*) เป็นค่าลบ หมายถึงเข้าใกล้สีเขียว

ค่า (b*) เป็นค่าบวก หมายถึงเข้าใกล้สีเหลือง ค่า (b*) เป็นค่าลบ หมายถึงเข้าใกล้สีน้ำเงิน

ตรวจวัดความแน่นเนื้อของผลพริก

ใช้เครื่อง firmness tester ที่รับแรงกด 5 กิโลกรัม ใช้หัวกดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 เซนติเมตร วัดบริเวณโคนผลพริก โดยห่างจากขั้วผลประมาณ 1 เซนติเมตร กรรมวิธีละ 30 ผล ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น กิโลกรัม แปรผลค่าที่ได้เป็นหน่วย นิวตัน (คูณด้วย 9.807)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลต่างๆ ในการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

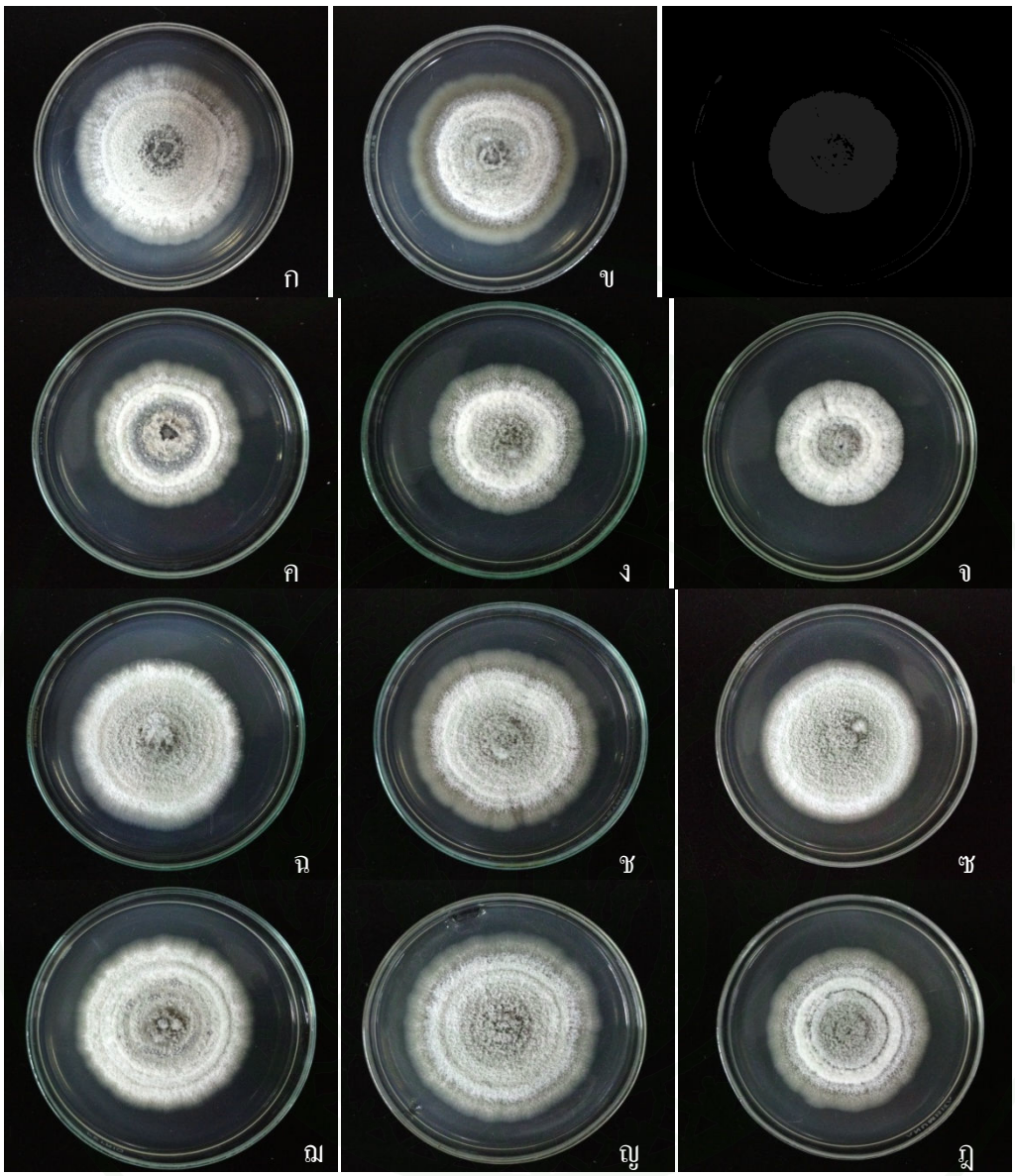
1. ประสิทธิภาพกรรมวิธีการควบคุมศัตรูพริกในห้องปฏิบัติการ

1.1 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรต่อการควบคุมโรคพืช

1.1.1 การควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum capsici* โดยวิธี Poisoned food

ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพร 3 สูตร เจือจางให้มีความเข้มข้นที่ใช้ในการฉีดพ่น 3 ระดับ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา และเชื้อโรคต่างๆ จากปฐมอโศกอัตราใช้ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* โดยการผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผลของประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใย *C. capsici* ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 พบว่า สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ในการควบคุมการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ดีที่สุด ทุกระยะการตรวจสอบ 1-7 วัน เท่ากับ 22.34 28.81 33.13 33.72 33.96 31.44 30.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ดีรองลงมา คือ สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 16.12 18.50 19.01 19.01 20.37 20.00 19.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* ด้วยวิธี Poisoned food ที่ระยะ 7 วัน ก) กรรมวิธีควบคุม ข) สมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ค-จ สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฉ-ซ สารสกัดสมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฌ-ฎ สารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum capsici* ที่สัมผัสโดยสารสกัดสมุนไพรสูตรผสมต่างๆ เทียบกับชุดควบคุม ทดสอบด้วยวิธี Poisoned food ความเข้มข้น 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 1-7 วัน

กรรมวิธี	วันทำการทดลอง						
	1	2	3	4	5	6	7
ควบคุม	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
สมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	7.36^{ab}	8.86^{abc}	11.79^{ab}	12.92^{ab}	10.74^{abc}	13.85^{bcd}	11.12^{abcd}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	13.74^{ab}	8.51^{abc}	9.18^{ab}	5.27^{ab}	7.60^{abc}	9.16^{abcd}	6.74^{abc}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25เปอร์เซ็นต์	16.12^{ab}	18.50^{cd}	19.01^{b}	19.01^{b}	20.37^{c}	20.00^{de}	19.04^{cd}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	22.34^{b}	28.81^{d}	33.13^{c}	33.72^{c}	33.96^{d}	31.44^{e}	30.67^{e}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	14.65^{ab}	11.76^{abc}	9.54^{ab}	6.63^{ab}	$8.43a^{abc}$	7.25^{abcd}	7.46^{abc}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	15.93^{ab}	14.80^{bc}	18.07^{b}	15.65^{b}	15.96^{bc}	13.71^{bcd}	14.23^{bcd}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	15.93^{ab}	19.34^{cd}	21.46^{bc}	18.58^{b}	19.84^{c}	18.35^{cd}	17.01^{cd}

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กรรมวิธี	วันทำการทดลอง						
	1	2	3	4	5	6	7
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	7.51[ab]	3.97[ab]	6.45[ab]	4.52[ab]	3.81[ab]	4.31[ab]	4.38[ab]
สมุนไพรสูตร3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	13.37[ab]	9.04[abc]	7.03[ab]	5.04[ab]	5.23[ab]	4.99[abc]	3.99[ab]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	15.93[ab]	15.24[bc]	16.76[b]	16.42[b]	14.87[bc]	14.89[bcd]	14.57[bcd]
C.V.%	0.29	0.49	0.51	0.63	0.61	0.56	0.63

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การควบคุมการพัฒนาของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกที่ผ่านการปลูกเชื้อ แล้วนำไปจุ่มสารสกัดสมุนไพร

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีต่อการพัฒนาของโรคแอนแทรคโนส *C. capsici* บนผลพริก โดยใช้ผลพริกจินดาแดงขนาดใกล้เคียงกันทำการฆ่าเชื้อที่ผิวและทำแผลก่อนการปลูกเชื้อแล้วจึงนำไปจุ่มในสารสกัดสมุนไพรกรรมวิธีต่างๆ พบว่าประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก โดยสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 5 ได้เท่ากับ 48.28 41.75 35.05 30.18 และ 33.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าการควบคุมจากสารดังกล่าวจะให้ผลดีที่สุด เมื่อเทียบกับสารทดสอบอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพรองลงมาได้แก่ สารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ที่ผ่านการปลูกเชื้อแล้วนำไปจุ่มสารสกัดสมุนไพร

กรรมวิธี	วันหลังจากการจุ่มสารสกัดสมุนไพร[1/]				
	1	2	3	4	5
ควบคุม	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
สมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	20.74^{b}	28.10^{de}	20.91^{e}	17.94^{d}	12.49^{bc}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	28.72^{cd}	18.10^{bc}	14.93^{bc}	11.58^{bc}	12.07^{bc}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25เปอร์เซ็นต์	39.15^{f}	27.78^{de}	17.17^{cd}	14.21^{cd}	17.08^{de}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	48.28^{g}	41.75^{f}	35.05^{g}	30.18^{f}	33.76^{g}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	32.17^{de}	23.97^{cde}	12.68^{b}	13.17^{bc}	11.25^{b}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	32.33^{de}	22.06^{bcd}	20.15^{de}	14.76^{cd}	15.00^{cd}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	27.61^{cd}	23.81^{cde}	20.15^{de}	22.21^{e}	19.16^{e}
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	25.35^{bc}	15.08^{b}	12.69^{b}	9.49^{b}	9.59^{b}
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	37.96^{ef}	18.57^{bc}	17.15^{cd}	26.40^{ef}	15.85^{d}
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	36.77^{ef}	30.00^{e}	26.87^{f}	26.42^{ef}	25.00^{f}
C.V.	0.36	0.40	0.43	0.45	0.48

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

1.3 การป้องกันการพัฒนาของโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกด้วยสารสกัดสมุนไพรก่อนการปลูกเชื้อ

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพร ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกด้วยวิธีการจุ่มผล เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส ก่อนทำการปลูกเชื้อแอนแทรคโนสบนผลพริก พบว่า การจุ่มผลพริกในสารสกัดสมุนไพร มีเปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคโนส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีจุ่มผลพริกในสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการปลูกเชื้อสามารถควบคุมโรคแอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แทรคโนส บนผลพริกในระยะ 5 วัน ได้เท่ากับ 50.00 56.67 55.33 38.33 และ 37.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรรมวิธีให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน คือ การจุ่มผลพริกในสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ประกอบด้วยสมุนไพร 3 ชนิดคือ สะเดา ข่า และตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญโรคแอนแทรคโนสภายในห้องปฏิบัติการ ในการยับยั้งการเจริญเส้นใยเชื้อรา *C. capsici* บนอาหาร PDA ด้วยวิธี Poisoned food และกรรมวิธีควบคุมโรคแอนแทรคโนสก่อนการปลูกเชื้อ และหลังการปลูกเชื้อบนผลพริกได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีทดสอบกับสารสกัดสมุนไพรสูตรอื่นๆ และกรรมวิธีควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเนตรนภิส และคณะ (2553) ได้ศึกษาสารสกัดหยาบจากข่าที่สกัดด้วยเมทานอล ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่แยกได้จากผลจุ่น พริก และมะม่วง พบว่าเชื้อราสามารถเจริญได้ 0 9.75 และ11.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังพบว่าสารสกัดจากข่ามีแนวโน้มพัฒนาใช้เป็นสารควบคุมเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับ อนุวัฒน์ (2545) ได้ทดสอบสารสกัดหยาบจากข่าในการยับยั้งการเจริญเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในมะม่วง ที่ความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในเหง้าข่ามีสาระสำคัญหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอยของน้ำมันหอมระเหย เช่น 1,8 cineole, beta-caryophyllene, beta-biosabolene, beta-selinene, alpha-humulene และ 1,4-terpineole ตามลำดับ (Sakamura and Hayashi 1978) ซึ่งมีรายงานว่าสารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ ชัยณรงค์ และ ณัฐพงษ์ (2554) ใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมโรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Lasiodiplodia theobromae* และพบว่า geraniol และ eugenol เป็นสารสำคัญในตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคบนผลมะม่วงได้

ทั้งนี้การใช้สารสกัดสมุนไพรในการควบคุมการเจริญโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกก่อนการปลูกเชื้อนั้น Chun *et al*., (2005) พบว่า ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้นมากขึ้น มีเปอร์เซ็นต์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ดีกว่าความเข้มข้นน้อย และพบว่าประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกมีเปอร์เซ็นต์ที่ลดน้อยลงหลังจากวันแรกที่จุ่มในสารสกัดตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก โดยการจุ่มสารสกัดสมุนไพรก่อนปลูกเชื้อโรคแอนแทรคโนส

กรรมวิธี	วันที่ทำการทดลอง[1/]				
	1	2	3	4	5
ควบคุม	0[a]	0[a]	0[a]	0[a]	0[a]
สมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	10.00[a]	17.50[b]	13.33[b]	13.33[b]	13.33[bc]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	31.11[bc]	28.33[cd]	21.35[cd]	16.67[b]	16.11[c]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	35.56[bc]	50.00[gh]	45.33[e]	27.78[c]	28.89[e]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	50.00[d]	56.67[g]	55.33[f]	38.33[d]	37.78[f]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	36.67[bc]	15.00[b]	13.33[b]	12.22[b]	10.67[bc]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	38.89[bcd]	21.67[bc]	16.00[bcd]	14.44[b]	11.56[bc]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	43.33[cd]	44.17[fg]	23.33[d]	23.33[c]	22.22[d]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	26.67[b]	19.17[b]	14.00[bc]	11.67[b]	8.00[b]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	40.00[cd]	35.00[de]	16.67[bcd]	11.67[b]	9.33[b]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	43.33[cd]	37.50[ef]	20.00[bcd]	14.44[b]	13.33[bc]
C.V.	0.58	0.66	0.81	0.67	0.74

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

2.2 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการกำจัดแมลงวันผลไม้

2.2.1 ฤทธิ์ในการสัมผัสโดนของสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อหนอนแมลงวันผลไม้

จากการศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลโดยตรง ในการกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 หลังออกจากผลพริก ด้วยวิธีการสัมผัสกับสารสกัดสมุนไพรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ หลังจากนั้นนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า กรรมวิธีจุ่มหนอนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 ในสารสกัดสมุนไพร จะพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนสูงที่สุด เท่ากับ 43 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสารสกัดสมุนไพรสูตร 2 และ 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ พบการตายของหนอน เท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่า การจุ่มสารสกัดสมุนไพรมีผลต่อการออกจากดักแด้ของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย ที่ 10-12 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้แมลงวันผลไม้ออกจากดักแด้ช้ากว่าปกติ โดยพบว่าในวันที่ 10 11 และ 12 วัน เท่ากับ 0 17 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่พบแมลงวันผลไม้เท่ากับ 53 47 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ของวันที่ตรวจผล

และจากการวิเคราะห์ความเข้มข้นที่ทำให้หนอนแมลงวันผลไม้ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ mean lethal concentration (LC_{50}) หมายถึงความเข้มข้นของสารพิษในอากาศหรือในน้ำที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งค่า LC_{50} ของสารชนิดต่างๆ จะมีการบ่งบอกถึงความเป็นพิษต่อสารทดสอบนั้นๆ เมื่อวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่ทำให้หนอนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 21.10 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดสมุนไพรสูตร 2 และ 3 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 161.74 เปอร์เซ็นต์ ดังเช่น มัสรินทร์ และคณะ 2555 ได้ศึกษาน้ำมันเมล็ดสะเดา น้ำมันตะไคร้หอม และน้ำมันยูคาลิปตัส ต่อการตายและการพัฒนาของลูกน้ำยุงลายบ้าน วัยที่ 3-4 หลังการทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำมันตะไคร้หอมสามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันสะเดา และน้ำมันยูคาลิปตัส มีผลต่อลูกน้ำยุงลายน้อยที่สุด ซึ่งมีค่า LC_{50} เท่ากับ 61.87 348.01 และ 480.22 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้การทดสอบน้ำมันทุกชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลาย และทำให้การพัฒนาการออกจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยนานกว่ากรรมวิธีควบคุม (น้ำเปล่า) 3-4 วัน สอดคล้องกับรติยา และคณะ (2546) รายงานว่าได้ทดสอบสารสกัดจากเมล็ดสะเดา 3 สายพันธุ์ คือ สะเดาอินเดีย สะเดาช้าง สะเดาไทย ที่มีผลต่อการตายและการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผัก พบว่าที่เวลา 72 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} ตามลำดับดังนี้ 9,550 8,430 และ 14,510 ppm. และสามารถยับยั้งการกินใบคะน้าได้เท่ากับ 55.69 79.69 และ 44.45เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การออกจากดักแด้ในช่วง 10-12 วัน และการตายของหนอนแมลงวันผลไม้ระยะที่ 3 ภายหลังการได้รับสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การตาย 24 ชั่วโมง [1/]	เปอร์เซ็นต์การออกจากดักแด้ภายหลังการสัมผัสที่ระยะต่างๆ (วัน)		
		10	11	12
ควบคุม	0[a]	53[a]	47[a]	0[a]
สารสกัดสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลง ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	3[ab]	50[a]	47[a]	0[a]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	3[ab]	50[a]	37[a]	10[a]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	3[ab]	67[a]	30[a]	0[a]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	43[c]	0[b]	17[a]	40[b]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	7[ab]	66[a]	27[a]	0[a]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	17[bc]	56[a]	27[a]	0[a]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	23[c]	50[a]	17[a]	10[a]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0[a]	70[a]	30[a]	0[a]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	10[abc]	60[a]	27[a]	3[a]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	23[c]	54[a]	23[a]	0[a]
C.V.	1.11	0.36	0.34	2.10

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 ฤทธิ์ในการสัมผัสของสารสกัดสมุนไพรที่มีต่อการตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย

การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อการตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย โดยการฉีดพ่นสารสกัดสมุนไพรแบบละอองให้สัมผัสถูกตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ในแก้วน้ำสภาพปิด และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อตรวจสอบอาการของตัวเต็มวัย พบว่า ที่ 24 ชั่วโมง กรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 และ 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศผู้ และเพศเมีย สูงที่สุดเท่ากับ 23 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมากรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศผู้ และเพศเมีย เท่ากับ 20 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง กรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศผู้ สูงที่สุด คือกรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 และ 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศผู้รองลงมา เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศเมียสูงที่สุด คือกรรมวิธีพ่นน้ำสกัดสมุนไพรปฐมอโศก สูตรป้องกันกำจัดแมลง ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศเมียรองลงมา เท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศเมียรองลงมา เท่ากับ 13 เปอร์เซ็นต์

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อการตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย พบว่า ผลรวมเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้เพศผู้ และเพศเมียหลังการทดสอบที่ 24 และ 48 ชั่วโมง กรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ สูงสุดคือ กรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 และ 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) และเมื่อนำสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มาวิเคราะห์ความเข้มข้นที่ทำให้แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 8.02 และ 7.89 เปอร์เซ็นต์ และที่ 48 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 15.48 และ 12.01 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาของ Suthisut *et al.* (2011) ที่มีการทดสอบสารสกัดจากข่าที่มีผลต่อแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis*) ระยะตัวเต็มวัย ที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งแสดงค่า LC_{50} เท่ากับ 4,866 ppm. หรือ 0.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าในการศึกษาครั้งนี้ ที่แสดงค่า LC_{50} ของสารสกัดสมุนไพร เท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12010-15,480 ppm. ซึ่งมีค่ามากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากสารที่ได้เป็นสารผสมจากพืช 3 ชนิด จึงทำให้ความเป็นพิษของสารลดลง

ตารางที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย เพศผู้ และเพศเมีย ภายหลังสัมผัสกับสารสกัดสมุนไพร ตรวจสอบอาการที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

กรรมวิธี	แมลงตายที่ 24 ชั่วโมง		แมลงตายที่ 48 ชั่วโมง		แมลงวันผลไม้ตาย รวม 24 ชั่วโมง[1/]
	ผู้	เมีย	ผู้	เมีย	
ควบคุม	3^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	3^{a}
สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลง ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	17^{d}	20^{d}	17^{d}	17^{f}	71^{h}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	10^{b}	10^{c}	7^{bc}	7^{c}	34^{d}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	10^{b}	10^{c}	10^{c}	0^{a}	30^{c}
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	23^{f}	30^{e}	23^{e}	7^{c}	83^{i}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	3^{a}	7^{b}	3^{ab}	0^{a}	13^{b}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	13^{c}	7^{b}	3^{ab}	10^{d}	33^{d}
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	20^{e}	20^{d}	3^{ab}	3^{b}	46^{f}
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	17^{d}	20^{d}	7^{bc}	10^{d}	54^{g}
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	3^{a}	0^{a}	20^{de}	13^{e}	36^{e}
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	23^{f}	30^{e}	20^{de}	10^{d}	83^{i}
C.V.	0.60	0.76	0.80	0.82	0.60

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การตรวจระดับความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชที่มีต่อแมลงวันผลไม้

2.3.1 ระดับการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์เอสเทอเรส (esterase) ในแมลงวันผลไม้ภายหลังการได้รับสารสกัดสมุนไพร

โดยวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และกลูต้าไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ซึ่งแมลงจะตอบสนองต่อเอนไซม์ทั้งสองชนิด เมื่อได้รับสารพิษ ทำให้มีปริมาณเอนไซม์สะสมเพิ่มขึ้น ผลการตรวจสอบ พบว่า ระดับเอนไซม์เอสเทอเรสภายในแมลงวันผลไม้หลังจากแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยได้รับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่เวลา 24 ชั่วโมง แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรจะมีระดับเอนไซม์ carboxylesterase activity เท่ากับ 69.83 n mole product/mg protein/ml ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากระดับเอนไซม์ที่พบในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยจากชุดควบคุมที่ไม่ได้สัมผัสสาร เท่ากับ 77.12 n mole product/mg protein/ml แสดงว่าสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีผลในการยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์เอสเทอเรส (ตารางที่ 6) จากการศึกษาระดับเอนไซม์เอสเทอเรส เป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการทำลายสารพิษหรือสิ่งแปลกปลอมภายในตัวแมลง เอนไซม์ชนิดนี้อยู่ในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระยะที่ 1 ซึ่งเป็นกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษให้สารพิษมีฤทธิ์รุนแรงขึ้น หรือทำให้สารพิษหมดฤทธิ์ลง เอนไซม์เอสเทอเรสจะทำหน้าที่ในการ hydrolyze สารในกลุ่ม ester ให้สารพิษกลายเป็นกรด และเป็นแอลกอฮอล์ (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2539) เอนไซม์กลุ่มนี้มีความสามารถในการ Metabolized สารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มฟอสเฟต และคาร์บาเมต ดังนั้น เอนไซม์ชนิดนี้จึงมีส่วนทำให้เกิดการต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ผลที่ได้อาจมีพิษลดน้อยลงหรือเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับสารตั้งต้น แล้วจึงถูกกำจัดออกนอกร่างกาย (Visetson, 1991) เช่นเดียวกับการรายงานของ Bullangpoti (2004) พบการลดลงของระดับเอนไซม์เอสเทอเรสในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เมื่อได้รับพิษจากสารสกัดเปลือกมังคุด เอสเทอเรสเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ออกซิเดชั่นสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษ ซึ่งสามารถถูกกำจัดออกนอกร่างกาย เอนไซม์เอสเทอเรสพบมากในลำไส้ส่วนกลาง ไขมัน (Fat body) และท่อมัลฟีเจียล (Malphigian) ของแมลง ดังนั้นการลดลงของเอนไซม์เอสเทอเรส อาจมีผลมาจากการยับยั้งจากสารพิษต่อกลไกการทำลายพิษในอวัยวะดังกล่าว (สุรพล, 2542) ซึ่งให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับนิสากร (2553) ได้ศึกษาสารสกัดหยาบจากเหง้าข่าที่มีผลต่อเอนไซม์ทำลายพิษในแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ระยะตัวเต็มวัย หลังจาก 24 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอนไซม์เอสเทอเรสในกรรมวิธีทดสอบ ด้วยสารสกัดหยาบจากเหง้าข่ามีปริมาณที่ลดลง เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม เท่ากับ 1.52 และ 4.91 n mole product/mg protein/ml เช่นเดียวกับรายงานของ Yu (1984) พบว่า สารสกัดจากพืชหลายชนิดจะมีผลไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทำลายพิษ ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงค่าของปฏิกิริยาเอนไซม์ทำลายพิษที่ต่ำกว่าปกติ และ Hsu *et al*. (2004) ได้ทดสอบสารฆ่าแมลงมาลาไธออนที่มีผลต่อแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ระยะตัวเต็มวัย พบว่าแมลงวันผลไม้ที่รอดตายจากการทดสอบสารฆ่าแมลง มีความต้านทาน โดยพบปฏิกิริยาเอนไซม์เอสเทอเรสสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีความต้านทาน

2.3.2 ระดับการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส- ทรานสเฟอเรส (gluthsthione-s-transferase) ในแมลงวันผลไม้ภายหลังการได้รับสารสกัดจากพืช

เมื่อทำการตรวจสอบกิจกรรมเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส–ทรานสเฟอเรส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาในระยะที่ 2 ที่เป็นระยะที่เกี่ยวกับการ Coupling หรือจับกับสารที่เป็นเมตาโบไลท์ ของระยะที่ 1 ทำให้สารพิษเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในโมเลกุล และมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้มากขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาในระยะที่ 2 นี้ มีเอนไซม์ และปฏิกิริยาต่างๆ หลายชนิด จากผลการทดลองพบว่า หลังจากที่แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยได้รับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ปริมาณของ DCNB ซึ่งเป็น conjugated product ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อกับกรรมวิธีควบคุม เท่ากับ 2.19 และ 2.22 n mole product/mg protein/ml (ตารางที่ 6) ดังนั้นจากการวิเคราะห์เอนไซม์กลูต้าไทโอน เอส-ทรานสเฟอเรส ระหว่างกรรมวิธีควบคุมเปรียบเทียบกับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าสารสกัดสมุนไพรสูตรผสมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างเอนไซม์กลูต้าไทโอน เอส-ทรานสเฟอเรส จึงเป็นผลให้แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัย ไม่สามารถสร้างความต้านทานต่อสารสกัดสมุนไพรได้ สอดคล้องกับ Yu (1984) ที่พบว่าสารสกัดจากพืชหลายชนิดไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในลักษณะของ Non specific noncompettitive inhibition ซึ่งจะทำให้เอนไซม์เสียคุณสมบัติไปจากเดิมซึ่งคุณสมบัติของเอนไซม์ในระยะที่ 2 นี้ มักจะทำงานควบคู่กับระยะที่ 1 ในบางกรณี ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ในกลุ่มนี้ ไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ย่อมเป็นตัวชี้วัดที่ดีว่า สารสกัดทั้งสอง จะถูก Conjugation ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าจะมี Derivatives หลงเหลือจากระยะที่ 1 ในปริมาณมากหรือน้อย และเอนไซม์ในกลุ่มนี้สามารถถูกเหนี่ยวนำได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย (Visetson, 1991)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการกำจัดสารพิษออกจากร่างกาย เอสเทอเรสเป็นเอนไซม์ในช่วงแรกที่ทำปฏิกิริยากับสารแปลกปลอมได้ง่ายทำให้สารพิษถูกกำจัดออกได้ง่ายส่วนเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสเป็นเอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยาในช่วงที่ 2 เป็น Glutathione Conjugation ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยาแล้วทำให้เกิดการรวมตัวเป็นสารใหม่ เรียกว่า conjugated products (สุรพล, 2544) หลังจากนั้นสารต่าง ๆ จะถูกกำจัดออกจากร่างกายได้ จากการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ในสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่มาควบคุม เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความแตกต่างทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่ตอบสนองต่อสารสกัดจากพืชไม่เหมือนกัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้างที่แตกต่างกันของสารสกัดจากพืชและสายพันธุ์ของสัตว์ ซึ่งแมลงบางชนิดสามารถทนต่อสารฆ่าแมลงได้ เนื่องจากมีความว่องไวในการทำลายสับสเตรตสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ขึ้นอยู่กับเอนไซม์ทำลายพิษของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น (Clark and Dauterman, 1982)

2.3.3 ตรวจสอบวัดโปรตีนในแมลงวันผลไม้

ในการศึกษาหาปริมาณโปรตีนในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยเมื่อได้รับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณโปรตีนที่แมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพร 15.63 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน โดยใช้วิธี Bradford assay เท่ากับ 1.79 และ 1.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับทิพนาถ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหางไหล เมล็ดน้อยหน่า และผลประคำดีควาย ต่อแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่มีผลต่อปริมาณโปรตีน หลังจาก 24 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณโปรตีนไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับรายงานของประภาพร (2549) พบว่าปริมาณโปรตีนของลูกน้ำยุงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้ง 24 และ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันภายในชุดการทดลองเพียงเล็กน้อยหลังจากให้สารสกัดหยาบจากหัวหญ้าแห้วหมู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณเอนไซม์คาร์บอกซิลเอสเทอเรส เอนไซม์กลูต้าไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส และโปรตีน ที่พบในแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่มีชีวิตจากการได้รับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 หลัง 24 ชั่วโมง

กรรมวิธี	ระดับเอนไซม์คาร์บอกซิลเอสเทอเรส (n mole product/mg protein/ml)	ระดับเอนไซม์กลูต้าไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส (n mole product/mg protein/ml)	ปริมาณโปรตีน (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) [1/]
แมลงในชุดควบคุม (น้ำเปล่า)	77.12[a]	2.19[a]	1.79[a]
แมลงที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	69.83[a]	2.22[a]	1.10[a]
C.V.	4.96	0.68	33.76

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

2.4 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรในการป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลายผลพริก

2.4.1 การจุ่มสารสกัดสมุนไพรในผลพริก เพื่อทดสอบการป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย

ทำการจำลองสภาพการป้องกัน การเข้าทำลายผลพริกจากแมลงวันผลไม้ โดยการเตรียมสารสกัดสมุนไพรที่มีความเข้มข้น 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ นำผลพริกจุ่มสารสกัดสมุนไพรก่อนนำไปปล่อยให้แมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยเข้าทำลาย ทดสอบภายในกรงเลี้ยงแมลง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ย้ายผลพริกออกและนำมาพักไว้เพื่อสังเกตอาการที่ผล เก็บผลการทดลองโดยตรวจการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้หลังการทดลองที่ 8 วัน พบว่า แมลงวันผลไม้เข้าทำลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรรมวิธีจุ่มสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดมีผลพริกดี เท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมากรรมวิธีการจุ่มสารสกัดสมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีผลพริกดี เท่ากับ 61 เปอร์เซ็นต์ และผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ กรรมวิธีจุ่มสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมากรรมวิธีจุ่มสารสกัดสมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ ผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เท่ากับ 39 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์หนอนแมลงวันผลไม้ในผลพริก กรรมวิธีจุ่มสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ รองลงมากรรมวิธีจุ่มสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรที่มีองค์ประกอบของ สะเดา และตะไคร้หอม ได้มีการรายงาย กฤษฎา และคณะ (2552) ถึงประสิทธิภาพเมล็ดสะเดา และตะไคร้หอม ในการขับไล่แมลงวันแตง (*Bactrocera cucurbitae* Coq.) พบว่า ผงเมล็ดสะเดา และผงตะไคร้หอม 10.5 กรัม สามารถขับไล่แมลงวันแตงที่ระยะ 4 เมตรได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับมนัสวี และคณะ (2551) ได้ศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันสะเดา และน้ำมันตะไคร้หอม ในการป้องกันยุงลายโดยวิธีทาผิวหนัง พบว่า น้ำมันตะไคร้หอม 20 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันสะเดา 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันการดูดเลือดของยุงลายได้นาน 270 และ 90 นาที ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ผลพริกดี ผลพริกเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ และหนอนแมลงวันผลไม้ที่พบในผลพริกที่พบ จากผลพริกที่ได้รับการจุ่มสารสกัดสมุนไพร

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์		ผลพริกที่พบหนอนแมลงวันผลไม้[1/]
	พริกดี	ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้	
ควบคุม	33[a]	67[b]	14[c]
สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลง ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	44[a]	56[b]	11[bc]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	44[a]	56[b]	7[ab]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	58[ab]	42[ab]	6[ab]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	78[b]	22[a]	4[a]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	33[a]	67[b]	11[bc]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	28[a]	72[b]	12[c]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	61[ab]	39[ab]	7[ab]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	28[a]	72[b]	11[c]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	44[a]	56[b]	11[bc]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	39[a]	61[b]	9[bc]
C.V.	0.35	0.29	0.32

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดการแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนสก่อนการเก็บเกี่ยวในสภาพแปลงปลูก

3.1 การทดสอบการใช้สารสกัดสมุนไพรในการป้องกันโรค และแมลง

3.1.1 ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลในการป้องกันแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนสในสภาพแปลงทดสอบ

จากการทดสอบการใช้สารสกัดสมุนไพรฉีดพ่นในสภาพแปลง และตรวจสอบคุณภาพของผลพริกที่ได้ทำการทดสอบในสภาพแปลงทดสอบ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน ทำการฉีดพ่นสารสกัดสมุนไพร 5 วันต่อครั้ง กับพริกที่อายุใกล้ออกดอก ตรวจสอบผลพริก ภายหลังการได้รับสารสกัดสมุนไพร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันการเข้าทำลายของโรคแอนแทรคโนส แมลงวันผลไม้ และศัตรูพริกชนิดอื่นๆ โดยพบเปอร์เซ็นต์ผลพริกดีถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบการเข้าทำลายของโรคแอนแทรคโนส และแมลงวันผลไม้ และกรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ผลพริกดีรองลงมา เท่ากับ 92.79 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นสารสกัดสมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารใดๆ มีผลพริกดี เท่ากับ 61.27 เปอร์เซ็นต์ เสียหายจากโรคแอนแทรคโนส เท่ากับ 13.89 เปอร์เซ็นต์ และเสียหายจากแมลงวันผลไม้ เท่ากับ 14.05 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ผลพริกดี เสียหายจากโรคแอนแทรคโนส แมลงวันผลไม้ และจากสาเหตุอื่นๆ จากการเก็บรวบรวมผลพริก 3 เดือน ในแต่ละกรรมวิธีจากแปลงทดสอบของภาควิชาโรคพืช

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์ผลพริก			
	ดี	แอนแทรคโนส	แมลงวันผลไม้[1/]	อื่นๆ[2/]
ควบคุม	61.27[a]	13.89[b]	14.05[b]	10.79[a]
น้ำสกัดสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลง และโรคปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	67.69[ab]	6.30[ab]	8.27[ab]	17.74[ab]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	78.00[abc]	5.75[ab]	9.40[ab]	6.85[a]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	89.59[bc]	0.67[a]	0.36[a]	9.39[a]
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	100[c]	0.00[a]	0.00[a]	0.00[a]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	78.23[abc]	0.45[a]	3.27[ab]	18.05[ab]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	83.29[abc]	1.02[a]	0.85[a]	14.83[ab]
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	81.41[abc]	8.75[ab]	3.10[ab]	6.75[a]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	83.47[abc]	0.00[a]	15.15[b]	1.39[a]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	59.63[a]	0.98[a]	4.62[ab]	34.77[b]
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	92.79[c]	3.00[ab]	4.21[ab]	0.00[a]
C.V.	0.16	1.21	0.92	0.93

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

[2/] อื่นๆ คือ ความเสียหายจากศัตรูพริก ที่ไม่ใช่โรคแอนแทรคโนส และแมลงวันผลไม้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การจัดการโรค และแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีผสมผสานในสภาพแปลงปลูก

การจัดการศัตรูพืชในสภาพแปลงปลูกได้ดำเนินการทดสอบที่ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยจัดให้มีขนาดพื้นที่ 5,000 ตารางเมตร ทำการทดลองในช่วงเดือน มกราคม ถึงเดือน เมษายน 2556 เป็นระยะเวลา 3 เดือน ผลการศึกษากรรมวิธีการจัดการศัตรูพริกในสภาพแปลงปลูกทั้ง 2 กรรมวิธี คือ การจัดการตามวิถีเกษตรกรที่ใช้สารเคมี ในการป้องกันควบคุมโรค และแมลงตามคำแนะนำในภาชนะบรรจุ และการจัดการแบบวิธีผสมผสาน ด้วยการใช้ยีสต์โปรตีนออโตไลเสทผสมสารฆ่าแมลงมาลาไธออนพ่นก่อนต้นพริกติดผล เพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ในแปลงพริก และเมื่อต้นพริกออกดอกแล้ว จึงพ่นน้ำมันปิโตรเลียม สลับกับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 และยีสต์โปรตีนออโตไลเสทผสมกับมาลาไทออน ทั้งสองกรรมวิธีใช้กับดักแมลงภายในใส่เมทิลยูจินอล เพื่อติดตามการระบาดของแมลงวันผลไม้ และความถี่ในการพ่นสารของการจัดการแบบผสมผสาน

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของเปอร์เซ็นต์ผลพริกดีจากทั้งสองกรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีการป้องกันศัตรูพริกทั้ง 2 กรรมวิธี มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ผลพริกดี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีผสมผสานภายหลังการย้ายกล้าปลูกที่ 66 79 91 98 104 และ 120 วัน จำนวนผลพริกเปอร์เซ็นต์ผลพริกดีเท่ากับ 84.18 87.26 89.77 96.91 97.00 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์พริกผลดีจะสูงกว่ากรรมวิธีใช้สารเคมีซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ผลพริกดีเท่ากับ 24.08 35.71 18.77 33.01 38.20 และ 28.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรรมวิธีผสมผสานมีประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลายได้ดีที่สุดหลังการย้ายกล้าปลูก โดยมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายที่ลดน้อยลง เท่ากับ 8.34 3.23 2.20 1.20 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ หลังการย้ายกล้าปลูก 79 91 98 104 และ 120 วัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีใช้สารเคมี เท่ากับ 54.17 72.91 64.60 52.00 และ 62.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรรมวิธีผสมผสานสามารถลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกได้ดี เท่ากับ 0.89 1.80 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ หลังการย้ายกล้าปลูก 98 104 และ 120 วัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีใช้สารเคมี 2.39 9.80 และ 8.74 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหลังการย้ายกล้าปลูกที่ 91 วัน เป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกมาก จึงทำให้ประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรลดน้อยลง โดยจะพบปริมาณโรคแอนแทรคโนสที่เพิ่มมากขึ้น เท่ากับ 7.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับกรรมวิธีใช้สารเคมี 8.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวางกับดักแมลงวันผลไม้ โดยใช้ฟีโรโมนในแปลงทดสอบเพื่อตรวจสอบผลของกรรมวิธีต่อปริมาณการเปลี่ยนแปลงของแมลงวันผลไม้ ในแปลงผลิต พบว่ากรรมวิธีผสมผสานมีแนวโน้มพบแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยที่ลดน้อยลง เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 10 และ 11) พบว่า ในช่วงก่อนพริกติดผลที่ระยะ 31 และ 38 วันหลังย้ายกล้า กรรมวิธีผสมผสานจะตรวจพบแมลงวันผลไม้ในกับดัก ในปริมาณที่มากทั้งนี้เนื่องจากภายในแปลงปลูกพริกมีแมลงวันผลไม้หลงเหลือจากฤดูก่อนหน้านี้ อีกทั้งในแปลงทดสอบบริเวณใกล้เคียงมีการปลูกพืชที่เป็นแหล่งอาศัย ที่ไม่ได้มีการจัดการแมลงวันผลไม้เท่าที่ควร อย่างไรก็ตามปริมาณแมลงวันผลไม้ในแปลงที่จัดการตามกรรมวิธีแบบผสมผสานมีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกรที่ใช้สารเคมี โดยจากการติดตามการแพร่ระบาดของแมลงวันผลไม้ด้วยสารล่อเมทิลยูจินอล พบว่า ไม่สามารถล่อแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ แต่มีผลกับแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* และ *B. papayae*

สำหรับอิทธิพลของกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีผสมผสานที่มีผลต่อความสูงต้นพริกและรัศมีทรงพุ่ม ที่ 60 90 และ 120 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีผสมผสานมีความสูง เท่ากับ 63.33 74.53 77.67 และ 62.87 73.20 78.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ ง1)

ทั้งนี้การจัดการด้วยวิธีผสมผสานในการป้องกัน และควบคุมศัตรูพริก ต้องมีดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่มีผลไม้หลายชนิดออกผลผลิตพร้อมๆ กัน และประกอบกับสภาพอากาศ และสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติมโตจึงทำให้แมลงวันผลไม้มีการขยายพันธุ์ในปริมาณที่มาก และหลังจากนั้นแมลงวันผลไม้จะลดน้อยลงตามปริมาณอาหารของแมลงวันผลไม้ (มนตรี, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ผลพริกดี ผลพริกเสียหายจากแมลงวันผลไม้ และโรคแอนแทรคโนสที่ได้จากการจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสานเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีในการป้องกันศัตรูพริก ในช่วง 45-120 วัน หลังการย้ายปลูก

แปลง	ข้อมูล	จำนวนวันหลังการย้ายกล้า[1/]								
		45	50	57	66	79	91	98	104	120
กรรมวิธีเกษตรกร (ใช้สารเคมี)	พริกดี	21.89^{a}	30.67^{a}	35.34^{a}	24.08^{a}	35.71^{a}	18.77^{a}	33.01^{a}	38.20^{a}	28.66^{a}
	พริกมีหนอนแมลงวันผลไม้	78.11^{a}	67.73^{a}	64.66^{a}	55.65^{a}	54.17^{a}	72.91^{a}	64.60^{a}	52.00^{a}	62.60^{a}
	พริกเป็นโรค	0.00^{a}	1.60^{a}	0.00^{a}	20.27^{a}	10.12^{a}	8.32^{a}	2.39^{a}	9.80^{a}	8.74^{a}
กรรมวิธีผสมผสาน	พริกดี	65.24^{b}	66.36^{b}	52.74^{b}	84.18^{b}	87.26^{b}	89.77^{b}	96.91^{b}	97.00^{b}	96.00^{b}
	พริกมีหนอนแมลงวันผลไม้	31.43^{b}	33.64^{b}	47.26^{b}	9.80^{b}	8.34^{b}	3.23^{b}	2.20^{b}	1.20^{b}	3.00^{b}
	พริกเป็นโรค	3.33^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	6.02^{b}	4.40^{b}	7.00^{b}	0.89^{b}	1.80^{b}	1.00^{b}
C.V.		0.84	0.77	0.76	0.77	0.89	1.03	1.09	1.03	1.04

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 แสดงการตรวจพบปริมาณแมลงวันผลไม้ที่พบในกับดักเมทิลยูจินอล จากแปลงที่มีการจัดการด้วยรูปแบบเกษตรกรที่ใช้สารเคมี

หลังย้ายกล้า (วัน)	*B. latifrons*	*B. dorsaris*	*B. papayae*	แมลงวันผลไม้ชนิด อื่นๆ	รวม
31	0	189	58	122	369
38	0	123	65	120	308
45	0	201	64	169	434
52	0	114	43	112	269
59	0	34	54	152	240
66	0	98	45	102	245
73	0	87	34	98	219
80	0	112	85	170	367
87	0	134	65	112	311
94	0	120	60	90	270
101	0	112	55	80	247
108	0	120	20	112	252
115	0	115	98	98	311
122	0	90	40	102	232

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงการตรวจพบปริมาณแมลงวันผลไม้ที่พบในกับดักเมทิลยูจินอล จากแปลงที่มีการจัดการแบบผสมผสาน

หลังย้ายกล้า (วัน)	แมลงวันผลไม้ชนิด				รวม
	B. latifrons	*B. dorsaris*	*B. papayae*	อื่นๆ	
31	0	54	32	78	164
38	1	50	20	66	137
45	0	32	14	51	97
52	0	29	12	10	51
59	0	14	15	19	48
66	0	10	17	22	49
73	0	12	19	26	57
80	0	25	15	49	89
87	0	19	13	35	67
94	0	15	8	20	43
101	0	8	4	15	27
108	0	20	10	23	53
115	0	15	8	12	35
122	0	18	15	7	40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีกายภาพที่มีผลต่อศัตรูพืชในผลพริกหลังการเก็บเกี่ยว

4.1 ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส โดยวิธีทางกายภาพ

4.1.1 ผลของการใช้น้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก

จากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้น้ำร้อน และการใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก หลังการเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 9-11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน ผลดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่า การแช่ผลพริกในน้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส ร่วมกับอัลตร้าโซนิค เป็นระยะเวลา 90 นาที สามารถยับยั้งการเจริญโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกที่ระยะ 2 4 6 และ 8 วัน เท่ากับ 51.10 61.17 62.26 และ 66.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีแช่ผลพริกในน้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญโรคแอนแทรคโนส เท่ากับ 45.43 54.05 58.41 และ 63.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การแช่ผลไม้ในน้ำร้อนมีการรายงานถึงประสิทธิภาพในการควบคุมโรค ดังเช่น พรเทพ และอุราภรณ์ (2546) ได้นำผลมะม่วงที่มีโรคแอนแทรคโนส แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที พบว่าสามารถควบคุมโรคแอนแทรคโนสที่ผลมะม่วงได้ โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อ และความแน่นเนื้อของผลมะม่วง อภิรดี และผ่องเพ็ญ (2542) ได้ศึกษาประสิทธิภาพน้ำร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และทำการเคลือบผิวด้วยสาร sucrose fatty acid ester ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การเคลือบผิวสับปะรดด้วย sucrose fatty acid ester ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร สามารถลดการเกิดโรค และชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ภายหลังการแช่น้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค ที่ระยะเวลา 15-90 นาที

กรรมวิธี	เวลา (นาที)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกที่วันต่างๆ[1/]			
		2	4	6	8
ควบคุม	0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส	15	29.45^{b}	42.63^{b}	29.02^{b}	25.49^{b}
	30	40.15^{bc}	48.64^{bc}	46.96^{c}	45.98^{c}
	60	45.76^{bc}	50.20^{bc}	51.58^{cd}	53.58^{cd}
	90	45.43^{bc}	54.05^{bc}	58.41^{d}	63.58^{d}
น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียสร่วมกับอัลตร้าโซนิค	15	45.66^{bc}	42.63^{b}	31.30^{b}	21.48^{b}
	30	46.87^{bc}	47.98^{bc}	43.33^{c}	47.27^{c}
	60	45.02^{bc}	50.20^{bc}	51.58^{cd}	54.05^{cd}
	90	51.10^{c}	61.17^{c}	62.26^{d}	66.89^{d}
C.V.		0.16	0.13	0.27	0.36

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว โดยวิธีทางกายภาพ

4.2.1 ผลของการใช้น้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคที่มีผลต่อหนอนแมลงวันผลไม้ภายในผลพริก

ประสิทธิภาพการแช่ผลพริกด้วยน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค ในช่วงเวลาต่างๆ และตรวจสอบผลในการกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ภายในผลพริก ภายหลังการเก็บรักษาในสภาพห้องเย็น 11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน ผลดังแสดงในตารางที่ 13 พบว่ากรรมวิธีแช่ผลพริกในน้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส และน้ำร้อน 46 องศาเซลเซียสร่วมกับอัลตร้าโซนิค เป็นระยะเวลา 60 และ 90 นาที เป็นกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันผลไม้มาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่สุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมเท่ากับ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะการใช้น้ำร้อนทดสอบ Karen and Michael (2000) ได้มีการทดลองนำผลแอปเปิ้ลแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส นาน 35 นาที และนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0.5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 ถึง 10 สัปดาห์ พบว่า สามารถกำจัดหนอนแมลง *Epiphyas postvittana* และ *Planotortrix octo* ในผลแอปเปิ้ลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ Walterp and Jenniferl (1992) ได้ทำการทดลองนำผลฝรั่งภายในมีหนอนแมลงวันผลไม้แคริบเบียน *Anastrephe suspense* ระยะสาม และระยะไข่ ทำการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46.1±0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที หลังจากนั้นนำไปแช่น้ำเย็น ให้มีอุณหภูมิภายในผลเท่ากับ 24±2 องศาเซลเซียส นำไปเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถกำจัดไข่และหนอนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่สร้างความเสียหายให้แก่ผลฝรั่ง สอดคล้องกับ Faheem *et al.* 2010 ได้รายงานว่านำผลมะม่วงแช่น้ำร้อน 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที สามารถกำจัดไข่และหนอนของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. zonata* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้ผลมะม่วงเสียหาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนแมลงวันภายในผลพริก ที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคที่เวลา 15-90 นาที หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9-11 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

กรรมวิธี	เวลา (นาที)	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอน[1/]
ควบคุม	0	9.09[a]
น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส	15	91.32[b]
	30	96.86[b]
	60	100[b]
	90	100[b]
น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส ร่วมกับอัลตร้าโซนิค	15	95.85[b]
	30	94.88[b]
	60	100[b]
	90	100[b]
C.V.		0.34

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ผลของน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคสามารถควบคุมโรค และแมลงวันผลไม้ได้ดี เมื่อนำผลพริกที่ผ่านการทดลองวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีผิวผลพริก พบว่าองค์ประกอบลักษณะค่าสีของผลพริก ค่าความสว่าง (L) ของผลพริกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวิเคราะห์สีแดง (a) มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อผ่านความร้อนที่นานขึ้นจากการแช่น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส นาน 15 30 60 และ 90 นาที เท่ากับ 37.06 41.46 40.05 และ 40.02 ส่วนผลพริกแช่น้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค เท่ากับ 44.17 44.18 44.13 และ 43.80 และการวิเคราะห์สีเหลือง (b) มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น หลังจากแช่น้ำร้อนที่นานขึ้น 15 30 60 และ 90 นาที เท่ากับ 21.37 23.75 23.35 และ 23.59 ส่วนผลพริกแช่น้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิค เท่ากับ 26.79 25.87 26.53 และ 26.65 มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมค่า (a) เท่ากับ35.48 และค่า (b) เท่ากับ 18.75 สำหรับค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงเมื่อผ่านการทดลองที่นานขึ้น และผลพริกแช่น้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อน 46 องศาเซลเซียส ร่วมกับอัลตร้าโซนิค เป็นกรรมวิธีที่มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 90 นาที มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด เท่ากับ 8.60 นิวตัน และ 60 นาที เท่ากับ 8.90 นิวตัน เมื่อเทียบกับกรรมวิธีแช่น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 14) สอดคล้องกับศรัณยา และคณะ (2554) ได้ศึกษาการใช้อัลตร้าโซนิคร่วมกับโอโซนต่อการลดสารตกค้างคลอไพริฟอส ในผลพริกขี้หนูสดหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้อัลตร้าโซนิคที่ความถี่ 1,000 kH_2 เป็นเวลา 60 นาที มีประสิทธิภาพในการสลายตัวของสารฆ่าแมลงคลอไพริฟอสได้สูงที่สุด เท่ากับ 41.31 เปอร์เซ็นต์ และกฤษณ์ และคณะ (2555) ศึกษาการอบแห้งลำไยด้วยไมโครเวฟแบบเป็นช่วงร่วมกับลมร้อน พบว่า การใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้ความแน่นเนื้อ และค่าสีของเปลือกลำไยมีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงสี และความแน่นเนื้อของผลพริกหลังจากการจุ่มน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคในระยะเวลา 15-90 นาที เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 9-11 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

กรรมวิธี	เวลา (นาที)	ค่าความเข้มสี			ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)[1/]
		L*	a*	b*	
ควบคุม	0	39.50[a]	35.48[a]	18.75[a]	10.43[ab]
น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส	15	40.55[a]	37.06[ab]	21.37[ab]	11.08[b]
	30	38.26[a]	41.46[ab]	23.75[ab]	10.84[b]
	60	38.50[a]	40.05[ab]	23.35[ab]	10.53[b]
	90	38.67[a]	40.02[ab]	23.59[ab]	9.27[ab]
น้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส ร่วมกับอัลตร้าโซนิค	15	39.04[a]	44.17[b]	26.79[b]	10.03[ab]
	30	38.70[a]	44.18[b]	25.87[b]	11.01[b]
	60	38.50[a]	44.13[b]	26.53[b]	8.90[a]
	90	38.94[a]	43.80[b]	26.65[b]	8.60[a]
C.V.		0.02	0.07	0.11	0.09

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรแต่ละคอลัมน์ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อโรคแอนแทรคโนส หนอนแมลงวันผลไม้ระยะ 3 และระยะตัวเต็มวัย และการทดสอบการป้องกันการเข้าทำลายผลพริกจากแมลงวันผลไม้ระยะตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการ ด้วยสารสกัดสมุนไพรสูตร (1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์) เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุด

สารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรรมวิธีดีที่สุดในการป้องกันศัตรูพริกในสภาพแปลงปลูก โดยไม่พบการเข้าทำลายของโรคแอนแทรคโนส แมลงวันผลไม้ และจากศัตรูพริกชนิดอื่นๆ แต่จะมีผลต่อดอกพริก และยอดอ่อนต้นพริกอาจทำให้ไหม้ได้

จากการตรวจวัดเอนไซม์ทำลายพิษ เอนไซม์เอสเทอเรส และเอนไซม์กลูต้าไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ในแมลงที่มีชีวิตจากการทดสอบสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เอนไซม์ทำลายพิษทั้งสองชนิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แสดงว่าแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* ระยะตัวเต็มวัยไม่สร้างสารในการทำให้เกิดการต้านทานต่อสารสกัดสมุนไพร

การจัดการศัตรูพริกด้วยวิธีผสมผสานในแปลงผลิต โดยการใช้ยีสต์โปรตีนออโตไลเสทผสมกับสารฆ่าแมลงมาลาไทออน ในระยะก่อนพริกออกดอก และเปลี่ยนมาใช้น้ำมันปิโตรเลี่ยมสลับกับสารสกัดสมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์ และสลับกับการใช้ยีสต์โปรตีนออโตไลเสทร่วมกับสารฆ่าแมลงมาลาไทออนพ่นเป็นจุดๆ โดยการใช้เมทิลยูจินอลติดตามการระบาดของแมลงวันผลไม้ พบว่า กรรมวิธีผสมผสานเป็นวิธีที่ให้ผลดีในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสและแมลงวันผลไม้ในผลพริก เมื่อเทียบกับกรรมวิธีใช้สารเคมีแมนโคเซบ และอะบาเม็กติน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดสอบประสิทธิภาพน้ำร้อน และน้ำร้อนร่วมกับอัลตร้าโซนิคที่มีผลต่อโรคแอนแทรคโนสบนผลพริก หนอนแมลงวันผลไม้ภายในผลพริก และคุณภาพผลพริกหลังการทดสอบ (โดยวิเคราะห์ค่าเปลี่ยนแปลงสีผิว และค่าความแน่นเนื้อ) พบว่า กรรมวิธีทดสอบด้วยน้ำร้อน 46 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที เป็นกรรมวิธีในการควบคุมโรค และกำจัดแมลงที่ติดมากับผลพริกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่สร้างความเสียหายให้แก่ผลพริกเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ในการใช้สารสกัดสมุนไพร ไม่ควรใช้ในต้นพริกกำลังออกดอก และยอดอ่อน

2. ในการป้องกันแมลงวันผลไม้ ควรมีการจัดการแบบผสมผสานก่อนต้นพริกออกดอกประมาณ 1 เดือน

3. การให้ความร้อนแก่ผลพริก ในการกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ที่ติดมา ควรให้น้ำมีอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส ก่อนจุ่มพริก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. **พริกขี้หนู**. แหล่งที่มา: http://esc.agritech.doae.go.th/webpage/e-book/chili.pdf, 9 มีนาคม 2555.

กรรณิกา เนืองภา ปรากรม ประยูรรัตน์ และแสงมณี ชิดดวง. 2547. **ประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรบางชนิดที่มีผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Fusarium* sp. ชลบุรี**: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

กัลทิมา พิชัย. 2555. **การศึกษาการใช้สารสกัดพืชสมุนไพรบางชนิด ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญในพื้นที่สะลวง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

กัมปนาท รื่นรมย์ ศิริพรรณ ตันตาคม ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2554. ประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนใยผักของสารสกัดจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ. น. 93-98. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กฤษณ์ อภิญญาวิศิษฐ์ อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2555. การอบแห้งลำไยด้วยไมโครเวฟแบบเป็นช่วงร่วมกับลมร้อน. **ว. วิทย. กษ.** 43: 3(พิเศษ): 147-150.

กฤษฎา จาตุรัส. 2550. **ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพริกกับการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กฤษฎา หมื่นหนู. 2551. **ผลต่อการวางไข่ของแมลงวันแตง (*Bactrocera cucurbitae* Coq) ของสารสกัดจากสะเดาช้าง (*Azadirachta excels* Jack.) และตะไคร้หอม *(Cymbopogon citvatus* (Dc.) stapf.) ในผลมะระ *(Momordica charantia* L.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____, สนั่น ศุภธีรสกุล และ สุนทร พิพิธแสงจันทร์. 2552. การขับไล่แมลงวันแตง (*Bactrocera cucurbitae* Coq., Diptera: Tephritidae) ของเมล็ดสะเดาช้าง และตะไคร้หอม. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ12(1): 26-37.

ขยัน สุวรรณ. 2548. *ใน* **เอกสารประกอบการสอนหลักการควบคุมแมลงศัตรูพืช**. ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. น. 107-108.

ชลิดา อุณหวุฒิ เสาวนิตย์ ไหมมาลา บุษบง มนัสมั่นคง และ วิทย์ เรืองนามศรี. 2541. การใช้น้ำมันปิโตรเลียมบางชนิดป้องกันกำจัดเพลี้ยไก่แจ้ส้ม *Diaphorina citri* ในส้มเขียวหวาน. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. 20(2): 104-117.

ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล และ ณัฐพงษ์ บัณฑิตนิธิกุล. 2554. การใช้สารลดแรงตึงผิวที่ผสมน้ำมันหอมระเหยเพื่อการควบคุมโรคผลเน่าในมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว. **ว. วิทย. กษ.** 42: 3(พิเศษ): 57-60.

ชัยณรัตน์ สนศิริ สลักจิต พานคำ มลนิภา ศรีมีมาตรภิรมย์ อุดร อุณหวุฒิ และ รัชฎา อินทรกำแหง. 2554. วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนสำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลลำไยเพื่อการส่งออก, น. 1634-1642. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว ธีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และ ปัญญา เต็มเจริญ. 2539. **หลักการทางพิษวิทยา.** ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ณัฐวดี สมบัติเทพสุทธิ์. 2551. **ฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากรากหนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook) โล่ติ๊น (*Derris elliptica* Penth.) เพื่อควบคุมผีเสื้อหนอนใยผัก ในการปลูกผักกวางตุ้งแบบไฮโดรโพนิกส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทิพนาถ อันตรเสน. 2550. **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดต่ออัตราการตาย ระดับเอนไซม์เอสเทอเรส และกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* Hendel)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธารทิพย์ พรมแดง. 2540. **ผลของสารสกัดจากพืชบางชนิดที่มีผลต่อเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc**). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง และ ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล. 2555. การใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้อัลตร้าโซนิคเพื่อกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera latifrons*) ในผลพริก. **ว. วิทย. กษ.** 43(3): 592-595.

ธีระวัฒน์ สนธิหา. 2553. **การควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก โดยการใช้สารสกัดจากพืช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธำรง เครือชุมพล. 2551. **พริก**. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ.

นิสากร สุขหิรัญ. 2553**. ผลของสารสกัดจากเหง้าข่า (*Alpinia galangal* (Linn.) Sw.) ต่อการตายและปฏิกิริยาเอนไซม์ทำลายพิษในแมลงวนผลไม้ (*Bactrocera dorsalis* (Hendel))** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด และ วานิช คำพานิช. 2551. **การเฝ้าระวังการเกิดและการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ในไม้น้ำและไม้ดอกไม้ประดับ.** ฐานข้อมูลผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา:http://it.doa.go.th/refs/search.php, 15 พฤษภาคม 2556.

เนตรนภิส เขียวขำ บัณฑิต โสภณ และสมัคร แก้วสุกแสง. 2553. การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporiodes* จากผลไม้ 4 ชนิด ด้วยสารสกัดหยาบข่า. **ว. วิทย. กษ.** 41(3/1)(พิเศษ): 437-440.

บุญส่ง คงคาทิพย์ และสมนึก วงค์ทอง. 2538. การแบกสารออกฤทธิ์ฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายจากต้นบอระเพ็ดและการศึกษาความสัมพันธุ์ระหว่างโครงสร้างของสารกับการออกฤทธิ์. **รายงานวิจัยประจำปี 2538**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 16 หน้า.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญญวดี จิระวุฒิ. 2540. **การทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* บนผลพริก และถ่ายทอดเชื้อจากผลที่เป็นโรคส่วนเมล็ดและต้นกล้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาพร ศรีคง. 2549. **ผลของสารสกัดหยาบจากพืชบางชนิดต่อการทำงานของเอนไซม์เอสเทอเรสและกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส ในยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* (L.)).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ เฉลิมชัย วงษ์อารี และ ธิติมา วงษ์ชีรี. 2542. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดร่วมกับสารเคลือบผิวที่มีต่อโรคแอนแทรคโนส และขั้วผลเน่าของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา. **ว. วิจัยและพัฒนา มจธ.** 22(3): 77-92.

พรเทพ ซุ้นสุวรรณ และ อุราภรณ์ สงนาสุด. 2546. การควบคุมโรคแอนแทรคโสในผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว โดยการแช่น้ำร้อนร่วมกับจุลินทรีย์จากอาหาร. **ว. วิทย. กษ.** 34: 4-6 (พิเศษ): 45-48.

พุทธิพร สายสงเคราะห์. 2549. **ปฏิกิริยาเอนไซม์เอสเทอเรสและกลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรสในหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* L.) หลังสัมผัสสารสกัดจากพืชบางชนิด.** วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีรเดช ทองอำไพ. 2555. **คลื่นเสียงฆ่าแมลง(2)**. คลื่นเสียงฆ่าแมลง(2) ศาสตร์เกษตรดิน ปุ๋ย. แหล่งที่มา: http://soclaimon.wordpress.com, 18 เมษายน 2556.

มนตรี จิรสุรัตน์. 2544. (ก) แมลงวันผลไม้ที่สำคัญของประเทศไทย. **เอกสารวิชาการกองกีฏและสัตววิทยา.** กรมวิชาการเกษตร. น. 141-142.

มนตรี จิรสุรัตน์. 2544. (ข) แมลงวันผลไม้ที่สำคัญของประเทศไทยและการ**แพร่กระจาย. เอกสารวิชาการเรื่องแมลงวันผลไม้ในประเทศไทย**. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. จตุจักร. กรุงเทพฯ. น. 13-18.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มนัสวี พัฒนกุล สนั่น ศุภธีรสกุล และ สุนทร พิพิธแสงจันทร์. 2551. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาช้าง (*Aedes aegypti* L.). **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ** 11(1): 35-44.

มยุรา สุนย์วีระ. 2544. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิด ในการป้องกันแมลงวันผลไม้ (*Musca domestica* L.), น. 7-11. *ใน* **รายงานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 (สาขาพืช).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มารศรี อุดมโชค. 2532. การเตรียมสารสกัดจากพืชเพื่อป้องกันกำจัดแมลง, น. 11-14. *ใน* **รายงานการประชุมสัมมนา พืชสารฆ่าแมลงในการทำการเกษตร ครั้งที่ 2.** สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, กรุงเทพฯ.

รติยา คูเขตพิทักษ์วงศ์ สังวาล สมบูรณ์ สุภาณี พิมพ์สมาน วัชรี คุณกิตติ. 2546. การเปรียบเทียบปริมาณสาร azadirachtin และฤทธิ์การยับยั้งการกินของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาสามชนิดต่อหนอนใยผัก. **KKU Res J** 8(2): 11-17.

รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา มัณฑนา มิลน์ พรรณีกา อัตตนนท์ อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ เสริมสีมา อิสริยะ สืบพันธุ์ดี ถวิล จอมเมือง และ สมบัติ แผนดี. 2552. **สารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมศัตรูพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

รัติยา พงศ์พิสุทรา วรานันท์ วิ ญญูรัตน์ โชติรส รอดเกตุ และ เทพพนม แสงเพลิง. 2553. ความผันแปรทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริก. **ว.วิทย.กษ.** 41(1) (พิเศษ): 318-321.

รัมม์พัน โกศลานันท์ กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และวีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย. 2554. การขัดล้างด้วยน้ำร้อน:ทางเลือกสำหรับการอบไอน้ำเพื่อลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วง. **ว. วิทย. กษ.** 42(1) (พิเศษ): 15-18.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรวดี ชูช่วย. 2541. **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon winterianus* Jewitti) และสะเดา *(Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton) กับการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษในเห็บสุนัข (*Rhipcephalus sanguineus* Latreille)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรานันท์ วิญญูรัตน์. 2554**. การจำแนกชนิดและศึกษาความรุนแรงของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรสรรค์ ธรมมสรางกูร. 2543. **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon winterianus* Jewitti). ต่ออัตราการตายและระดับเอนไซม์ทำลายพิษบางชนิด ในลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex pipien quinquefasciatus*).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิรจิตร แซ่จิว. 2531. **วิทยาการทดแทนสารเคมี: การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นสำหรับทดลองใช้ในพื้นที่, โครงการสำรวจวิทยาการทดแทนสารเคมี**. กรุงเทพฯ

ศรัณยา เพ่ง กานดา หวังชัย จำนง อุทัยบุตร และ นาคาโอะ โนมุระ. 2554. ผลของความถี่และเวลาในการใช้อัลตร้าโซนิคร่วมกับโอโซน ต่อการลดสารตกค้างคลอไพริฟอสในผลพริกขี้หนูสดหลังการเก็บเกี่ยว. **ว. วิทย. กษ**. 42: 1 (พิเศษ): 236-239.

ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2549. **โรคของผักและการควบคุมโรค.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์. 2554. ผลของสารสกัดหยาบจากพืชวงศ์ขิงบางชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Alternaria* sp. เชื้อสาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าว. **ว. วิทย. กษ**. 42(1) (พิเศษ): 469-472.

ศักดิ์ สุนทรสิงห์. 2537. **โรคของผักและการป้องกันกำจัด**. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, น. 198.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมนึก พรมแดง. 2550. **การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทางพฤกษเคมีในพืชสกุล Aglaia (วงศ์สะเดา) ที่พบในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพร ภูติยานันท์. 2546. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 4 โรงพิมพ์ตุลย์การพิมพ์. เชียงใหม่.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2551. ประสิทธิภาพสารสกัดสะเดา น้ำมันปิโตรเลียม และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้และผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติในพริก, น. 267-280. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยอารักขาพืชปี 2551 เล่มที่ 1.** สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น วิภาดา ปลอดครบุรี พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ และ วนาพร วงษ์นิคง. 2554. **การจัดการแมลง-ไร ศัตรูพริกที่สำคัญ**. พิมพ์ครั้งที่ 1 Post Tech. กรุงเทพฯ.

สุรพล วิเศษสรรค์. 2542. **เอกสารประกอบการสอนวิชาพิษวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. **เอกสารประกอบการสอนวิชากลไกของสารพิษในสัตว์**. ภาควิชาสัตววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุภัทรา จามกระโทก ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล ชลิดา เล็กสมบูรณ์ นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง และอุดม ฟ้ารุ่งสาง. 2549. ผลของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรวงค์ขิงในการต่อต้านราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 37 (2) (พิเศษ): 98-101.

สังวาล สมบูรณ์ สุภาณี พิมพ์สมาน รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา วาสนา ไชยคำ และพรทิพย์ วิสารทานนท์. 2546. การใช้น้ำมันหอมระเหยง่ายจากพืช Zingiberaceae ในการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว และองค์ประกอบทางเคมี, น. 22. *ใน* **การระชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6 หนึ่งทศวรรษแห่งการอารักขาพืชในประเทศไทย วันที่ 24-28 พฤศจิกายน 2546 ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิด, ขอนแก่น.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัญญาณี ศรีคชา วิภาดา ปลอดครบุรี และ เกรียงไกร จำเริญมา. 2551. การศึกษาชีววิทยาของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifron* (Hendel). น. 111-112. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยอารักขาพืช ครั้งที่ 2**. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร. 2554**. พริกแห้ง: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. สถิติการส่งออก**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae _report/export_impor t/ export_result.php. 10 กันยายน 2555.

อนุวัฒน์ จรัสรัตนไพบูรณ์. 2545. **ผลของสารสกัดหยาบจากข่าต่อโรคแอนแทรคโนส และการเจริญเติบโตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อนันต์ สกุลกิม. 2547. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา แมลงที่สำคัญทางเศรษฐกิจ**. ภาควิชาชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

อภิชาติ ศรีสอาด. 2551. **สมุนไพรไล่แมลงและกำจัดศัตรูพืช & พรรณไม้พิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์บริษัท ก.พล (1996) จำกัด, กรุงเทพฯ.

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์. 2542. ผลของการจุ่มน้ำร่วมกับสารเคลือบผิวที่มีต่อคุณภาพของผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 43 (3) (พิเศษ): 384-387.

อรัญ งามผ่องใส. 2553. **การใช้น้ำมันปิโตรเลี่ยม น้ำมันสะเดาช้างและเหยื่อล่อโปรตีนควบคุมแมลงวันผลไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุดร อุณหวุฒิ. 2537. การใช้ความร้อนเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ในมะม่วง. **วารสารกีฏและสัตววิทยา**. น. 49-57.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อำนาจ โฉมชัชวาล เสกสรร เอกจิตร และ สิงหเดช เตชะนภารักษ์. 2542. การทดสอบประสิทธิภาพของสาร DC Tron Plus ในการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้ม (*Phyllocnistrin citrella*), น. 3-8. *ใน* **การประชุมวิชาการอารักขาพืชในส้มเขียวหวานแห่งชาติ ครั้งที่ 4 เทคโนโลยีการอารักขาพืชในทศวรรษหน้า**. กรุงเทพฯ.

Areekul, S., P. Sinchaisri and S. Tigvatananon. 1987. Effects of Thai plant extracts on the oriental Fruit Fly I. Toxicity Test**. Kasetsart J. (Nat. Sci.).** 21: 395-407.

Armstrong, J. W. 1982. Development of hot-water immersion quarantine treatment for Hawaiiangrown 'Brazilian' bananas. **J. Econ. Entomol.** 75, 787-790.

Bailey, J.A., and M. J. Jeger. 1992. ***Colletotrichum*** **: Biology, Pathology and Control**. Commonwealth Mycological Institute, Wallingford, UK: CAB International, p. 388.

Bull, R.M., 2002. Control of tephritid fruit flies in Australian stone fruit crops using low-dose fipronil bait sprays, pp. 301-304. *In* **Proceedings of 6th International Fruit Fly Symposium 6–10 May 2002.** Stellenbosch, South Africa**.**

Bullangpoti, V. 2004. **Effects of some plant extracts on toxicity and activities of esterase and glutathione S-transferase in rice weevils (*Sitophillus oryzae* L.)**. M.S. Thesis. KasetsartUniv, Thailand. 202 p.

Booth , J. ,E. Boyland and P. Sims. 1961. An enzyme from rat liver catalyzing conjugation whith Glutathione. **J. Biochem.** 83(3): 516-524.

Chinajariyawong, A., S, Kritsaneepaiboon and R. A. Drew. 2003. Efficacy of protein bait sprays in controlling fruit flies (Diptera: Tephritidae) infesting angled luffa and bitter gourd in Thailand. **Journal of The Raffles Bulletin of Zoology.** 51(1): 7-15.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chun, S.S., D.A. Vattem, Y.T. Lin and K. Shett. 2005. Phenolic antioxidants from clonal Oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. **Process Chemistry** 40:809-816.

Clark, A.G. and W.C. Dauterman. 1982. The characterization by affinity chromatography of glutathione–S–transferase from different strains of house fly. **Pestic Biochem Physiol**. 17 : 307 – 314.

Cordoba, M. A. 1992. **Pruba d fungicides para el combate quimico de la anthracnosis (*Colletrotrichum gloeosporioides*) en mango (*Mangifera indica* L.)**. Ing. Agric. Thesis. Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.

Drew, R.A.I., G. H. S. Hooper and M.A. Bateman. 1978. Economic fruit flies of the South Pacific Region. **J. Amt. elit. Soc**. 17: 384.

Etebarian, H.R., S. F. Kashani and L. Ebrahimi. 2013. Combination of silicon and hot water to control of postharvest blue mould caused by *Penicillium expansum* in apple**. Journal of Agriculture: Research and Review.** 3(1): 72-79.

Faheem, M., S. Saeed, A. Sajjad, A. Rehman and M. Farooq. 2010. In Search of the Best Hot Water Treatments for Sindhri and Chaunsa Variety of Mango. **J. Zool**. 44(1): 101-108.

Gopinath, K., N.V. Radhakrishnan and J. Jayaraj. 2006. Effect of propiconazole and difenoconazole on the control of anthracnose of chilli fruits caused by *Colletotrichum capsici.* **Crop protection** 25: 1024-1031.

Grove, T., W.P. Steyn and M.S. Beer. 1998. Remove from marked Records Warm water treatment as a quarantine measure for fruitfly-infested mangoes. **J. Yearbook - South African Mango Growers' Association**. 18: 23-25.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hayes, C.F., 1982. A study of Ultrasound and microwaves for the control of fruit flies in papaya postharvest. Hawaii Institute of tropical Agricultural and Human Resources. **Honolula. Res. Ext.No**. 20, p. 51.

Hingole, D. G. and B. P. Kurundkar. 2004. **Fungicidal evaluation and economic in controlling anthracnose of chilli.** Available Source: http: //www. cababstractsplus. Org/google/abstract.asp?AcNo=20043103543, September 22, 2008.

Hsu, J. C., H.T. Feng and W. J. Wu. 2004. Biochemical mechanisms of malathion resistance fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) **Plant Prot. Bull.** 46: 255 266.

Jaffries, P., J. C. Dood, M.J. Jeger and R.A. Plumbley. 1990. The biology and control of *Colletotrichum gloeosporioides* on Green Mango Fruit by Polymerase Chain Reaction. **Acta Hortic**. 712: 927-936.

Jain, S., S. Shrivastava, S. Nayak and S. Sumbhate. 2007. Recent trends in *Curcuma longa* Linn. **J. Phcog. Rev**. 1: 119-128.

Jayaprakasna, G. K., L. Jagan, M. Pao and K.K. Sakariah. 2005. Chemistry and biological activities of C. longa. **J. Food Sci. Teeh**. 16:533-548.

Johnny, L., U. K. Yusuf and R. Nulit. 2010. The Effect of Herbel Plant Extract on the Growth and Sporulatioon *of Colletotrichum gloeosporioides*. **J. Appl. Biosci.** 34: 2218-2224.

Karen, J. S. and L-Y. Michael. 2000. Response of 'Royal Gala' apples to hot water treatment for insect control. **Journal of Postharvest Biology and Technology** 19:111-122.

Khan, G. Z., T. Iqbal., N. Ahmad., M.T. Ahmad., M. Hamayoon Khan., M.S. Khan and R. Perveen. 2012. Effecacy of different synthetic and natural products against mealybug *MaconellIcoccus hirstus* in cotton. **Sarhad J. Agric**. 28(4): 594-598.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Khan, M., M.A. Hossain and M. S. Islam. 2007. Efect of Neem Leaf Dust and a Commercial of a Neem Compound on the Longevity, Fecundity and Ovarian Development of the Melon Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) and the Oriental Fruit Fly*, Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). **Pakistan J. Biol.** Sci. 10(20): 3656-3661.

Kim, D.S., Y.D. Seo and K.S. Choi. 2010. The effects of petroleum oil and lime sulfur on the mortality of *Unaspis yanonensis* and *Aculops pelekassi* in the laboratory. **Journal of Asia-Pacific Entomology** 13: 283–288.

Liang, G.Q., F. Liang, Q.C. Lin, C.J. Yun and W. Xu. 1993. Remove from marked Records Hot-water quarantine treatment to control oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in mangoes**. Journal of Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis** 15(4): 448-453.

Lizada, M.C.C., J.U. Agravante and E.O. Brown. 1986. Factors Affecting Postharvest Disease Control in 'Carabao' Mango Subjected to the Hot Water Treatment. **Philipp J. Crop Sci.** 11(3): 153-161.

Lloyr, A.C., E.L. Hamacek, R.A. Kopittke, T. Peek, P.M. Wyatt, C.J. Neale, M. Eelkema and H. Gu. 2010. Area-wide management of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Central Burnett district of Queensland, Australia. **Journal of Crop Protection** 29: 462–469.

Mackness, M.I. , C.h. walker, D. G. Rowlands and N.R. price. 1983. **Esterase activity in homogenantes of three strains of the red rust flour beetle (*Tribolium castaneum*. Herbst)**. Comp. Biochem. Physiol**.**

McMillan, R. T. 1972. Enhancement of anthracnose control on mango by combining copper with Nui-film-17. **Pro. Fla. State Hort. Soc.** 85: 268-270.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Meriga, B., R. Mopuri and T. MuraliKrishna. 2012. Insecticidal, antimicrobial and antioxidant activities of bulb extracts of *Allium sativum.* **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. http://www.elsevier.com/locate/apjtm. pp. 391-395.

Niber, B.T. 1994. The ability of powers and slurries from ten plants species grain from attact by *Prostephanus truncatus* Horn (*Coleoptera bostrichidae*) and *Sitophilus oryzae* L. (*Coleoptera curculionidae*). **Journal of Stobed Pbod. Res.** 30 (4): 297-301.

Obagwu, J. and L. Korsten. 2003. Control of citrus green and blue molds with garlic extracts. **Journal of Plant Pathol.** 109: 221-225.

Ogbebor, N.O., A.T. Adekunle and D.A. Enobakhare. 2007. Inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sac. causal organism of rubber (*Hevea brasiliensis Muell*. Arg.) leaf spot using plant extracts. **Journal of Biotechnology**. 6(3): 213-218.

Poulos, J. M. 1994. Capsicum L. *In* Siemonsma, J. S. and K. Piluek. **Plant Resources of South-East Asia,** Bogor, Indonesia.

Rae, D. J., Watson, D. M., Liang, W. G., Tan, B. L., Li, M., Huang, M. D., Ding, Y., Xiong, J. J., Du, D. P., Tang, J. and Beattie, G. A. G. 2005. Comparison of petroleum sprayoils, abamectin cartap and methomyl for control of citrus leaf miner (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern china. **Journal of Economic Entomology**. 89: 493-500.

Ravindran, P. N., K. N. Babu and K. Sivaraman. 2007. **Turmeric: The Genus Curcuma**. CRC Press Taylor&Francis Group, Boca Raton, Florida.

Shrivastava, A., G. Rizvi and M. S. Paijwar. 2011. Antifungal activity of some wild medicinal Plants against growth of *Fusarium oxysporum f.sp. Zingiber officinales Rosc.* **Journal of Pharmacognosy and Herbal Formulations.** 1(6): 24-27.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sakamura, F. and S, Hayashi. 1978. Constituents of essential oil from rhizomes of *Zingiber officinale* Roscoe. **Journal Agric** 20(2) : 203-206.

Stonehouse, J,. M. Afzal., Q Zia,. J. Mumfoud., A. Poswal and R. Mahmood. 2002. Single-killing-point field assessment of bait and lure control off fruit flies (Diptera:Tephritidae) in Pakistan. **Journal of Crop Protection**. 21: 651–659.

Than, P. P., R. Jeewon, K. D. Hyde, S. Pongsupasamit, O. Mongkolporn and P. W. J. Taylor. 2008. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. **Plant Pathology.** 57(3): 562-572.

Thummapimook, M. 2009. **The Use of Galangal Extract to Control Chili Anthracnose Caused by *Colletotrichum capsici*.** M.S. Thesis, University of Mahidol.

Umeh, V. and D. Onukwu. 2011. Effectiveness of foliar protein bait sprays in controlling *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) on sweet oranges. **Journal of Fruits**. 66 (5): 307–314.

Verghese, A., H.S. Madhura, P.D.K. Jayanthi and J.M. stonehouse. 2002. Fruit flies of economic significance in India, with special reference to *Bactrocera dorsalis* (Hendel), pp. 317–324. *In* **Proceedings of 6 th International Fruit Fly Symposium.** 6–10 May 2002, Stellenbosch, South Africa.

Visetson, S. 1991. **Insecticide resistance mechanism in the red rust flour beetle (*Tribolium castaneum*. Herbst)**. Ph D. Thesis. The University of Sydney, Australia.

Walterp, G. and S. Jenniferl. 1992. Hot-Water Immersion Quarantine Treatment for Guavas Infested with Caribbean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**. 85(4): 1235-1239.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yu, S. J. 1984. Interaction of allelochemical with detoxification enzymes of insecticides susceptible and resistance fall armyworm. **Pestic. Biochem. Physiol**. 22: 60-68.

Zhang, H., S., Wang., X., Huang., Y., Dong and X., Zheng. 2008. Integrated control of postharvest blue mold decay of pears with hot water treatment and *Rhodotorula glutinis*. **Journal of Postharvest Biology and Technology.** 49: 308–313.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารสกัดสมุนไพรเข้มข้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารสกัดสมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

1. การเตรียมสารสกัดสมุนไพรเข้มข้น

นำสมุนไพรแต่ละชนิด ที่เป็นส่วนผสมของสูตรต่างๆ หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งลมให้แห้งในปริมาณที่เท่ากัน แช่ในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน สมุนไพร 1 กิโลกรัมต่อแอลกอฮอล์ 2 ลิตร (1:2 w/v) หมักประมาณ 10-15 วัน ในถังพลาสติกขนาด 10 ลิตร

สมุนไพรสูตรผสมที่ 1 ได้แก่ เมล็ดสะเดา เหง้าข่า ใบตะไคร้หอม

สมุนไพรสูตรผสมที่ 2 ได้แก่ เมล็ดสะเดา เหง้าข่า เหง้าว่านน้ำ ผลมะกรูด ฝักคูณ เถาบอระเพ็ด

สมุนไพรสูตรผสมที่ 3 ได้แก่ เมล็ดสะเดา เหง้าข่า เหง้าว่านน้ำ ใบยอ ฝักคูณ เหง้าขมิ้นชัน ใบสาบเสือ ผลมะกรูด กระเทียม เถาบอระเพ็ด หัวไพล และใบยาสูบ

นำสารสกัดสมุนไพรที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 10-15 วัน กรองสารที่สกัดไว้ และนำไประเหยเอาแอลกอฮอล์ออก 50 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็นสมุนไพรเข้มข้น ด้วยเครื่อง Rotary Evaporator จากนั้นทำการเจือจางเป็นความเข้มข้นต่างๆ คือ 2.5 6.25 15.63 เปอร์เซ็นต์ โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้

สารสกัดสมุนไพรก่อนการระเหยมีอัตราการใช้ 1 ลิตร ผสมน้ำสะอาด 20 ลิตร เมื่อนำสารสกัดสมุนไพรระเหยเอาแอลกอฮอล์ออก 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการนำไปใช้จึงต้องเจือจางน้ำสะอาดในปริมาณที่มากขึ้นเป็น 2 เท่าคือ 40 ในการศึกษาครั้งนี้ได้เพิ่มความเข้มข้นก่อนนำไปใช้งาน มากกว่าเดิมเป็น x^2 และ x^3

ดังนั้น สารสกัดสมุนไพรเข้มข้นหลังการระเหยเอาแอลกอฮอล์ออก 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้น้ำสะอาด 40 ลิตร ต่อสารสกัดสมุนไพร 1 ลิตร

หากใช้น้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร ต้องใช้สารสกัดสมุนไพร เท่ากับ 2.5 มิลลิลิตร

x^2=น้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร ต้องใช้สารสกัดสมุนไพร เท่ากับ 6.25 มิลลิลิตร

x^3=น้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร ต้องใช้สารสกัดสมุนไพร เท่ากับ 15.63 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

วิธีการคำนวณกิจกรรมของเอนไซม์เอสเทอเรส และเอนไซม์กลูตาไทโอน-เอส-ทรานสเฟอเรส และการเตรียมสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยวิธี pNPA assay ของ Mackness *et al.* (1983)

Paranitrophenol product = OD/min x 58.8235 x total volume assay (ml)
แทนค่า OD/min ที่วัดได้จากเครื่อง spectrophotometer ด้วย A และปริมาณรวมที่ใช้วิเคราะห์ใน 1 cuvette = 3.0 ml ฉะนั้น ปริมาณเอนไซม์ที่วัดได้ = A x 58.8235x3

4. การวิเคราะห์ Glutathione – s - transferase โดยวิธี CDNB assay ของ Booth *et al.* (1961)

CDNB product = (OD/min x 1.316) / (9.6 x 1000 n mole)
แทนค่า OD/min ที่วัดได้จากเครื่อง spectrophotometer ด้วย C ฉะนั้น ปริมาณเอนไซม์ที่วัดได้ = C x 1.316 / 9.6 x 1000 n mole

5. การเตรียมสารเคมี

5.1 Phoaphate Buffer

0.1 M KH_2PO_4 (Potassium dihydrothiophosphate : M.W = 136.09) เตรียมโดยชั่ง KH_2PO_4 13.609 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

5.2 Stock EDTA (1mM ETA)

1 mM EDTA (Ethyline Dibromide Triacetic acid : M.W = 452.24) เตรียมโดยการชั่ง EDTA จำนวน 0.45224 กรัม เติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

5.3 Phosphate buffer with EDTA

นำ Stock 1mM EDTA ที่เตรียมจาก Stock EDTA จำนวน 1 มิลิลิตร เติมลงใน 0.1 M phosphate buffer ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร คนให้สารละลายเข้ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.4 Phosphate buffer with GST reduced form

เตรียมโดยชั่ง GST reduced form ปริมาณ 0.15 กรัม เติมลงใน phosphate buffer ปริมาตร 50 มิลลิลิตร คนให้สารละลายจนหมด

5.5 pNPA (Paranitrophenyl acetate) 0.12 M

เตรียมโดยชั่ง pNPA ปริมาณ 0.1 กรัม แล้วเติมลงในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเข้ากัน

5.6 CDNB (Chlorodinitrobenzene) 150 mM

เตรียมโดยชั่ง CDNB ปริมาณ 0.152 กรัม แล้วเติมลงในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเข้ากัน

5.7 สารละลาย Bradford (ใช้ในการหาค่าโปรตีน)

ชั่ง Coomassie Brilliant Blue R250 100 มิลลิกรัม แล้วเติมในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 50 มิลลิลิตร แล้วเติม 85% H_3PO_4 จำนวน 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ค่าเฉลี่ยการควบคุมโรคแอนแทรคโนสบนผลพริกหลังการทดสอบสารสกัดสมุนไพร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 ค่าเฉลี่ยของขนาดแผล (หน่วยเซนติเมตร) โรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ที่ได้รับการปลูกเชื้อและนำไปจุ่มสารสกัดสมุนไพร

กรรมวิธี	วันที่ทำการทดลอง				
	1	2	3	4	5
ควบคุม	0.28	0.35	0.5	0.63	0.87
น้ำสกัดสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	0.25	0.31	0.44	0.59	0.79
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0.17	0.35	0.4	0.55	0.61
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	0.16	0.27	0.33	0.51	0.55
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	0.16	0.25	0.3	0.45	0.5
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0.2	0.34	0.42	0.59	0.68
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	0.2	0.3	0.38	0.56	0.63
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	0.19	0.29	0.36	0.5	0.56
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0.24	0.31	0.42	0.56	0.69
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	0.21	0.31	0.45	0.49	0.56
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	0.2	0.3	0.4	0.45	0.51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค2 ค่าเฉลี่ยของขนาดแผล (หน่วยเซนติเมตร) โรคแอนแทรคโนสบนผลพริก ที่จุ่มสารสกัดสมุนไพรป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราที่เข้าทำลายภายหลัง

กรรมวิธี	วันที่ทำการทดลอง				
	1	2	3	4	5
ควบคุม	0.22	0.3	0.42	0.58	0.74
น้ำสกัดสมุนไพรป้องกัน และกำจัดเชื้อรา ปฐมอโศก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์	0.2	0.27	0.4	0.55	0.7
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0.17	0.27	0.31	0.47	0.5
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	0.13	0.2	0.23	0.4	0.49
สมุนไพรสูตร 1 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	0.11	0.18	0.23	0.3	0.43
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0.17	0.3	0.4	0.5	0.7
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	0.19	0.29	0.4	0.5	0.65
สมุนไพรสูตร 2 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	0.14	0.26	0.36	0.48	0.5
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	0.2	0.29	0.35	0.55	0.72
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 6.25 เปอร์เซ็นต์	0.2	0.27	0.34	0.53	0.66
สมุนไพรสูตร 3 ความเข้มข้น 15.63 เปอร์เซ็นต์	0.16	0.2	0.3	0.43	0.45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ค่าเฉลี่ยความสูง และรัศมีทรงพุ่มต้นพริก หลังการย้ายกล้าพริก ด้วยวิธีการจัดการแบบผสมผสาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง1 แสดงความสูง และรัศมีทรงพุ่มต้นพริก หลังการย้ายกล้าพริก (หน่วย เซนติเมตร)

กรรมวิธีการทดลอง	ระยะเวลาหลังย้ายกล้าพริก (วัน)					
	60		90		120	
	สูง	กว้าง	สูง	กว้าง	สูง	กว้าง
ควบคุม	63.33[a]	68.50[a]	74.53[a]	78.43[a]	77.67[a]	71.93[a]
ผสมผสาน	62.87[a]	66.27[a]	73.20[a]	75.37[a]	78.00[a]	78.97[a]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง
วัน เดือน ปี เกิด	10 มีนาคม 2530
สถานที่เกิด	อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการข้าวอินทรีย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
การเสนอผลงาน	การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 10 23-24 สิงหาคม 2555 ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์
ผลงาน	ธีรศักดิ์ แซ่ติ้ง และ ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล. 2555. การใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้อัลตร้าโซนิคเพื่อการจัดหนอนแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera latifrons*) ในผลพริก. ว. วิทย. กษ. 43(3) (พิเศษ): 592-595.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนผู้ช่วยสอนจากโครงการวิชาบูรณาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์