การพัฒนาผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลสำหรับดึงดูดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

Product Development of Natural Rubber Foam Mixed with Pheromone, Methyl Eugenol, for Attractant Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

รูเฟียะห์ มะลี

Rufeah Malee

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Entomology
Prince of Songkla University
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลสำหรับดึงดูดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

Product Development of Natural Rubber Foam Mixed with Pheromone, Methyl Eugenol, for Attractant Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

รูเฟียะห์ มะลี

Rufeah Malee

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Entomology
Prince of Songkla University
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลสำหรับดึงดูดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

ผู้เขียน นางสาวรูเฟียะห์ มะลี

สาขาวิชา กีฏวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริศ ท้าวจันทร์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริศ ท้าวจันทร์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

.....กรรมการ

(ดร.กราญ์จนา ถาอินชุม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา

.....

(ศาสตราจารย์ ดร. ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริศ ท้าวจันทร์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(นางสาวรูเฟียะห์ มะลี)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นางสาวรูเฟียะห์ มะลี)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลสำหรับดึงดูดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

ผู้เขียน นางสาวรูเฟียะห์ มะลี

สาขาวิชา กีฏวิทยา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจีนอล (methyl eugenol, ME) สำหรับการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) โดยศึกษาปริมาณของสาร ME ความหนาแน่น ความหนาชิ้นโฟม พื้นที่หน้าตัด ความคงทนต่ออุณหภูมิสูง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างผลิตภัณฑ์โฟมยางพารากับสำลีในแปลงไม้ผลของเกษตรกร

ปริมาณของสาร ME ในโฟมยางพาราที่ระดับ 50, 100, 200 และ 300 ไมโครลิตร ที่ตากไว้ในสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นระยะเวลา 0 - 120 วัน พบว่าโฟมยางพาราที่ผสมปริมาณสาร ME 50 ไมโครลิตร ที่ระยะเวลา 0 วัน มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีที่สุดอยู่ที่ 61.66 ± 1.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโฟมยางพาราที่วางในสภาพแวดล้อมระยะเวลา 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน ทุกระดับของสาร ME แสดงเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้โฟมยางพาราที่วางในสภาพแวดล้อมที่ระยะเวลา 120 วัน ปริมาณสาร ME 200 ไมโครลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* 27.50 ± 4.96 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกับชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ความหนาแน่นของเนื้อโฟมยางพาราที่ 0.21, 0.23 และ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เติมสาร ME 50 ไมโครลิตร ต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* พบว่าโฟมยางพาราทุกความหนาแน่นมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ระยะเวลา 15 วัน ทุกความหนาแน่นของโฟมยางพารามีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* สูงถึง 41.67 ± 6.41, 69.17 ± 5.07 และ 70.83 ± 3.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ยาวนานอย่างมีประสิทธิภาพถึง 120 วัน

ความหนาของโฟมยางพาราที่ 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร ที่เติมสาร ME 50 ไมโครลิตร ต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* พบว่าโฟมยางพาราความหนา 1.0 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีกว่าความหนาอื่น ๆ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยที่ระยะเวลา 15 และ 30 วัน โฟมยางพาราที่ความ

หนา 1.0 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้สูงที่สุดคือ 59.17 ± 8.31 และ 46.67 ± 5.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าที่ระยะเวลา 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน โฟมยางพาราที่ความหนา 1.0 เซนติเมตร แสดงเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้แก่ 16.70 ± 5.10, 23.30 ± 6.50, 24.20 ± 6.10, 23.30 ± 6.50 และ 8.30 ± 2.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างจากความหนาอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

พื้นที่หน้าตัดโฟมยางพาราที่ 5.0 x 5.0, 5.0 x 2.5 และ 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร ที่เติมสาร ME 50 ไมโครลิตร ต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* พบว่าพื้นที่หน้าตัดโฟมยางพาราทั้ง 3 รูปแบบ มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อยู่ในช่วง 5.00 - 80.83 เปอร์เซ็นต์ โดยพื้นที่หน้าตัดโฟมยางพาราที่ 5.0 x 5.0 ตารางเซนติเมตร ระยะเวลา 15 วัน สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้สูงถึง 80.83 ± 6.20 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ยาวนานถึง 120 วัน

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของโฟมยางพาราเปรียบเทียบกับสำลีผสมสาร ME 50 ไมโครลิตร สำหรับการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* โดยทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 6, 12, 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง พบว่าโฟมยางพาราที่ผ่านการบ่มในอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 25.83 - 71.67 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับสำลีซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 17.08 - 30.42 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การศึกษาประสิทธิภาพของกับดักโฟมยางพาราเปรียบเทียบระหว่างกับดักสำลีที่ผสมสาร ME 50 ไมโครลิตร โดยติดตั้งกับดักไว้ในแปลงละมุด 3 แปลง บนพื้นที่ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา พบว่าสัปดาห์ที่ 1 - 3 กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 172.67 - 314.20 ตัว/กับดัก ในขณะที่กับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 24.83 - 56.20 ตัว/กับดัก แต่เมื่อวางกับดักอย่างต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 4 - 10 พบว่าประสิทธิภาพของกับดักโฟมยางพาราสามารถปลดปล่อยสาร ME ได้อย่างต่อเนื่องยาวนานถึง 10 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่ 10 หลังจากติดตั้งกับดักในแปลงละมุด กับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 28.36 - 74.60 ตัว/กับดัก มากกว่ากับดักสำลีอยู่ในช่วง 1.17 - 3.60 ตัว/กับดัก ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากผลการทดลองทั้งหมดพบว่าผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่ผสมสาร ME สามารถนำมาใช้ทดแทนกับดักสำลีในการควบคุมจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้ในธรรมชาติได้

Thesis Title	Product Development of Natural Rubber Foam Mixed with Pheromone, Methyl Eugenol, for Attractant Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)
Author	Miss Rufeah Malee
Major Program	Entomology
Academic Year	2018

ABSTRACT

The effects of natural rubber foam mixed with methyl eugenol (ME) product for attractant to adult male *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) on different concentration of methyl eugenol, foam density, foam thickness, cross-sectional area, resistance in high temperature and the efficiency in the field were investigated.

The effects of 50, 100, 200 and 300 µl ME concentration in natural rubber foam and dried at external environment for 0 - 120 days on attractant to adult male *B. dorsalis* were studied. The 50 µl ME concentration at day 0 showed percentage attraction to adult male *B. dorsalis* 61.66 ± 1.67% while the rest ME concentrations at day 15, 30, 45, 60, 75 and 90 were not significantly different of percentage attraction ($P>0.05$). At day 120 of the 200 µl ME concentration showed percentage attraction to the fly 27.50 ± 4.96% and significantly different from other concentrations ($P<0.05$).

The natural rubber foam densities at 0.21, 0.23 and 0.25 g/cm^3 with 50 µl ME concentration on attractant to adult male *B. dorsalis* were studied. At day 15, the percentage attraction of adult male *B. dorsalis* of all densities were not significantly different ($P>0.05$) with percentage value 41.67 ± 6.41, 69.17 ± 5.07 and 70.83 ± 3.52%, respectively. All natural rubber foam densities showed the efficiency of attraction to adult male *B. dorsalis* up to 120 days.

The natural rubber foam thickness at 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 cm with 50 µl ME concentration on attractant to adult male *B. dorsalis* were studied. The natural rubber foam thickness at 1.0 cm showed the percentage attraction to adult male *B. dorsalis* higher than other natural rubber foam thickness and significantly different

(P<0.05). At day 15 and 30, the natural rubber foam thickness 1.0 cm gave high percentage of attraction value with 59.17 ± 8.31 and 46.67 ± 5.58%, respectively. In addition, at day 45, 60, 75, 90 and 120, the natural rubber foam thickness 1.0 cm showed percentage attraction to adult male *B. dorsalis* 16.70 ± 5.10, 23.30 ± 6.50, 24.20 ± 6.10, 23.30 ± 6.50 and 8.30 ± 2.10%, respectively, and significantly different from the rest natural rubber foam thickness (P<0.05).

The cross-sectional area of natural rubber foam at 5.0 × 5.0, 5.0 × 2.5 and 2.5 × 2.5 cm^2 with 50 µl ME concentration on attractant to adult male *B. dorsalis* were investigated. All cross-sectional areas were not significantly different on the percentage attraction to adult male *B. dorsalis* (P>0.05) with ranged 5.00 - 80.83%. At day 15, the cross-sectional area at 5.0 × 5.0 cm^2 showed the highest percentage attraction to adult male *B. dorsalis* 80.83 ± 6.20% and have efficiency of attraction up to 120 days.

The temperature effects of natural rubber foam and the cotton plug with 50 µl ME concentration on attraction to adult male *B. dorsalis* were investigated. The different temperatures at 25, 35, 45, 55 and 65°C and different incubation times at 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hrs of natural rubber foam and the cotton plug were tested. The natural rubber foam at 65°C showed percentage attraction to adult male *B. dorsalis* ranged 25.83 - 71.67% and significantly different from the cotton plug with percentage attraction ranged 17.08 - 30.42% (P<0.05).

The efficiency of natural rubber foam and cotton plug trap with 50 µl ME concentration on attraction to adult male *B. dorsalis* were investigated in the field condition of three sapodilla orchards at Kohyor, Mueng district, Songkhla province. At the week 1 - 3, the cotton plug trap showed the highest captured flies ranged 172.67 - 314.20 flies/trap while the natural rubber foam trap was ranged 24.83 - 56.20 flies/trap. At the week 4 - 10, the natural rubber foam can release the ME constantly up to 10 weeks with the number of captured flies ranged 28.36 - 74.60 flies/trap and significantly higher than the cotton trap was ranged 1.17 - 3.60 flies/trap (P<0.05). From of all results, the natural rubber foam product mixed with ME are suitable than cotton trap for control fruit flies pest population in nature.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.นริศ ท้าวจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษา ตลอดจนชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตรจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส และดร.กราญ์จนา ถาอุนชุม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องในการเขียนวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณทุนเรียนดี คณะทรัพยากรธรรมชาติ สถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ บัณฑิตวิทยาลัยและอุทยานวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ ที่อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ จนทำให้การทดลองทั้งหมดสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ยางพารา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอบคุณผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.เอกวิภู กาลกรณ์สุรปราณี และนางสาวนุสนา แหละหมัน กรุณาให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเอื้ออำนวยความสะดวกในการทำการทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคุณสายฝน แซ่ตัน คุณอรอนงค์ เขียวคง คุณยาวารียะห์ สาเมาะ คุณปัทมาพร อินสุวรรณโณ คุณสิริพร ศรีเจริญ และบุคลากรภาควิชาการจัดการศัตรูพืชทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและเอื้ออำนวยความสะดวก ทั้งด้านวัสดุ อุปกรณ์ในการทำวิทยานิพนธ์และความช่วยเหลือทางด้านงานธุรการ

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว สำหรับความห่วงใย และกำลังใจที่สำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณนางสาวเบญจวรรณ ศิริกุล นางสาวนีรชา หลิมนุกูล นางสาวคอฎียะ เถาวัลย์ Miss Keum Theary และ Miss Mottakina Akter ที่ให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเป็นกำลังใจให้กันตลอดเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในทุกเรื่องที่เป็นประโยชน์แก่การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รูเฟียะห์ มะลี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	11
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	12
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	22
4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	42
ประวัติผู้เขียน	50

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบโฟมยางพารา	12
2	ส่วนประกอบอาหารเทียมเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*	14
3	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่ผสมปริมาณสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลระดับต่างกัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	23
4	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่นต่างกัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	26
5	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่ความหนาต่างกัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	28
6	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	30

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวเต็มวัยเพศเมีย มีอวัยวะวางไข่ยื่นยาวออกมาจากส่วนท้อง (oviposition) (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ข) แมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel)	4
2	พื้นที่การแพร่ระบาดของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel)	7
3	สูตรโครงสร้างของสารเมทิลยูจินอล (methyl eugenol)	9
4	อาหารสำหรับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ได้แก่ น้ำ (ก) น้ำตาลทรายแดง (ข) ผงยีสต์สกัด (ค)	14
5	โฟมยางพาราขนาดมาตรฐาน (กว้าง x ยาว x หนา) 5.0 x 5.0 x 1.0 เซนติเมตร	15
6	การทดสอบประสิทธิภาพโฟมยางพาราผสมปริมาณสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในห้องปฏิบัติการ	16
7	พื้นผิวภายนอกและภายในของโฟมยางพารา	17
8	โฟมยางพาราความหนา 1.0 (ก) 2.0 (ข) 3.0 (ค) 4.0 (ง) เซนติเมตร	18
9	ขนาดพื้นที่ตัดของโฟมยางพารา (กว้าง x ยาว) 5.0 x 5.0 (ก) 2.5 x 5.0 (ข) 2.5 x 2.5 (ค) ตารางเซนติเมตร	19
10	การบ่มโฟมยางพาราและสำลีในอุณหภูมิต่างๆ โดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ในห้องปฏิบัติการ	20
11	แปลงละมุดของเกษตรกรสำหรับทำการทดลอง บนพื้นที่ ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	21
12	รูปแบบกับดักที่ใช้สำลี (ก) และกับดักที่ใช้โฟมยางพารา (ข) สำหรับดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในแปลงละมุดบนพื้นที่ ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	21
13	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล 4 ระดับ ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	23

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	การตอบสนองของแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในโฟมยางพาราผสมปริมาณสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล 50 ไมโครลิตร ที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน	24
15	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 3 ขนาด ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	26
16	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่ความหนา 4 ระดับ ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	28
17	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 3 รูปแบบ ระยะเวลา 0 – 120 วันในสภาพห้องปฏิบัติการ	30
18	เปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่ออุณหภูมิสูงของโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel)	32
19	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	33
20	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	33
21	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	34
22	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	34

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส	35
24	วิเคราะห์ค่า Box plot เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ที่อุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง	35
25	จำนวนค่าเฉลี่ย (แมลง/กับดัก) ต่อการดักจับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดที่ 1 ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	37
26	จำนวนค่าเฉลี่ย (แมลง/กับดัก) ต่อการดักจับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดที่ 2 ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	38
27	จำนวนค่าเฉลี่ย (แมลง/กับดัก) ต่อการดักจับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดที่ 3 ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	38
28	วิเคราะห์ค่า Box plot จำนวนค่าเฉลี่ยการดักจับตัวเต็มวันแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดทั้ง 3 แปลง ของเกษตรกร ต. เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	39

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันผลไม้ของไทย เช่น มะม่วง ฝรั่ง และชมพู่ เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ และยังเป็นผลไม้ที่คนไทยนิยมรับประทาน สำหรับปัญหาสำคัญที่สร้างความเสียหายให้กับพืชปลูกกลุ่มนี้คือการเข้าทำลายของโรคและแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ซึ่งจำนวนแมลงวันผลไม้ที่อยู่ในวงศ์ Tephritidae มีมากกว่า 4,000 ชนิด คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแมลงวันผลไม้ทั้งหมด จัดเป็นแมลงวันผลไม้ศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แมลงวันผลไม้มีพื้นที่การแพร่ระบาดในหลายประเทศทั่วโลกทั้งเขตอบอุ่น เขตกึ่งร้อน และเขตร้อน (White and Elson-Harris, 1992; Allwood *et al*., 1999; Clarke *et al*., 2001) การเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ในผลผลิตส่วนใหญ่มักเข้าทำลายผลไม้ที่มีเปลือกบางหรืออ่อนนุ่ม มีรายงานการเข้าทำลายไม้ผลชนิดต่างๆ มากกว่า 150 ชนิด ซึ่งล้วนเป็นพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ทั้งสิ้น ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* สามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณประชากรในพืชอาศัยต่างๆ ได้ตลอดทั้งปี เมื่อแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายผลผลิตทำให้เกิดความเสียหาย เน่าเสีย และทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ได้ ส่งผลให้ผลผลิตของผลไม้ดังกล่าวมีคุณภาพต่ำ และในบางครั้งไม่สามารถส่งออกผลไม้ไปยังประเทศต่างๆ ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่มีกฎหมายการกักกันอย่างเข้มงวด เช่น ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์ เป็นต้น เนื่องจากประเทศผู้สั่งซื้อผลไม้จากเมืองไทยได้ถือเอาเรื่องแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* นี้เป็นข้ออ้างและเป็นอุปสรรคที่สำคัญยิ่งในการไม่ยอมรับผลไม้ของประเทศไทยเพื่อจำหน่ายในประเทศเหล่านี้ เกษตรกรผู้ปลูกผลไม้ส่วนใหญ่ประสบปัญหาการระบาดของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่สร้างความเสียหายให้แก่ผลผลิต จึงต้องมีการป้องกันกำจัดโดยสารเคมีด้วยการฉีดพ่น ส่งผลให้มีต้นทุนในการผลิตสูง คุณภาพผลผลิตต่ำ รวมทั้งเป็นอันตรายต่อเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญกับการวางแนวทางป้องกันและควบคุมการระบาดของแมลงวันผลไม้ (ประพนธ์ และคณะ, 2552)

เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตจากการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เกษตรกรต้องมีการจัดการควบคุมประชากรของแมลงวันผลไม้ในพื้นที่ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การเก็บผลไม้ที่ถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลายออกจากพื้นที่ หรือทำลาย การห่อผล การใช้แตนเบียนแมลงวันผลไม้ การใช้เชื้อราโรคแมลง การฉายรังสี การใช้เหยื่อล่อโปรตีน หรือการใช้สารฟีโรโมนร่วมกับกับดัก และการใช้

สารเคมี (Allwood, 1997; Sarker *et al*., 2009; Sarango *et al*., 2009; IAEA, 2013; Tan *et al*., 2014; Thaochan and Ngampongsai, 2015) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารฟีโรโมนในแมลงวันผลไม้เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้เป็นอย่างมาก สำหรับสารฟีโรโมนที่ใช้ในการควบคุมแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* คือ สาร methyl eugenol (1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)benzene) (ME) (ภาพที่ 3) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* รวมทั้งแมลงวันเพศผู้ในสกุล *Bactrocera* และ *Dacus* หลายๆ ชนิด (White and Elson-Harris, 1992; Shelly, 2010; Tan and Nichida, 2012) ข้อดีของการใช้สาร ME คือสามารถช่วยลดจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในธรรมชาติ หรือใช้ในการพยากรณ์การระบาดของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ในพื้นที่ได้อีกด้วย (Allwood, 1997; CDFA, 2013; Barclay *et al*., 2014)

สาร ME มีลักษณะเป็นของเหลวและระเหยได้ง่าย การใช้งานส่วนใหญ่จึงต้องหยดสารดังกล่าวลงไปในสำลีและผสมสารเคมีกำจัดแมลง หลังจากนั้นนำไปแขวนไว้ในกับดัก เพื่อล่อให้แมลงวันเข้ามาติดอยู่ในกับดัก เนื่องจากสาร ME เป็นสารที่ระเหยได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่สามารถคงอยู่ในสภาพแวดล้อมได้ยาวนาน นอกจากนี้สภาพอากาศที่ร้อนยังส่งผลให้สาร ME ระเหยได้อย่างรวดเร็ว (Hiramoto *et al*., 2006; Jang, 2011; Bhagat *et al*., 2013) มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการนำวัสดุบางชนิดมาใช้ทดแทนสำลี เพื่อทำหน้าที่ปลดปล่อยสาร ME ได้ยาวนานขึ้น (Vargas *et al*. 2010a; Shelly *et al*. 2011; Bhagat *et al*., 2013; Sidahmed *et al*. 2014) สำหรับในประเทศไทยพบว่าผลิตภัณฑ์แผ่นยางพาราหรือโฟมยางพารานั้นหาง่าย มีราคาถูก นอกจากนี้มีการนำวัสดุจากยางพาราไปใช้ร่วมกับสารบางชนิด พบว่าสามารถช่วยชะลอการปลดปล่อยสารให้ได้ยาวนานยิ่งขึ้น (Herculano *et al*., 2009; Murbach *et al*., 2014; de Barros *et al*., 2015)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมยางพารา ที่ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางใหม่ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก เช่น ผลิตภัณฑ์สำหรับงานทางวิศวกรรม ทางคมนาคม ทางการแพทย์ ทางเภสัชกรรม และทางการเกษตร เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า ยางดิบมีข้อด้อยเรื่องกลิ่นเมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ จึงได้มีการกลบกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ของยางพารา โดยการพัฒนาสารจากธรรมชาติใช้ห่อหุ้มน้ำหอมและควบคุมการปลดปล่อยน้ำหอมอย่างช้า ๆ ให้ยาวนาน (สำนักงานสนับสนุนกองทุนการวิจัย, 2558) ในทางเภสัชกรรมได้นำฟิล์มแปรรูปจากยางพารา เคลือบเม็ดยาเพื่อควบคุมการปลดปล่อยสาร (Bonacucina *et al*., 2006) นอกจากนี้มีการทดลองของวิวัฒน์ (ม.ป.ป.) ได้ทดลองระบบนำส่งยาทางผิวหนัง จากน้ำยางและยางแท่ง Standard Thai Rubber (STR 5L) โดยสามารถควบคุมการปลดปล่อยยาได้นานกว่า 24 ชั่วโมง และทดสอบการเตรียมผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างความพรุนสูงจากยางพาราสำหรับใช้บรรจุยา gentamicin เพื่อใช้ปลดปล่อยยา โดยคุณสมบัติของยางพาราดังกล่าวจึงเกิดความน่าสนใจที่จะนำผลิตภัณฑ์จากยางพารามาประยุกต์ใช้ร่วมกับสาร ME ที่ใช้ดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้

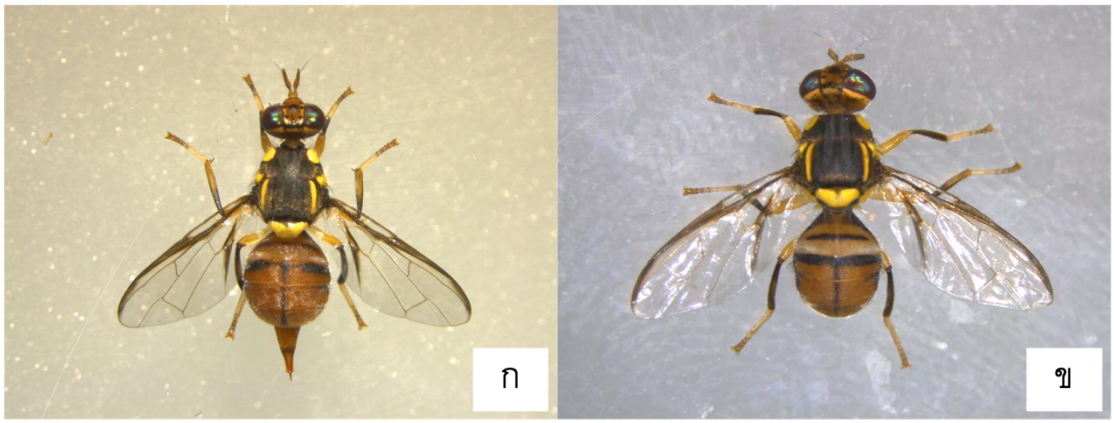
B. dorsalis คาดว่าสามารถที่จะคงทนอยู่ในสภาพแวดล้อมได้ยาวนานเพื่อลดต้นทุนในการควบคุมแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่ระบาดในแปลงปลูกของเกษตรกรได้

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* (ภาพที่ 1) วงศ์ Tephritidae เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญต่อผลไม้ในเขตอบอุ่นและเขตร้อนของโลก (Peng *et al*., 2006) รวมทั้งพบการระบาดในประเทศไทย แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายพืชที่เป็นพืชเศรษฐกิจมากกว่า 106 ชนิด เช่น มะม่วง ชมพู่ ฝรั่ง น้อยหน่า ละมุด ขนุน เงาะ และกล้วย เป็นต้น (ยุวรินทร์ และคณะ, 2553) แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายผลไม้ที่เปลือกบาง อ่อนนุ่ม เพื่อใช้เป็นแหล่งในการขยายพันธุ์ โดยเฉพาะในช่วงเดือนกุมภาพันธุ์จนถึงเดือนมิถุนายนในสาธารณรัฐประชาชนจีน เป็นช่วงที่ประชากรแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* สูงสุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ผลไม้ออกผลผลิตจำนวนมาก (Peng *et al.*, 2006) แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* จะมีจำนวนประชากรต่ำสุดในฤดูหนาว (อุณหภูมิต่ำ) ช่วงเดือนธันวาคม และจำนวนประชากรจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อช่วงเวลาดังกล่าวมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (สุภาภรณ์, 2542)

White and Elson-Harris (1992) รายงานว่าพบแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายพืช 359 ชนิด โดยเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ 253 ชนิด ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* สามารถขยายพันธุ์ และเพิ่มปริมาณได้จากพืชอาศัยชนิดต่าง ๆ ได้ตลอดปีจึงทำให้การควบคุมและการป้องกันกำจัดทำได้ยากก่อให้เกิดปัญหาต่อพืชผัก โดยเฉพาะผลไม้ที่เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด



ภาพที่ 1 ตัวเต็มวัยเพศเมีย มีอวัยวะวางไข่ยื่นยาวออกมาจากส่วนท้อง (oviposition) (ก) ตัวเต็มวัยเพศผู้ (ข) แมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel)

2. วงจรชีวิตของแมลงวันผลไม้

การเจริญเติบโตของแมลงวันผลไม้โดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 4 ระยะคือ ระยะไข่ ระยะหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย

ระยะไข่ มีรูปร่างคล้ายผลกล้วยขนาดกว้าง 0.2 มิลลิเมตร ยาว 0.4 มิลลิเมตร สีขาวขุ่น ผิวเป็นมัน สะท้อนแสง ระยะไข่กินเวลาประมาณ 2 วัน ซึ่งปกติจะฟักที่อุณหภูมิ 28 – 32 องศาเซลเซียส

ระยะหนอน ระยะนี้หนอนจะอาศัยภายในผลไม้ตลอดระยะเวลาที่เป็นหนอน ซึ่งเป็นระยะที่เข้าทำทำลายผลไม้ ลักษณะตัวหนอนจะยาวรี หัวแหลม ท้ายป้าน ไม่มีขา สีขาว หรือมีสีใกล้เคียงกับผลไม้ที่เป็นพืชอาศัย เช่น แมลงวันผลไม้ที่อาศัยอยู่ในผลมะม่วง อาจมีสีเหลืองอ่อนตามผลมะม่วง หรือแมลงวันผลไม้ที่อาศัยอยู่ในแตงโม อาจมีสีตามสีของแตงโมก็ได้ แต่เมื่อหนอนเจริญเต็มที่แล้ว จะมีสีขาวทึบแสง โดยลักษณะตัวหนอนเมื่อโตเกือบเต็มที่ (หนอนวัย3) มีรูปร่างกลมยาวรี เคลื่อนที่โดยการดีดตัว การดีดตัวแต่ละครั้งจะดีดตัวได้ไกลประมาณ 30 เซนติเมตร การดีดตัวนี้เป็นการช่วยให้หนอนหาทำเลหรือพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อเข้าดักแด้ในดิน โดยหนอนที่เต็มที่แล้วมีขนาดลำตัวกว้าง 2 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร ระยะหนอนประมาณ 8 - 12 วัน

ระยะดักแด้ ลักษณะกลมรีคล้ายถังเบียร์ ขนาดกว้าง 2 มิลลิเมตร ยาว 4 มิลลิเมตร สีน้ำตาล เห็นปล้องตามแนวขวางชัดเจน เป็นระยะที่ไม่กินอาหาร ไม่เคลื่อนไหว และอาศัยอยู่ในดินลึกประมาณ 2 - 5 เซนติเมตร ระยะดักแด้ประมาณ 10 - 12 วัน

ระยะตัวเต็มวัย แมลงวันผลไม้มีสีน้ำตาลปนดำ บางชนิดมีสีน้ำตาลอมแดง มักมีแถบสีเหลืองที่ส่วนอก ปีกบางใสสะท้อนแสง โดยระยะตัวเต็มวัยแมลงจะไม่ทำลายไม้ผล ตัวเต็มวัยหลังจากออกจากดักแด้ประมาณ 10 วัน จะเริ่มผสมพันธุ์ และวางไข่ในผลไม้ที่อาศัย ตัวเต็มวัยระยะแรกต้องการอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง เพื่อไปพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์และการวางไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เวลากลางวันสามารถวางไข่ได้ทุกวัน เกือบตลอดอายุขัย ประมาณ 1,000 - 3,000 ฟองต่อตัว ดังนั้นแมลงวันผลไม้จึงมีอัตราการขยายพันธุ์ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับแมลงชนิดอื่น แมลงวันผลไม้มีอายุเฉลี่ย 1 - 3 เดือน กินอาหารจากพืชอาศัย โดยระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่เกษตรกรมีการควบคุมมากที่สุด (กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีรังสี, มปป.)

3. อนุกรมวิธานของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

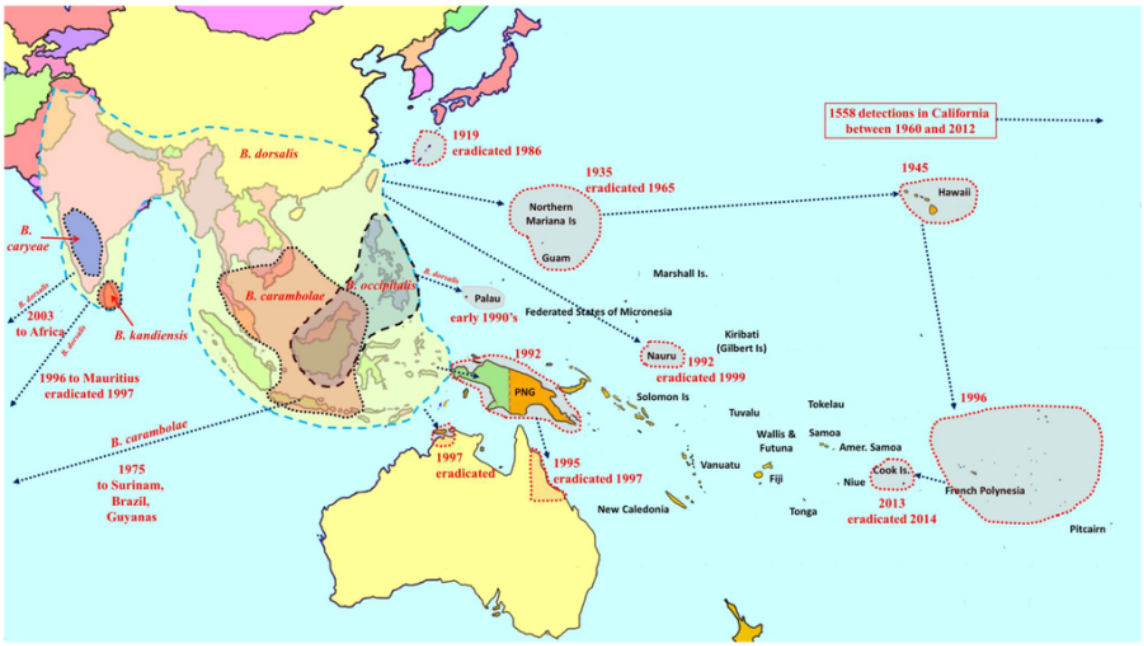
แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* complex ในกลุ่มนี้ประกอบไปด้วยอย่างน้อย 68 ชนิด ที่มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และหมู่เกาะแปซิฟิก ในปี 1994 มีการจัดจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้กลุ่มนี้ ได้แก่ *Bactrocera papayae* Drew & Hancock, *Bactrocera philippinensis* Drew & Hancock และ *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock ในปี 2005 ได้เพิ่ม *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta & White เข้ามาในกลุ่มนี้อีกด้วย ต่อมา Schutza และคณะ (2014) รายงานสรุปการจัดจำแนกชนิดของแมลงวันผลไม้กลุ่มนี้ว่ามีเพียงแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* และ *B. carambolae* เท่านั้น โดยมีการรวมให้ *B. papayae* และ *B. philippinensis* เป็น *B. dorsalis* ส่วน *B. carambolae* ยังคงอยู่เหมือนเดิม สำหรับลำดับขั้นการแบ่งกลุ่มของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ถูกแบ่งกลุ่มดังนี้

ลำดับขั้นการแบ่งกลุ่มของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

อาณาจักร: Animalia
ไฟลัม: Arthropoda
ชั้น: Insecta
อันดับ: Diptera
วงศ์: Tephritidae (Newman, 1834)
สกุล: *Bactrocera* (Macquart, 1835)
สกุลย่อย: *Bactrocera* (Macquart, 1835)
ชนิด: *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912)

4. การแพร่ระบาด

แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* มีการแพร่ระบาดอยู่ทั่วไป ได้แก่ ทวีปเอเชีย เช่น บังกลาเทศ ภูฏาน กัมพูชา จีน ฮ่องกง อินเดีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ลาว มาเลเซีย พม่า เนปาล หมู่เกาะโอกาซาวา ปากีสถาน ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา ไต้หวัน ไทย และเวียดนาม (CABI 1994, Vargas *et al*., 2007) (ภาพที่ 2) สำหรับประเทศไทยมีการแพร่ระบาดอยู่ทั่วภูมิภาค (Allwood *et al*., 1999) ทั้งในเขตป่าและเขตชุมชน แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* สามารถอยู่ได้แม้มีระดับความสูงถึง 2,760 เมตร จากระดับน้ำทะเล และยังพบตลอดทั้งปี เนื่องจากมีพืชอาหารมากมาย อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25-28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 พื้นที่การแพร่ระบาดของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (เส้นประสีฟ้า)
ที่มา: Vargas *et al*. (2015)

5. พืชอาหารของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เป็นชนิดของแมลงที่มีพืชอาหารกว้าง สามารถเข้าทำลายพืชได้หลากหลายชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น เช่น *B. latifrons* (Hendel) หรือ *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) ในประเทศไทยมีรายงานสำรวจพืชอาหารของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ มังคุดป่า ลิ้นจี้ ท้อพันธุ์เนคาลิน ฝรั่ง ช้าลุกโพ กระท้อน มะม่วง น้อยหน่า มะเฟือง หูกวาง จันดง โศกอินเดีย กล้วยหอม พุทรา กระบก ชมพู่ ตากวาง มะดูก การเวก และหมาก (วิสุทธิ์ และคณะ, 2541) ส่วน Carroll *et al.*, (2006) รายงานพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้ชนิดนี้มีมากถึง 27 วงศ์พืช และในส่วนของประเทศอเมริกามีรายงานพบการเข้าทำลายในผักและผลไม้มากถึง 478 ชนิด แต่โดยทั่วไปพบเข้าทำลายใน อะโวคาโด มะม่วง และมะละกอ (USDA, 2016) จึงเห็นได้ว่าแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ชนิดนี้มีพืชอาหารกว้างและที่สำคัญเป็นพืชทางเศรษฐกิจอีกด้วย

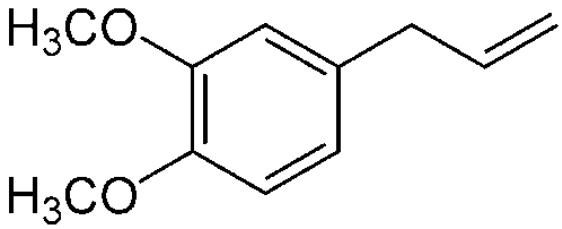
6. การควบคุมการระบาดของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายผลไม้โดยการวางไข่ในผลไม้ชนิดนั้น ๆ เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอน จะชอนไชกัดกินเข้าไปในผลไม้ทำให้เน่าร่วงหรือผิดรูปร่างไปจากเดิม การระบาดของแมลงวันผลไม้ หากไม่ควบคุมจะทำให้ผลไม้เสียหายอย่างหนักเกษตรกรจึงทำทุกวิถีทางเพื่อแก้ปัญหาการระบาดของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ในแปลงปลูกของตัวเอง ซึ่งการควบคุมแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ในปัจจุบันที่เกษตรกรเลือกปฏิบัติมีหลายวิธีด้วยกันเช่น การห่อผล การใช้แตนเบียนแมลงวันผลไม้ การใช้เชื้อราโรคแมลง การเขตกรรมโดยการเก็บผลที่เน่าหรือผลที่โดนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายไปทำลายทิ้ง การใช้เหยื่อพิษโปรตีน (วิภาดา และคณะ, 2553) และยังมีงานวิจัยได้ทดสอบการทำหมันแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* โดยรบกวน RNA เป้าหมายของกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Dong *et al*., 2016) การควบคุมด้วยเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (นริศ และอนุชิต, 2551) สำหรับวิธีการควบคุมแมลงวันผลไม้อีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากคือการใช้กับดัก ซึ่งสามารถใช้เพื่อการศึกษาชีวานุกรมวิธาน (bio-systematic) การควบคุมประชากรของแมลงวันผลไม้ การประเมินการว่ามีหรือไม่มีของแมลงวันผลไม้ในพื้นที่ ศึกษาความหนาแน่นของประชากรและการกระจายตัวของแมลงวันผลไม้ (Rizk *et al*., 2014) การใช้กับดักในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับเหยื่อล่อโปรตีน หรือการใช้สารล่อแมลงวันผลไม้เมทิลยูจินอล (methyl eugenol, ME) ร่วมกับสารฆ่าแมลง malathion (Qureshi *et al.,* 1992; Khan *et al.,* 2015) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรไทยส่วนใหญ่นิยมคือการใช้กับดักร่วมกับสารล่อ ME แมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในแปลงเพื่อลดอัตราการผสมพันธุ์ เป็นต้น (เรณู, 2541)

7. คุณสมบัติของสารเมทิลยูจินอลต่อแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

สารล่อแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่นิยมนำมาใช้ในกับดักแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้แก่ สารดึงดูดเพศ และสารล่ออาหาร ในส่วนของสารดึงดูดเพศที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นเลียนแบบธรรมชาติเพื่อดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้แก่สาร ME ซึ่งเป็นฟีโรโมนเพศที่ใช้ดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* และเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ควบคุมแมลงวันผลไม้ชนิดนี้ เนื่องจากหนวดของแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* มียีนตัวรับกลิ่น (olfaction genes) ที่จำเพาะเจาะจงสามารถรับกลิ่นของสารฟีโรโมนอย่าง ME ได้ดี (Liu *et al*., 2016) และสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ในระยะไกลรัศมีประมาณ 20 เมตร ช่วยลดจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เพศผู้ให้อยู่ในระดับต่ำไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมประชากรของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้ Vargas *et al.,* (2000) ได้ทดสอบกับดักที่ใช้ร่วมกับสาร ME เพื่อควบคุมแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในฮาวาย โดยใช้ร่วมกับกับดัก plastic bucket ที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้ใส่สารดังกล่าว พบว่า

สาร ME ที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถดักจับแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ จากนั้นได้มีรายงานเพิ่มเติมจาก Vargas *et al*., (2010b) โดยรายงานว่าสาร ME เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ โดยเฉพาะสายพันธุ์ *B. dorsalis* ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับฟีโรโมนเพศของแมลง ข้อดีของการใช้สาร ME เป็นสารล่อคือ สารดังกล่าวมีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลงวันผลไม้ได้ดี ไม่เป็นพิษต่อพืชและสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ ชลธิรา และคณะ (2557) ที่รายงานว่ากับดักสำเร็จรูปผสมกับสารล่อ ME เป็นกับดักที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมประชากรของแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในสวนชมพู่



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างของสารเมทิลยูจินอล (methyl eugenol)
ที่มา: http://www.wikiwand.com/de/Methyleugenol

8. กับดักและการดักจับแมลงวันผลไม้

กับดัก McPhail (McPhail trap) เป็นกับดักรูปแบบแรกที่ถูกนำมาใช้ร่วมกับเหยื่อล่อโปรตีน (protein bait) ในการดักจับแมลงวันผลไม้ (McPhail, 1939) ต่อมาในปี 1957 มีการพัฒนารูปแบบกับดักเป็นกับดัก Steiner (Steiner trap) (Steiner *et al*., 1952) และมีการพัฒนารูปแบบกับดักขึ้นมาเรื่อย ๆ จนถึงปี 1971 กับดัก Jackson (Jackson trap) ถูกพัฒนาเพื่อใช้ร่วมกันกับสาร trimedlure (TML) (Harris *et al*., 1971) โดยปัจจุบันยังคงมีการใช้งานกับดักเหล่านี้ในการสำรวจประชากร การคาดคะเน ร่วมไปถึงการควบคุมประชากรของแมลงวันผลไม้ การรวมกันของกับดัก McPhail กับเหยื่อล่อโปรตีน กับดัก Jackson กับสาร TML และกับดัก Steiner กับสาร ME หรือ Cue-lure (CUE) ซึ่งกับดักเหล่านี้ยังคงถูกใช้งานไม่เปลี่ยนแปลงมานานหลายทศตวรรษ มีการศึกษาการดักจับแมลงวันผลไม้ด้วยกับดักต่างๆ ผ่านงานวิจัยร่วมกันกับ FAO/IAEA ที่ได้เสนอการใช้กับดักที่ผ่านการยอมรับว่ามีการปรับปรุงคุณภาพในการดักจับแมลงวันผลไม้เพื่อใช้ในการควบคุมในพื้นที่ที่มีการระบาด (IAEA, 1996; IAEA, 1998) ซึ่งปัจจุบันกับดักเหล่านี้ถูกใช้ร่วมกันกับสารสังเคราะห์ที่สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศเมียหลายชนิด ได้แก่ *Anastrepha*, *Bactrcera* และ *Ceratitis* เป็นต้น ปัจจุบันมีนักวิจัยมากมายใช้กับดักเพื่อดักจับแมลงวันผลไม้แต่ละชนิดตามวัตถุประสงค์ของ

งานวิจัย และพบว่ากับดักแต่ละชนิดสามารถดักจับแมลงวันผลไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Victor, 2009)

9. การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จากยางพารา

โฟมยางเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางพาราแห้ง มีลักษณะเป็นรูพรุน เกิดจากการใช้สารที่ทำให้เกิดฟองอากาศที่เรียกว่า สารฟู (blowing agent) ซึ่งโฟมยางที่ผลิตเชิงการค้ามีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง มีรายงานว่า มีการเตรียมยางแห้งให้อยู่ในรูปแบบซูโดลาเท็กซ์ ก่อนนำไปเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นแปะผิวหนังยารักษากล้ามเนื้ออักเสบในรูปแผ่นฟิล์ม และรูปแบบเจล ซึ่งสามารถควบคุมการปลดปล่อยยาได้เป็นเวลานานอีกทั้งยังมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราในด้านเภสัชกรรม โดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยางพาราที่ผสมสารนิโคตินถึง 4 รูปแบบ ซึ่งในแต่ละรูปแบบที่ได้พัฒนามีความสอดคล้องและสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ เช่นหมากฝรั่งสำหรับเคี้ยว แผ่นแปะผิวหนังชนิดผสมยาในเนื้อยาง แผ่นแปะผิวหนังชนิดถุงกักเก็บยา และสารละลายยาผสมน้ำยางที่สามารถแห้งเป็นฟิล์มบนผิวหนังได้เอง ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 รูปแบบนี้สามารถควบคุมการปลดปล่อยนิโคตินออกจากผลิตภัณฑ์และดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ในอัตราที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้มีการพัฒนาทางเภสัชกรรมในรูปแบบอื่นๆ อีกเช่น การใช้น้ำยางไปเคลือบยาเม็ดเพื่อควบคุมการปลดปล่อยยาออกจากเม็ดยาได้อีกด้วย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2557)

จากคุณสมบัติดังกล่าวพบว่ายางพารามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ร่วมกับสารดึงดูดแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* คือสาร ME ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้สนใจที่จะนำผลิตภัณฑ์จากยางพารามาพัฒนาเป็นรูปแบบโฟมยางพาราที่ผสมสาร ME เพื่อใช้ดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ควบคุมการผสมพันธุ์ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย ลดจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่ระบาดในแปลงปลูกของเกษตรกร ลดการใช้สารเคมี และเพิ่มมูลค่ายางพาราให้มากขึ้น นอกจากจะนำผลิตภัณฑ์จากยางพาราไปใช้ในทางอื่นๆ แล้ว ยังสามารถมาประยุกต์ใช้ในทางการเกษตรได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ปริมาณของสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลในผลิตภัณฑ์ ความหนาแน่น ความหนา พื้นที่หน้าตัด และความคงทนต่ออุณหภูมิสูงที่ระยะเวลาแตกต่างกันของโฟมยางพารา
2. ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในสภาพห้องปฏิบัติการ และแปลงทดลอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการควบคุมแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีต้นทุนราคาถูก
2. ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากยิ่งขึ้น
3. ลดการใช้สารเคมีในแปลงปลูกของเกษตรกร
4. เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ยางพาราไทยมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมโฟมยางพารา

สำหรับการเตรียมโฟมยางพาราถูกเตรียมโดยการใช้เทคนิคของ Donlop หรือ Donlop's technique (Roslim, 2012) โดยการนำน้ำยางข้น 60% ชนิดแอมโมเนียสูง ปั่นพร้อมสบู่โพเทสเซียมโอลิเอทด้วยความเร็วช้าเป็นระยะเวลา 5 นาที จากนั้นเติมสารเคมีตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 แล้วปั่นพร้อมกันรวมเวลา 10 นาที ภายใต้การปั่นที่ต่อเนื่อง เทลงในแม่พิมพ์แล้วทำการวัลคาไนซ์ด้วยเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการเคลือบโฟมยางพาราบนพื้นที่ที่ไม่ต้องการให้สารมีการปลดปล่อย รอให้แห้ง แล้วโหลดสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล (methyl eugenol, ME) (Sigma aldrich®) เข้าไปในโฟมยางพาราอย่างช้าๆ เพื่อให้สาร ME กระจายตัวทั่วชิ้นโฟมยางพารา แล้วนำไปตากในสภาพแวดล้อมเป็นระยะเวลา 0 - 120 วัน ก่อนนำมาใช้เพื่อทดลองต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของโฟมยางพารา

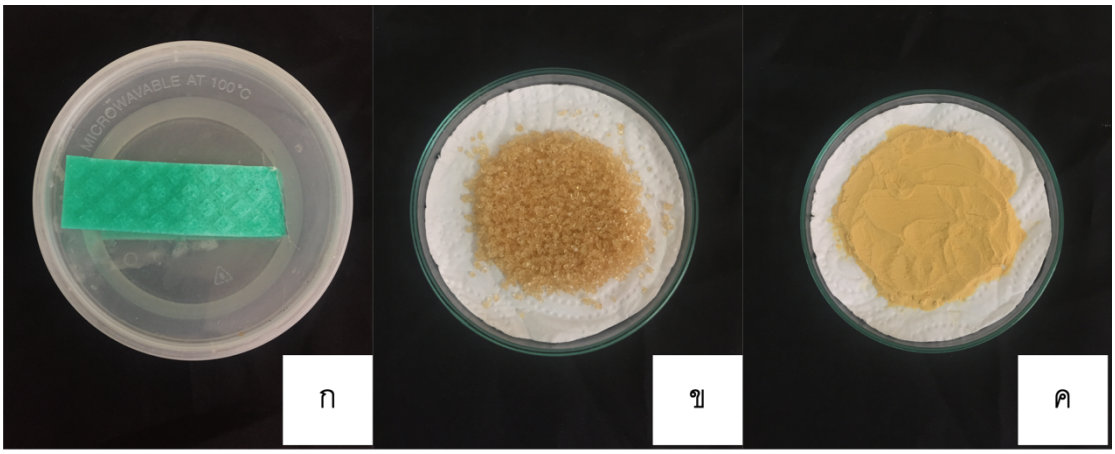
สารเคมี	TSC (%)	น้ำหนัก (กรัม)
น้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง	60	167.0
สบู่โพเทสเซียมโอลิเอท	20	10.0
กำมะถัน	50	5.0
สารตัวเร่ง	50	2.0
Zinc diethyldithiocarbamate		
Zinc 2-mercaptobenzothiazole		
สารต้านการเสื่อมกลุ่มฟีนอล	50	2.0
สารก่อเจลเสริม Dipropylene glycol	30	20.0
Zinc oxide	50	20.0
สารก่อเจลหลัก Sodium silicofluoride	12	10.0

TSC = total solid content

ที่มา: Roslim *et al*. (2012)

2. การเตรียมแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

เก็บรวบรวมผลฝรั่งที่ถูกแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เข้าทำลายจากแปลงเกษตรกรในเขตจังหวัดสงขลา ใส่ในกล่องพลาสติกใสที่ฝาเจาะรูระบายอากาศขนาด (กว้าง × ยาว × สูง) เท่ากับ 18 × 27 × 10 เซนติเมตร ด้านล่างกล่องรองพื้นด้วยเวอร์มิคลูไลน์ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วประมาณ 1.0 เซนติเมตรเพื่อให้หนอนออกมาเข้าดักแด้ จากนั้นบ่มทิ้งไว้ประมาณ 8 - 10 วัน จึงนำมาร่อนด้วยตะแกรงเพื่อแยกดักแด้ของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* นำดักแด้ที่แยกได้ใส่กล่องพลาสติกใสที่ฝาเจาะรูระบายอากาศขนาด (กว้าง × ยาว × สูง) เท่ากับ 10.5 × 10.5 × 6.0 เซนติเมตร เพื่อรอให้แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ฟักออกจากดักแด้ เมื่อตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ นำไปใส่กรงผ้ามุ้งขนาด (กว้าง × ยาว × สูง) เท่ากับ 30 × 30 × 30 เซนติเมตร (กรงพ่อ - แม่พันธุ์) ภายในกรงมีน้ำ น้ำตาลก้อน และยีสต์ เป็นอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* (ภาพที่ 4) เลี้ยงแมลงจนตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 15 - 20 วัน หรือแมลงวันผลไม้เพศเมียผ่านการผสมพันธุ์และพร้อมวางไข่ โดยให้แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* เพศเมียเข้ามาวางไข่ที่กล่องพลาสติกเก็บไข่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ที่เจาะรูรอบๆ กล่องเพื่อให้แมลงแทงอวัยวะวางไข่ ภายในบรรจุฟองน้ำที่ผ่านการชุบด้วยน้ำฝรั่ง ขนาด 1.0 × 2.0 เซนติเมตร วางกล่องดักไข่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายไข่แมลงไปเลี้ยงบนอาหารเทียมตามสูตรของ Swaine และคณะ (1978) (อ้างโดย แสน, 2529) ภายในกล่องพลาสติกใส่สำหรับเลี้ยงแมลงขนาด (กว้าง × ยาว × สูง) เท่ากับ 18.5 × 27.0 × 10.0 เซนติเมตร เลี้ยงจนตัวหนอนเข้าสู่วัยที่ 3 โดยรองพื้นกล่องด้วยเวอร์มิคลูไลน์อบฆ่าเชื้อเพื่อให้หนอนเข้าดักแด้ จากนั้นย้ายดักแด้ไปไว้ในกรงผ้ามุ้งขนาดข้างต้น โดยภายในกรงมีน้ำตาลก้อน ยีสต์ และน้ำ เป็นอาหารของตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* หลังจากแมลงวันผลไม้ออกจากดักแด้ ทำการคัดเลือกเฉพาะแมลงวันผลไม้เพศผู้ เลี้ยงจนมีอายุ 10-15 วัน สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 4 อาหารสำหรับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ได้แก่ น้ำ (ก). น้ำตาลทรายแดง (ข) ผงยีสต์สกัด (ค)

3. การเตรียมอาหารเทียมเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้

ชั่งวัสดุและสารเคมีต่างๆตามตารางที่ 2 นำกระดาษชำระแช่น้ำให้ชุ่มและฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำข้าวโพดหวานดิบ และกล้วยน้ำว้าสุกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อง่ายต่อการปั่นส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำน้ำใส่ลงในเครื่องปั่น และนำกล้วยน้ำว้า ข้าวโพด Brewer's yeast sodium benzoate hydrochloric acid น้ำตาลทราย และกระดาษชำระ ตามลำดับ ปั่นส่วนผสมให้เข้ากันเป็นระยะเวลา 1 นาที นำไปใส่ในกล่องพลาสติกใสขนาด 19.0 x 28.0 x 10.5 เซนติเมตร ปิดฝาให้มิดชิด ใส่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2 - 5 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบอาหารเทียมเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
เมล็ดข้าวโพดหวานดิบ	150.0 กรัม
กล้วยน้ำว้าสุก	150.0 กรัม
กระดาษชำระชนิดหยาบ	30.0 กรัม
น้ำตาลทรายขาว	30.0 กรัม
Brewer's yeast	30.0 กรัม
Sodium benzoate	0.6 กรัม
Hydrochloric acid	6.0 มิลลิลิตร
น้ำ	300.0 มิลลิลิตร

ที่มา: Swaine *et al*. (1978) (อ้างโดย แสน, 2529)

4. การศึกษาปริมาณของสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลที่ระดับต่างๆ ในโฟมยางพาราต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

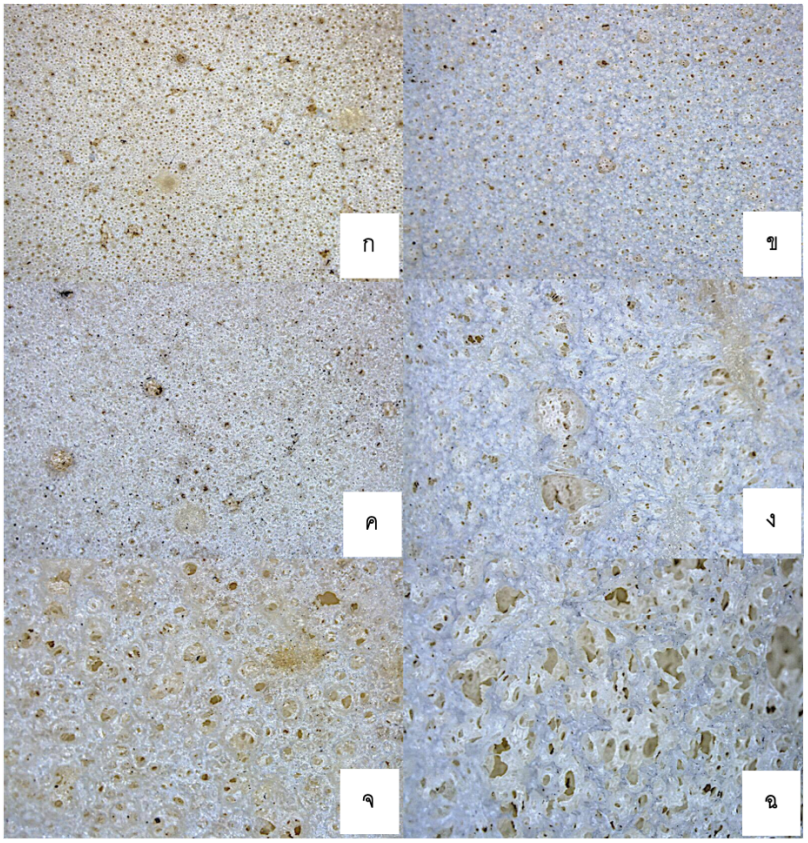
วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยโฟมยางพาราขนาดมาตรฐาน (กว้าง x ยาว x หนา) 5.0 x 5.0 x 1.0 เซนติเมตร (ภาพที่ 5) โหลดสาร ME ที่ระดับ 50, 100, 200 และ 300 ไมโครลิตร นำไปตากไว้ในสภาพแวดล้อมภายนอกระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อายุ 10 - 15 วันจำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร โดยวางโฟมยางพาราที่โหลดสาร ME ที่ความเข้มข้นต่างๆ วางด้านบนกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง (ภาพที่ 6) บันทึกจำนวนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่เข้ามาเกาะที่โฟมยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One-way Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 for windows (SPSS, 2001)

ภาพที่ 5 โฟมยางพาราขนาดมาตรฐาน (กว้าง x ยาว x หนา) 5.0 x 5.0 x 1.0 เซนติเมตร

ภาพที่ 6 การทดสอบประสิทธิภาพโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในห้องปฏิบัติการ

5. การศึกษาความหนาแน่นของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่นต่างกันจำนวน 3 ขนาด ได้แก่ 0.21, 0.23 และ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ภาพที่ 7) โดยโหลดสาร ME ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 ตากไว้ในสภาพแวดล้อมภายนอกระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อายุ 10 - 15 วัน จำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร โดยวางโฟมยางพาราขนาดความหนาแน่นต่างๆ วางด้านบนกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่เข้ามาเกาะที่โฟมยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One-way Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 for windows (SPSS, 2001)



ภาพที่ 7 พื้นผิวภายนอกและภายในของโฟมยางพารา

(ก) พื้นผิวภายนอกของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(ข) พื้นผิวภายในของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(ค) พื้นผิวภายนอกของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

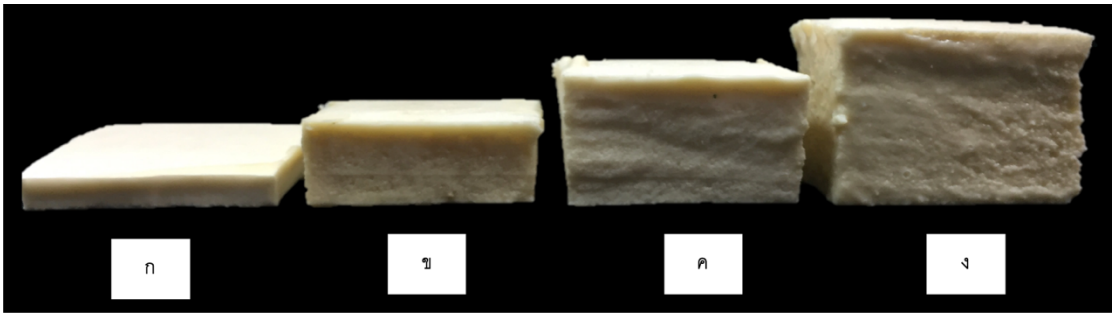
(ง) พื้นผิวภายในของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(จ) พื้นผิวภายนอกของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(ฉ) พื้นผิวภายในของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

6. การศึกษาความหนาของโฟมยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยโฟมยางพาราขนาดมาตรฐาน (กว้าง x ยาว) 5.0 x 5.0 เซนติเมตร มีความหนาของโฟมยางที่แตกต่างกันคือ 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 เซนติเมตร (ภาพที่ 8) โหลดสาร ME ที่ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 และมีความหนาแน่นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 นำไปตากไว้ในสภาพแวดล้อมภายนอกระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อายุ 10 - 15 วัน จำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร โดยวางโฟมยางพาราที่มีความหนาขนาดต่างๆ วางด้านบนกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่เข้ามาเกาะที่โฟมยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One-way Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 for windows (SPSS, 2001)

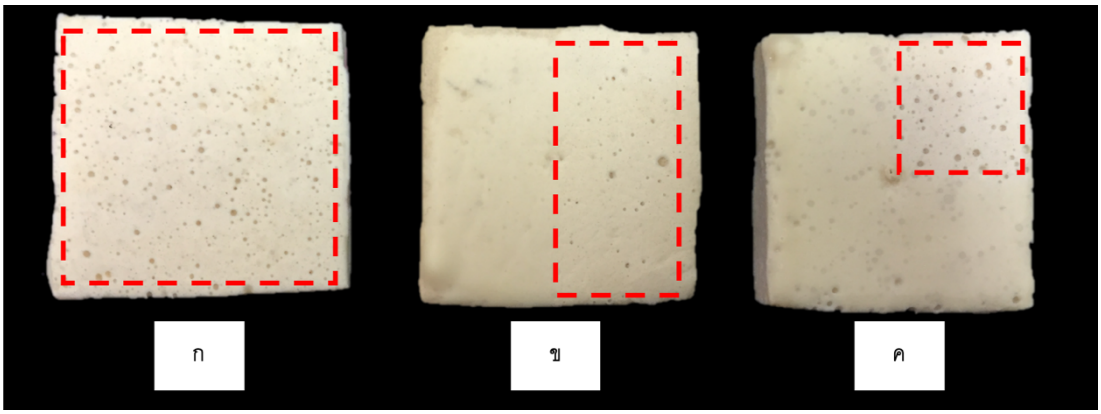


ภาพที่ 8 โฟมยางพาราความหนา 1.0 (ก) 2.0 (ข) 3.0 (ค) 4.0 (ง) เซนติเมตร

7. การศึกษาพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยโฟมยางพาราที่มีประสิทธิภาพดีจากการทดลองที่ 1, 2 และ 3 โดยเตรียมโฟมยางพาราที่มีพื้นที่หน้าตัดที่แตกต่างกันจำนวน 3 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบมีขนาดของพื้นที่หน้าตัดได้แก่ (กว้าง x ยาว) 5.0 x 5.0, 2.5 x 5.0 และ 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 9) ตากไว้ในสภาพแวดล้อมภายนอกระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน แล้วทดสอบประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อายุ 10 - 15 วันจำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร โดยวางโฟมยางพาราขนาดพื้นที่หน้าตัดต่างๆ วางด้านบนกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวน

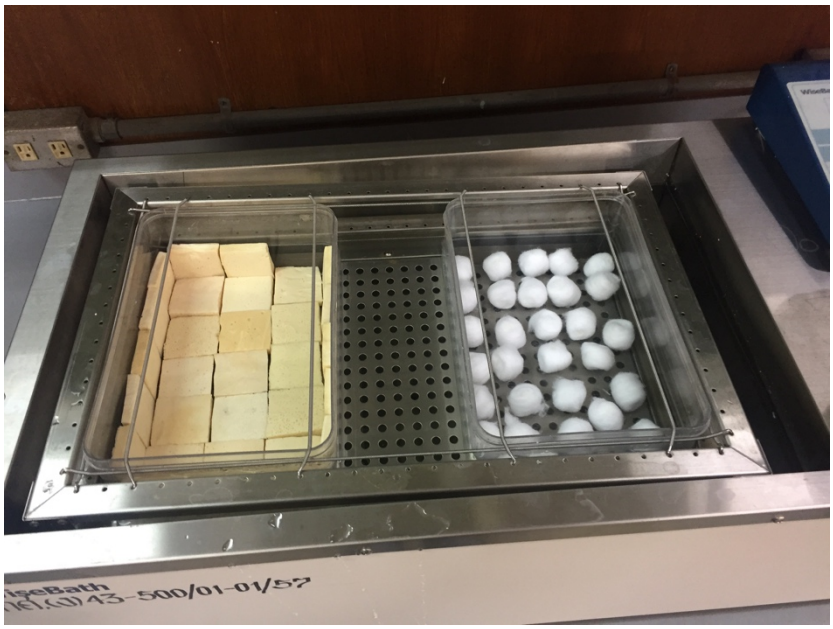
แมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่เข้ามาเกาะที่โฟมยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One-way Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 for windows (SPSS, 2001)



ภาพที่ 9 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพารา (กว้าง x ยาว) 5.0 x 5.0 (ก) 2.5 x 5.0 (ข) 2.5 x 2.5 (ค) ตารางเซนติเมตร

8. การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยโฟมยางพารา ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) ที่ได้จากการทดลองที่ดีที่สุดข้างต้น เปรียบเทียบกับการโหลดสาร ME ลงบนสำลี 50 ไมโครลิตร นำไปวางบ่มไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6, 12, 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง (ภาพที่ 10) นำไปทดสอบประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อายุ 10 - 15 วันจำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร นำโฟมยางพาราจากอุณหภูมิต่างๆ มาวางด้านบนกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ที่เข้ามาเกาะที่โฟมยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One-way Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 for windows (SPSS, 2001)



ภาพที่ 10 การบ่มโฟมยางพาราและสำลีในอุณหภูมิต่างๆ โดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ในห้องปฏิบัติการ

9. การศึกษาประสิทธิภาพของกับดักโฟมยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในสภาพแปลงของเกษตรกร

ดำเนินการทดลองในแปลงผลไม้ (ละมุด) บนพื้นที่ ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา ของเกษตรกรจำนวน 3 แปลง (ภาพที่ 11) แต่ละแปลงมีจำนวนต้นละมุด 15-20 ต้น และมีระยะห่างกันแต่ละแปลงประมาณ 500 - 1,000 เมตร ซึ่งแต่ละแปลงจะวางกับดักโฟมยางพาราผสมสาร ME สูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองข้างต้น และกับดักสำลีหยอดสาร ME (ภาพที่ 12) แขวนกับดักแต่ละชนิดจำนวน 10 กับดักต่อแปลง โดยวางห่างกัน 10 - 20 เมตร บันทึกจำนวนตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในกับดักทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (One-way Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของกับดักโฟมยางพาราและสำลีด้วยวิธี Independent Sample *t*-test ด้วยโปรแกรม SPSS version 11 for windows (SPSS, 2001)

ภาพที่ 11 แปลงละมุดของเกษตรกรสำหรับทำการทดลอง บนพื้นที่ ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา

ภาพที่ 12 รูปแบบกับดักที่ใช้สำลี (ก) กับดักที่ใช้โฟมยางพารา (ข) สำหรับดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในแปลงละมุดบนพื้นที่ ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา

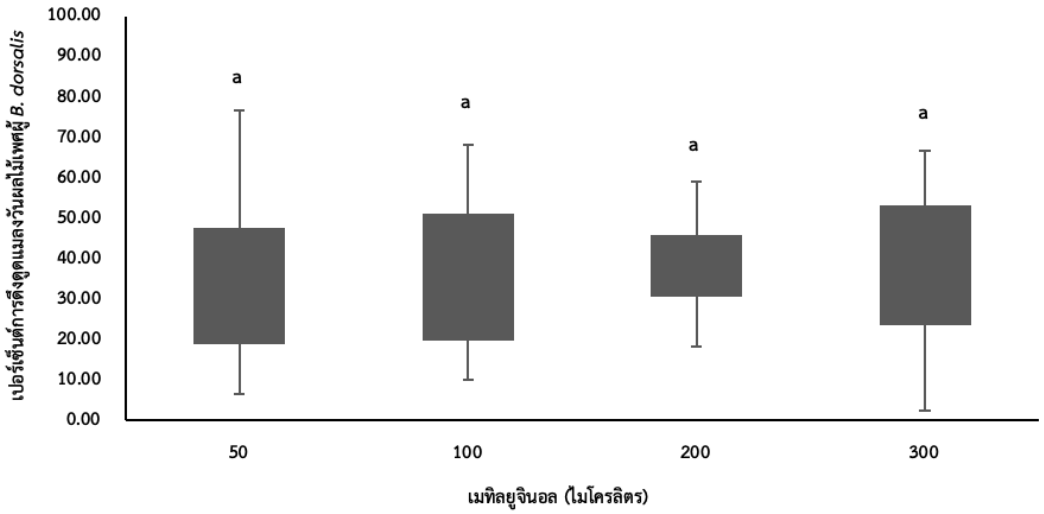
บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาปริมาณของสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลที่ระดับต่างกันในโฟมยางพาราต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาปริมาณของสาร methyl eugenol (ME) ที่ระดับ 50, 100, 200 และ 300 ไมโครลิตร ในโฟมยางพาราต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* พบว่าโฟมยางพาราที่ผสมสาร ME ที่ระดับต่าง ๆ ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้แก่ 35.42 ± 5.09, 34.43 ± 4.86, 37.92 ± 3.24 และ 38.44 ± 4.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) การตอบสนองของแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในโฟมยางพาราที่ตากไว้ในสภาพแวดล้อมระยะ 0 - 120 วัน พบว่า วันที่ 0 โฟมยางพาราผสมสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ได้สูงที่ 61.66 ± 1.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 14) นอกจากนี้แมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* มีการตอบสนองต่อโฟมยางพาราที่ผสมสาร ME ทุกระดับ ในระยะเวลา 15, 45 และ 75 วัน โดยให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 13 และ 14) โฟมยางพาราที่ผสมสาร ME ที่ระดับ 200 ไมโครลิตร หลังจากตากไว้ในสภาพแวดล้อม 120 วัน ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดได้ดีถึง 27.50 ± 4.96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระดับของสาร ME อื่น ๆ ที่ระยะเวลาเดียวกัน (ตารางที่ 3)

Vargas และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาวัสดุจากเยื่อกระดาษผสมสาร ME ความเข้มข้น 4,000 ไมโครลิตร ใช้ความเข้มข้นของสาร ME มากกว่าการศึกษาครั้งนี้ถึง 80 เท่า และพบว่าสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้อย่างน้อย 21 วัน การศึกษาของ Mir และ Ahmad (2017) รายงานผลการศึกษาการใช้วัสดุไม้อัดผสมสาร ME 4,000 ไมโครลิตร ใช้ความเข้มข้นของสาร ME มากกว่าการศึกษาครั้งนี้ถึง 80 เท่า สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้สูงอย่างน้อย 70 วัน นอกจากนี้ Vargas และคณะ (2008) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ชื่อว่า SPLAT (Specialized Pheromone and Lure Application Technology) ผสมสาร ME 4,500 ไมโครลิตร ซึ่งเป็นการใช้ความเข้มข้นของสาร ME มากกว่าการศึกษาครั้งนี้ถึง 90 เท่า โดยใช้ร่วมกันกับวัสดุทำจากเนื้อไม้ พบว่าสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ 84 วัน ในขณะที Bhagat และคณะ (2013) ได้พัฒนา nanogel ผสมสาร ME เพื่อชะลอการปลดปล่อยสาร ME พบว่าสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้นานถึง 30 วัน

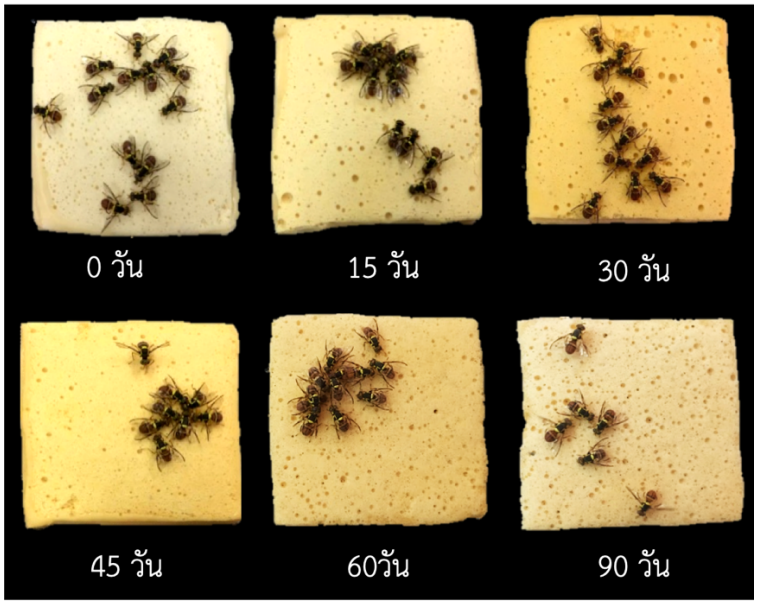


ภาพที่ 13 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล 4 ระดับ ระยะเวลา 0 - 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี Tukey's HSD test (P>0.05)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่ผสมปริมาณสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลระดับต่างกัน ระยะเวลา 0-120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลา	ปริมาณสาร ME (ไมโครลิตร)[1/]			
(วัน)	50	100	200	300
0	61.66±1.67Aa	54.16±6.64ABa	43.33±5.27Babc	24.16±3.00Cb
15	10.83±2.71Acd	14.16±2.71Acd	18.33±6.01Ac	21.66±8.53Ab
30	30.83±3.52Bbc	38.33±3.57ABab	34.16±6.64ABabc	51.66±4.01Aa
45	10.83±5.69Acd	10.00±3.16Ad	20.00±3.42Abc	24.16±4.36Ab
60	9.16±4.90Bd	16.66±5.73ABbcd	31.66±5.27Aabc	20.83±4.36ABb
75	45.00±7.96Aab	35.83±8.70Aabc	55.83±7.27Aa	63.33±6.79Aa
90	38.33±5.70ABb	28.33±3.80Bbcd	34.16±3.75Aa	57.50±5.88Aa
120	6.66±2.11Bd	11.66±5.43Bd	27.50±4.96Aab	2.50±1.12Bd

[1/]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถว (ตัวพิมพ์ใหญ่) และสดมภ์ (ตัวพิมพ์เล็ก) เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's HSD test (P<0.05)

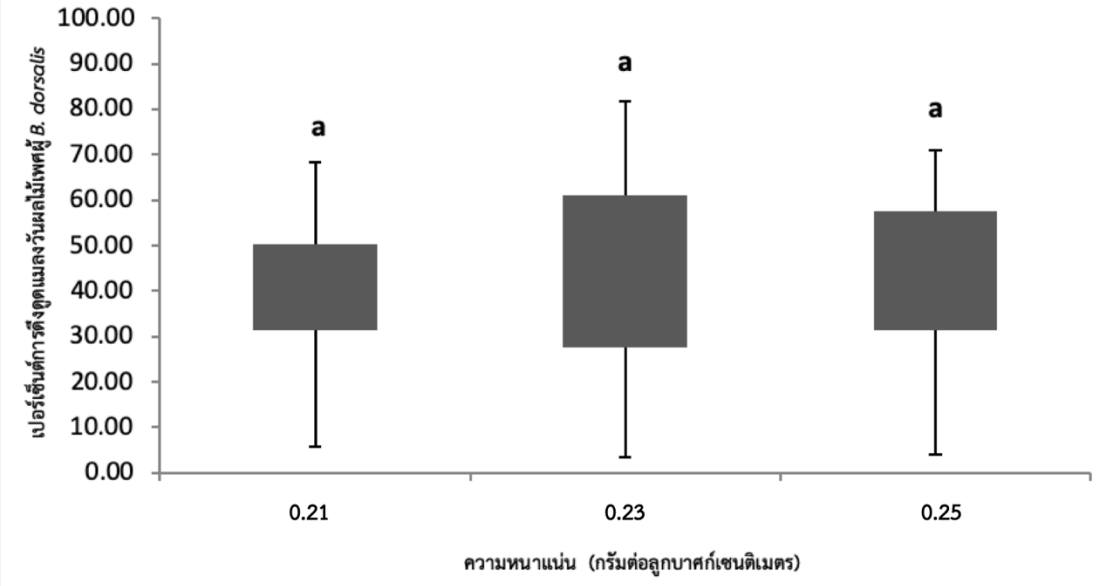


ภาพที่ 14 การตอบสนองของแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ต่อโฟมยางพาราผสมปริมาณสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล 50 ไมโครลิตร ที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

2. ผลการศึกษาความหนาแน่นของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาความหนาแน่นของโฟมยางพาราที่แตกต่างกัน 3 ขนาดได้แก่ ความหนาแน่น 0.21, 0.23 และ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยผสมปริมาณสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร ในโฟมยางพาราซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดจากผลการศึกษาที่ 1 ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลา 0, 15, 18, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าที่ระยะเวลา 0 - 120 วัน ทุกชุดการทดลองให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 15) โดยโฟมยางพาราความหนาแน่น 0.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 15 และ 60 วัน ดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* เฉลี่ย 41.67 ± 6.41 และ 30.00 ± 8.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.23 และ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยระยะเวลาที่ 120 วัน ของการตากโฟมยางพาราในสภาพแวดล้อมพบว่า โฟมยางพาราความหนาแน่น 0.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* สูงสุดที่ 7.5 ± 2.81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในระยะเวลาเดียวกัน (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของโฟมยางพาราทั้ง 3 ขนาด พบว่าที่ระยะเวลา 75, 90 และ 120 วันมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

การศึกษาครั้งนี้พบว่าโฟมยางพาราสามารถควบคุมและชะลอการปลดปล่อยสาร ME ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Herculano และคณะ (2010) ได้ศึกษาระบบการนำส่งยาโดยใช้วัสดุที่ได้จากน้ำยางธรรมชาติ พบว่าคุณสมบัติความหนาแน่นของรูพรุนภายในวัสดุยางพารามีผลทำให้ระบบการนำส่งยามีประสิทธิภาพและสามารถปลดปล่อยยาได้ยาวนาน Miranda และคณะ (2017) ได้ศึกษาคุณสมบัติความหนาแน่นของรูพรุนในวัสดุที่ได้จากน้ำยางธรรมชาติต่อการปลดปล่อยสารสำหรับการใช้งานด้านชีวการแพทย์ พบว่าการปลดปล่อยสารจากเยื่อหุ้มยางพาราสามารถควบคุมการปลดปล่อยสารได้ยาวนาน นอกจากนี้ยังสรุปความสามารถในการควบคุมความหนาแน่นของรูพรุนภายในวัสดุจากน้ำยางธรรมชาติ พบว่าสามารถควบคุมการนำส่งยาเพื่อรักษาบาดแผลได้อีกด้วย สำหรับการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้โฟมยางพาราความหนาแน่นที่ 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ง่ายกว่าความหนาแน่นอื่นๆ เนื่องจากโฟมยางพาราความหนาแน่นที่ 0.21 กรัมตอลูกบาศก์เซนติเมตร เกิดการไหลผ่านของสาร ME ในขณะโหลดสาร และโฟมยางพาราความหนาแน่นที่ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อโฟมยาพารามีลักษณะแข็งกว่าความหนาแน่นอื่นๆ ทำให้โหลดสาร ME ได้ยาก



ภาพที่ 15 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 3 ขนาด ระยะเวลา 0 - 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี Tukey's HSD test (P>0.05)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่นต่างกัน ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

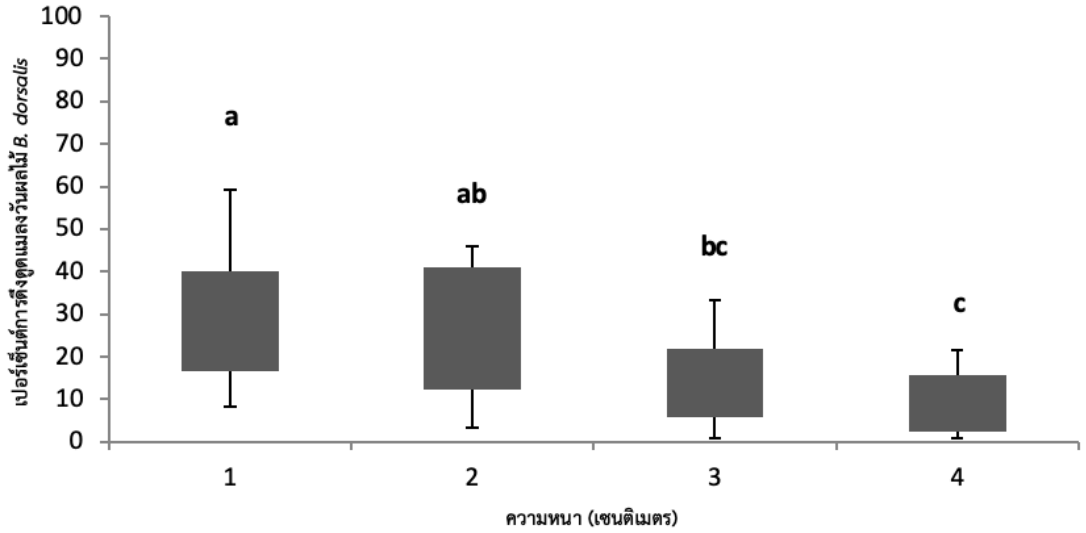
ระยะเวลา (วัน)	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)[1/]		
	0.21	0.23	0.25
0	17.50±9.38Abcd	40.83±5.23Aabc	33.33±6.91Abc
15	41.67±6.41Bab	69.17±5.07Aa	70.83±3.52Aa
30	37.50±6.02Aabc	27.50±5.28Acde	31.67±9.01Abc
45	68.30±4.20Aa	67.50±5.44Aab	57.50±2.81Aab
60	30.00±8.20Bbcd	47.50±13.59ABabc	66.67±5.27Aa
75	46.67±11.23Aab	36.67±9.46Abcd	33.33±12.76Abc
90	6.67±2.79Acd	3.33±1.67Ae	4.17±2.39Ac
120	5.80±1.50Ad	7.50±2.81Ade	5.83±3.00Ac

[1/]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถว (ตัวพิมพ์ใหญ่) และสดมภ์ (ตัวพิมพ์เล็ก) เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's HSD test (P<0.05)

3. ผลการศึกษาความหนาของโฟมยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาความหนาของโฟมยางพาราที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร ผสมปริมาณสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร ในโฟมยางพารา ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดจากผลการศึกษาที่ 1 และใช้ความหนาแน่นของโฟมยางพารา 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ได้จากผลการศึกษาที่ 2 โดยศึกษาการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าที่ระยะเวลา 15 และ 30 วัน หลังจากตากโฟมยางพาราในสภาพแวดล้อม ความหนาที่ 1.0 เซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ดีที่สุดที่ 59.17 ± 8.31 และ 46.67±5.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดการทดลองอื่น ๆ ได้แก่ ความหนาที่ 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร (ภาพที่ 16) เมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาเดียวกัน โดยระยะเวลาที่ 15 วัน มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ 22.50 ± 2.14, 10.83 ± 2.71 และ 2.50 ± 1.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และระยะเวลาที่ 30 วัน มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ 41.67 ± 6.54, 25.83 ± 3.27 และ 21.67 ± 4.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) นอกจากนี้ยังพบว่าในระยะเวลา 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน โฟมยางพาราที่ผสมสาร ME ความหนา 1.0 เซนติเมตร แสดงเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ 16.70 ± 5.10, 23.30 ± 6.50, 24.20 ± 6.10, 23.30 ± 6.50 และ 8.30 ± 2.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ได้สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และยังคงประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้มากถึง 120 วัน (ตารางที่ 5)

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าโฟมยางพาราผสมสาร ME ความหนา 1.0 เซนติเมตร สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ยาวนานอย่างมีประสิทธิภาพ Vargas และคณะ (2005) ที่ใช้วัสดุจากเยื่อกระดาษผสมสาร ME ที่มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ในขณะที่ Mir และ Ahmad (2017) ได้ศึกษาวัสดุทำมาจากไม้อัดผสมสาร ME ที่มีความหนา 2 เซนติเมตร พบว่าการศึกษาทั้งสองมีการเลือกใช้ความหนาที่แตกต่างกันไปเนื่องจากเลือกใช้วัสดุต่างกัน โดยความหนาที่เหมาะสมต่อการใช้งานขึ้นอยู่กับการนำวัสดุมาใช้งาน สำหรับความหนาของโฟมยางพาราที่เหมาะสมในการนำมาใช้งานร่วมกันกับสาร ME เพื่อดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ที่ 1.0 เซนติเมตร เนื่องจากพบว่าหากใช้โฟมยางพาราที่มีความหนามากกว่า 1.0 เซนติเมตร จะเกิดการดูดยึดและปลดปล่อยสารออกมาได้น้อย ส่งผลต่อการปลดปล่อยสาร ME ออกจากวัสดุได้ยาก ทำให้ประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ลดลง



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่ความหนา 4 ระดับ ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี Tukey's HSD test (P>0.05)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่ความหนาต่างกัน ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

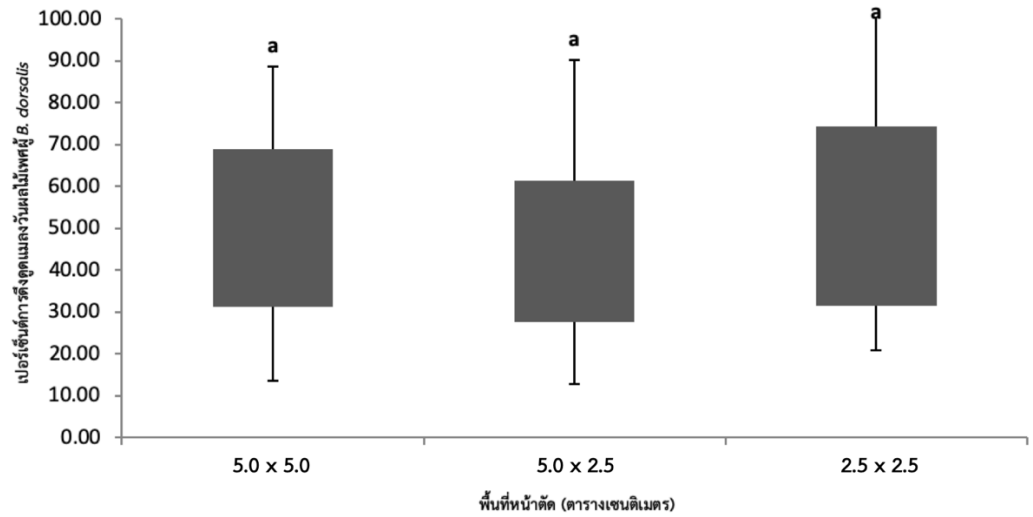
ระยะเวลา	ความหนา (เซนติเมตร)[1/]			
(วัน)	1.0	2.0	3.0	4.0
0	15.00±2.60Ac	13.33±2.47Ab	14.17±2.01Aab	17.50±1.71Aab
15	59.17±8.31Aa	22.50±2.14Bab	10.83±2.71BCab	2.50±1.12Cc
30	46.67±5.58Aab	41.67±6.54ABa	25.83±3.27Ba	21.67±4.94Ba
45	16.70±5.1Ac	7.50±4.79Ab	5.83±4.9Ab	0.83±0.83Ac
60	23.30±6.5Abc	20.00±6.06Aab	16.67±4.41Aab	10.00±4.48Aabc
75	24.20±6.10Abc	18.33±6.91Ab	9.70±3.52Ab	5.83±3.00Abc
90	23.30±6.50Abc	20.00±6.60Aab	16.67±4.41Aab	14.14±3.52Aabc
120	8.30±2.10Ac	9.17±3.75Ab	5.00±1.83Ab	5.00±2.58Abc

[1/]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถว (ตัวพิมพ์ใหญ่) และสดมภ์ (ตัวพิมพ์เล็ก) เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's HSD test (P<0.05)

4. ผลการศึกษาพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราที่แตกต่างกัน ได้แก่ (กว้าง x ยาว) 5.0 x 5.0, 5.0 x 2.5 และ 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร โดยผสมปริมาณสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร ในโฟมยางพารา ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดจากผลการศึกษาที่ 1 ความหนาแน่น 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ได้จากผลการศึกษาที่ 2 และใช้ความหนาของโฟมยางพาราที่ 1.0 เซนติเมตร ที่ได้จากผลการศึกษาที่ 3 ศึกษาการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 และ 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าที่ระยะเวลา 15 วัน หลังจากตากโฟมยางพาราในสภาพแวดล้อม ทุกชุดการทดลองพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราที่ 5.0 x 5.0, 5.0 x 2.5 และ 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้สูงสุดคือ 80.83 ± 6.20, 68.33 ± 4.77 และ 67.50 ± 7.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งแตกต่างกับระยะเวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามทุกระยะการทดลอง 0 - 120 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ถึง 120 วัน (ตารางที่ 6 และ 17)

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าโฟมยางพาราสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ยาวนาน เนื่องจากโฟมยางพารามีการกำหนดทิศทางการปลดปล่อยสาร โดยการเคลือบน้ำยางธรรมชาติบนพื้นที่ที่ไม่ต้องการให้มีการปลดปล่อยสาร หรือเพื่อกำหนดทิศทางการปลดปล่อยสาร จึงเป็นสาเหตุทำให้โฟมยางพาราสามารถปลดปล่อยสารได้ยาวนาน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2557) ได้แสดงข้อดีของวัสดุจากยางพาราไว้ว่า นอกจากวัสดุจากยางพาราสามารถนำไปใช้ร่วมกันกับสารได้หลายชนิด วัสดุที่ได้จากยางพารายังพบว่ามีคุณสมบัติในการควบคุมทิศทางการปลดปล่อยสารได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ สำหรับการทดลองนี้เลือกใช้พื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราที่ 5.0 x 5.0 ตารางเซนติเมตร เนื่องจากมีขั้นตอนและกระบวนการผลิตที่ง่ายกว่าขนาดพื้นที่หน้าตัดอื่นๆ



ภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 3 รูปแบบ ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี Tukey's HSD test (P>0.05)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) ตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ของโฟมยางพาราที่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน ระยะเวลา 0 – 120 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

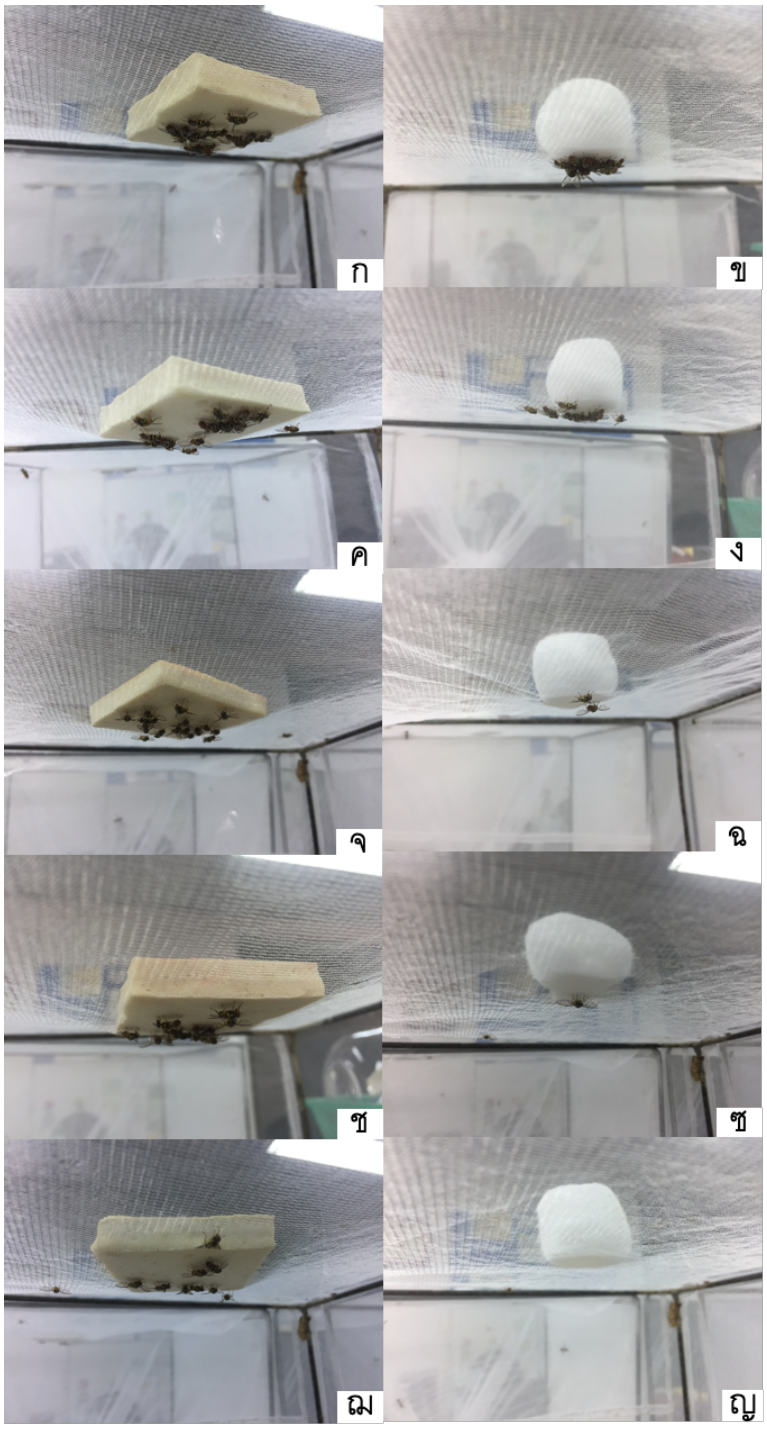
ระยะเวลา (วัน)	พื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตร)[1/]		
	5.0 x 5.0	5.0 x 2.5	2.5 x 2.5
0	11.67±2.80Acd	20.00±5.63Aab	20.83±4.90Ab
15	80.83±6.20Aa	68.33±4.77Aa	67.50±7.61Aa
30	60.00±6.5Aab	51.67±10.62Aab	62.50±5.28Aa
45	36.70±10.1Abc	32.50±6.42Abc	30.00±5.16Ab
60	27.50±7.9Acd	25.83±13.20Acd	12.50±2.81Ab
75	9.20±2.00Ad	5.00±3.16Ad	16.67±4.77Ab
90	9.20±2.0Ad	5.00±3.16Ad	16.67±4.77Ab
120	9.20±2.40Ad	5.00±1.39Ad	9.17±2.01Ab

[1/]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถว (ตัวพิมพ์ใหญ่) และสดมภ์ (ตัวพิมพ์เล็ก) เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's HSD test (P<0.05)

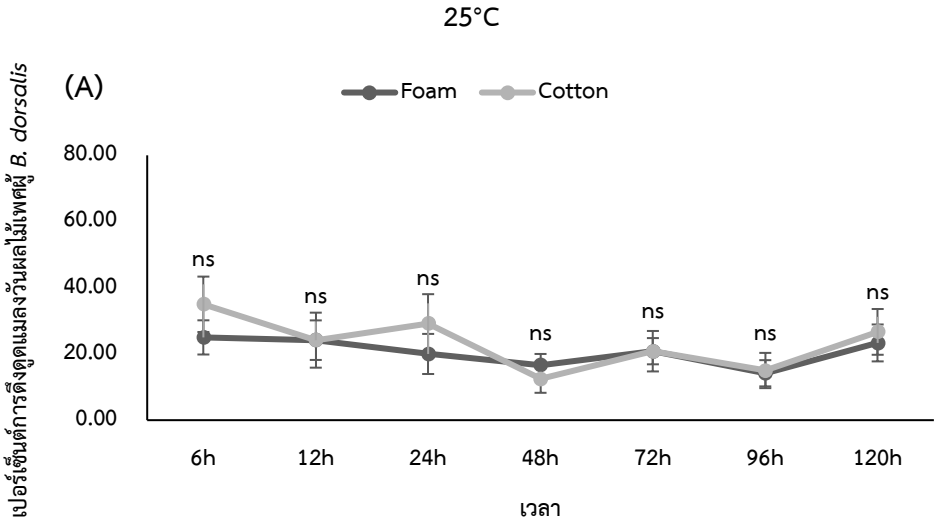
5. ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของโฟมยางพาราผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาประสิทธิภาพความคงทนต่ออุณหภูมิสูงระหว่างโฟมยางพารากับสำลีที่ผสมสาร ME ความเข้มข้น 50 ไมโครลิตร ต่ออุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส ศึกษาที่ระยะเวลา 6, 12, 24, 48, 72, 96 และ 120 ชั่วโมง สำหรับดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าตลอดระยะเวลา 6 - 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส โฟมยางพาราและสำลีให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)(ภาพที่ 18, 19, 20 และ 21) ยกเว้นโฟมยางพาราที่บ่มในอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้แตกต่างกับช่วงเวลาอื่นๆ โดยพบว่าสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ได้สูงถึง 59.17 ± 9.26 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 20) สำหรับการศึกษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เริ่มแตกต่างระหว่างโฟมยางพาราและสำลีที่ระเวลา 48 ชั่วโมง และพบว่าตั้งแต่ระยะเวลา 48 - 120 ชั่วโมง โฟมยางพารามีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 30.00 - 48.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับสำลีที่มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 0.83 – 7.50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ภาพที่ 22 และภาพที่ 24) นอกจากนี้โฟมยางพาราที่บ่มในอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 6 - 120 ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์ในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* สูงอยู่ในช่วง 25.83-71.67 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับสำลีซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 17.08-30.42 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ภาพที่ 23 และ 24)

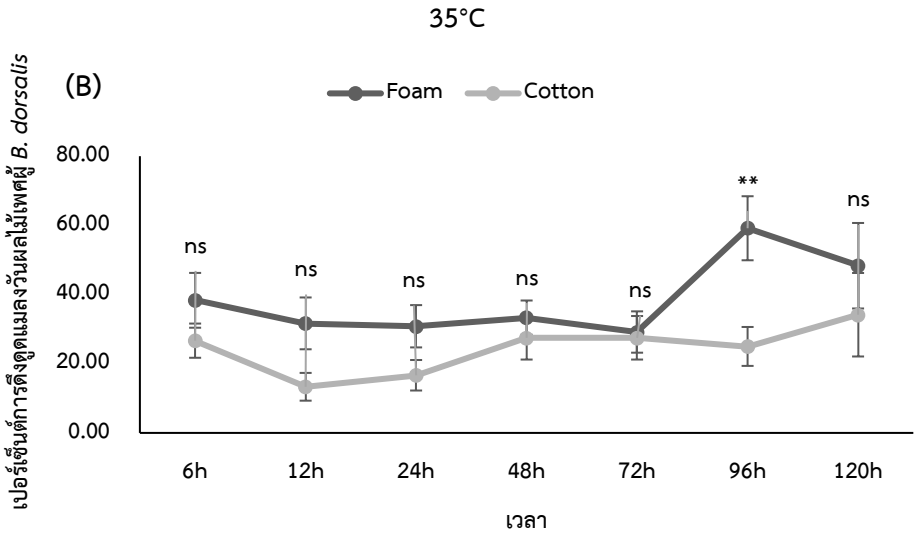
จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าโฟมยางพาราสามารถคงทนต่ออุณหภูมิสูงโดยสามารถควบคุมและชะลอการปลดปล่อยสาร ME ได้ดี และยาวนานอย่างสม่ำเสมอมากกว่าสำลี สอดคล้องกับการศึกษาของ Harahap และคณะ (2018) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิสูงต่อโครงสร้างของฟิล์มยางพารา พบว่าสามารถคงทนต่ออุณหภูมิสูงอยู่ในช่วง 100 - 120 องศาเซลเซียส โดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างภายใน จึงทำให้ฟิล์มยางพาราสามารถกักเก็บสารได้ยาวนานเมื่อโดนความร้อน ดังนั้นโฟมยางพาราซึ่งเป็นวัสดุหนึ่งที่ทำมาจากยางพารา และมีการเคลือบด้วยฟิล์มยางพาราจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ร่วมกันกับสาร ME ซึ่งเป็นสารระเหยง่ายเมื่อโดนความร้อน (Hiramoto *et al*., 2006; Jang, 2011; Bhagat *et al*., 2013) พบว่าโฟมยางพาราสามารถกักเก็บสาร และปลดปล่อยสารได้ยาวนานอย่างสม่ำเสมอ



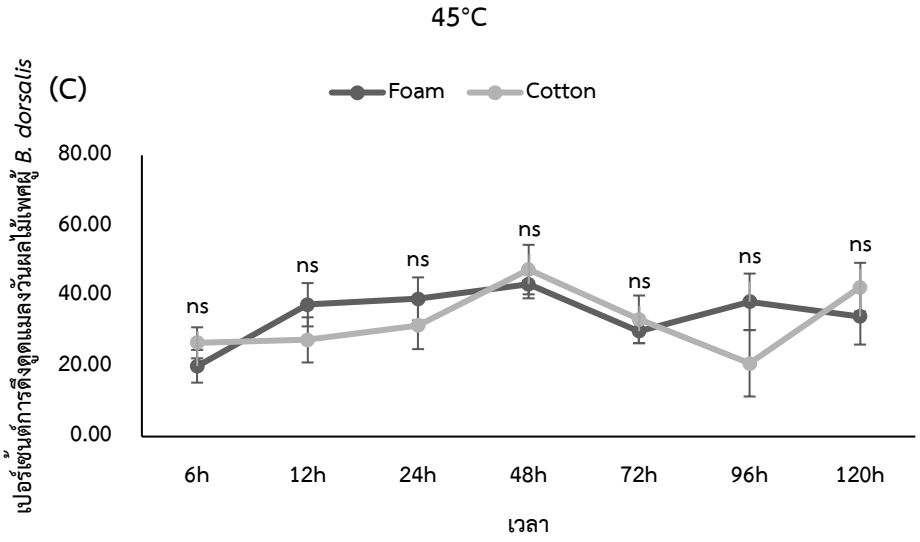
ภาพที่ 18 เปรียบเทียบประสิทธิภาพความคงทนต่ออุณหภูมิสูงของโฟมยางพารา (ก, ข, จ, ช, ฌ) และสำลี (ข, ง, ฉ, ซ, ญ) ที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ที่อุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส



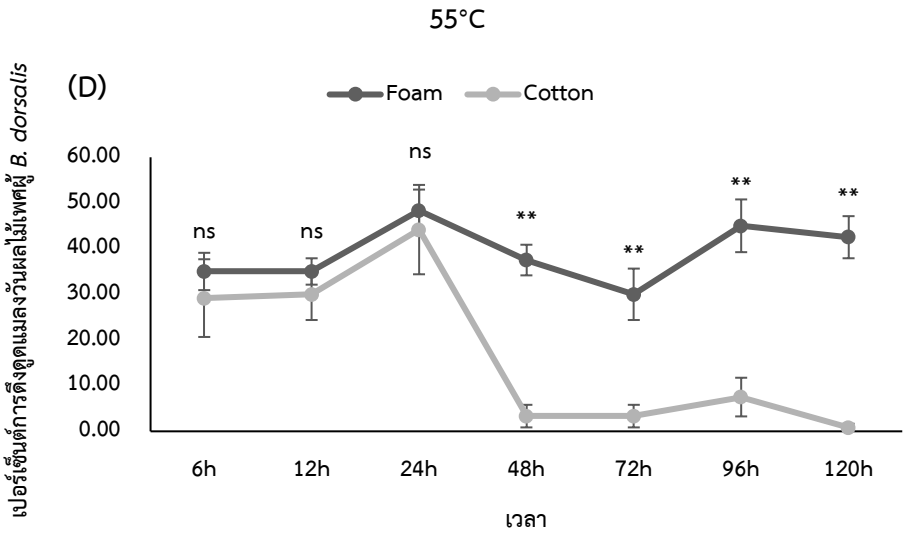
ภาพที่ 19 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี Independent sample *t*-test ($P>0.05$)



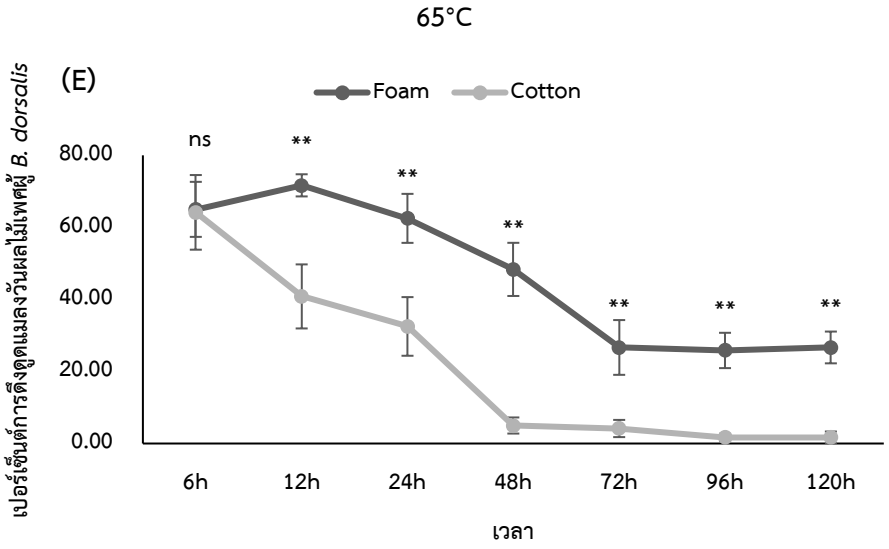
ภาพที่ 20 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ **= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้วยวิธี Independent sample *t*-test ($P<0.01$)



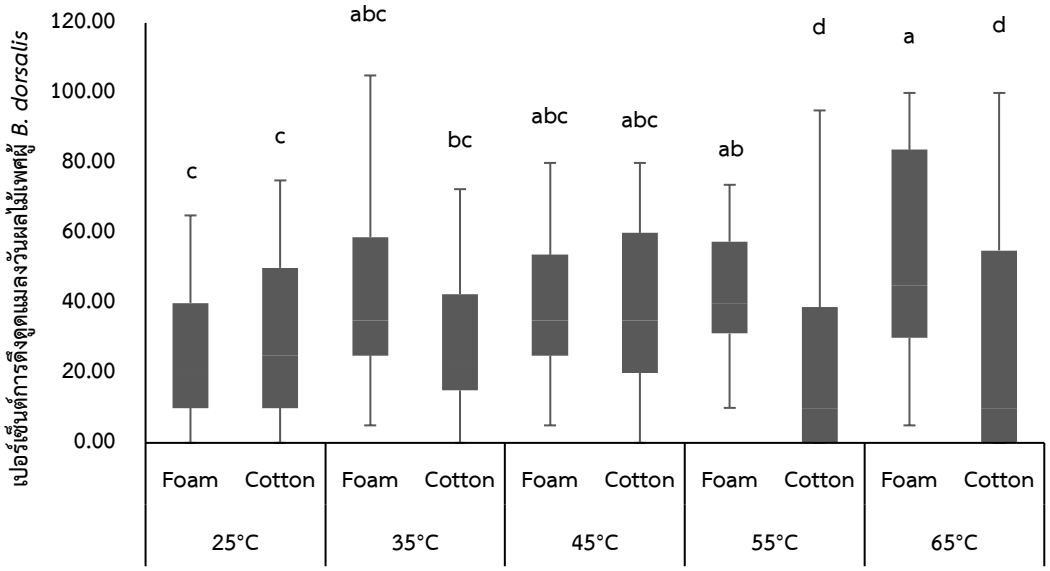
ภาพที่ 21 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี Independent Sample *t*-test ($P>0.05$)



ภาพที่ 22 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ **= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้วยวิธี Independent Sample t-test ($P<0.01$)



ภาพที่ 23 เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ **= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้วยวิธี Independent Sample t-test (P<0.01)



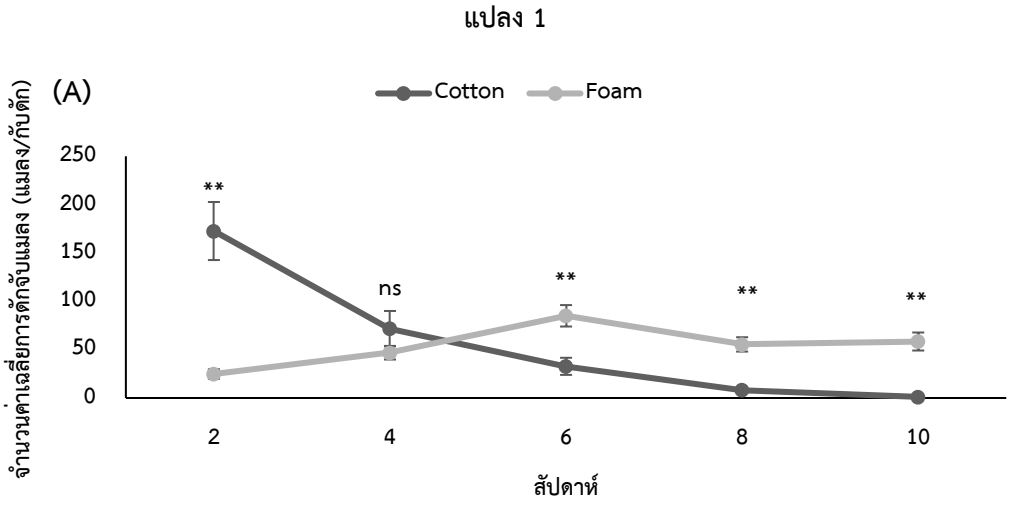
ภาพที่ 24 วิเคราะห์ค่า Box plot เปอร์เซ็นต์การดึงดูด (mean ± SE) แมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ระหว่างโฟมยางพาราและสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ที่อุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 – 120 ชั่วโมง โดยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

6. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกับดักโฟมยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอลต่อประสิทธิภาพการดึงดูดตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในสภาพแปลงของเกษตรกร

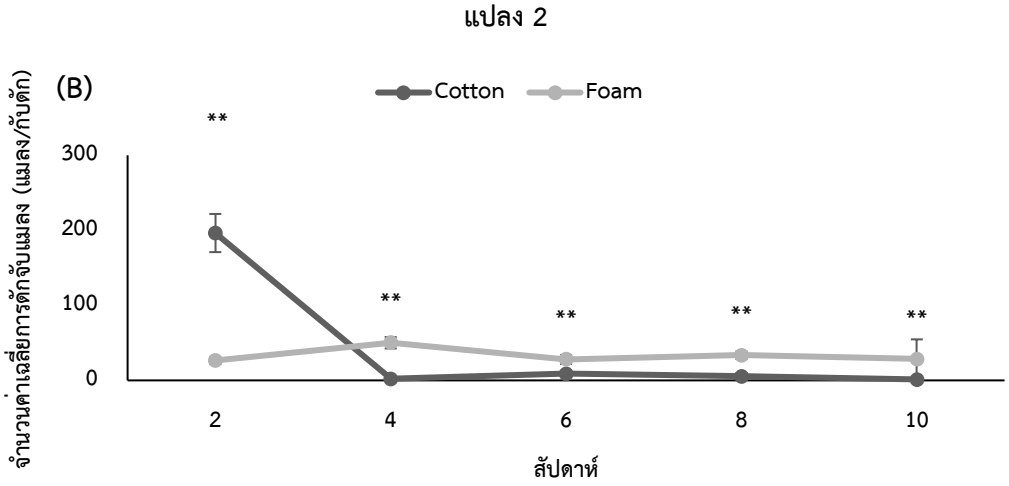
จากการศึกษาประสิทธิภาพของกับดักโฟมยางพาราเปรียบเทียบระหว่างกับดักสำลีผสมสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร โดยติดตั้งกับดักไว้ในแปลงละมุด 3 แปลง บนพื้นที่ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาเริ่มต้นที่ 2 สัปดาห์ หลังจากวางกับดักทั้ง 2 แบบ ในแปลงละมุด 3 แปลง กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 172.67 - 314.2 ตัวต่อกับดัก ในขณะที่กับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 24.83 - 56.20 ตัวต่อกับดัก (ภาพที่ 25, 26 และ 27) แต่เมื่อวางกับดักทั้ง 2 แบบต่อเนื่องจนถึง 10 สัปดาห์ พบว่ากับดักโฟมยางพาราให้ประสิทธิภาพในการปลดปล่อยสารอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยกับดักโฟมยางพารา ที่ติดตั้งในแปลงละมุดที่ 1 ระยะเวลา 4 - 10 สัปดาห์ สามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 46.83 - 85.00 ตัวต่อกับดัก ในขณะที่กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 1.17 - 71.67 ตัวต่อกับดัก (ภาพที่ 25) สำหรับการติดตั้งกับดักทั้ง 2 แบบในแปลงละมุดที่ 2 ระยะเวลา 4 - 10 สัปดาห์ พบว่ากับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 27.92 - 50.18 ตัวต่อกับดัก ในขณะที่กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 1.33 - 8.73 ตัวต่อกับดัก (ภาพที่ 26) นอกจากนี้การติดตั้งกับดักทั้ง 2 แบบ ในแปลงละมุดที่ 3 ระยะเวลา 6 - 10 สัปดาห์ พบว่ากับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 56.20 - 80.00 ตัวต่อกับดัก ในขณะที่กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 3.60 - 18.90 ตัวต่อกับดัก (ภาพที่ 27)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากับดักสำลีสามารถปลดปล่อยสาร ME ในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นที่ 2 สัปดาห์ ซึ่งสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีอยู่ในช่วง 172.67 - 314.0 ตัวต่อกับดัก แต่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ลดลงอย่างต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 4 - 10 โดยระยะเวลาที่ 10 สัปดาห์ กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 3.60 - 1.33 ตัวต่อกับดัก (ภาพที่ 25, 26 และ 27) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mir และ Ahmad (2017) ได้ศึกษาวัสดุ 6 ชนิด ได้แก่ ไม้อัด ไม้อัดฟาง ไม้อาเคเซีย สำลี ฟองน้ำ และยางพารา ผสมสาร ME เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในแปลงปลูกพืช พบว่าวัสดุจากไม้อัดผสมสาร ME สามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นๆ โดยมีประสิทธิภาพถึง 10 สัปดาห์ โดยจำนวนเฉลี่ยการดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 1.00 - 67.90 ตัวต่อกับดัก แต่กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้เพียง 4 สัปดาห์ โดยจำนวนเฉลี่ยการดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 3.90 - 18.40 ตัวต่อกับดัก

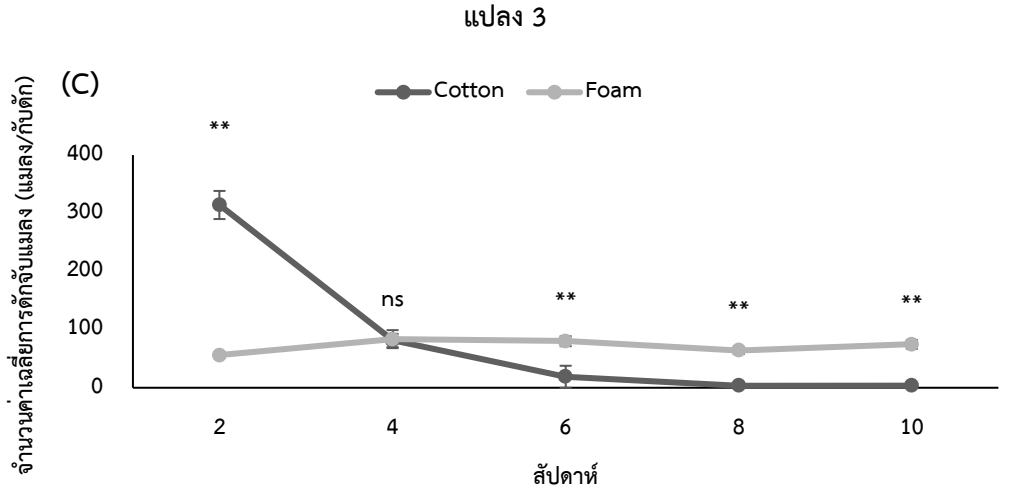
เช่นเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้พบว่ากับดักโฟมยางพารามีประสิทธิภาพในการดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* 2 สัปดาห์แรก อยู่ในช่วง 24.83 - 56.20 ตัวต่อกับดัก แต่เมื่อวางกับดักอย่างต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 4 - 10 พบว่าประสิทธิภาพของกับดักโฟมยางพาราสามารถปลดปล่อยสาร ME ได้อย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอยาวนานถึง 10 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่ 10 หลังจากติดตั้งกับดักในแปลงละมุดพบว่า สามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีอยู่ในช่วง 28.36 - 74.60 ตัวต่อกับดัก ซึ่งแตกต่างกับกับดักสำลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 28) นอกจากนี้การศึกษาของ Vargas และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาวัสดุจากเยื่อกระดาษผสมสาร ME โดยวางกับดักเพื่อดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในสภาพแปลงพบว่าสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้อย่างน้อย 21 วัน ในขณะที Bhagat และคณะ (2013) รายงานการศึกษาวัสดุ nanogel ผสมสาร ME พบว่าสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในแปลงทดลองได้ถึง 30 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้พบว่าโฟมยางพาราสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในแปลงละมุดได้ยาวนานถึง 10 สัปดาห์หรือ 70 วัน



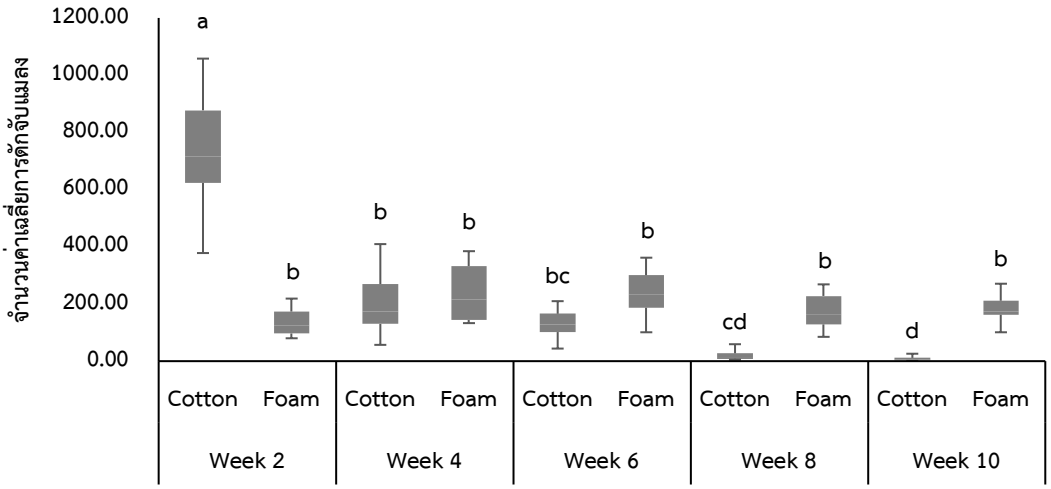
ภาพที่ 25 จำนวนค่าเฉลี่ย (แมลงวันผลไม้/กับดัก) ต่อการดักจับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพารา และสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดที่ 1 ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ **= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้วยวิธี Independent Sample t-test (P<0.01)



ภาพที่ 26 จำนวนค่าเฉลี่ย (แมลงวันผลไม้/กับดัก) ต่อการดักจับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพารา และสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดที่ 2 ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ **= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้วยวิธี Independent Sample t-test (P<0.01)



ภาพที่ 27 จำนวนค่าเฉลี่ย (แมลงวันผลไม้/กับดัก) ต่อการดักจับตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพารา และสำลีผสมสารฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดที่ 3 ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา โดย ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ **= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้วยวิธี Independent sample *t*-test (P<0.01)



ภาพที่ 28 วิเคราะห์ค่า Box plot จำนวนค่าเฉลี่ยการดักจับตัวเต็มวันแมลงวันผลไม้เพศผู้ *Bactrocera dorsalis* ระหว่างโฟมยางพารา และสำลีผสมฟีโรโมนเมทิลยูจินอล ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ในแปลงละมุดทั้ง 3 แปลง ของเกษตรกร ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา โดยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

บทที่ 4

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของปริมาณสาร ME ที่ระดับต่างๆ ในโฟมยางพารา พบว่าปริมาณสาร ME ที่ระดับสูงให้เปอร์เซ็นต์และประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกันกับปริมาณสาร ME ที่ระดับต่ำ โดยโฟมยางพาราผสมปริมาณสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร ซึ่งเป็นปริมาณต่ำสุดในการศึกษาครั้งนี้ ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ได้สูงสุดที่ 61.66 ± 1.67 เปอร์เซ็นต์ การนำสาร ME ที่ระดับ 50 ไมโครลิตร สามารถลดต้นทุนในการผลิตจากการใช้สาร ME ในปริมาณที่น้อยกว่าแต่ให้ประสิทธิภาพเท่ากัน

การศึกษาความหนาแน่นในโฟมยางพาราพบว่าทุกความหนาแน่นให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่วิธีการผลิตโฟมยางพาราแต่ละความหนาแน่นได้แก่ 0.21, 0.23 และ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างกันได้แก่ โฟมยางพาราที่มีควาหนาแน่น 0.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ก่อให้เกิดการซึมหรือไหลผ่านของสาร ME ในขณะฉีดสารเข้าไปได้ง่ายกว่าโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่นสูง เช่น 0.23 และ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตรงกันข้ามถ้าโฟมยางพาราที่มีควาหนาแน่น 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การฉีดสารต้องมีความระมัดระวังมากกว่าการฉีดสารเข้าไปในโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าเช่น 0.21 และ 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากโฟมยางพาราที่มีความหนาแน่น 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่งผลให้โฟมยางพารามีลักษณะแข็ง ดังนั้นการเลือกใช้โฟมยางพาราที่มีความหนาแน่นในระดับปานกลางความหนาแน่น 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรจากการศึกษาครั้งนี้ นอกจากสามารถผลิตขึ้นมาได้ง่ายกว่าโฟมยางพาราในรูปแบบอื่นๆ ยังพบว่าโฟมยางพาราความหนาแน่น 0.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีถึง 69.17 ± 5.07 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาความหนาของโฟมยางพาราพบว่าโฟมยางพาราความหนาที่ 1.0 เซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีกว่ารูปแบบอื่นๆ โดยพบว่าที่ระยะเวลา 15 และ 30 วัน หลังจากตากโฟมยางพารา ความหนาที่ 1.0 เซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ดีที่สุดที่ 59.17 ± 8.31 และ 46.67±5.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากชุดการทดลองอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากใช้น้ำยางพาราน้อยกว่ารูปแบบอื่นๆ

การศึกษาขนาดพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราพบว่าทุกขนาดพื้นที่หน้าตัดให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบ

วิธีการผลิตโฟมยางพาราแต่ละรูปแบบพบว่าพื้นที่หน้าตัด (กว้าง x ยาว) 5.0 x 5.0 ตารางเซนติเมตร สามารถผลิตได้ง่ายกว่ารูปแบบอื่นๆ นอกจากนี้พบว่าโฟมยางพาราที่มีพื้นที่หน้าตัด 5.0 x 5.0 ตารางเซนติเมตร ให้เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีถึง 67.50 ± 7.61 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเลือกพื้นที่หน้าตัดของโฟมยางพาราที่ 5.0 x 5.0 ตารางเซนติเมตร

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อประสิทธิภาพของโฟมยางพาราและสำลีผสมสาร ME สำหรับการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าสำลีมีขนาดช่องทางการปลดปล่อยสารที่กว้างกว่าโฟมยางพารา ทำให้สาร ME ซึ่งเป็นของเหลวระเหยง่าย เมื่อโดนความร้อนสูงเช่น อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 12 - 120 ชั่วโมงจากการทดลองนี้ทำให้ประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ลดลงและมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 17.08 - 30.42 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าโฟมยางพาราที่มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 25.83 - 71.67 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การศึกษาประสิทธิภาพระหว่างโฟมยางพารา และสำลีผสมสาร ME ในแปลงละมุดของเกษตรกรพบว่าเปอร์เซ็นต์การดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ใน 2 สัปดาห์แรก สำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้มากกว่าโฟมยางพาราอยู่ในช่วง 172.67 - 314.2 ตัวต่อกับดัก ในขณะที่กับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 24.83 - 56.2 ตัวต่อกับดัก แต่เมื่อเวลาผ่านไป 10 สัปดาห์ พบว่ากับดักโฟมยางพาราสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ได้ดีอยู่ในช่วง 28.36 - 74.60 ตัวต่อกับดัก ในขณะที่กับดักสำลีสามารถดักจับแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* อยู่ในช่วง 1.33 - 3.60 ตัวต่อกับดัก ซึ่งน้อยกว่าโฟมยางพาราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการศึกษานี้พบว่ากับดักโฟมยางพารามีประสิทธิภาพในปลดปล่อยสาร ME ได้ยาวนานอย่างสม่ำเสมอถึง 10 สัปดาห์

ดังนั้นสรุปได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราผสมสาร ME เพื่อควบคุมแมลงวันผลไม้เพศผู้ *B. dorsalis* ในแปลงปลูกผลไม้ของเกษตรกรเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* ซึ่งเป็นศัตรูพืชสำคัญของไม้ผลในประเทศไทย และทั่วโลก นอกจากนี้สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ร่วมกันกับวิธีการอื่นๆ ในการควบคุมหรือการจัดการแปลงปลูกของเกษตร เช่น การห่อผล การเก็บผลที่เน่าร่วงออกจากแปลง และการใช้สารเคมี เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีรังสี. มปป. แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.agriqua.doae.go.th/radiation/fruitflies%20in%20Thailand.html. (18 มีนาคม 2562)

ชลธิรา แสงศิริ ไพรพรรณ แพเจริญ พิไลวรรณ เพชรเลี่ยม และธนพร ขจรผล. 2557. ผลของรูปแบบกับดักและเหยื่อล่อที่มีต่อแมลงวันผลไม้. แก่นเกษตร 42: 674-679.

นริศ ท้าวจันทร์ และอนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2551. ประสิทธิภาพการควบคุมของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). วารสารวิทยาศาสตรเกษตร (พิเศษ) 39: 21-25.

ประพนธ์ ปราณโสภณ วณิช ลิ้มโอภาสมณี สุชาดา เสกสรร วิริยะฐิติมา คงรัตน์ อาภรณ์ สาธิตวงษ์ชีรี ทศพร แทนรินทร์ บุญญา สุดาทิศ และกนกพร บุญศิริชัย. 2552. การควบคุมแมลงวันผลไม้แบบพื้นที่กว้างโดยวิธีผสมผสาน. วารสารวิทยาศาสตรเกษตร 40: 59-62.

ยุวรินทร์ บุญทบ ศิริณี พูนไชยศรี ชลิดา อุณหวุฒิ ลักขณา บำรุงศรี และสิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์. 2553. อนุกรมวิธานแมลงวันผลไม้สกุล *Bactrocera*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http//it.doa.go.th/refs/flies/1729_2553.pdf?PHPSESSID=7d05aac1ecf750d184b659447b45. (27 กุมภาพันธ์ 2560)

เรณู ดอกไม้หอม. 2541. คู่มือการใช้กับดักแมลงวันผลไม้ เอกสารประกอบการฝึกอบรมการป้องกันและกำจัดแมลงวันผลไม้โดยวิธีผสมผสาน. ศูนย์วิจัยข้าว, ปทุมธานี.

วิภาดา ปลอดครบุรี สัญญาณี ศรีคชา เกรียงไกร จำเริญมา และศรุต สุทธิอารมณ์. 2553. การใช้เหยื่อพิษโปรตีนเพื่อป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ในพริก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 200 หน้า.

วิวัฒน์ พิชญากร. ม.ป.ป. โครงการพัฒนางานวิจัยสู่นวัตกรรม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.nia.or.th/r4i/download/research_r4i.pdf. (25 ธันวาคม 2559)

วิสุทธิ์ ใบไม้ ปัทมาภรณ์ กฤตยพงษ์ สังวร กิจทวี กุวังคะดิลก สุจินดา ธนะภูมิ แสน ดิกวัฒนานนท์ Paul J. Grote และอรวรรณ สัตยาลัย. 2541. การศึกษาชีววิทยาเชิงประชากรของแมลงวันผลไม้และยุงก้นปล่อง. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพ. 116 หน้า.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2557. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.trf.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=4374:2014-05-30-03-38-14&catid=38&Itemid=362. (17 กุมภาพันธ์ 2560)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2558. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.trf.or.th/index.php/research-utilization/6311-117. (11 กุมภาพันธ์ 2560)

สุภาภรณ์ เสียงศรี. 2542. การศึกษาการทำให้เกิดโรคของไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocasae* (Weiser) ในแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

แสน ติกวัฒนานนท์. 2529. การเลี้ยงแมลงวันทองในสกุลดาคัสสี่ให้ได้ปริมาณมากด้วยอาหารกึ่งเทียม. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย์) 20: 22-36.

Allwood, A.J. 1997. Biology and ecology: Prerequisites for understanding and managing fruit flies (Diptera: Tephritidae). *In*: Management of Fruit Flies in the Pacific. A regional symposium, Nadi, Fiji 28-31 October 1996. ACIAR Proceeding 76: 95–101.

Allwood, A.J., Chinajariyawong, A. Drew, R.A.I., Hamacek, E.L., Hancock, D.L., Hengsawad, C., Jipanin, J.C., Jirasurat, M., Kong Krong, C., Kritsaneepaiboon, S., Leong, C.T.S. and Vijaysegaran, S. 1999. Host plant records for fruit flies (Diptera: Tephritidae) in South East Asia. The Raffles Bulletin of Zoology (Supplement) 7: 1–92.

Barclay, H.J., McInnis, D.O. and Hendrichs, J. 2014. Modeling the area-wide integration of male annihilation and the simultaneous release of methyl-eugenol-exposed *Bactrocera* spp. sterile males. Annual Entomology Society of America 107: 97–112.

Bhagat, D., Samanta, S.K. and Bhattacharya, S. 2013. Efficient management of fruit pests by pheromone nanogels. Scientific Report 3: 1294. doi:10.1038/srep01294.

Bonacucina, G., Di Martino, P., Piombetti, M., Colombo, A., Roversi, F. and Palmieri, G.F. 2006. Effect of plasticizers on properties of pregelatinized starch acetate (Amprac 01) free films. International Journal of Pharmaceutics 313(1-2): 72-77.

CABI (Center for Agriculture and Bioscience International). 1994. *Bactrocera dorsalis* distribution maps of plant pests. [online] Available from: http://www.cabi.org/isc/datasheet/17685. (5 January 2017)

Carroll, L.E., Norrbom, A.L., Dallwitz., M.J. and Thompson, F.C. 2006. Pest fruit flies of the world-larvae. [online] Available from: http://www.http://delta-intkey.com/ffl/www/baclati.htm. (10 February 2017)

CDFA (California Department of Food and Agriculture). 2013. Integrated pest management analysis of alternative treatment methods to eradicate methyl eugenol responding exotic fruit flies. [online] Available from: http://www.cdfa.ca.gov/plant/pdep/treatment/alt-treatments/Methyleugenol-resp-ff-alt-treatments.pdf. (25 February 2017)

Clarke A.R., Allwood A.J., Chinajariyawong A., Drew R.A.I., Hengsawad C., Jirasurat M., Kong Krong C., Kristsaneepaiboon S. and Vijaysegaran S. 2001. Seasonal abundance and host use patterns of seven *Bactrocera Macquart* species (Diptera: Tephritidae) in Thailand and Peninsular Malaysia. The Raffles Bulletin of Zoology 49: 207–220.

de Barros, N.R., Chagas, P.A.M., Borges, F.A., Gemeinder, J.L.P., Miranda, M.C.R., Garms, B.C. and Herculano, R.D. 2015. Diclofenac potassium transdermal patches using natural rubber latex biomembranes as carrier. Journal of Materials 2015: 1-7. doi:10.1155/2015/807948.

Dong, Y.C., Wang, Z.J., Chen, Z.Z., Clarke, A.R. and Niu, C.Y. 2016. *Bactrocera dorsalis* male sterilization by targeted RNA interference of spermatogenesis: empowering sterile insect technique programs. Scientific Reports 6: 35750. doi: 10.1038/srep35750.

Harahap, H., Agustini, H.E., Taslim., Iriany., Halimatuddahliana. and Lubis, Y.A. 2018. The effect of drying temperature on natural rubber latex (NRL) films with modification of nanocrystal cellulose (NCC) filler. Journal of physics: conference series 1028 012061 doi :10.1088/1742-6596/1028/1/012061.

Harris, E.J., Nakagawa, S. and Urago, T. 1971. Sticky traps for detection and survey of three tephritids. Journal of Economic Entomology 64: 62-65

Herculano, R.D., Silva, C.P., Ereno, C., Guimaraes, S.A.C., Kinoshita, A., Graeff, C.F.O. 2009. Natural rubber latex used as drug delivery system in guided bone regeneration (GBR). Materials Research 12: 253–256.

Herculamo, R.D., Guimaraes, S.A.C., Belmonte, G.C., Duarte M.A.H., Junior, O.N.O, Kinoshita, A. and Graeff, C.F.O. 2010. Metronidazole release using natural rubber latex as matrix. Material Research 2010: 13(1): 57-61.

Hiramoto, M.K., Arita-Tsutsumi, L. and Jang, E.B. 2006. Test of effectiveness of newly formulated plastic matrix with methyl eugenol for monitoring *Bactrocera dorsalis* (Hendel) populations. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society 38: 103–110.

IAEA (International Atomic Energy Agency). 1996. Standardization of medfly trapping for use in sterile insect technique programmes. Final report of coordinated research programme 1986-1992. IAEA- TECDOC-883

IAEA (International Atomic Energy Agency). 1998. Development of female medfly attractant systems for trapping and sterility assessment. Final report of coordinated research programme 1995-1998. International Atomic Energy Agency (IAEA) TECDOC-1099. 228 pp.

IAEA (International Atomic Energy Agency). 2013. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programs. Insects Pest Control Section. Austria. [online] Available from: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/ TG -FFPweb.pdf (18 may 2019) in Thailand: new knowledge for integrated pest management. Examensarbete 15: 2–38.

Jang, E.B. 2011. Effectiveness of plastic matrix lures and traps against *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera cucurbitae* in Hawaii. Journal of Applied Entomology 135: 456–466.

Khan, S., Hussain, S., Maula, F., Asif Khan, M. and Shinwari, I. 2015. Efficacy of different lures in male annihilation technique of peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae). Journal of Entomology and Zoology Studies 3(4): 164-168.

Liu, Z., Smagghe, G., Lei, Z. and Wang, J.J. 2016. Identification of male- and female-specific olfaction genes in antennae of the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*). Plos One 11(2): e0147783 doi:10.1371/journal.pone.0147783.

Mcphail, M. 1939. Protein lures for fruit flies. Journal of Economic Entomology. 32: 758-761.

Mir, S.H. and Ahmad, S.B. 2017. Field evaluation of various dispensers for methyl eugenol in India, an attractant of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). Journal of the Kansas Entomological Society 90(3): 189-193 pp.

Miranda, M.C.R., Prezotti, F.G., Borges, F.A., Barros, N.R., Cury, B.S.F. and Herculano, R.D. 2017 Porosity effects of natural latex (*Hevea brasiliensis*) on release of compounds for biomedical application. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition 18: 2117-2130.

Murbach, H.D., Ogawa, G.J., Borges, F.A. Miranda, M.C.R., Lopes, R., de Barros, N.R. Mazalli, A.V.G., da Silva, R.G., Cinman, J.L.F., Dradgo, B.D.C. and Herculano, R.D. 2014. Ciprofloxacin release using natural rubber latex membranes as carrier. International Journal of Biomaterials 2014: 157952. doi:10.1155/2014/157952.

Peng, C., Huil, Y. and Jianhong, L. 2006. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and analysis of the factors influencing the population in Ruili, Yunnan Province, China. Acta Ecologica Sinica 26: 2801–2809.

Qureshi, Z.A., Siddiqui, Q.H. and Hussain, T. 1992. Field evaluation of various dispensers for methyl eugenol, an attractant of *Dacus zonatus* (Saund.) (Dipt., Tephritidae). Journal of Applied Entomology 113(4): 365-367.

Rizk, M.M.A., Abdel-Galil, F.A., Temerak, S.A.H. and Darwish, D.Y.A. 2014. Factors affecting the efficacy of trapping system to the peach fruit fly (PFF) males, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae), Archives of Phytopathology and Plant Protection 47(4): 490-498.

Roslim, R., Hashim, M.Y.A. and Augurio, P.T. 2012. Natural latex foam, Journal of Engineering Science 8: 15–27.

Sarango, V.M.G., Ekbom, B. and Ooi, P. 2009. Monitoring and pest control of fruit flies

Sarker, D., Rahman, M.M. and Barman, J.C. 2009. Efficiency of different bagging materials for the control of mango fruit fly. Bangladesh Journal of Agricultural Research 34: 165-168.

Schutze, M.K., Aketarawong, N., Amornsak, W., Armstrong, K.F., Augustinos, A.A., Barr, N., Bo, W., Bourtzis, K., Boykin, L.M., Caceres, C., Cameron, S.T., Chapman, T.A., Chinvinijun, S., Chomic, A., Meyer, M.D., Drosopoulou, E., Englezou, A., Ekesi, S., Gariou-papalexiou, A., Geib, S.T., Hailstones, D., Hasanuzzaman, M., Haymer, F.M., Krosch, M.N., Leblanc, L., Mahmood, K., Malacrida, A.R., Mavragan-tsipidou, P., Mwatawala, M., Nishida, R., Ono, H., Reyes, J., Rubinoff, D., Jose, M.S.,Shelly, T.E., Srikachar, S., Tan, K.H., Thanaphum, S., Haq, I., Vijaysegaran, S., Wee, S.L.,

Yesmin, F., Zacharopoulou, A. and Clarke, A.R. 2014. Synonymization of key pest species within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural and chemoecological data. Systematic Entomology 40: 456–471.

Shelly, T. 2010. Effects of methyl eugenol and raspberry ketone/cue lure on the sexual behavior of *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae). Applied Entomology and Zoology 45: 349–361.

Shelly, T.E., Kurashima, R., Nishimoto, J., Diaz, A., Leathers, J., War, M. and Joseph, D. 2011. Capture of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in traps baited with liquid versus solid formulations of male lures. Journal of Asia-Pacific of Entomology 14: 463–467.

Sidahmed, O.A.A., Taha, A.K., Hassan, G.A. and Abdalla, I.F. 2014. Evaluation of pheromone dispenser units in methyl eugenol trap against *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta and White (Diptera: Tephritidae) in Sudan. Journal of Agricultural Research 3: 148–151.

SPSS. 2001. SPSS for Windows 11. SPSS Inc., Chicago (IL) URL http://www. spss.com.

Steiner, L.F. 1952. Low-cost plastic fruit fly traps. Journal of Economic Entomology 50: 508-509.

Swaine, G., Corcoran, R.J. and Davey, M.A. 1978. Commodity treatment against infestations of the cu-cumber fly, *Dacus (Austrodacus) Cucumis* French, in cucumbers. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science 35: 5-9.

Tan, K.H. and Nishida, R. 2012. Methyl eugenol: its occurrence, distribution, and role in nature, especially in relation to insect behavior and pollination. Journal of Insect Science 12: 56. doi: 10.1673/031.012.5601.

Tan, K.H., Nishida, R., Jang, E.B. and Shelly, T.E. 2014. Pheromones, male lures, and trapping of tephritid fruit flies. *In*: Shelly, T.E., Epsky, N., Jang, E.B., Flores-Reyes, J. and Vargas, R.I. (Eds). Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies, Springer, New York, 15–74.

Thaochan, N. and Ngampongsai, A. 2015. Effects of autodisseminated *Metarhizium guizhouense* PSUM02 on mating propensity and mating competitiveness of

Bactrocera cucurbitae (Diptera: Tephritidae). Biocontrol Science and Technology 25: 629–644.

USDA (United States Department of Agriculture). 2016. A Review of Recorded Host Plants of Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). Version 2.1 A Product of the USDA Compendium of Fruit Fly Host Information (CoFFHI). A Farm Bill Project. July 22, 2016.

Vargas, R.I., Leblanc, L., Putoa, R. and Eitam, A. 2007. Impact of introduction of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and classical biological control releases of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on economically important fruit flies in French Polynesia. Journal of Economic Entomology 100: 670–679.

Vargas, R.I., Mau, R.F.L., Stark, J.D., Piñero, J.C., Leblanc, L. and Souder, S.K. 2010b. Evaluation of methyl eugenol and cue-lure traps with solid lure and insecticide dispensers for fruit fly monitoring and male annihilation in the Hawaii area-wide pest management program. Journal of Economic Entomology 103: 409–415.

Vargas, R.I., Piñero, J.C. and Leblanc, L. 2015. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the pacific region. Insects 6: 297–318.

Vargas, R.I., Shelly, T.E., Leblanc, L. and Piñero, J.C. 2010a. Chapter twenty-three-recent advances in methyl eugenol and cue-lure technologies for fruit fly detection, monitoring, and control in Hawaii. Vitamins and Hormones 83: 575–595.

Vargas, R.I., Stark, J.D., Hertlein, M., Neto, A.M., Coler, R. and Piñero, J.C. 2008. Evaluation of SPLAT with Spinosad and methyl eugenol or cue-lure for attract and kill of Oriental and Melon fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. Journal of Economic Entomology 103(3): 759–768.

Vargas, R.I., Stark, J.D., Kido, M.H., Ketter, H.M. and Whaitehand, L.C. 2000. Methyl eugenol and cue-lure traps for suppression of male Oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii: effects of lure mixtures and weathering. Journal of Economic Entomology 93: 81–87.

Vargas, R.I., Stark, J.D., Mackey, B. and Bull, R. 2005. Weathering trials of amulet cue-lure and amulet methyl eugenol attract and kill Stations with male Melon flies and Oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. Journal of Economic Entomology 98(5): 1551–1559.

Victor, M.G.S. 2009. Monitoring and pest control of fruit flies in Thailand: new knowledge for integrated pest management. Examensarbete, *SLU* Institutionen for ekologi, Uppsala. 32 pp.

White, I.M. and Elson-Harris, M.M. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. Centre for Agriculture and Biosciences International, Wallingford, UK. 601 pp.

Wikiwand. 2017. Methyl eugenol. [online] available from: http://www.wikiwand.com/de/ Methyleugenol (8 march 2017)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวรูเฟียะห์ มะลี

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5910620034

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2559

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

- ทุนโครงการเรียนดี คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาสงขลานครินทร์
- ทุนสนับสนุนการผลิตบัณฑิต สถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์
- ทุนสนับสนุนจากอุทยานวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Malee, R., Kalkornsurapranee, E. and Thaochan, N. 2017. Efficacy of methyl eugenol in para rubber foam on attraction of male Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). The 3rd Asia Pacific Rubber Conference (APRC) 2017. 16-17 November 2017 at Convention Hall, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus, Surat Thani, Thailand.

นริศ ท้าวจันทร์ ยาวารียี๊ะห์ สาเมาะ เบญจวรรณ ศิริกุล คอฎียี๊ะ เถาวัลย์ และ รูเฟียะห์ มะลี. 2561. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับดักแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) รูปแบบต่าง ๆ ในสวนมะละกอ. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 46(1): 725-731.

คอฎียี๊ะ เถาวัลย์ รูเฟียะห์ มะลี และ นริศ ท้าวจันทร์. 2562. พัฒนาการของ ejaculatory apodeme และการตอบสนองต่อสารฟีโรโมนของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* และ *Zeugodacus cucurbitae*. วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ) 47(1): 917-922.

อนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ 1703000670 ผลงาน “โฟมยางที่มีส่วนประกอบของสารล่อแมลง” นักประดิษฐ์ นริศ ท้าวจันทร์, อรัญ งามผ่องใส, ยาวารีย๊ะห์ สาเมาะ, คอฎีย๊ะ เถาวัลย์, รูเฟียะห์ มะลี, เอกวิภู กาลกรณ์สุรปราณี, นิธินาถ แซ่ตั้ง และธีรรัตน์ เส้งสุก