รายงานสรุปผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาคุณสมบัติแผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน cue-lure สำหรับดึงดูดแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett) (Diptera: Tephritidae)

The properties of natural rubber latex membrane mixed with pheromone, cue-lure, for attractant melon fruit fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett) (Diptera: Tephritidae)

คณะนักวิจัย

ผศ.ดร.นริศ ท้าวจันทร์

รศ.ดร.อรัญ งามผ่องใส

ผศ.ดร.เอกวิภู กาลกรณ์สุรปราณี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนานวัตกรรมยางพารา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การศึกษาคุณสมบัติแผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน cue-lure สำหรับดึงดูดแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett) (Diptera: Tephritidae)

(ภาษาอังกฤษ) The properties of natural rubber latex membrane mixed with pheromone, cue-lure, for attractant melon fruit fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett) (Diptera: Tephritidae)

คณะนักวิจัยและคณะ/หน่วยงานต้นสังกัด

1.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริศ ท้าวจันทร์

ที่อยู่ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ

โทรศัพท์ 074-286100 โทรสาร 074-558806

Email narit.t@psu.ac.th

1.2 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส

ที่อยู่ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ

โทรศัพท์ 074-286002 โทรสาร 074-558806

Email aran.ng@psu.ac.th

1.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกวิภู กาลกรณ์สุรปราณี

ที่อยู่ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์

โทรศัพท์ 074-288374

Email ekwipoo.k@psu.ac.th

สารบัญ

	หน้าที่
1. ชื่อโครงการวิจัย	1
2. คณะวิจัย และหน่วยงานต้นสังกัด	1
3. สารบัญ	2
- รายการตาราง	3
- รายการภาพประกอบ	5
5. กิตติกรรมประกาศ	8
6. บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	9
7. บทนำ	11
8. วัตถุประสงค์	12
9. ตรวจเอกสาร	12
10. วิธีการทดลอง	16
11. ผลการทดลองและวิจารณ์	19
12. สรุปผลการทดลอง	38
13. เอกสารอ้างอิง	39
14. ตารางตัวชี้วัดศักยภาพและผลลัพธ์ของโครงการ (แบบวิจัย 16.1)	45
15. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	46
16. ภาคผนวก	46

รายการตาราง

		หน้าที่
Table 1	ต้นทุน ราคา และอัตราการใช้สาร cue-lure (คิดจากราคาสาร cue-lure ตามราคาร้านเคมีเกษตรภายในประเทศ 15,000 บาท/ลิตร)	16
Table 2	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae*, to different concentrations and times interval of cue-lure in natural rubber latex membrane.	21
Table 3	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to different concentrations and times interval of cue-lure in natural rubber latex membrane.	23
Table 4	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to different type of membrane and testing times of cue-lure in natural rubber latex membrane.	26
Table 5	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 25°C.	29
Table 6	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 30°C.	31
Table 7	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 35°C.	33
Table 8	Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 40°C.	35
Table 9	Average number (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in the field condition.	36

รายการตาราง

หน้าที่

Table 10 ตารางตัวชี้วัดศักยภาพและผลลัพธ์ของโครงการ (แบบวิจัย 16.1) 45

รายการภาพประกอบ

		หน้าที่
Figure 1	พื้นที่การแพร่ระบาดของแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett)	13
Figure 2	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different concentrations and times interval of cue-lure in natural latex membrane.	20
Figure 3	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different concentration of cue-lure at in natural latex membrane.	20
Figure 4	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different thickness and times interval of cue-lure in natural latex membrane.	22
Figure 5	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different natural latex membrane thickness.	23
Figure 6	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different membrane types and times interval of cue-lure in natural latex membrane.	25
Figure 7	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different membrane types.	25
Figure 8	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball (control) at 25°C.	28
Figure 9	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different types of rubber membrane at 25°C.	28

รายการภาพประกอบ

		หน้าที่
Figure 10	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball (control) at 30°C.	30
Figure 11	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different types of rubber membrane at 30°C.	30
Figure 12	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball (control) at 35°C.	32
Figure 13	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different types of rubber membrane at 35°C.	32
Figure 14	Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball (control) at 40°C.	34
Figure 15	Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different types of rubber membrane at 40°C.	34
Figure 16	Boxplot analysis response of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in field 1 condition. Different letter on each box were highly significant different (P = 0.000) according to Tukey's HSD test	37
Figure 17	Boxplot analysis response of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in field 2 condition. Different letter on each box were highly significant different (P = 0.000) according to Tukey's HSD test	37

รายการภาพประกอบ

หน้าที่

Figure 18 Boxplot analysis response of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in field 3 condition. Different letter on each box were highly significant different (*P* = 0.000) according to Tukey's HSD test 38

กิตติกรรมประกาศ

โครงการศึกษาคุณสมบัติแผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน cue-lure สำหรับดึงดูดแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett) (Diptera: Tephritidae) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนานวัตกรรมยางพารา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้มอบทุนวิจัยสำหรับการพัฒนาวัตถุดิบน้ำยางพาราเป็นแผ่นยางพาราที่ผสมสารฟีโรโมนสำหรับใช้ทางการเกษตร เพื่อควบคุมแมลงวันผลไม้ จากผลงานวิจัยดังกล่าวสามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ยางพาราให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น เพิ่มช่องทางการใช้ประโยชน์ และต่อยอดงานวิจัยพื้นฐานไปใช้ประโยชน์ในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ทางการเกษตร จากคุณสมบัติที่ดีของแผ่นยางพาราในการชะลอและช่วยปลดปล่อยสารอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถใช้งานได้จริงในระดับเบื้องต้น ถึงแม้ว่าบางการทดลองยังไม่ประสบความสำเร็จ แต่จากการศึกษาทั้งหมดทำให้สามารถนำองค์ความรู้ไปพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และรวมทั้งผู้บริโภค นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นการใช้ยางพาราในประเทศให้เพิ่มมากขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยจะเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในอนาคตต่อไป

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อภาษาไทย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน cue lure สำหรับดึงดูดแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* พบว่าความเข้มข้นของสาร cue lure ที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างจากความเข้มข้นที่ 1.0, 2.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการทดสอบ 60 วัน โดยพบว่าที่ระยะเวลา 15 วัน พบว่าการดึงดูดได้สูงสุดอยู่ในช่วง 52.60-73.33 เปอร์เซ็นต์ ของทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ การทดสอบความหนาของแผ่นยางพารา พบว่าทุกความหนาของแผ่นยางพารามีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างกัน โดยพบเปอร์เซ็นต์การดึงดูดอยู่ในช่วง 13.3-80.8 เปอร์เซ็นต์ แต่ความหนาที่ 4 มิลลิเมตร มีความเหนียวและความหยืดหยุ่นที่เหมาะสมที่สุด สำหรับชนิดของแผ่นเมมเบรนที่ติดอยู่บนแผ่นยางพารา พบว่าการติดและไม่ติดแผ่นเมมเบรนมีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงวันแตงได้ไม่แตกต่างกัน โดยพบเปอร์เซ็นต์การดึงดูดอยู่ในช่วง 12.5-67.5 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการดึงดูดแมลงวันแตงของแผ่นยางพารา พบว่าที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราแบบติดและไม่ติดแผ่นเมมเบรน รวมทั้งสำลี มีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงวันแตงได้ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเมมเบรนสามารถดึงดูดแมลงวันแตง 33.33 ± 7.3 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าสำลีและแผ่นยางพาราที่ติดแผ่นเมมเบรน 25.83 ± 6.25 และ 25.83 ± 6.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการทดสอบในสภาพแปลง พบว่าการใช้แผ่นยางพาราไม่ติดแผ่นเมมเบรนมีประสิทธิภาพในการดักจับแมลงวันแตงได้ 29-58 ตัว/กับดัก ด้อยกว่าการใช้สำลีซึ่งดักจับได้ 84-166 ตัว/กับดัก ที่ระยะเวลาการทดสอบ 6 สัปดาห์

คำสำคัญ: แผ่นยางพารา; cue lure, แมลงวันแตง; *Zeugodacus cucurbitae*

Abstract

The development of para rubber membrane mixed with insect pheromone, cue lure, for attraction melon fruit flies, *Zeugodacus cucurbitae*, were investigated. The concentration of cue lure at 0.5% showed percentage of attraction to adult male *Z. cucurbitae* similar to other concentration at 1.0, 2.0 and 3.0% all tested until 60 days. At the tested day 15, all concentrations of cue lure in rubber membrane showed percentage of attraction ranged 52.6-73.3%. All thickness of rubber membrane were not significantly different of percentage of attraction to adult male *Z. cucurbitae* with high percentage attraction ranged 13.3-80.8%. At the para rubber membrane thickness 4.0 mm had a suitable properties of sticky and flexible during handle. The study of film type on para rubber membrane, the para rubber membrane with and without the film were not significantly different of percentage of attraction to adult male *Z. cucurbitae* with percentage attraction ranged 12.5-67.5%. The study of temperature effect on para rubber membrane were demonstrated. At the temperature 25-35°C, the para rubber membrane with and without film and cotton showed similar percentage attraction to the flies. At the temperature 40°C, the para rubber membrane without film showed percentage of attraction (33.33 ± 7.3%) higher than cotton and para rubber membrane with film with 25.83 ± 6.25 and 25.83 ± 6.51%, respectively. In the field test, the para rubber membrane trap showed efficiency of catches adult male flies 29-58 flies/trap and less efficiency to the cotton trap with 84-166 flies/trap during tested 6 weeks.

Keywords: Para rubber membrane; cue lure; melon fruit fly; *Zeugodacus cucurbitae*

บทนำ

แมลงวันแตง (melon fruit fly) *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) อยู่ในอันดับ Diptera วงศ์ Tephritidae เป็นแมลงวันผลไม้ชนิดหนึ่งที่เข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก โดยพบความเสียหายของการเข้าทำลายผลผลิตอยู่ระหว่าง 30 – 100 เปอร์เซ็นต์ (White and Elson-Harris, 1992; Allwood *et al.,* 1999; Clarke *et al*., 2001; Dhillon *et al*., 2005) สามารถเข้าทำลายพืชผักได้มากกว่า 81 ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชตระกูลแตง (Cucurbitaceae) เช่น แตงกวา แตงโม ตำลึง ฟัก น้ำเต้าแคนตาลูป บวบเหลี่ยม ฟักทอง และมะระ เป็นต้น แมลงวันแตงมีเขตแพร่ระบาดเริ่มจากทวีปเอเชีย หมู่เกาะฮาวาย ปาปัวนิวกินี และหมู่เกาะมาเรียนา (Dhillon *et al*., 2005) ส่วนในประเทศไทยมีการแพร่กระจายทั่วทุกภาคของประเทศ (มนตรี, 2544; Allwood *et al.*, 1999) ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลผลิตเกิดจากแมลงวันแตงเพศเมียเข้าไปวางไข่ใต้ผิวของผลผลิต ตัวหนอนอาศัยและกินเนื้อเยื่ออยู่ภายในผลผลิต ทำให้ผลผลิตเน่าและร่วงก่อนกำหนด (White and Elson-Harris, 1992)

เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตจากการเข้าทำลายของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เกษตรกรต้องมีการจัดการควบคุมประชากรของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในพื้นที่ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การเก็บผลแตงที่ถูกแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เข้าทำลายออกจากพื้นที่ หรือทำลาย การห่อผล การใช้แตนเบียนแมลงวันแตง (*Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead) การใช้เชื้อราโรคแมลง (*Beauveria bassiana* และ *Metarhizium anisopliae*) การฉายรังสี การใช้เหยื่อล่อโปรตีน หรือการใช้สารฟีโรโมนร่วมกับกับดัก และการใช้สารเคมี เช่น imidacloprid และ deltamethrin เป็นต้น (Allwood, 1997; Sarker et al., 2009; Sarango, 2009; IAEA, 2013; Tan et al., 2014; Thaochan and Ngampongsai, 2015) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารฟีโรโมนในแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้เป็นอย่างมาก สำหรับสารฟีโรโมนที่ใช้ในการควบคุมแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* คือ สาร cue-lure (4-(4-Acetoxyphenyl)-2-butanone) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เพศผู้ (White and Elson-Harris, 1992; Jang, 2011; Shelly, 2012) ข้อดีของการใช้สาร cue-lure คือ สามารถช่วยลดจำนวนประชากรของแมลงวันแตงเพศผู้ *Z. cucurbitae* ในธรรมชาติ หรือใช้ในการพยากรณ์การระบาดของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในพื้นที่ได้อีกด้วย (Allwood, 1997; CDFA, 2013; Barclay et al., 2014)

สาร cue-lure มีลักษณะเป็นของเหลวและระเหยได้ง่าย การใช้งานส่วนใหญ่จึงต้องหยอดสารดังกล่าวลงไปในสำลีและผสมสารเคมีกำจัดแมลง หลังจากนั้นนำไปแขวนไว้ในกับดัก เพื่อล่อให้แมลงวันเข้ามาติดอยู่ในกับดัก เนื่องจากสาร cue-lure เป็นสารที่ระเหยได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่สามารถคงอยู่ในสภาพแวดล้อมได้ยาวนาน นอกจากนี้สภาพอากาศที่ร้อนยังส่งผลให้สาร cue-lure ระเหยได้อย่างรวดเร็ว (Hiramoto et al., 2006; Jang 2011; Bhagat et al., 2013) มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการนำวัสดุบางชนิดมาใช้ทดแทนสำลี เพื่อทำหน้าที่ปลดปล่อยสาร cue-lure ได้ยาวนานขึ้น (Vargas et al. 2010; Shelly et al. 2011; Bhagat et al., 2013; Sidahmed et al. 2014) สำหรับในประเทศไทยพบว่า

ผลิตภัณฑ์แผ่นยางพารานั้นหาง่าย มีราคาถูก นอกจากนี้มีการนำแผ่นยางพาราไปใช้ร่วมกับสารบางชนิด พบว่าสามารถช่วยในการปลดปล่อยสารได้ยาวนานยิ่งขึ้น (Herculano et al., 2009; Murbach et al., 2014; de Barros et al., 2015)

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงสนใจการใช้แผ่นยางพาราผสมกับสารฟีโรโมน cue-lure ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้สารฟีโรโมน cue-lure ให้สามารถคงทนอยู่ในสภาพแวดล้อมได้ยาวนานขึ้น ใช้สารฟีโรโมน cue-lure ในปริมาณที่น้อยลง และสามารถควบคุมแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ดียิ่งขึ้น โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ของยางพาราให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการควบคุมแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ของเกษตรกร หรือผู้ประกอบการที่สนใจนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติแผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน cue-lure สำหรับควบคุมแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae*
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน cue-lure ให้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด
3. เป็นทางเลือกของเกษตรกร หรือผู้ประกอบการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การตรวจเอกสาร

ความสำคัญของแมลงวันแตง

แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เป็นกลุ่มของแมลงวันผลไม้ชนิดหนึ่งที่พบเข้าทำลายพืชตระกูลแตงที่สำคัญทางเศรษฐกิจได้หลายชนิด เช่น แตงกวา บวบ มะระ ฟักทอง ฟักข้าว และแตงโม เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถเข้าทำลายพืชตระกูลแตงที่เป็นพืชป่าชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย (Allwood *et al*., 1999) เนื่องจากแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เป็นแมลงที่มีพืชอาหารหลายชนิด และพืชแต่ละชนิดสามารถพบเห็นได้เกือบตลอดทั้งปี จึงทำให้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* มีพืชอาหารอยู่ตลอดเวลาและสามารถผลิตลูกหลานมากกว่า 10 รุ่นต่อปี และยังเป็นแมลงที่มีการแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ยังจัดเป็นแมลงที่ควรเฝ้าระวังของด่านกักกันพืชในหลายๆ ประเทศ (CABI, 2016)

การแพร่ระบาด

แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* มีต้นกำเนิดจากประเทศอินเดีย จากนั้นมีการแพร่กระจายไปยังทวีปต่างๆ ได้แก่ แอฟริกา อเมริกาเหนือ โอซีเนีย และเอเชีย ซึ่งมีรายงานการแพร่ระบาดมากกว่า 40 ประเทศ (Figure 1) สำหรับในเขตพื้นที่เอเชียมีรายงานการแพร่ระบาดของแมลงวันแตงในประเทศต่างๆ เช่น อินโดนีเซีย อิหร่าน ลาว มาเลเซีย พม่า เนปาล โอมาน ปากีสถาน ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ศรีลังกา ไต้หวัน ไทย สาธารณรัฐอาหรับเอมิเรตน์ และเวียดนาม เป็นต้น (White and Elson-Harris, 1992; Allwood *et al*., 1999; Dhillon *et al.,* 2005; Vargas *et al*., 2015) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานการแพร่ระบาดของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* แทบทั่วทุกภาคของประเทศ (Allwood *et al*., 1999)

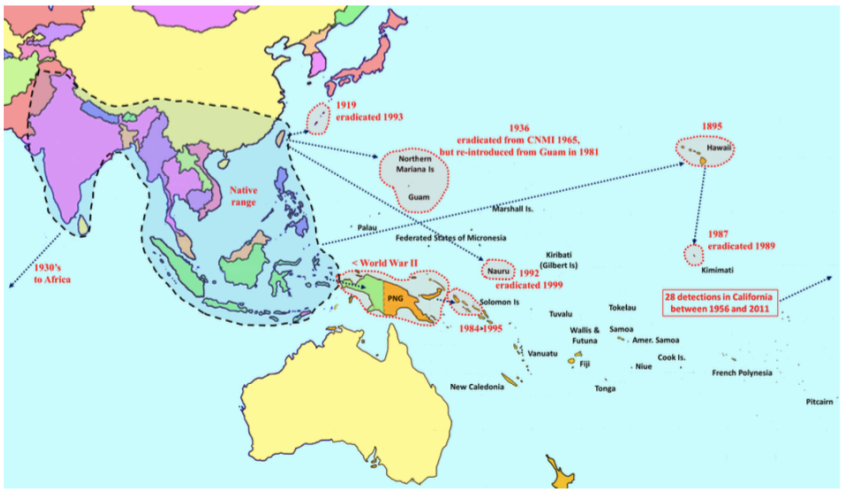

Figure 1 Distributed area of melon fruit flies, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett)
Source: Vargas *et al*. (2015)

วิธีป้องกันและกำจัดแมลงวันแตง

การควบคุมแมลงวันแตงมีหลายวิธีการ แต่ละวิธีสามารถช่วยลดความเสียหายของผลผลิตลงไปได้ ซึ่งเกษตรกรอาจใช้วิธีการเดี่ยวๆ หรืออาจใช้หลายๆ วิธีการร่วมกัน เพื่อให้การควบคุมแมลงวันแตงเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับวิธีการป้องกันและกำจัดแมลงวันแตงสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. การเขตกรรม การเก็บผลที่ถูกทำลายเผา หรือขุดหลุมฝัง เพื่อเป็นการลดการแพร่ขยายพันธุ์ในรุ่นต่อไป และตัดแต่งกิ่งทรงพุ่มให้โปร่ง รักษาแปลงปลูกให้สะอาดอยู่เสมอ มีการตัดแต่งกิ่งตามสมควร ไม่ให้เกิดร่มเงามากเกินไป เพื่อให้สัตว์และแมลงศัตรูธรรมชาติสามารถมีส่วนช่วยในการทำลายแมลงวันแตง (Verghese et al., 2004)

2. การห่อผลด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือถุงพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงวันแตงเข้ามาวางไข่ในผลผลิต (Allwood et al., 2001)

3. การใช้สารล่อฟีโรโมนดักทำลายแมลงวันแตงเพศผู้ เช่น สาร cue-lure เป็นต้น (White and Elson-Harris, 1992)

4. การใช้เหยื่อพิษ เหยื่อพิษที่ใช้ส่วนมาก คือ สารโปรตีนไฮโดรไลเสท (protein hydrolysate) แมลงวันแตงทั้งเพศผู้และเพศเมีย จะมากินเหยื่อพิษนี้แล้วตาย ส่วนใหญ่มักใช้ร่วมกันกับการใช้สารล่อฟีโรโมนและกับดัก (Chinajariyawong et al., 2003; Piñero et al., 2009)

5. การทำหมันแมลง วิธีนี้ทำได้โดยนำดักแด้แมลงวันแตงชนิดเดียวกับในพื้นที่จำนวนมากมาฉายรังสี ทำให้แมลงเหล่านี้เป็นหมัน แล้วปล่อยแมลงที่เป็นหมันนี้เข้าไปผสมพันธุ์กับแมลงในธรรมชาติ เพื่อลดการขยายพันธุ์ทำให้แมลงวันแตงในธรรมชาติลดจำนวนประชากรลงจนไม่ทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอีกต่อไป (Itô et al., 2003)

6. การกำจัดและควบคุมโดยชีววิธี เช่น การเพาะเลี้ยงตัวเบียน (Allwood et al., 2001; Bokonon-Gatan et al., 2007) และการควบคุมแมลงผลไม้ด้วยเชื้อราโรคแมลง เช่น *B. bassiana* และ *M. anisopliae* เป็นต้น (นริศ และ อนุชิต, 2551, Thaochan and Ngampongsai, 2015)

7. พ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง เช่น abamectin, imidacloprid, deltamethrin และ carbaryl เป็นต้น (Verghese et al., 2006)

การควบคุมโดยใช้ฟีโรโมน cue-lure

Cue-lure (CE) (4-(p-Acetoxyphenyl)-2-butanone) เป็นสารฟีโรโมนที่นิยมใช้การใช้ในการควบคุมแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ซึ่งพฤติกรรมการตอบสนองของแมลงวันแตงเพศผู้ต่อสารฟีโรโมน cue-lure สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนประชากรของแมลงวันแตงในสภาพธรรมชาติ และนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช (Paw et al. 1991; Permalloo et al., 1998; Seewooruthun et al., 1998) โดยการดึงดูดให้ตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตงเข้ามายังกับดักที่ผสมสารเคมีกำจัดแมลง เมื่อแมลงถูกดึงดูดเข้ามาในกับดักจะถูกฆ่าโดยสารกำจัดแมลงภายในกับดัก ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการควบคุมแมลงวันแตงแบบปลอดภัย ปนเปื้อนสารเคมีกำจัดแมลงในปริมาณน้อย และเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม โดยส่วนมากเป็นวิธีการควบควบคุมแมลงวันแตงเพศผู้ (male annihilation technique, MAT) (Barclay et al., 2014) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้สารฟีโรโมน cue-lure สามารถลดการระบาดของแมลงวันแตงในธรรมชาติ ลดความเสียหายของผลผลิต และมีการนำไปใช้ในการจัดการแมลงศัตรูพืชแบบบูรณาการในหลายๆ พื้นที่ (CDFA, 2013)

ในประเทศอินเดียมีรายงานการใช้สาร cue-lure ในการควบคุมแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในแปลงมะระ พบว่าการใช้สาร cue-lure สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในผลผลิต และปริมาณผลผลิตที่ไม่ถูกแมลงเข้าทำลายเพิ่มมากขึ้น แปลงที่มีการใช้สาร cue-lure มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เท่ากับ 14.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเท่ากับ 72.23 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แปลงที่ใช้สาร cue-lure ในการควบคุมมีปริมาณผลผลิต 24.1 ตัน เมื่อเทียบกับแปลงควบคุมมีปริมาณผลผลิตเพียง 12.7 ตัน (Ranganth et al., 2015) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานอื่นๆ ที่มีการมีใช้สาร cue-lure ในพืชตระกูลแตงชนิดอื่นๆ พบว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สามารถลดเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย และเพิ่มปริมาณของผลผลิตได้ (Stonehouse *et al*., 2002; Vargas *et al.,* 2005; Chaudhary and Patel, 2008; Raghuvanshi *et al.,* 2008; Kiran Rana and Kanwar, 2014)

ผลิตภัณฑ์ยางพาราในประเทศไทย

ประเทศไทยมีความได้เปรียบด้านอุตสาหกรรมยาง เนื่องจากเป็นประเทศผู้ผลิตยางอันดับหนึ่งของโลกจึงมีโอกาสและความเป็นไปได้ในการพัฒนาประเทศให้เป็นศูนย์กลางการผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปเบื้องต้นให้มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้ได้ รวมทั้งพัฒนาการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยางในชั้นปลาย ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐได้สนับสนุนให้มีการใช้ยางธรรมชาติในประเทศเพิ่มมากขึ้น โดยให้มีการเพิ่มการผลิตยางที่มีศักยภาพ พัฒนาผลิตภัณฑ์ยาง สร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อเพิ่มปริมาณการใช้ยางให้มากขึ้นโดยมีเป้าหมายเพิ่มการใช้ยางภายในประเทศเป็นร้อยละ 20 จากเดิมที่มีการใช้เพียงร้อยละ 11 ของผลผลิตทั้งหมด หรือประมาณ 3.2 – 3.4 แสนตันต่อปี ทั้งนี้ ในปี 2553 คาดว่าจะมีการใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมในประเทศประมาณ 0.373 ล้านตัน โดยจะเพิ่มขึ้นจากปี 2552 ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากประเทศผู้ใช้ยางส่วนใหญ่ เช่น จีน ญี่ปุ่น มีการขยายฐานการผลิตในไทยมากขึ้น การใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมภายในประเทศประกอบด้วย ยางยานพาหนะ ยางยืดและยางรัดของ ถุงมือยางทางการแพทย์ รองเท้าและอุปกรณ์กีฬา สายพานลำเลียง ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ สื่อการเรียนการสอน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างและวิศวกรรม และการใช้ยางพาราผสมยางมะตอยสำหรับทำผิวถนน (สำนักงานการวิจัยทางการเกษตร, 2559) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ยางพาราสามารถนำไปใช้ประโยชน์ หรือออกแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรนั้น พบว่ายังมีการนำไปใช้ประโยชน์น้อย ถ้าหากมีการเริ่มนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร อาจเป็นอีกช่องทางหนึ่งของการเพิ่มมูลค่าของยางพาราให้มีมูลค่ามากยิ่งขึ้น

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แผ่นยางพาราต่อการปลดปล่อยสารเคมี

แผ่นยางพารามีคุณสมบัติที่สามารถพัฒนาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด ทั้งอุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ วิศกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรม ของใช้ในบ้านเรือน และรวมทั้งทางการแพทย์ (สำนักงานการวิจัยทางการเกษตร, 2559; Frade et al., 2004) ในส่วนของการนำไปใช้ประโยชน์ในการชะลอการปลดปล่อยสารเคมี หรือยา พบว่าแผ่นยางพาราเป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีการเลือกใช้มาพัฒนาให้มีคุณสมบัติดังกล่าว เพราะแผ่นยางพาราสามารถควบคุม หรือกำหนดรูปร่าง รูปทรง และขนาดของรูพรุนภายในเนื้อยางได้ (Herculano et al., 2009) ในทางการแพทย์มีการนำแผ่นยางพาราไปพัฒนาเป็นที่ปิดบาดแผล โดยผสมสารปฏิชีวนะลงไปในเนื้อยางพารา พบว่าแผ่นยางพาราสามารถช่วยชะลอการปลดปล่อยสารปฏิชีวนะให้ได้ยาวนานขึ้น (Ferreira et al., 2009; Herculano et al., 2011; Murbach et al., 2014)

นอกจากคุณสมบัติของแผ่นยางพาราแล้วแผ่นเมมเบรนชนิดอื่นๆ ยังมีคุณสมบัติที่ดีในการช่วยชะลดการปลดปล่อยสารเคมีได้เช่นกัน ในทางการแพทย์มีการนำแผ่นเมมเบรนมาห่อหุ้มยา ทำให้ช่วยชะลอการปลดปล่อยยาได้ยาวนานยิ่งขึ้น การชะลดการปลดปล่อยสารนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแผ่นเมมเบรน เช่น ขนาดของรู โครงสร้าง และความหนาของแผ่นเมมแบรน (Gardner, 2006; Hoare and Kohane, 2008; Ng et al., 2010; Seo and Na, 2014) จากการทดสอบเบื้องต้นของคณะผู้วิจัย ได้นำแผ่นเมมเบรนติดลงบนแผ่นยางพารา พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการยืดอายุการปลดปล่อยสารฟีโรโมนได้ แต่ต้องมีการทดสอบคุณสมบัติเพิ่มเติม นอกจากนี้ได้มีรายงานการศึกษาผลของอุณหภูมิสูงต่อโครงสร้างของแผ่นยางพารา พบว่าแผ่นยางพาราสามารถคงทนต่ออุณหภูมิสูงอยู่ในช่วง 100 – 120 องศาเซลเซียส โดยไม่

ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างภายใน จึงทำให้ฟิล์มยางพาราสามารถกักเก็บสารได้ยาวนานเมื่อโดนความร้อน (Harahap *et* al., 2018)

จากคุณสมบัติดังกล่าวของแผ่นยางพารา ถ้าหากมีการนำมาประยุกต์ใช้กับสารฟีโรโมนที่ใช้ทางการเกษตร แผ่นยางพาราอาจจะช่วยชะลอการปลดปล่อยสารฟีโรโมนให้ได้ยาวนานขึ้น ทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกได้ ลดปริมาณการใช้สารฟีโรโมน และลดความเสียหายของผลผลิตจากการเข้าทำลายของแมลงวันแตงได้

ต้นทุนและอัตราการใช้สาร cue-lure

ราคาสาร cue-lure ปริมาตร 1 ลิตร ราคาประมาณ 6,500 บาท (สั่งซื้อจากบริษัทโดยตรง) ส่วนสาร cue-lure สำหรับใช้ในการดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในท้องตลาดภายในประเทศยังไม่มีการนำเข้ามาขาย แต่มีขายในตลาดต่างประเทศ เมื่อเปรียบเทียบราคากับสาร ฟีโรโมนส์อีกชนิด คือ methyl eugenol ที่ใช้ในการดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* ซึ่งมีวางขายภายในประเทศ พบว่ามีราคา 6,500 บาท ในปริมาตร 1 ลิตร (สั่งซื้อจากบริษัทโดยตรง) แต่ร้านเคมีเกษตรนำมาแบ่งบรรจุขนาด 10 มิลลิลิตร และขายในราคา 120-150 บาทต่อขวด คิดราคาต่อลิตรเป็นราคา 12,000-15,000 บาท สำหรับต้นทุน ราคา และอัตราการใช้สาร cue-lure ของเกษตรกรและวิธีใหม่แสดงไว้ใน Table 1

Table 1 Cost, price and loading unit of cue-lure (the cue lure price in Thailand 15,000 baht/litre)

	Old method (cotton)	New method (rubber)
Amount of cue-lure/trap	500-1,000 ul	50-100 ul
Cost of cue-lure/trap	7.5-15 baht	0.75-1.5 baht
Cost of rubber membrance cue-lure/piece	0.5 baht	3.0 baht

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae*

เก็บรวบรวมผลบวบและแตงกวาที่ถูกแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เข้าทำลายจากแปลงเกษตรกรในเขตจังหวัดสงขลา ใส่ในกล่องพลาสติกใสที่ฝาเจาะรูระบายอากาศ ขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 18.5×27×10 เซนติเมตร ด้านล่างของกล่องรองพื้นด้วยเวอร์มิคูไลท์ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อให้หนอนเข้าดักแด้ บ่มทิ้งไว้ประมาณ 8-10 วัน จึงนำมาร่อนด้วยตะแกรงเพื่อแยกดักแด้ นำดักแด้ที่แยกได้ใส่กล่องพลาสติกใสที่ฝาเจาะรูระบายอากาศ ขนาด 10.5×10.5×6 เซนติเมตร เพื่อรอให้แมลงฟักออกจากดักแด้ เมื่อตัวเต็มวัยออกจากดักแด้นำไปใส่กรงผ้ามุ้ง ขนาด 30×30×30 เซนติเมตร (กรงพ่อ-แม่พันธุ์) ภายในกรงมีน้ำตาลก้อน ยีสต์ และน้ำ เป็นอาหารของแมลง เลี้ยงแมลงจนตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 15-20 วัน หรือแมลงวันแตงเพศเมียผ่านการผสมพันธุ์ และพร้อมวางไข่ โดยให้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae*

เพศเมียเข้ามาวางไข่ที่กล่องพลาสติกทรงกลมเก็บไข่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ที่เจาะรูรอบๆ กล่องเพื่อให้แมลงแทงอวัยวะวางไข่ ภายในบรรจุฟองน้ำ ขนาด 1×2 เซนติเมตร ที่ชุบด้วยน้ำฝรั่ง วางกล่องดักไข่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายไข่แมลงไปเลี้ยงบนอาหารเทียมดัดแปลงจากสูตรของ Swaine และคณะ (1978 อ้างโดย แสน, 2539) ภายในกล่องเลี้ยงแมลง ขนาด 18.5×27×10 เซนติเมตร เลี้ยงจนตัวหนอนเข้าสู่วัยที่ 3 รองพื้นกล่องด้วยเวอร์มิคูไลท์อบฆ่าเชื้อเพื่อให้หนอนเข้าดักแด้ จากนั้นย้ายดักแด้ไปไว้ในกรงผ้ามุ้งขนาดข้างต้น โดยภายในกรงมีน้ำตาลก้อน ยีสต์ และน้ำ เป็นอาหารของแมลง หลังจากแมลงออกจากดักแด้ คัดเลือกเฉพาะแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เพศผู้และเลี้ยงแมลงจนมีอายุ 10-15 วัน ซึ่งเป็นรุ่นลูกระยะ F2 สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

2. การศึกษาปริมาณของสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในแผ่นยางพาราต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยแผ่นยางพาราขนาดมาตราฐาน (กว้างxยาวxหนา) 5x5x0.3 เซนติเมตร (วิธีการเตรียมแผ่นยางพาราจากข้อมูลอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1403001364) ที่โหลดสาร cue-lure ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ นำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45 และ 60 วัน จากนั้นนำไปทดสอบต่อตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* อายุ 10-15 วัน จำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยวางแผ่นยางพาราที่โหลดสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นต่างๆ ภายในกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่เข้ามาเกาะที่แผ่นยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำต่อทรีทเมนต์ วิเคราะห์ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey’s HSD test

3. การศึกษาความหนาของแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการตอบสนองของตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยแผ่นยางพาราขนาดมาตราฐาน (กว้างxยาว) 5x5 เซนติเมตร มีความหนาของแผ่นยางที่แตกต่างกัน คือ 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาคุณสมบัติการปลดปล่อยสารในแผ่นยางพาราที่มีความหนาเพิ่มมากขึ้น โดยโหลดสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 นำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้องที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45 และ 60 วัน จากนั้นนำไปทดสอบต่อตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* อายุ 10-15 วัน จำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยวางแผ่นยางพาราที่มีความหนาขนาดต่างๆ ภายในกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่เข้ามาเกาะที่แผ่นยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำต่อทรีทเมนต์ วิเคราะห์ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey’s HSD test

4. การศึกษาชนิดของแผ่นเมมเบรนบนแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยแผ่นยางพาราขนาด (กว้างxยาวxสูง) ที่ได้จากการทดลองที่ 3 โหลดสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ปิดด้วยแผ่นเมมเบรนชนิดต่างๆ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แบบผ้า แผ่นแบบเยื่อชนิดที่ 1 และแบบแผ่นเยื่อชนิดที่ 2 โดยมีแผ่นยางพาราที่ไม่มีแผ่นเยื่อเป็นชุดควบคุม นำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้องที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45, 60, 90, 120, 150 และ 180 วัน จากนั้นนำไปทดสอบต่อตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* อายุ 10-15 วัน จำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยวางแผ่นยางพาราปิดด้วยแผ่นเมมแบรนชนิดต่างๆ ภายในกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่เข้ามาเกาะที่แผ่นยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำต่อทรีทเมนต์ วิเคราะห์ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test

5. การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของแผ่นยางพาราผสมสาร cue-lure และการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยแผ่นยางพาราขนาด (กว้างxยาวxสูง) ที่ได้จากการทดลองที่ 3 โหลดสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ปิดด้วยแผ่นเมมเบรนชนิดที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 4 นำไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 25, 30, 35 และ 40 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 และ 30 วัน จากนั้นนำไปทดสอบต่อตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* อายุ 10-15 วัน จำนวน 20 ตัว ภายในกรงผ้ามุ้งขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยวางแผ่นยางพาราที่วางไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ภายในกรงเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่เข้ามาเกาะที่แผ่นยางพารา โดยดำเนินการทดลองจำนวน 6 ซ้ำต่อทรีทเมนต์ วิเคราะห์ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD test

6. การศึกษาประสิทธิภาพแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในสภาพแปลง

เตรียมแผ่นยางพาราที่มีขนาด 5x5 เซนติเมตร ความหนา 4 มิลลิเมตร โหลดสาร cue-lure ที่ความเข้มข้น 0.5% และใช้แผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเมมเบรน ซึ่งเป็นผลจากการทดลองข้างต้นจำนวน 1 สูตร เปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐานที่ใช้สำลีหยอดสาร cue-lure 1 มิลลิลิตร เป็นชุดควบคุม ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกพืชเกษตรกรจำนวน 3 แปลง โดยเป็นแปลงพืชบวบ เมื่อพืชบวบมีอายุ 30 วัน นำกับดักแมลงวันแตงทั้ง 2 รูปแบบ จำนวนอย่างละ 10 กับดัก (ซ้ำ) แขวนบนค้างบวบ โดยแขวนกับดักห่างกัน

จุดละ 10 เมตร จากนั้นบันทึกจำนวนแมลงวันแตงที่ดักจับได้ในแต่ละกับดักทุก ๆ 14 วัน จำนวน 3 ครั้ง เป็นระยะเวลา 42 วัน หลังจากพืชบวบมีอายุ 30 วัน (ระยะเริ่มติดผล) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนแมลงในกับดักทั้ง 2 รูปแบบด้วยวิธี independent student *t*-test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเตรียมแมลงวันแตง Zeugodacus cucurbitae

ได้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* พ่อแม่พันธุ์สำหรับการเพาะเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันแตงเพศผู้ *Z. cucurbitae* ที่มีอายุ 10-15 วัน (รุ่นลูกระยะที่ F2) สำหรับใช้ในการทดสอบการตอบสนองต่อสาร cue-lure ในแผ่นยางพารา ตลอดการดำเนินการทดลอง

2. การศึกษาปริมาณของสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในแผ่นยางพาราต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาปริมาณของสาร cue-lure ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในแผ่นยางพาราต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาปริมาณของสาร cue-lure ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ ในแผ่นยางพาราที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45 และ 60 วัน พบว่าจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เริ่มเข้ามาเกาะแผ่นยางพาราได้ดีที่ระยะเวลา 6 วัน ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 59.17 ± 5.69 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 15 วัน ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากถึง 73.33 ± 2.47 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 60 วัน เริ่มมีจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เข้ามาเกาะแผ่นยางพาราลดลง ซึ่งน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* โดยวิธี boxplot พบว่าทุกความเข้มข้นมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงได้ไม่แตกต่างกัน (Figure 3)

แผ่นยางพาราที่ระยะเวลา 15 วัน ทุกความเข้มข้นสามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้สูง โดยมีค่าเท่ากับ 55 ± 6.19, 73.33 ± 2.47, 67.50 ± 7.16 และ 51.6 ± 2.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากระยะเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 1) สำหรับความเข้มข้นของสาร cue-lure ในแผ่นยางพารา ทุกความเข้มข้น (0.5, 1.0, 2.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์) ที่ระยะเวลา 0, 30, 45 และ 60 วัน สามารถดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนที่ระยะเวลา 15 วัน แผ่นยางพาราความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 2)

สอดคล้องกับการศึกษาของ Vargas et al. (2005) ที่นำ molded paper fiber ผสมกับ cue-lure ที่ความเข้มข้น 0.50 มิลลิลิตร และ fipronil 24 มิลลิกรัม สามารถดึงดูดและฆ่าตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ถึง 77 วัน แต่การศึกษาครั้งนี้ใช้สารน้อยกว่าถึง 62 เท่า เมื่อเปรียบกับปริมาตรของสารในวัสดุ

นอกจากนี้ Vargas et al. (2010) ได้นำกับดัก Specialized Pheromone and Lure Application Technology (SPLAT) ใช้ร่วมกับสาร cue-lure ที่ความเข้มข้น 5.0 และ 20.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ พบว่าทั้งสองความเข้มข้นสามารถดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างกัน

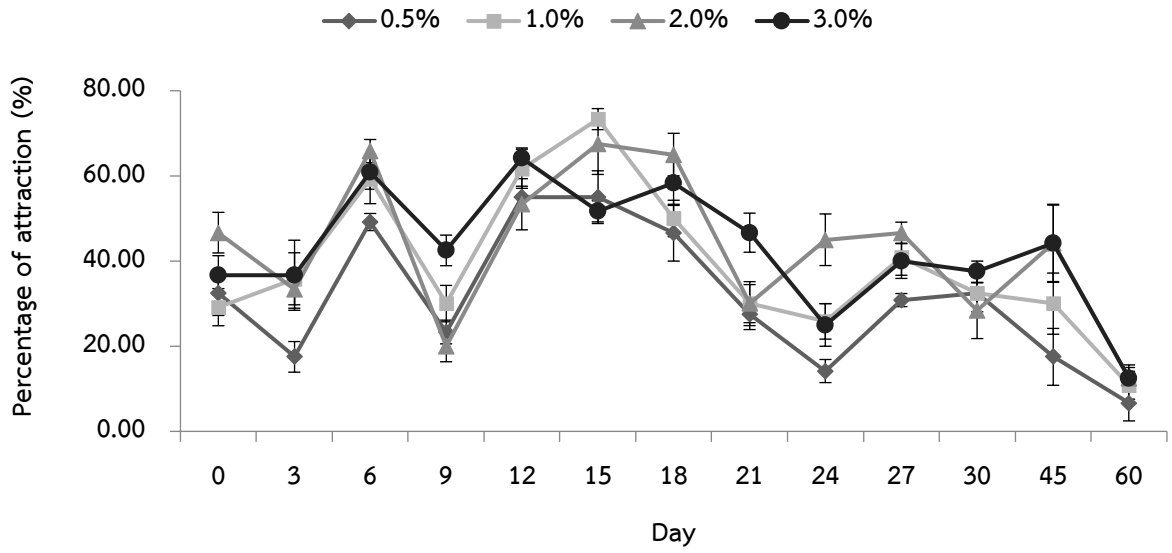

Figure 2. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different concentrations of cue lure (0.5, 1.0, 2.0 and 3.0%) and times interval in natural rubber latex membrane.

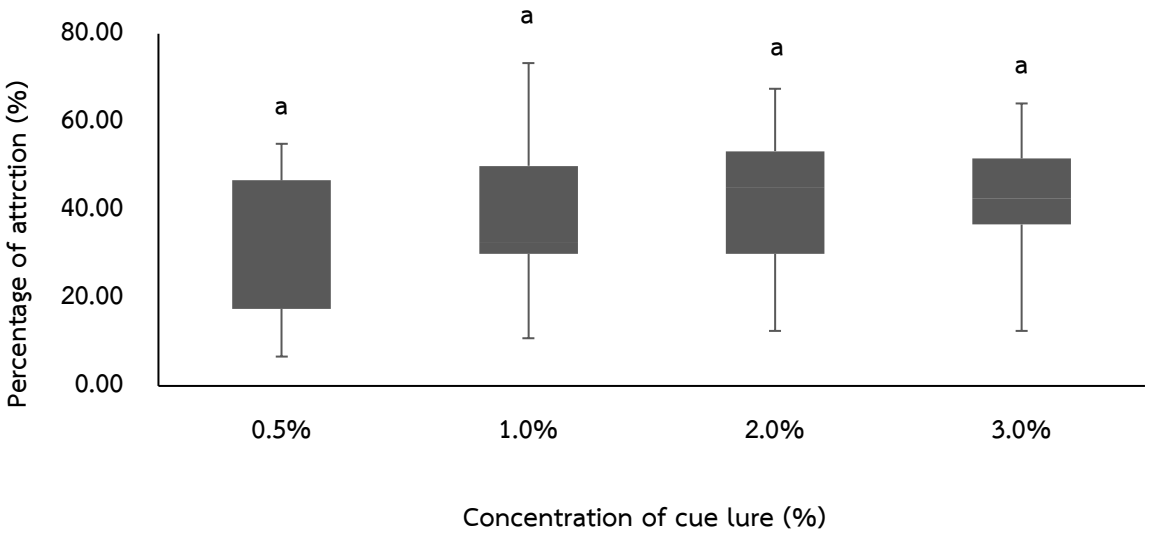

Figure 3. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different concentration of cue-lure at in natural latex membrane.

Table 2. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae*, to different concentrations and times interval of cue-lure in natural rubber latex membrane.

CL Concentrations (%)	Testing times (day)				
	0	15	30	45	60
0.5%	32.50 ± 5.28A ab	55.00 ± 6.19AB a	32.50 ± 4.43A ab	17.50 ± 6.68A bc	6.67 ± 4.22A c
1.0%	29.17 ± 4.36A bc	73.33 ± 2.47A a	32.50 ± 5.44A b	30.00 ± 7.19A bc	10.83 ± 3.27A c
2.0%	46.67 ± 4.77A ab	67.50 ± 7.16AB a	28.33 ± 6.54A bc	44.17 ± 8.98A ab	12.50 ± 2.50A c
3.0%	36.67 ± 4.59A a	51.60 ± 2.47B a	37.50 ± 2.50A a	44.17 ± 9.17A a	12.50 ± 3.10A b

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowcase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

3. การศึกษาความหนาของแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการตอบสนองของตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาปริมาณของสาร cue-lure ความหนาของแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการตอบสนองของตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาความหนาของแผ่นยางพาราที่ 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิเมตร ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45 และ 60 วัน พบว่าจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เริ่มเข้าเกาะแผ่นยางพาราได้ดีที่ระยะเวลา 3 วัน แผ่นยางพาราที่ความหนา 4.0 มิลลิเมตร สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 95.00 ± 1.83 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 24 วัน แผ่นยางพาราที่ความหนา 3.0 มิลลิเมตร สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากถึง 82.50 ± 9.44 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 60 วัน แผ่นยางพาราที่ ความหนา 2.0 มิลลิเมตร เริ่มมีจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เข้าเกาะแผ่นยางพาราลดลงเท่ากับ 13 ± 4.01 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* โดยวิธี boxplot พบว่าทุกความหนาของแผ่นยางพารามีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงได้ไม่แตกต่างกัน (Figure 5)

เมื่อเปรียบเทียบแผ่นยางพาราที่ความหนาต่าง ๆ ที่ระยะเวลา 0, 15 และ 45 วัน แผ่นยางพาราทั้ง 4 ความหนา มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนที่ระยะเวลา 30 และ 60 วัน แผ่นยางพาราที่ความหนา 2 มิลลิเมตร มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* น้อยกว่าแผ่นยางพาราที่ความหนา 5 มิลลิเมตร และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3)

สำหรับงานวิจัยของ Vargas et al. (2005) ได้นำกระดาษลัง (molded paper fiber) ขนาด 5.8×3.6×0.5 เซนติเมตร (หนา 5 มิลลิเมตร) ชุบด้วยสาร cue-lure ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ที่ผสมกับสาร fipronil ปริมาตร 24 มิลลิกรัม สามารถดึงดูดและฆ่าตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 30 เปอร์เซ็นต์ และสามารถปลดปล่อยสารได้ยาวนานถึง 77 วัน นอกจากนี้ Leblanc et al. (2011) ได้นำกระดาษลัง (recycle cardboard) ขนาด 5.8×3.6×0.5 เซนติเมตร (หนา 5 มิลลิเมตร) ชุบสาร cue-lure ที่ความเข้มข้น 0.50 กรัม ที่ผสมกับสาร fipronil ปริมาตร 24 มิลลิกรัม สามารถดึงดูดและฆ่าตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันผลไม้ Queensland, *Bactrocera tryoni*, ได้ 19.0-74.0 ตัว/กับดัก/สัปดาห์ เป็นระยะเวลานานถึง 16 สัปดาห์ (112 วัน) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองโดยพบว่าแผ่นยางพาราที่ความหนา 3-5 มิลลิเมตร แนวโน้มในการดึงดูดแมลงวันแตงได้ดีกว่าความหนาที่ 2 มิลลิเมตร

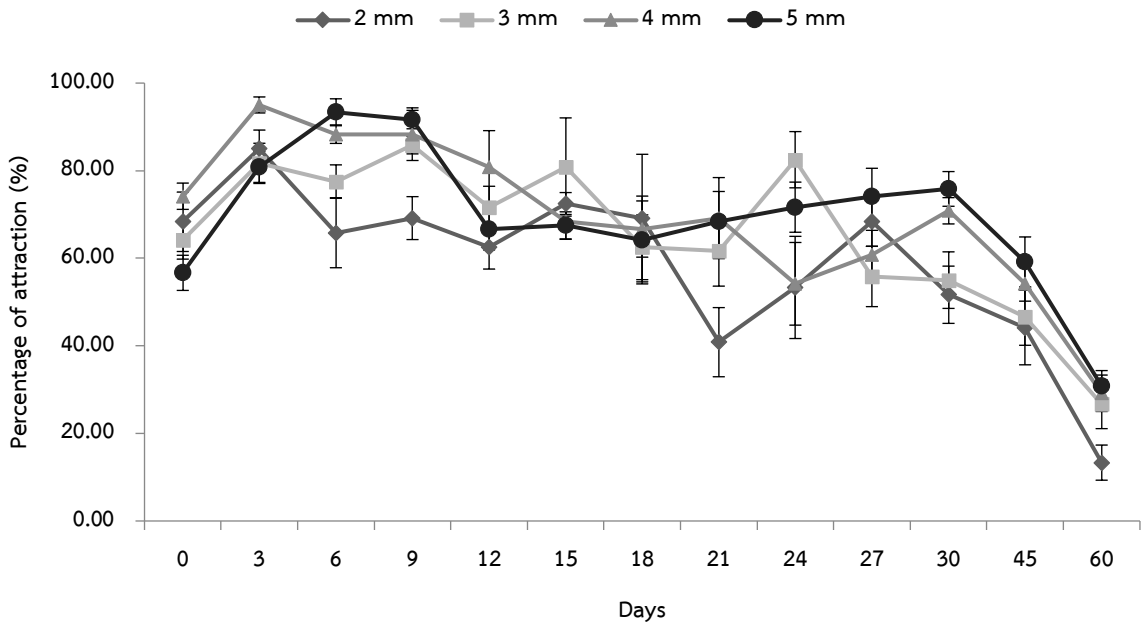

Figure 4. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different thickness (2, 3, 4 and 5 mm) and times interval of cue-lure in natural rubber latex membrane.

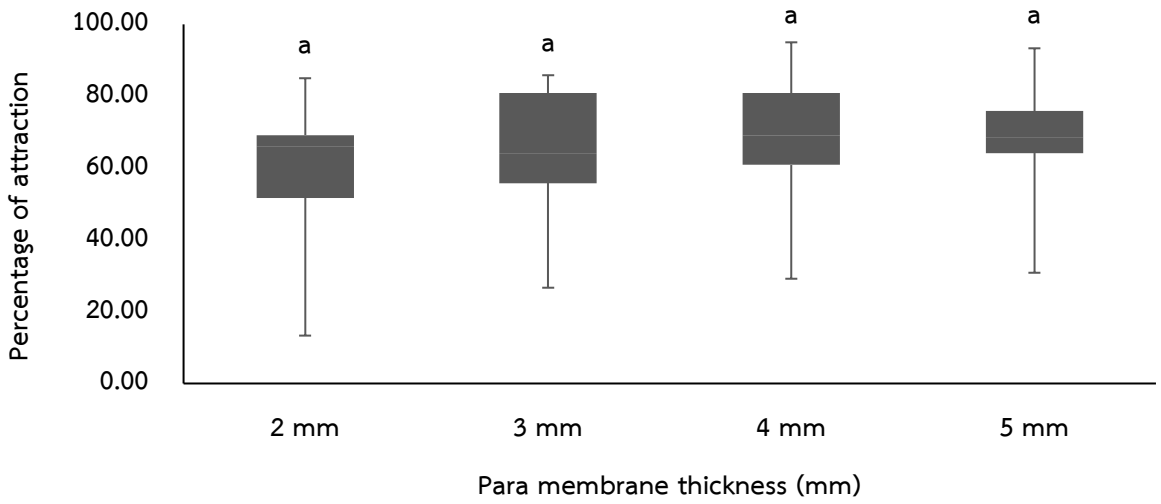

Figure 5. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different natural rubber latex membrane thickness.

Table 3. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to different thickness and times interval of cue-lure in natural rubber latex membrane.

CL thickness	Times (days)				
	0	15	30	45	60
2 mm	68.33 ± 6.79A ab	72.50 ± 2.50A a	51.67 ± 6.54B ab	44.17 ± 8.51A b	13.33 ± 4.01B c
3 mm	64.17 ± 4.36A ab	80.83 ± 11.21A a	55.00 ± 6.54B abc	46.67 ± 6.54A bc	26.67 ± 5.58AB c
4 mm	74.17 ± 3.00A a	68.33 ± 4.01A ab	70.83 ± 3.00AB a	54.17 ± 3.96A b	29.17 ± 4.17AB c
5 mm	56.67 ± 4.01A b	67.50 ± 3.10A ab	75.83 ± 3.96A a	59.17 ± 5.69A ab	30.83 ± 3.52A c

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowcase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

4. การศึกษาชนิดของแผ่นเมมเบรนบนแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาชนิดของแผ่นเยื่อบนแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure (ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ความหนา 4 มิลลิเมตร) ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ ที่ติดด้วยแผ่นเยื่อด้านหน้าแผ่นยาง 3 ชนิด คือ แบบผ้า แผ่นแบบเยื่อชนิดที่ 1 และแบบแผ่นเยื่อชนิดที่ 2 โดยมีแผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อเป็นชุดควบคุม แล้วนำไปผึ่งในสภาพแวดล้อมภายนอกที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45, 60, 90, 120, 150 และ 180 วัน พบจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เริ่มเข้าเกาะแผ่นยางพาราได้ดีที่ระยะเวลา 9 วัน แผ่นแบบเยื่อชนิดที่ 2 สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากถึง 75.00 ± 2.89 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา

90 วัน แผ่นแบบเยื่อชนิดที่ 1 สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 62.50 ± 4.43 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 150 วัน ส่วนแผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเมมเบรนมีจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เข้าเกาะแผ่นยางพาราเท่ากับ 55.00 ± 4.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ระยะเวลา 180 วัน แผ่นแบบเยื่อชนิดที่ 2 สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ลดลง 12.50 ± 5.28 เปอร์เซ็นต์ (Figure 6) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* โดยวิธี boxplot พบว่าชนิดของแผ่นเยื่อบนแผ่นยางพาราทุกรูปแบบมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงได้ไม่แตกต่างกัน (Figure 7)

ชนิดของแผ่นเยื่อบนแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure (ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ความหนา 4 มิลลิเมตร) ที่ระยะเวลา 0, 15, 45, 60, 90 และ 120 วัน ทุกชนิดของแผ่นเยื่อบนแผ่นยางพาราสามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างจากระยะเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 4) สำหรับชนิดของแผ่นเยื่อบนแผ่นยางพาราผสมสาร cue-lure (0.5 เปอร์เซ็นต์ ความหนา 4 มิลลิเมตร) ที่ระยะเวลา 30, 150, และ 180 วัน สามารถดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยที่ระยะเวลา 180 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อ ดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* แตกต่างจากแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อชนิดอื่นๆ (Table 4)

การติดแผ่นผ้าหรือแผ่นเยื่อลงบนแผ่นยางพารา พบว่าสามารถช่วยชะลอการปลดปล่อยสาร cue-lure ออกมาได้ช้าและปริมาณน้อย แต่ในทางตรงกันข้ามกลับส่งผลต่อการตอบสนองของแมลงวันแตงที่เข้ามายังแผ่นยางพาราดังกล่าวลดน้อยลง โดยพบว่าที่ระยะเวลาทดสอบ 180 วัน แผ่นยางพาราที่ติดแผ่นผ้าและแผ่นเยื่อลงบนผิวหน้ามีแมลงเข้ามาจำนวนน้อย (Table 4) ซึ่ง Murbach et al. (2014) ได้ศึกษาการนำแผ่นยางพารามาผสมร่วมกับสารปฏิชีวนะ พบว่าแผ่นยางพาราสามารถช่วยชะลอการปลดปล่อยสารปฏิชีวนะได้ถึง 59.08 เปอร์เซ็นต์ ได้นานถึง 13 วัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติในการกักเก็บและชะลอการปลดปล่อยสารของแผ่นยางพารา

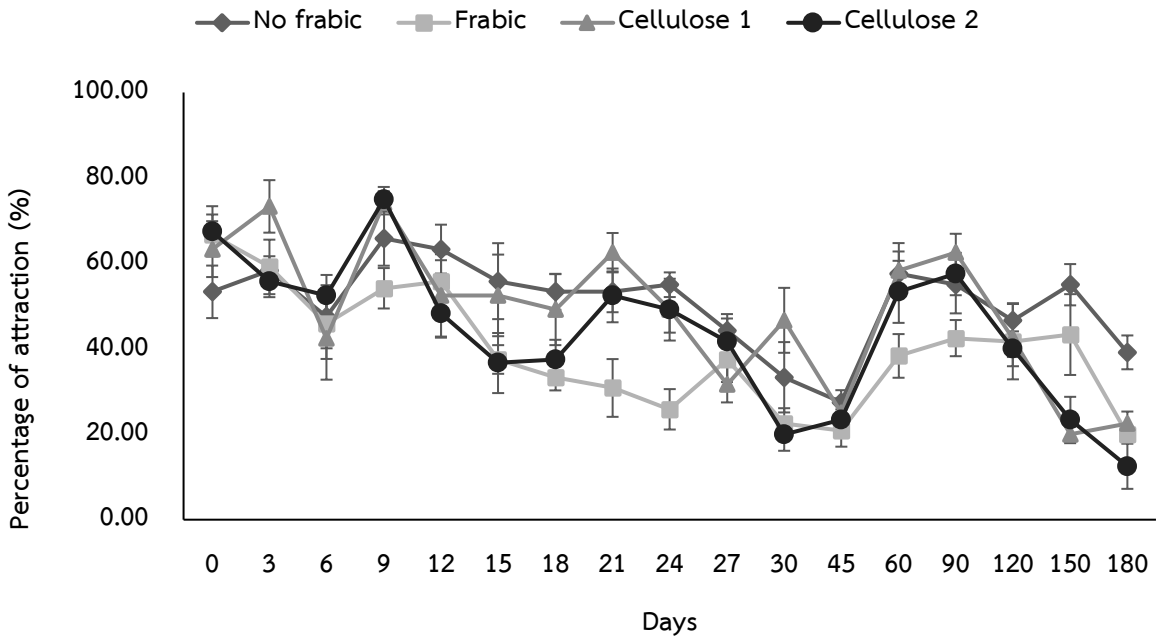

Figure 6. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to different membrane types and times interval of cue-lure in natural rubber latex membrane.

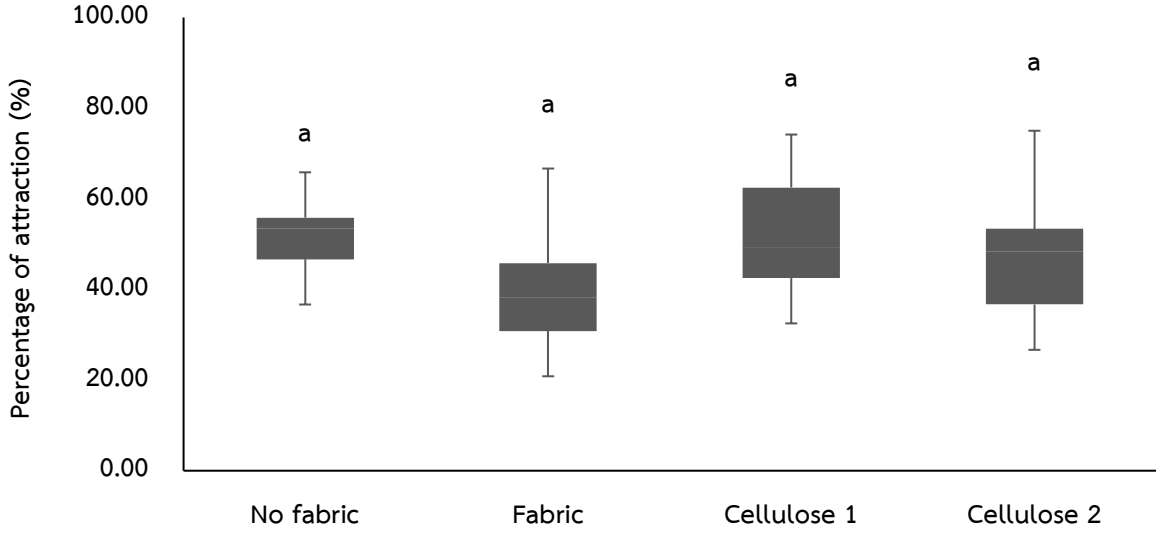

Figure 7. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different natural rubber latex membrane.

Table 4. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to different type of membrane and testing times of cue-lure in natural rubber latex membrane.

CL type of membrane	Testing times (days)								
	0	15	30	45	60	90	120	150	180
No fabric	53.33 ± 6.15Aab	55.83 ± 8.89Aa	33.33 ± 8.23ABab	27.50 ± 2.81Ab	57.50 ± 5.28Aa	55.00 ± 6.71Aa	46.67 ± 4.01Aab	55.00 ± 4.83Aa	39.17 ± 3.96Aab
Fabric	66.67 ± 4.77Aa	37.50 ± 3.35Ab	22.50 ± 3.59ABb	20.83 ± 3.75Ab	38.33 ± 5.11Ab	42.50 ± 4.23Aab	41.67 ± 8.82Aab	43.33 ± 9.46ABab	20.00 ± 1.83Bb
Cellulose 1	63.33 ± 6.54Aa	52.50 ± 9.55Aa	46.67 ± 7.60Aab	25.00 ± 3.42Abc	58.33 ± 6.41Aa	62.50 ± 4.43Aa	42.50 ± 4.43Aabc	20 .00 ± 1.83Bc	22.50 ± 2.81Bbc
Cellulose 2	67.50 ± 5.88Aa	36.67 ± 7.03Abcd	20.00 ± 3.87Bcd	23.33 ± 2.47Acd	53.33 ± 7.26Aab	57.50 ± 5.28Aab	40.00 ± 4.08Abc	23.33 ± 5.43Bcd	12.50 ± 5.28Bd

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowcase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

5. การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของแผ่นยางพาราผสมสาร cue-lure และการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลาต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดสอบแผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อ แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อชนิดที่ 1 และสำลี (50 ไมโครลิตร) เป็นชุดควบคุม โดยทดสอบที่อุณหภูมิ 25, 30, 35 และ 40 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 45 และ 60 วัน มีผลการทดสอบ ดังนี้

ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เริ่มเข้าเกาะแผ่นยางพาราได้ดีที่ระยะเวลา 9 วัน โดยแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อชนิดที่ 1 สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากถึง 83.33 ± 4.22 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 24 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อสามารถปลดปล่อยสาร cue-lure และดึงดูดจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จนถึงระยะเวลา 60 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าแผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อสามารถดึงดูดได้ดีกว่าแผ่นยางพาราแบบที่ติดด้วยแผ่นเยื่อชนิดที่ 1 และสำลี (Figure 8) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* โดยวิธี boxplot พบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเยื่อมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงแตกต่างจากแผ่นยางพาราที่ติดแผ่นเยื่อและก้อนสำลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 9)

สำหรับที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45 และ 60 วัน อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อ แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อชนิดที่ 1 และสำลี สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucuebitae* ได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (P<0.05) โดยแผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อสามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucuebitae* ได้ 71.67 ± 5.87 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

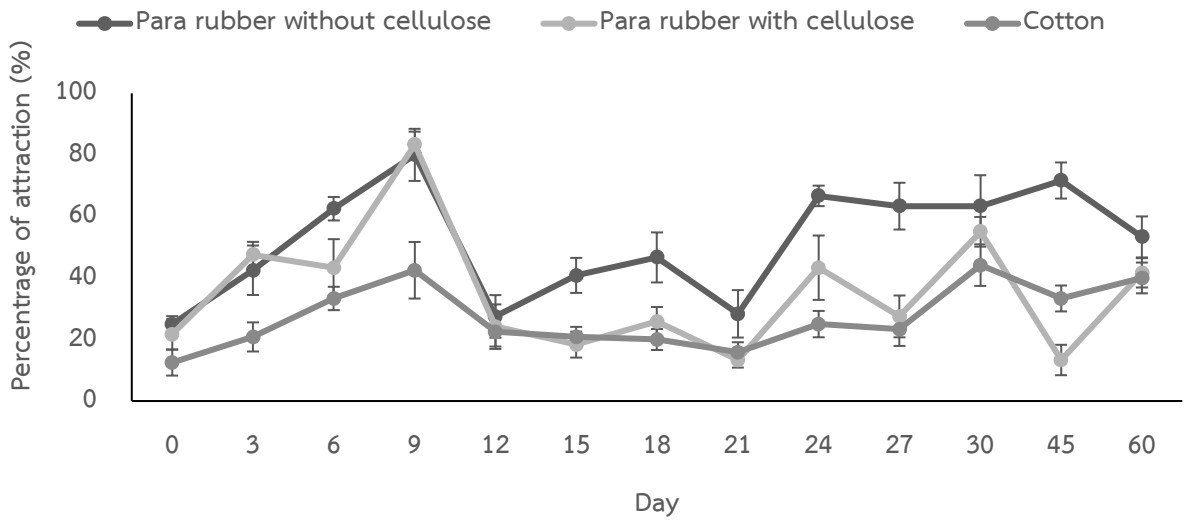

Figure 8. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball (control) at 25°C.

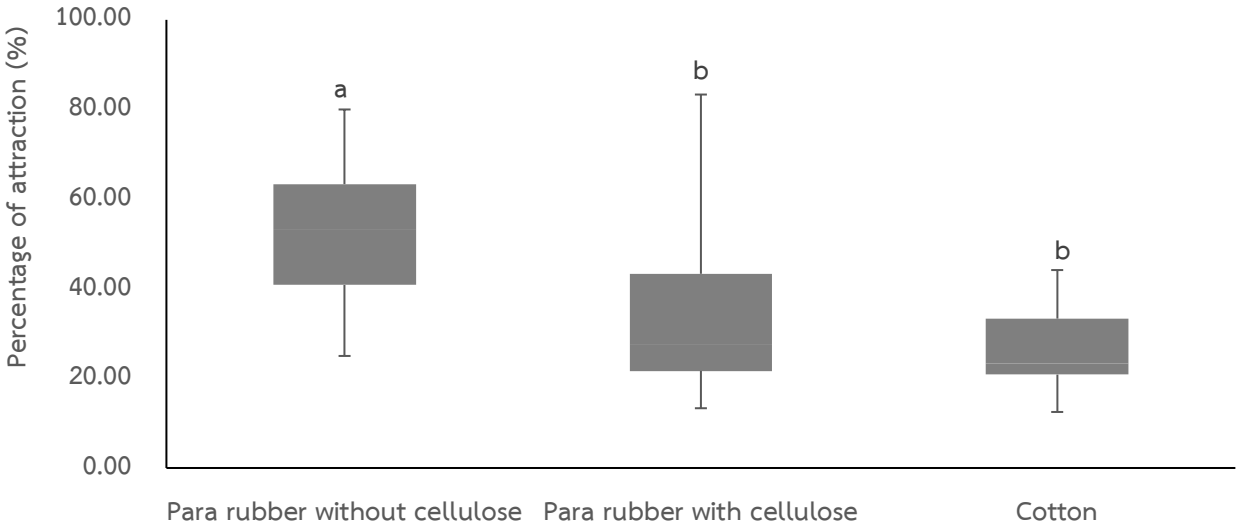

Figure 9. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure on different types of rubber membrane at 25°C.

Table 5. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 25°C.

Temperature	Testing times (days)[1/]				
25 °C	0	15	30	45	60
Para rubber without cellulose	25.00 ± 2.58Ac	40.83 ± 5.69Abc	63.33 ± 10.06Aab	71.67 ± 5.87Aa	53.33 ± 6.67Aab
Para rubber with cellulose	21.67 ± 4.94Ab	18.33 ± 4.22Bb	55.00 ± 4.83Aa	13.33 ± 4.94Cb	41.67 ± 4.77Aa
Cotton	12.50 ± 4.23Ac	20.83 ± 3.27Bbc	44.17 ± 6.76Aa	33.33 ± 4.22Bab	40.00 ± 5.00Aab

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowercase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าที่ระยะเวลา 3 วัน แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากถึง 97.50 ± 1.12 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 24 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucuebitae* ได้ 56.67 ± 7.92 และที่ระยะเวลา 30 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อเริ่มดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucuebitae* ลดลงเท่ากับ 50.00 ± 7.53 เปอร์เซ็นต์ (Figure 10) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง

Z. cucurbitae โดยวิธี boxplot พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราที่ไม่ติดและติดแผ่นเยื่อรวมทั้งสำลี มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงไม่แตกต่างกัน (Figure 11)

สำหรับแผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อ และแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ ที่ระยะเวลา 0, 15, 30 และ 60 วัน สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucuebitae* ได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (P<0.05) ส่วนที่ระยะเวลา 45 วัน แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ แตกต่างจากแผ่นยางพาราแบบไม่ติดแผ่นเยื่อ และสำลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 47.50 ± 2.81 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อสามารถดึงดูดได้ 34.17 ± 3.75 เปอร์เซ็นต์ และสำลี 33.33 ± 3.57 เปอร์เซ็นต์ สำลีสามารถดึงดูดแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 41.67 ± 3.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากระยะเวลาอื่นๆ (Table 6)

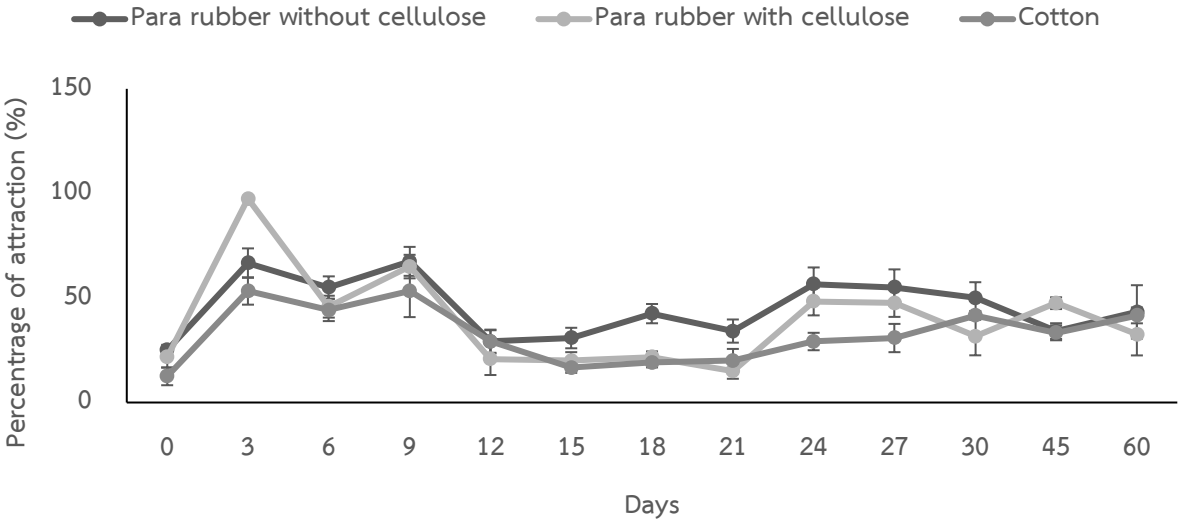

Figure 10. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball at 30°C.

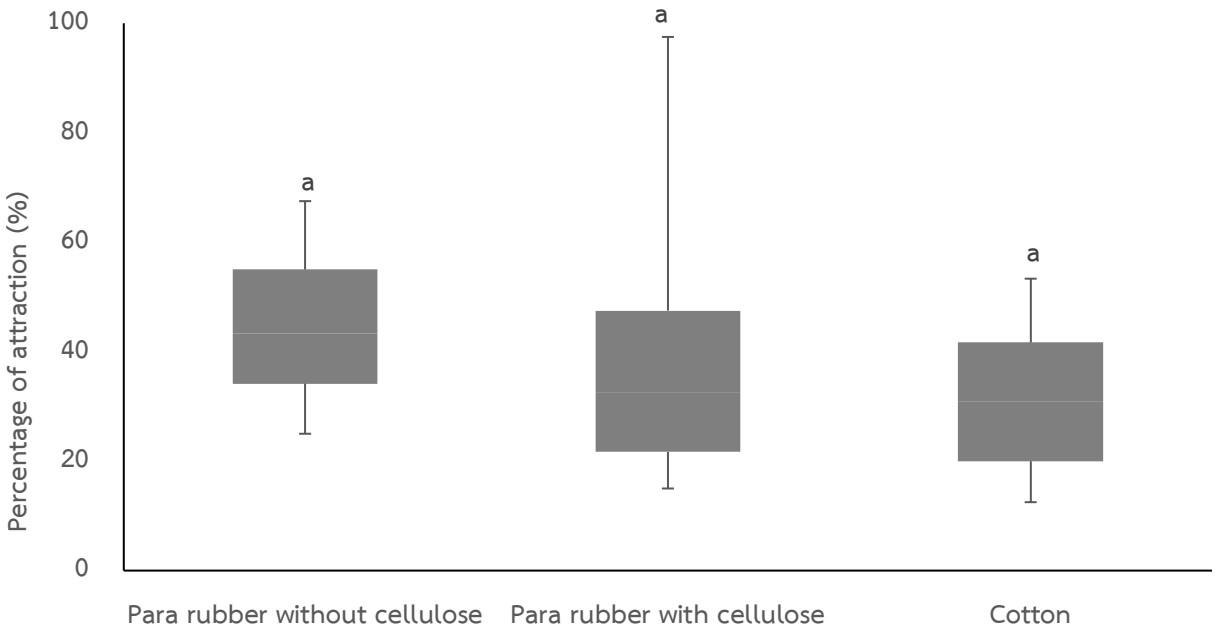

Figure 11. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure (CL) on different types of rubber membrane at 30°C.

Table 6. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 30℃.

Temperature	**Testing times (days)**				
30 ℃	0	15	30	45	60
Para rubber without cellulose	25.00 ± 2.58Aa	30.83 ± 4.90Aa	50.00 ± 7.53Aa	34.17 ± 3.75Ba	43.33 ± 12.76Aa
Para rubber with cellulose	21.67 ± 4.94Aa	20.00 ± 4.08Aa	31.67 ± 9.10Aa	47.50 ± 2.81Aa	32.50 ± 9.98Aa
Cotton	12.50 ± 4.23Ab	16.67 ± 2.47Ab	41.67 ± 2.11Aa	33.33 ± 3.57Ba	41.67 ± 3.80Aa

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowercase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 15 วัน แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 63.33 ± 4.94 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 60 วัน แผ่นยางพาราไม่มีแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 51.67 ± 6.79 เปอร์เซ็นต์ และดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ดีกว่าแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ และสำลี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.67 ± 7.38 และ 26.67 ± 4.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 12) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัย

เพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* โดยวิธี boxplot พบว่าที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราที่ไม่ติดและติดแผ่นเยื่อ รวมทั้งสำลี มีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงไม่แตกต่างกัน (Figure 13)

สำหรับระยะเวลา 0 และ 15 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อ, แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ และสำลี สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (P<0.05) ส่วนที่ระยะเวลา 30, 45 และ 60 วัน สามารถดึงดูดเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยที่ระยะเวลา 60 วัน แผ่นยางพาราไม่มีแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เท่ากับ 51.67 ± 6.79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ และสำลี ที่สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (Table 7)

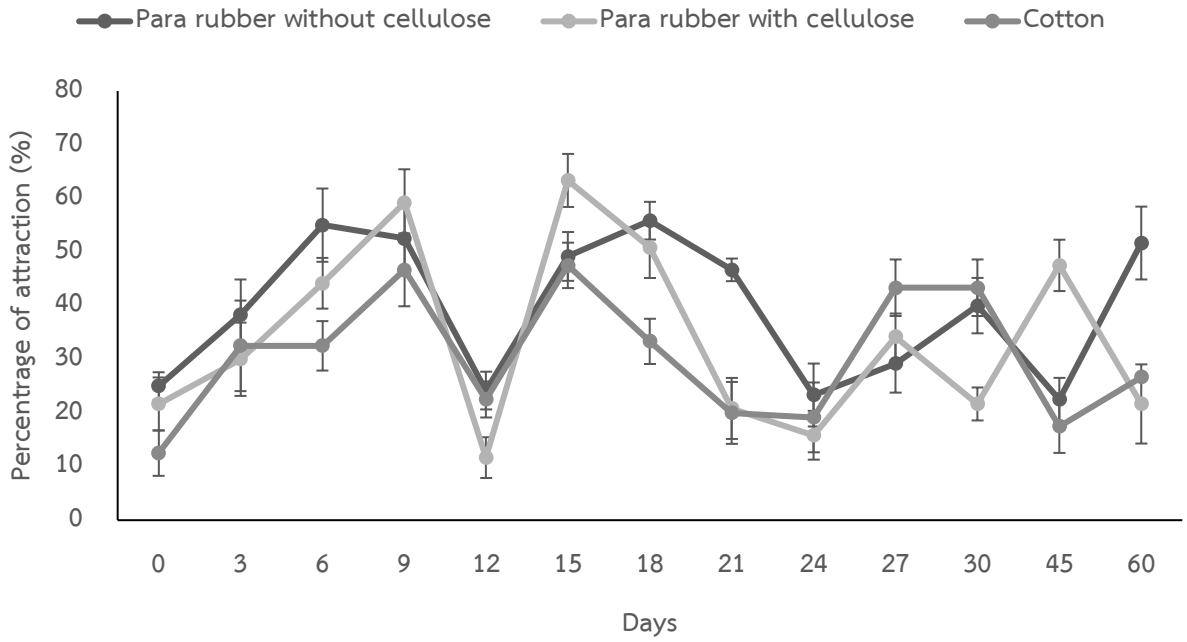

Figure 12. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball at 35°C.

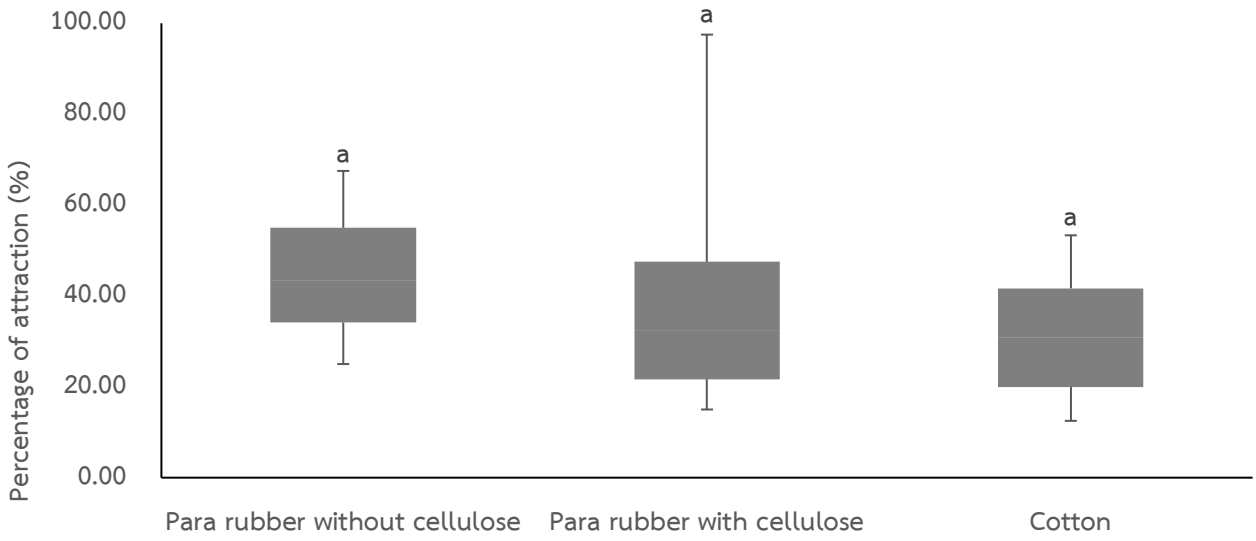

Figure 13. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure (CL) on different types of rubber membrane at 35°C.

Table 7. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 35°C.

Temperature	**Testing times (days)**				
35 °C	0	15	30	45	60
Para rubber without cellulose	25.00 ± 2.58Ab	49.17 ± 4.55Aa	40.00 ± 5.16Aab	22.50 ± 4.03Bb	51.67 ± 6.79Aa
Para rubber with cellulose	21.67 ± 4.94Ab	63.33 ± 4.94Aa	21.67 ± 3.07Bb	47.50 ± 4.79Aa	21.67 ± 7.38Bb
Cotton	12.50 ± 4.23Ac	47.50 ± 4.23Aa	43.33 ± 5.27Aab	17.50 ± 4.96Bc	26.67 ± 4.41Bbc

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowercase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าที่ระยะเวลา 15 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อ และแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 56.67 ± 3.07 และ 56.67 ± 4.01 เปอร์เซ็นต์ (ตามลำดับ) ที่ระยะเวลา 30 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อ สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ 55.83 ± 7.12 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 60 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อเริ่มดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ลดลงเท่ากับ 33.33 ± 7.38 เปอร์เซ็นต์ (Figure 14) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* โดยวิธี boxplot

พบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเยื่อมีเปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงมากกว่าสำลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 15)

สำหรับระยะเวลา 0, 30 และ 60 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อ, แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อและสำลี สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) (Table 7) ส่วนที่ระยะเวลา 15 และ 45 วัน ยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อ, แผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ และสำลี สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยที่ระยะเวลา 15 วัน สำลีสามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้น้อยกว่าแผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อและแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ ส่วนที่ระยะเวลา 45 วัน แผ่นยางพาราแบบไม่มีแผ่นเยื่อสามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากกว่าแผ่นยางพาราที่ติดด้วยแผ่นเยื่อ และสำลี (Table 8)

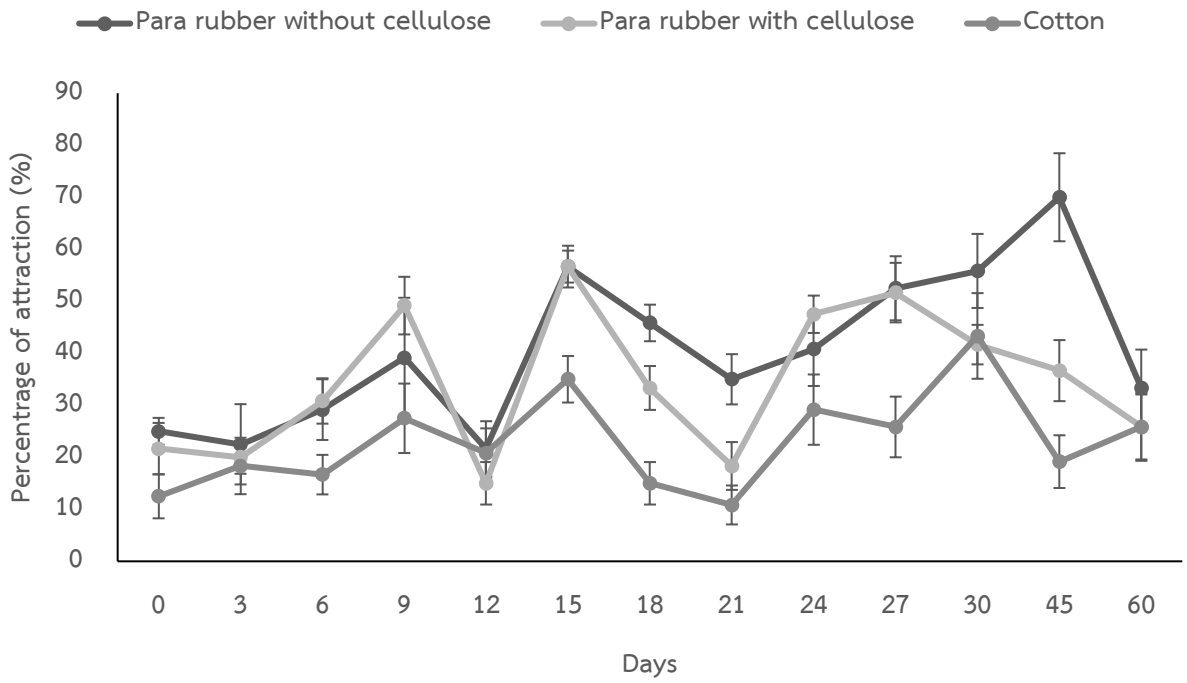

Figure 14. Percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber with and without membrane sheet and cotton ball at 40°C.

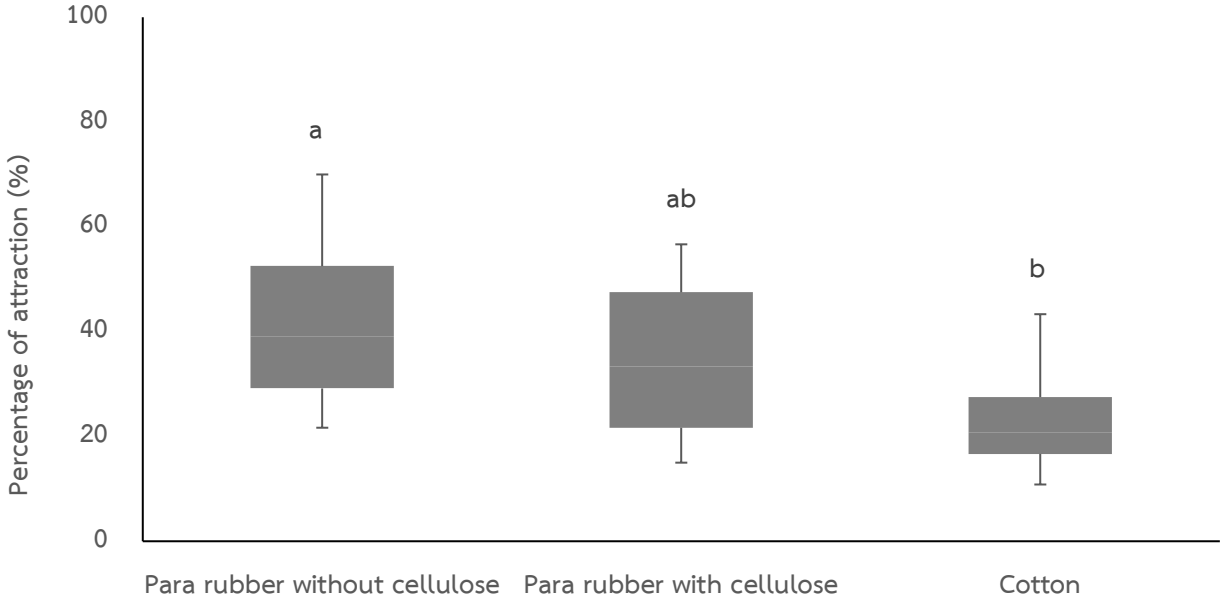

Figure 15. Boxplot analysis of percentage attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* to cue-lure (CL) on different types of rubber membrane at 40°C.

Table 8. Percentage attraction (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* to natural rubber latex with and without membrane sheet and cotton ball at 40°C.

Temperature	**Testing times (days)**				
40 °C	0	15	30	45	60
Para rubber without cellulose	25.00 ± 2.58Ac	56.67 ± 3.07Aab	55.83 ± 7.12Aab	70.00 ± 8.47Aa	33.33 ± 7.38Abc
Para rubber with cellulose	21.67 ± 4.94Ab	56.67 ± 4.01Aa	41.67 ± 3.80Aab	36.67 ± 5.87Bab	25.83 ± 6.25Ab
Cotton	12.50 ± 4.23Ab	35.00 ± 4.47Bab	43.33 ± 8.23Aa	19.17 ± 5.07Bab	25.83 ± 6.51Aab

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowercase letter) with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

Bhagat et al. (2013) ได้พัฒนานาโนเจลผสมกับสาร methyl eugenol ซึ่งมีคุณสมบัติในการทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอก ชะลอการปลดปล่อย และสามารถลดการระเหยของสารฟีโรโมนลงได้ โดยพบว่านาโนเจลผสมสาร methyl eugenol มีการระเหยของสาร methyl eugenol น้อยกว่าการใช้สาร methyl eugenol อย่างเดียว และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นการระเหยของสาร methyl eugenol อย่างเดียว จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นกว่าสาร methyl eugenol ที่ผสมอยู่ในนาโนเจล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสสาร methyl eugenol อย่างเดียว

ระเหยหมดภายใน 3 สัปดาห์ ส่วนสาร methyl eugenol ที่ผสมอยู่ในนาโนเจลสามารถปลดปล่อยสารได้นานถึง 30 สัปดาห์ เห็นได้ว่าการพัฒนาวัสดุแผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมนสามารถช่วยชะลอการปลดปล่อยสาร ทนทานต่ออุณหภูมิสูง และสามารถปลดปล่อยสารฟีโรโมนได้ยาวนานขึ้น ซึ่งลักษณะของการใช้แผ่นเยื่อปิดผิวหน้าของแผ่นยางพารานั้นพบว่ามีคุณสมบัติในการช่วยชะลอการปลดปล่อยสารได้เช่นเดียวกับวัสดุชนิดอื่นๆ แต่การชะลอการปลดปล่อยที่ดีเกินไปอาจส่งผลกระทบทางลบต่อการตอบสนองของแมลงที่ถูกดึงดูด โดยพบว่าแมลงเข้ามายังแผ่นยางพาราที่ติดแผ่นเยื่อจำนวนน้อยกว่าแผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเยื่อ ดังนั้นคุณสมบัติของแผ่นยางพาราเพียงอย่างเดียว เพียงพอต่อการชะลอการปลดปล่อยสารที่เหมาะสมและสามารถดึงดูดแมลงได้จำนวนมาก

6. การศึกษาประสิทธิภาพแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ต่อการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในสภาพแปลง

ผลของการศึกษาการดักจับแมลงวันผลไม้ *Z. cucurbitae* ในแปลงปลูกบวบของเกษตรกร จำนวน 3 แปลง แต่ละแปลงประกอบด้วยกับดักที่ใช้กับแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure และกับดักที่ใช้สำลีหยอดสาร cue-lure โดยทดสอบเป็นระยะเวลา 42 วัน จากการทดสอบพบว่า แปลงที่ 1 ที่ระยะเวลา 14 และ 28 วัน แผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure และสำลีสามารถดักจับเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ระยะเวลา 42 วัน แผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure สามารถดักจับตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* จำนวน 46.17±5.82 ตัว/กับดัก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสำลีที่สามารถดักจับได้มากที่สุดจำนวน 118.00±25.60 ตัว/กับดัก (Table 9)

แปลงที่ 2 แผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure สามารถดักจับตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลา 14, 28 และ 42 วัน ได้จำนวน 32.80±7.39, 49.40±7.12 และ 58.60±6.81 ตัว/กับดัก ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสำลีที่สามารถดักจับได้มากกว่าจำนวน 99.11±26.58, 135.30±31.21, 166.50±32.05 ตัว/กับดัก ตามลำดับ (Table 9)

แปลงที่ 3 แผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure และสำลี สามารถดักจับตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่ระยะเวลา 14 วัน ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่ระยะเวลา 28 และ 42 วัน แผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure ดักจับตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้จำนวน 24.60±2.59 และ 29.00±2.80 ตัว/กับดัก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสำลีที่สามารถดักจับได้จำนวนมากเท่ากับ 53.60±12.02 และ 84.20±15.93 ตัว/กับดัก ตามลำดับ (Table 9)

สำหรับชุดการทดลองระหว่างแผ่นยางพาราที่ผสมสาร cue-lure และสำลี ทั้ง 3 แปลงทดลองให้ผลเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการทดสอบทั้ง 42 วัน โดยกับดักที่ใช้สำลีสามารถดักจับเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้มากกว่าแผ่นยางพาราผสมสาร cue lure (Figure 16-18)

มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดักที่ใช้สารล่อแมลง cue-lure ชุบกระดาษลังและรูปแบบน้ำหยดในสำลีที่ผสมสารฆ่าแมลง malathion พบว่าในช่วง 8 สัปดาห์แรกสารล่อแมลง cue-lure ชุบกระดาษลังสามารถ

ดักจับแมลงวันผลไม้ได้มากกว่ากับดักรูปแบบน้ำหยดในสำลี (Leblanc et al., 2011) แต่ถ้าเทียบประสิทธิภาพในระยะยาวที่ 16 สัปดาห์ ทั้งสองกับดักมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกัน สำหรับการทดลองนี้พบว่าสำลีก้อนมีประสิทธิภาพในการดึงดูดเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ดีกว่าแผ่นยางพารา อาจเป็นเพราะเป็นการทดสอบในสภาพแปลงเปิดที่ทำให้ปริมาณสาร cue lure ที่ปลดปล่อยออกมาจากสำลีที่มีโครงสร้างแบบหลวมสามารถปลดปล่อยสาร cue lure ได้ในปริมาณที่มากกว่าแผ่นยางพารา จึงทำให้แมลงวันแตงถูกดึงดูดเข้ามาเป็นจำนวนมากกว่าแผ่นยางพารา แต่การทดสอบนี้ทดสอบเพียงระยะเวลา 42 วัน ดังนั้นถ้าหากมีการทดสอบที่ระยะเวลามากกว่าแผ่นยางพาราอาจแสดงจำนวนแมลงวันแตงที่ถูกดึงดูดเป็นจำนวนมาก

โดยทั่วไปแล้วการพัฒนากับดักแมลงวันผลไม้ส่วนใหญ่จะพยายามทดแทนการใช้สารล่อแมลงในรูปแบบน้ำหยดในสำลี (วิธีการดั้งเดิม) เพราะสารระเหยได้ง่ายและรวดเร็ว การใช้วัสดุอื่นๆ มาทดแทนการใช้สำลีสามารถช่วยลดการใช้สารฆ่าแมลงลงได้อีกด้วย เพราะการใช้สารล่อแมลงร่วมกับการใช้สำลีมักผสมยาฆ่าแมลงลงไปด้วย ดังนั้นการพัฒนาวัสดุล่อแมลงวันผลไม้แบบใหม่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกับดัก รวมทั้งลดการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรลงได้ (Vargas et al., 2009, 2010)

Table 9. Average number (mean ± SE) of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in the field condition.

Fields	Treatments	Testing times (days)		
		2 weeks	4 weeks	6 weeks
1	Rubber membrane	10.33±2.89a	20.17±5.99a	46.17±5.82a
	Cotton	14.67±5.97a	36.00±12.44a	118.00±25.60b
2	Rubber membrane	32.80±7.39a	49.40±7.12a	58.60±6.81a
	Cotton	99.11±26.58b	135.30±31.21b	166.50±32.05b
3	Rubber membrane	26.36±12.67a	24.60±2.59a	29.00±2.80a
	Cotton	13.80±26.58a	53.60±12.02b	84.20±15.93b

[1/] Values in the same column in each tested field followed by different latter were significant different according to student *t*-test ($P<0.05$).

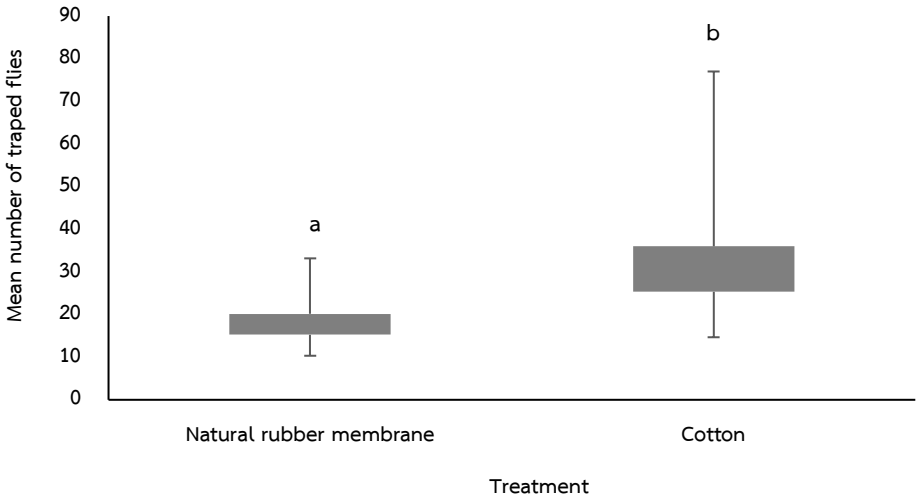

Figure 16. Boxplot analysis response of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in field condition. Different letter on each box were highly significant different (*P* = 0.000) according to Tukey's HSD test

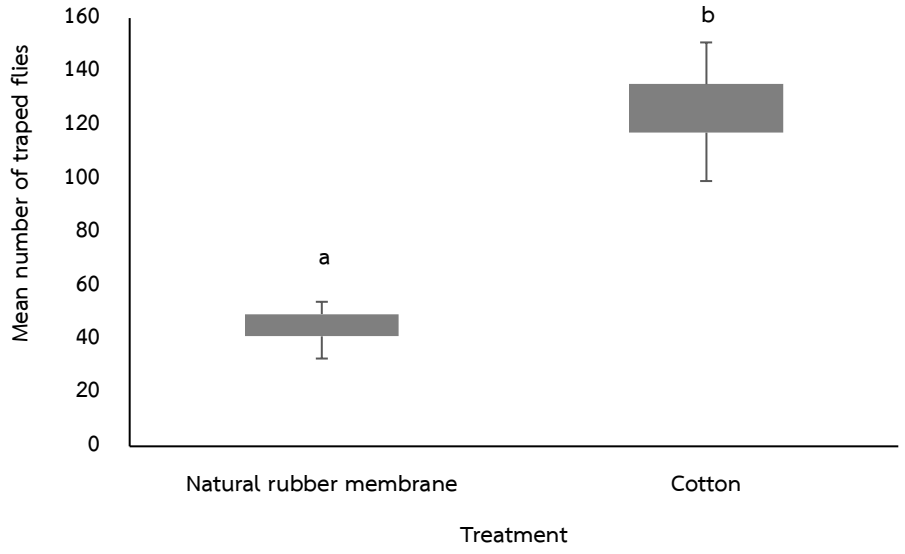

Figure 17. Boxplot analysis response of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in field 2 condition. Different letter on each box were highly significant different (*P* = 0.000) according to Tukey's HSD test

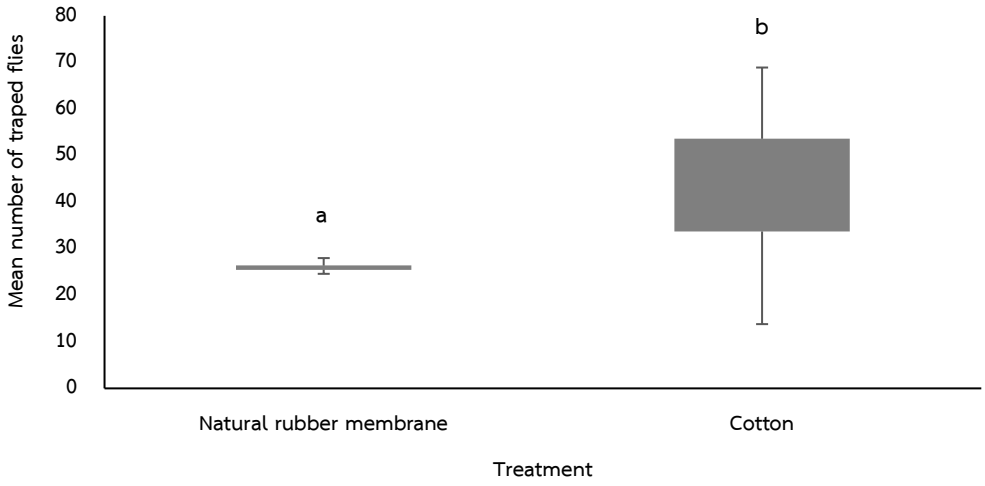

Figure 18. Boxplot analysis response of adult of male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Couqillett), attracted to cue-lure with different treatment in field 3 condition. Different letter on each box were highly significant different (*P* = 0.000) according to Tukey's HSD test

สรุปผลการทดลอง

สาร cue-lure ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในแผ่นยางพาราสามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างจากความเข้มข้นอื่น ๆ แผ่นยางพาราที่ความหนา 3, 4 และ 5 มิลลิเมตร มีความสามารถในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ได้ไม่แตกต่างกัน แต่ความหนาที่ 4 มิลลิเมตร มีความเหนียวและความหยืดหยุ่นที่เหมาะสมที่สุด สำหรับชนิดของแผ่นเมมเบรนที่ติดอยู่บนแผ่นยางพารา พบว่าแผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเมมเบรนมีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงวันแตงไม่แตกต่างจากแผ่นยางพาราที่ติดแผ่นเมมเบรนชนิดต่างๆ และการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการดึงดูดแมลงวันแตงของแผ่นยางพารา พบว่าที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์การดึงดูดแมลงวันแตงของแผ่นยางพาราแบบติดและไม่ติดแผ่นเมมเบรน รวมทั้งสำลี ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แผ่นยางพาราที่ไม่ติดแผ่นเมมเบรนสามารถดึงดูดแมลงวันแตงได้ดีกว่าสำลี สำหรับการทดสอบในสภาพแปลง พบว่าการใช้แผ่นยางพาราไม่ติดแผ่นเมมเบรนมีประสิทธิภาพในการดักจับแมลงวันแตงด้อยกว่าการใช้สำลี ซึ่งอาจเกิดจากรูปแบบของกับดักที่นำไปใช้งานที่มีรูขนาดเล็ก ทำให้สาร cue lure ยังคงค้างอยู่ในกับดักพลาสติกเป็นระยะเวลานานและปริมาณสารที่ปลดปล่อยออกมามีปริมาณความเข้มข้นสูง ทำให้สามารถดึงดูดแมลงได้ดีกว่าแผ่นยางพาราที่ค่อยๆ ปลดปล่อยสารออกมาอย่างช้าๆ ดังนั้นการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคตต้องพัฒนารูปแบบของกับดักและแผ่นยางพาราที่สามารถปลดปล่อยสาร cue lure ได้อย่างเหมาะสมและดึงดูด ในสภาพแปลงได้

เอกสารอ้างอิง

นริศ ท้าวจันทร์ และ อนุชิต ชินาจริยวงศ์. 2551. ประสิทธิภาพการควบคุมของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในแมลงวันผลไม้ (Diptera: Tephritidae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ) 39(3): 21-25.

มนตรี จิรสุรัตน์. 2544. แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการของกีฏและสัตว์วิทยา กรมวิชาการเกษตร, จตุจักร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2559. ยางพารา. http://www.arda.or.th/kasetinfo/ south/para/ used/01-03.php (เข้าถึงเมื่อวันที่ 27 มิถุนายน 2559)

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 No. 76: 95–101.

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

Allwood, A.J., Leblanc, L., Vueti, E.T. and Richard. B. 2001. Fruit Fly control methods for Pacific Island countries and territories. Pest Advisory Leaflet / Secretariat of the Pacific Community. Plant Protection Service; 40.

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.

Bokonon-Ganta A.H, McQuate G.T., and Messing R.H. 2007. Natural establishment of a parasitoid complex on Bactrocera latifrons (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. Biological Control 42: 365–373.

CABI. 2016. *Bactrocera dorsalis* (Oriental fruit fly). Online: http://www.cabi.org/isc/datasheet/17685 (30 June 2016)

CDFA. 2013. Integrated pest management analysis of alternative treatment methods to eradicate methyl eugenol responding exotic fruit flies. Online: http://www.cdfa.ca.gov/plant/pdep/ treatment/alt-treatments/Methyl-eugenol-resp-ff-alt- treatments.pdf. (25 June 2016)

Chaudhary, F. K. and Patel, G. M. 2008. An integrated approach of male annihilation and bait application technique for fruit fly management in pumpkin. Pest Management and Economic Zoology 16(1): 57-61.

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

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: 7. doi:10.1155/2015/807948.

Dhillon, M.K., Singh, R., Naresh, J.S. and Sharma, H.C. 2005. The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: A review of its biology and management. Journal of Insect Science 5: 1-6.

Ferreira, M., Mendonc, R.J., Coutinho-Netto, J. and Mulato, M. 2009. Angiogenic properties of natural rubber latex biomembranes and the serum fraction of *Hevea brasiliensis*. Brazilian Journal of Physics 39(3): 564–569.

Frade, M.A.C., Brum-Cursi, I., Fortes-Andrade, F., Coutinho-Netto, J., Barbetta, F.M. and Foss, N.T. 2004. Management of diabetic skin wounds with a natural latex biomembrane. Medicina Cutánea Ibero-Latina-Americana 32(4): 157–162.

Gardner, P. 2006. Use of a nanopore membrane in a novel drug delivery device. Polymeric Delivery 59-60.

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.

Herculano, R.D., de Queiroz, A.A.A., Kinoshita, A., Oliveira Jr., O.N. and Grae, C.F.O. 2011. On the release of metronidazole from natural rubber latex membranes. Materials Science and Engineering C 31(2): 272–275.

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(2): 253–256.

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.

Hoare, T.R. and Kohane, D.S. 2008. Hydrogels in drug delivery: Progress and challenges. Polymer 49: 1993-2007.

IAEA (International Atomic Energy Agency). 2003. 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

Itô, Y., Kakinohana, H. Yamagishi, M. and Kohama. T. 2003. Eradication of the melon fly, Bactrocera cucurbitae, from Okinawa, Japan, by means of the sterile insect technique, with special emphasis on the role of basic studies. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 6: 119-129.

Jang, E.B. 2011. Effectiveness of plastic matrix lures and traps against *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera cucurbitae* in Hawaii. Journal of Applied Entomology 135(6): 456–466.

Kiran Rana and H. S. Kanwar. 2014. Evaluation of eco-friendly techniques for management of melon fruit flies (*Bactrocera* spp.) in bitter gourd (*Momordica charantia* L.). Pest Management in Horticultural Ecosystems 20(1): 100-102.

Leblanc, L., Vargas, R.I., Mackey, B., Putoa, R. and Pinero, J.C. 2011. Evaluation of cur-lure and methyl eugenol solid lure and insecticide dispensers for fruit fly (Diptera: Tephritidae) monitoring and control in Tahiti. Florida Entomologist 94(3): 510–516.

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: 7. doi:10.1155/2014/157952.

Ng, S.F., Rouse, J., Sanderson, D. and Eccleston, G. 2010. A comparative study of transmembrane diffusion and permeation of ibuprofen across synthetic membranes using Franz diffusion cells. Pharmaceutics 2: 209–223. doi:10.3390/pharmaceutics2020209

Pawar, D.B., Mote, U.N. and Lawande, K.E. 1991. Monitoring of fruit fly population in bitter gourd crop with the help of lure trap. Journal of Research, Maharashtra Agricultural Universities 16: 281.

Permalloo, S., Seewooruthun, S.I., Joomaye, A., Soonnoo, A.R., Gungah, B., Unmole, L. and Boodram, R. 1998. An area wide control of fruit flies in Mauritius. *In*: Lalouette, J.A., Bachraz, D.Y., Sukurdeep, N. and Seebaluck, B.D. (editors). Proceedings of the Second Annual Meeting of Agricultural Scientists, 12-13 August 1997, pp. 203-210. Food and Research Council, Reduit, Mauritius.

Piñero, J.C., Mau, R.F. and Vargas, R.I. 2009. Managing oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae), with spinosad-based protein bait sprays and sanitation in papaya orchards in Hawaii. Journal of Economic Entomology 102(3): 1123-1132.

Raghuvanshi, A. K., Satpathy, S. A. and Mishra, D. S. 2008. Attract-annihilation and mass trapping method for management of fruit fly, *Bactrocera cucrbitae* Coq. in bitter Gourd. Indian Journal of Entomology 70(1): 71-84.

Ranganath, H.R., Krishna Kumar, N.K., Krishnamoorthy, P.N., Saroja, S. and Shivaramu, K. 2015. An integrated approach to manage melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) in bitter gourd. Pest Management in Agricultural Ecosystems 21(1): 27-30.

Sarango, V.M.G., Ekbom, B. and Ooi, P. 2009. Monitoring and pest control of fruit flies in Thailand: new knowledge for integrated pest management. Examensarbete. 15: 2–38.

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(1): 165-168.

Seewooruthun, S.I., Sookar, P., Permalloo, S., Joomaye, A., Alleck, M., Gungah, B. and Soonnoo, A.R. 1998. An attempt to the eradication of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) from Mauritius. *In*: Lalouette, J.A., Bachraz, D.Y., Sukurdeep, N. and Seebaluck, B.D. (editors). Proceedings of the Second Annual Meeting of Agricultural Scientists, 12-13 August 1997, pp. 181-187. Food and Research Council, Reduit, Mauritius.

Seo, E.H. and Na, K. 2014. Polyurethane membrane with porous surface for controlled drug release in drug eluting stent. Biomaterials Research 18: 15.

Shelly, T., Nishimoto, J. and Kurashima, R. 2012. Trap capture of three economically important fruit fly species (Diptera: Tephritidae): evaluation of a solid formulation containing

multiple male lures in a Hawaiian coffee field. Journal of Economic Entomology 105(4):1186-93.

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(8): 148–151.

Stonehouse, J.M., Mumford, J.D. and Verghese, A. 2004. Returns to scale in pest suppression and eradication: Issues for the wide-area management of fruit flies in India. *In*: Subramanyam, B., Ramamurthy, V.V. and Singh, V.S. (editors). Proceedings of the National Symposium on Frontier Areas of Entomological Research, November 5-7 2003, pp. 151-158. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.

Tan, K.H., Nishida, R., Jang, E.B. and Shelly, T.E. 2014. Pheromones, male lures, and trapping of tephritid fruit flies. In: Shelly TE, Epsky N, Jang EB, Flores-Reyes J, Vargas RI (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(6): 629–644.

Vargas, R. L., 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.

Vargas, R.I., Burns, Mau, R.F., STARK, L., Cook and Piñero, J.C. 2009. Captures in methyl eugenol and cue-lure detection traps with and without insecticides and with a Farma Tech solid lure and insecticide dispenser. Journal of Economic Entomology 102: 552–557.

Vargas, R.I., Mau, R.F.L., Stark, J.D., Piñero, J.C., Leblanc, L. and Souder, S.K. 2010. 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.

Verghese, A., Sreedevi. K. and Nagaraju, D. K. 2006. Pre and Post Harvest IPM for the Mango Fruit Fly, *Bactrocera doralis* (Hendel). Indian Institute of Horticulture Research. Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge, 179-182.

Verghese, A., Tandon, P.L., Stonehouse, J.M., 2004. Economic evaluation of the integrated management of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in mango in India. Crop Protection 23: 61–63.

White, I.M. and Elson-Harris, M.M. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Wallingford (UK): CAB, International with Australian Centers for International Agricultural Research; p. 601.

ตารางตัวชี้วัดศักยภาพและผลลัพธ์ของโครงการ (แบบวิจัย 16.1)

แบบวิจัย 16.1_59

ลำดับ	ตัวชี้วัด	หน่วยนับ						หมายเหตุ
		ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3		
		เป้าหมาย	ผลที่ได้	เป้าหมาย	ผลที่ได้	เป้าหมาย	ผลที่ได้	
1	**ผลผลิตเชิงองค์ความรู้**							
	1.1 จำนวนผลงานตีพิมพ์ (ชิ้น)							
	- ระดับชาติ	-	-	1	-			
	- ระดับนานาชาติ				1			
	- ระดับนานาชาติฐานข้อมูล ISI	-	-	1	-			
	1.2 จำนวนผลงานที่นำเสนอในที่ประชุม/สัมมนา (ชิ้น)							
	- ระดับชาติ	-	-	1	1			
	- ระดับนานาชาติ							
	1.3 อื่น ๆ (โปรดระบุ)							
2	**ผลผลิตเชิงผลิตภัณฑ์/นวัตกรรม**							
	2.1 จำนวนโครงการวิจัยต่อยอด (โครงการ)							
	2.2 จำนวนโครงการขอทุนขนาดใหญ่จากแหล่งทุน ภายนอก (โครงการ/เงิน)							เช่น ชื่อแหล่งทุนที่เสนอขอ
	2.3 จำนวนผลิตภัณฑ์/นวัตกรรม (ชิ้น/ระบุชื่อ)	-	-	1	1			
	2.4 เอกสารการยื่นขอ							
	- สิทธิบัตร (เรื่อง) *							
	- อนุสิทธิบัตร (เรื่อง) * แผ่นยางกักเก็บและปลดปล่อยสารล่อแมลง เลขที่คำขอ 1703000592	-	-	1	1			
	2.5 เทคโนโลยีที่สามารถนำไปถ่ายทอดได้ - จำนวนโครงการ/จำนวนครั้ง - จำนวนผู้ได้รับประโยชน์ (คน/ชุมชน)							
	2.6 ข้อเสนอเชิงนโยบาย/ข้อเสนอเพื่อแก้ไขปัญหา (จำนวนข้อเสนอ)							
	2.7 การนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ที่หน่วยงานที่นำไปใช้ ประโยชน์มีเอกสารรับรอง (เรื่อง)							
	2.8 อื่น ๆ							

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการของแผ่นยางพาราผสมสารล่อแมลง cue lure พบว่ามีคุณสมบัติในการกักเก็บและปลดปล่อยสารออกมาได้อย่างยาวนาน ใช้สารในปริมาณน้อย และทนทานต่ออุณหภูมิสูง แต่เมื่อนำไปทดสอบในสภาพแปลง ซึ่งเป็นพื้นที่กว้างยังพบปัญหาเรื่องปริมาณสาร cue lure ที่ปลดปล่อยออกมาจากแผ่นยางมีปริมาณน้อย ทำให้แมลงตอบสนองต่อการเข้ามาในกับดักน้อย ประกอบกับปัจจัยอื่นๆ ของสภาพแวดล้อมภายนอกที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อายุและระยะการเจริญของพืช กระแสลม ปริมาณแมลงวันแตงในพื้นที่ และการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ปัจจัยเหล่านี้ต่างส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของแผ่นยางพาราที่ผสมสารล่อแมลง cue lure ซึ่งคณะผู้วิจัยเห็นว่ายังคงต้องมีการพัฒนารูปแบบของแผ่นยางและกับดักที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริงในสภาพแปลงต่อไป

ภาคผนวก

1. อนุสิทธิบัตร เรื่อง “แผ่นยางกักเก็บและปลดปล่อยสารล่อแมลง” เลขที่คำขอ 1703000592
2. นิพนธ์ต้นฉบับที่พร้อมส่งตีพิมพ์ (manuscript) กรณีที่นักวิจัยเกรงว่าจะถูกลอกเลียนแบบผลงานขอให้จัดส่งเป็นนิพนธ์ต้นฉบับที่ได้ส่งตีพิมพ์แล้ว

เลขที่อนุสิทธิบัตร 14112

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ	1703000592
วันยื่นขอรับอนุสิทธิบัตร	20 มีนาคม 2560
ชื่อผู้ประดิษฐ์	นายนริศ ห้าวจันทร์ และคณะ
ชื่อการประดิษฐ์ที่แสดงถึงการประดิษฐ์	แผ่นยางกักเก็บและปลดปล่อยสารล่อแมลง

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 12 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561

หมดอายุ ณ วันที่ 19 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2566

(ลงชื่อ).....

(นายดิเรก บุญแท้)

รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน

อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวก็ได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

035783

ผลิตภัณฑ์แผ่นยางพาราผสมสารฟีโรโมน Cue lure สำหรับดึงดูดแมลงวันแตง

รางวัลรองชนะเลิศอันดับหนึ่งระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตศึกษา

Para Rubber Membrane, a Novel Substrate for Cue-lure Impregnation for the Attraction of Male Melon Fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae)

Kodeeyah Thoawan[1,a], Ekwipoo Kalkornsurapranee[2,b] and Narit Thaochan[1,c]

[1]Pest Management Biotechnology and Plant Physiology Laboratory, Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

[2]Department of Materials Science and Technology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

[a]kodeeyah.thoawan@gmail.com, [b]ekwipoo.k@psu.ac.th, [c]narit.t@psu.ac.th

Keywords: Cue-lure; Para rubber membrane; Attraction; Melon fly; *Zeugodacus cucurbitae*

Abstract

Zeugodacus cucurbitae (Coquillett) is an insect pest of Asian origin and has wide distribution in tropical, and sub-tropical regions of the world. It has been recorded from a large number of cucurbitaceous crops. The monitoring and control with cue-lure traps is recommended for the pest. However, efficacy of cue-lure trap varies with the substrate used for chemical impregnation. Therefore, the present investigations were carried out to find a suitable substrate for better efficacy of cue lure (CL). The different concentration of CL (0.5, 1.0, 2.0 and 3.0 %) in para rubber membrane and with different external exposure times were tested with mature adult male *Z. cucurbitae* under laboratory conditions. At 0, 30, 45 and 60 days after impregnation, all concentration of CL in para rubber membrane were found similar in attracting adult male *Z. cucurbitae*. At 15 days of application of 1.0% CL in the para rubber membrane showed the highest percentage attraction (73.33±2.47 % adult male) of adult male *Z. cucurbitae* and found significantly superior in attracting adult male *Z. cucurbitae* to application of 3.0% CL in para rubber membrane (51.60 ± 2.47 % adult Male). After 15 days, all concentrations of CL in para rubber membrane showed decreasing trends of percent attraction of male *Z. cucurbitae*. At day 60, the percent attraction of *Z. cucurbitae* ranged between 6.67-12.50 %. In conclusion, the para rubber membrane mixed with 0.5% CL could be a good substrate for the controlled release of fruit fly's pheromone up to 60 days to attract adult male *Z. cucurbitae*.

1. Introduction

The melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) is one of the most serious pest of many cucurbitaceous crops such as bitter gourd, cucumber, pumpkin, water melon and zucchini [1, 2]. It is a major hindrance in the production and export of horticultural crops around the world [3, 4]. Many management methods have been applied for its control, such as biological, cultural, mechanical and chemical control. Male annihilation technique (MAT) with cue-lure are common in the management of fruit flies [5]. Cue-lure (CL) [4-(p-acetoxyphenyl)-2-butanone] are highly attractive male lures to *Z. cucurbitae* [6]. Cotton plugs were normally use for loading the cue-lure but it was a large pore size, easy to evaporation and limited of shelf life. Whereas, the rubber membrane has been used in controlled chemical delivery in human diseases [7]. Therefore, we studied the different concentration of cue-lure in para rubber membrane for long term slow release of cue lure for better and economic management of melon fly, *Z. cucurbitae*.

2. Experimental details

2.1 Insect preparation

Colony of melon flies, *Z. cucurbitae*, was maintained in Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All adult flies were provided with water and a mixture of sugar and hydrolysed protein (3:1 w/w) *ad libitum*. The flies were reared under laboratory conditions of 25-29°C temp with 70-80% relative humidity and natural photoperiod. Male *Z. cucurbitae* were separated within three days of emergence to prevent mating and were maintained in separate cages (30×30×30 cm) until required for bioassay at 10-15 days old.

2.2 Para rubber membrane preparation

Para rubber adhesive patch was prepared using melt blending technique [8]. The para rubber (i.e., STR5L 100 parts per hundred of rubber (phr)) was first masticated using two roll mill for 30 min, tackifier 100 phr and cue-lure (CL) of each concentration at 0.5, 1.0, 2.0 and 3.0% were then added into the mixer for 20 and 10 min, respectively. The blended rubber was sheeted out using two roll mill with 0.1-0.2 mm gap between the rollers. The para rubber sheets blended with CL were cut into 5×5 cm piece for further testing. The para rubber membrane of each concentration of CL was dried at the ambient temperature for 0, 15, 30, 45 and 60 days before bioassay.

2.3 Attractant bioassay

Twenty adult male melon flies were released into the new cage (30×30×30 cm) for one hour before testing. The 0.5% CL in the para rubber membrane at day zero was put on the top cage for one hour. The number of attracted flies to para rubber membrane was recorded. The other concentrations of CL in the para rubber membrane and different dried times were followed as above. Six replications were tested of each CL concentration and dried time.

2.4 Statistical analysis

The number of attracted male melon flies, *Z. cucurbitae*, to each concentration of CL in para rubber membrane and each dried time was analyzed by one-way ANOVA. The significant value used in data analysis was 95% ($\alpha = 0.05$). The comparisons of mean were performed by Tukey's HSD test. All statistical analyses were carried out with the SPSS 17.0 program for Windows [9].

3. Results and Discussion

All concentrations of CL in para rubber membrane showed their efficacy to attract male melon flies, *Z. cucurbitae*. The lowest concentration at 0.5% CL showed statistically at par mean flies attraction with 1.0, 2.0 and 3.0% CL concentration with 31.41 ± 4.42, 39.17 ± 4.79, 42.96 ± 4.86 and 42.82 ± 3.97% flies attraction, respectively (Fig. 1).

The different dried period at day 0, 30, 45 and 60 of para rubber membrane at all concentrations of CL were not significantly different in terms of percent attraction to adult male *Z. cucurbitae* ($P>0.05$). All concentration of CL showed decreasing trend for flies attraction from days 0 to days 60 (Table 1).

Our results were similar with the molded paper fiber impregnated with 500 µl of CL that attracts male melon flies for at least 77 days [10]. In our study, the para rubber membrane impregnated with 0.5% CL (1.6 g of para rubber membrane [5×5 cm] contained 8.0 µl CL) were found effective upto 60 days at very low quantity of CL in comparison to molded paper fiber (500 µl CL, 62.50 times higher than CL used in para rubber). Whereas, waxy dispenser (SPLAT) in combination with CL at 5 and 20% were not different in attracting fruit flies [11]. In the present study, we found similar trend in attraction of male melon flies at low concentration of CL in para

rubber membrane did not show any differences in terms of flies attraction as earlier reported with SPLAT [11].

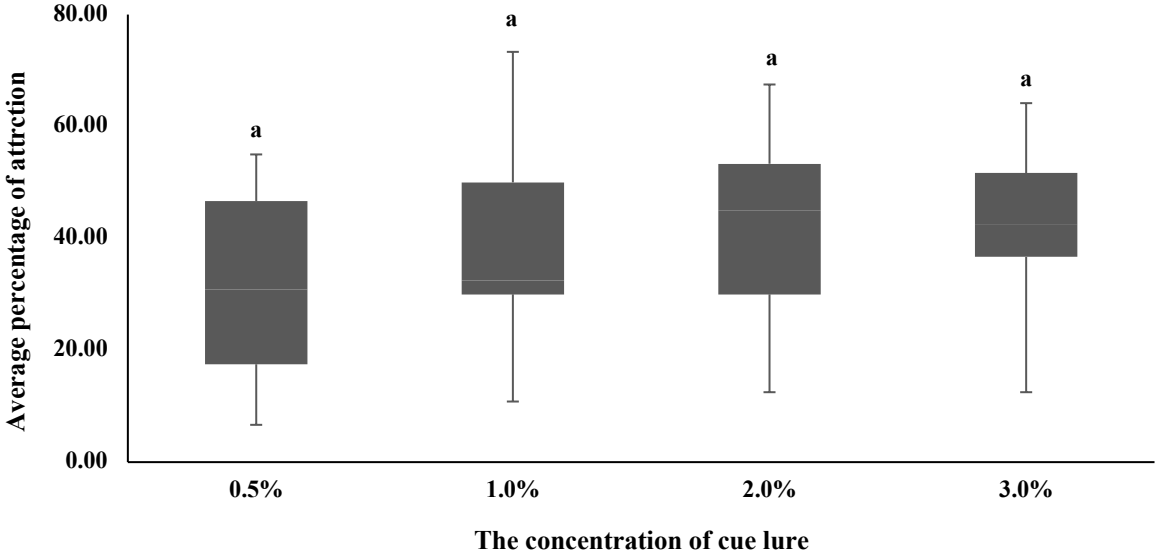

Fig. 1. Box plot analysis of average percent attraction (mean ± SE) of adult male *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) at different concentrations of cue-lure in para rubber membrane. Mean within box plot with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) according to the Tukey's HSD test.

Table 1. Percent attraction (mean ± SE) of adult male melon fly, *Zeugodacus cucurbitae*, to different concentrations and dried times of cue-lure (CL) in para rubber membrane

CL concentrations	Dried times (day)				
	0	15	30	45	60
0.5%	32.50 ± 5.28Aab	55.00 ± 6.19ABa	32.50 ± 4.43Aab	17.50 ± 6.68Abc	6.67 ± 4.22Ac
1.0%	29.17 ± 4.36Abc	73.33 ± 2.47Aa	32.50 ± 5.44Ab	30.00 ± 7.19 Abc	10.83 ± 3.27Ac
2.0%	46.67 ± 4.77Aab	67.50 ± 7.16ABa	28.33 ± 6.54Abc	44.17 ± 8.98Aab	12.50 ± 2.50Ac
3.0%	36.67 ± 4.59Aa	51.60 ± 2.47Ba	37.50 ± 2.50Aa	44.17 ± 9.17Aa	12.50 ± 3.10Ab

[1/]There were six replicates per treatment mean within columns (capital letter) and rows (lowcase letter) with the same letter are not significantly different (P>0.05) according to the Tukey's HSD test.

4. Conclusions

The concentration of cue-lure at 0.5% CL in para rubber membrane was suitable to attract adult male *Z. cucurbitae* as similar as other concentrations and effective for 60 days. This can reduce the management cost of *Z. cucurbitae* under field condition with MAT application.

Acknowledgements

This work was supported by the government budget of Prince of Songkla University with grant no. NAT590861S and partially supported by the Center of Excellence in Agricultural and Natural Resources Biotechnology (CoE-ANBR) phase 2, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. Additionally, we would like to thank Asst. Prof. Dr. Chandra Shekhar Prabhakar,

Department of Entomology, Veer Kunwar Singh College of Agriculture, Bihar Agricultural University, Bihar, India for editing our manuscript.

References

[1] M.K. Dhillon, R. Singh, J.S. Naresh, H.C. Sharma, The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: a review of its biology and management, J. Insect Sci. 5 (2005) 40.

[2] M. De Meyer, H. Delatte, M. Mwatawala, S. Quilici, J.F. Vayssières, M. Virgilio, A review of the current knowledge on *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera, Tephritidae) in Africa, with a list of species included in *Zeugodacus, Zookeys* 540 (2015) 539–557.

[3] N.T. Papadopoulos, Fruit fly invasion: historical, biological, economic aspects and management, in: T. Shelly, N.D. Epsky, E.B. Jang, J. Reyes-Flores, R.I. Vargas [eds.], Trapping and the Detection, Control and Regulation of Tephritid Fruit Flies: Lures, Area-Wide Programs, and Trade Implications, Springer, Dordrecht, Netherlands. 2014, pp. 219–252.

[4] R.I. Vargas, J.C. Piñero, L. Leblanc, N.C. Manoukis, R.F.L. Mau, Area-wide management of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii, in: S. Ekesi, S. Mohamed, M. Meyer [eds.], Fruit Fly Research and Development in Africa: Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture. Springer International Publishing, Switzerland, 2016, pp. 673–693.

[5] M. Afzal, H. Javed, Evaluation of soaked wooden killer blocks for male annihilation (MA) on fruit fly *Bactrocera* Spp. (Diptera: Tephritidae). Online J. Biol. Sci. 1 (2001) 577–579.

[6] R.L. Metcalf, E.R. Metcalf, Fruit flies of the family Tephritidae. In: R.L. Metcalf, E.R. Metcalf [eds.], Plant Kairomones in Insect Ecology and Control. Routledge, Chapman & Hall, New York, 1992.

[7] R.D. Herculano, C.P. Silva, C. Ereno, S.A.C. Guimaraes, A. Kinoshita, C.F. de Oliveira Graeff, Natural rubber latex used as drug delivery system in guided bone regeneration (GBR). Mat. Res. 12 (2009) 253–256.

[8] E. Kalkornsurapranee, R. Waiprib, W. Pichayakorn, Medicated pressure sensitive adhesive patches from STR-5L block rubber: Effect of preparation process. Key Eng. Mater. 751 (2017) 236–241.

[9] SPSS Inc. Released, SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc. (2008).

[10] R.I. Vargas, J.D. Stark, B. Mackey, R. Bull, 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, J. Econ. Entomol. 98 (2005) 1551–1559.

[11] R.I. Vargas, J.C. Piñero, E.B. Jang, R.F.L. Mau, J.D. Stark, L. Gomez, L. Stoltman, A. Mafra-Neto, Response of melon fly (Diptera: Tephritidae) to weathered SPLAT-spinosad-cue-lure, J. Econ. Entomol. 103 (2010) 1594–1602.