

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนเพศสังเคราะห์ เพื่อดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผัก

Suitable Ratio of Synthetic Sex Pheromone for Attracting Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.

อนุสรณ์ พงษ์มี^{1/} จิราพร กุลสาริน^{1/} และ อภิวัฒน์ ธีรวัฒนกุลรักษ์^{2/}
Anusorn Pongmee^{1/} Jiraporn Kulsarin^{1/} and Aphiwat Teerawutgulrag^{2/}

Abstract: Sex pheromone components of female diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) were identified using Gas chromatography (GC) and GC-mass spectrometry (GC-MS) technique as Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) and Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH). The three chemical components of the sex pheromone can also be synthesized from 11-bromoundecanoic acid in laboratory. The experiments aimed to determine the appropriate ratio of synthetic pheromone to attract male of diamondback moth in wind tunnel under laboratory condition. The ratios of binary blend (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc) and tertiary blend (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH) to attract male moth were compared in wind tunnel at 72 hrs. It was found that binary blend of synthetic pheromones at all ratio were not effective in attracting male moth while tertiary blend at the ratio of 50 : 50 : 1 at the amount of 100 mg could attract 41.50 male moths, similar to commercial lure that attracted 42.00 of those male moths. Therefore, the synthetic pheromone at the ratio of 50 : 50 : 1 was the suitable synthetic pheromone blended to attract diamondback moth and was important to apply for pheromone traps in controlling diamondback moth in the future.

Keywords: Diamondback moth, *Plutella xylostella*, synthetic sex pheromone

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/} ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: สารฟีโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. เมื่อวิเคราะห์ด้วย Gas chromatography (GC) และ GC-mass spectrometry (GC-MS) พบว่ามีสารประกอบคือ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) สารทั้ง 3 ชนิด สามารถสังเคราะห์ได้จากสาร 11-bromoundecanoic acid และนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องมือจำลอง เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ โดยเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนผสมแบบ 2 ส่วนผสม (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc) และอัตราส่วนผสม แบบ 3 ส่วนผสม (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH) เพื่อดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ในระยะเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม ไม่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ ส่วนสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ปริมาณ 100 มิลลิกรัม สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 41.50 ตัว ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 42.00 ตัว ดังนั้นสารฟีโรโมนสังเคราะห์ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ที่ใช้ดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้และมีความสำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับกับดักฟีโรโมนเพื่อการป้องกันกำจัดผีเสื้อหนอนใยผักต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ผีเสื้อหนอนใยผัก สารฟีโรโมนเพศสังเคราะห์

คำนำ

ผักกาดคะหล่ำเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ พบปลูกตามพื้นที่ทางการเกษตรทั่วโลก ปัจจุบันพบการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายและสร้างความเสียหายรุนแรงต่อพืชผักกาดคะหล่ำ คือ หนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella*) ซึ่งมักพบระบาดทั่วไปตามแหล่งปลูกผักทั่วโลก (Talekar and Shelton, 1993; Lee *et al.*, 2005) โดยมีสาเหตุหลัก คือ การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดไม่เหมาะสม อีกทั้งหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น จึงยากต่อการควบคุม (Yang *et al.*, 2007)

ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียมีความสามารถในการวางไข่สูง สามารถทำการผสมพันธุ์และวางไข่ได้รวดเร็ว หลังฟักออกจากดักแด้เพียง 1 วัน โดยเฉลี่ยสามารถแพร่พันธุ์ได้มากกว่า 20 รุ่น ต่อปี จึงมักพบหนอนใยผักระบาดรวดเร็วและรุนแรงเสมอในเขตที่ราบทั่ว ๆ ไป (Whalley, 1988) เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงที่มีความรุนแรงในการกำจัดอย่างต่อเนื่อง สารฆ่าแมลงหลายชนิดมีประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังจากการใช้ควบคุมหนอนใยผักช่วงระยะเวลาหนึ่ง (คณิตา และคณะ, 2552) ซึ่งมีรายงานถึงแนวโน้มในการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลงของหนอนใยผักสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

(Talekar *et al.*, 1990)

สารฟีโรโมนเพศ (sex pheromone) เป็นสารเคมีที่สัตว์สร้างขึ้นมาดึงดูดเพศตรงข้ามในระยะไกล ในแมลงนั้น แมลงเพศเมียมักปล่อยสารฟีโรโมนเพศที่มีกลิ่นเฉพาะเจาะจงในการดึงดูดแมลงเพศผู้ให้เข้ามาใกล้เพื่อทำการผสมพันธุ์ ซึ่งเพศผู้สามารถรับรู้ได้จากระยะไกล และทราบที่อยู่ของเพศเมียโดยการบินขึ้นไปเหนือลมเพื่อรับกลิ่นที่ลอยมา จากการวิเคราะห์สารประกอบจากต่อมผลิตฟีโรโมนของผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียด้วย Gas chromatography (GC) และ GC-mass spectrometry (MS) พบว่ามีสารประกอบคือ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) (Tamaki *et al.*, 1977; Chow *et al.*, 1977) และมีการพัฒนาสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในการดึงดูดคล้ายกับฟีโรโมนเพศและสามารถผลิตขึ้นได้ โดยสังเคราะห์สารเคมีให้มีโครงสร้างความคล้ายคลึงกับสารฟีโรโมน ที่ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียปล่อยออกมา (Muirhead-Thomson, 1991) จากการทดลองในประเทศเกาหลีใต้โดยการใช้สารผสมประกอบไปด้วยสารประกอบบริสุทธิ์สองชนิดคือ Z11-16 : Ald และ Z11-16 : OAc ในอัตราส่วน 10 : 90 พบว่าสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้สูงสุด และเมื่อทำการผสม Z11-16 : OH เพิ่มอีก 1 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถดึงดูดผีเสื้อ

หนอนใยผักเพศผู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่สารผสมทั้งสามชนิดสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อเติม 0.1 เปอร์เซ็นต์ Z9-14 : OAc ลงไปและสามารถลดประชากรของหนอนใยผักที่เคยสร้างความเสียหายต่อผลผลิตลงได้ภายใน 11 - 12 วัน (Yang *et al.*, 2007) ส่วนในประเทศจีนมีการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ในอัตราส่วนและส่วนผสมที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ปริมาณ 50 ไมโครกรัม และ Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH : butylated hydroxyl toluene (BHT) ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 : 5 ปริมาณ 106 ไมโครกรัม โดยนำไปทดลองในแปลงปลูกกะหล่ำ พบว่าสารเคมีทั้งสองส่วนผสมมีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ดีและได้ผลใกล้เคียงกัน (Wang *et al.*, 2004) จึงสรุปได้ว่าการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารประกอบในฟีโรโมนเพศขึ้นอยู่กับความผันแปรทางด้านภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ (geographical variation) ของผีเสื้อหนอนใยผักด้วย (Yang *et al.*, 2007; Mayer and Mitchell, 2001) หลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (Suckling and Karg, 2000) โดยการใช้กับดัก ฟีโรโมนที่มีกลไกทำให้แมลงเกิดการสับสนในกิจกรรมในการผสมพันธุ์ ซึ่งเป็นการตัดวงจรชีวิตของผีเสื้อหนอนใยผักรูปแบบหนึ่ง (Suckling and Burnip, 1996) ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สารฟีโรโมนสังเคราะห์ร่วมกับการใช้กับดักในการควบคุมประชากรผีเสื้อหนอนใยผัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงผีเสื้อหนอนใยผักเพื่อใช้ในการทดลอง

ทำการเก็บหนอนใยผักจากแปลงเพาะปลูกกะหล่ำปลีของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่และเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการด้วยกล่องพลาสติกใสขนาด 17.5 x 25 x 9.5 เซนติเมตร ฝาด้านบนเจาะรูและใช้ผ้าตา

ข่ายปิดทับเพื่อเป็นช่องระบายอากาศ ใส่หนอนใยผักประมาณ 100 - 150 ตัว ต่อกลังและใช้ใบกะหล่ำปลีที่ปลอดสารเคมีเป็นอาหาร ทำการเปลี่ยนใบกะหล่ำทุก 2 วัน จนกระทั่งหนอนใยผักเข้าดักแด้ จึงแยกดักแด้ใส่ในกล่องพลาสติกใสและเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 - 7 องศาเซลเซียส เพื่อชะลอการเจริญเป็นตัวเต็มวัย เมื่อมีดักแด้เพียงพอต่อการทดลองจึงนำดักแด้ใส่ในกรงตาข่ายวางไว้ในตู้อุณหภูมิห้อง ดักแด้สามารถเจริญเป็นผีเสื้อหนอนใยผักได้ใน 3 - 4 วัน จึงทำการแยกผีเสื้อหนอนใยผักออกและทำการแยกเพศ ซึ่งใช้ผีเสื้อหนอนใยผักเฉพาะเพศผู้ที่มีอายุ 1 วัน ในการทำการทดลอง ส่วนเพศเมียและเพศผู้บางส่วนนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณต่อโดยนำตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้อัตราส่วน 4 : 1 ตัว ใส่กรงตาข่ายพร้อมใส่น้ำผึ้ง 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นอาหารของตัวเต็มวัยและใส่ต้นกะหล่ำปลีไว้ในเป็นแหล่งวางไข่และเป็นพืชอาหารสำหรับตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ เมื่อตัวหนอนเจริญสู่วัยที่ 2 จึงแยกไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสต่อไป

การแยกเพศผีเสื้อหนอนใยผัก

นำตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนใยผักมาทำการแยกเพศโดยใช้วิธีการสังเกตจากลักษณะของอวัยวะบริเวณปล้องท้องปล้องสุดท้ายซึ่งเป็นที่ตั้งของอวัยวะสืบพันธุ์และอวัยวะในการวางไข่ (เฉพาะเพศเมีย) โดยผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้มีปลายท้องที่มีลักษณะเรียวยาวและเป็นแฉกสองแฉกที่สามารถเคลื่อนไหวได้คล้ายคีมคีบ ส่วนเพศเมียมีปลายท้องลักษณะกลมมนกว่าเพศผู้และไม่มีลักษณะคล้ายคีมคีบ (จิราพร และอภิวัฒน์, 2553) ซึ่งผีเสื้อหนอนใยผักที่นำมาทดลองใช้เฉพาะผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ที่มีอายุหลังฟักออกจากดักแด้ 1 วัน เท่านั้น

สารฟีโรโมนสังเคราะห์

สารฟีโรโมนหลักที่ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียปล่อยออกมาได้แก่ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ซึ่งสารฟีโรโมนเพศทั้ง 3 ชนิด สามารถสังเคราะห์ได้จากสารตั้งต้นคือ 11-bromoundecanoic acid ที่มีราคาถูกและหาได้ปริมาณมาก ตามเส้นทางการสังเคราะห์สารด้านล่างนี้ สามารถ

ตรวจสอบและยืนยันโครงสร้างทางเคมีของสารด้วยนิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนซ์ (NMR) พบว่ามีโครงสร้างตรงกับโครงสร้างทางเคมีของฟีโรโมนเพศทั้ง 3 ชนิด (จิราพร และอภิวัฒน์, 2553) (แผนภาพที่ 1)

อัตราส่วนในการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์

การทดลองที่ 1 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม (binary blend) โดยทำการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) ในอัตราส่วน 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20 และ 90 : 10 ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผักจากประเทศญี่ปุ่น โดยใช้อุโมงค์จำลองทิศทางลม ทดสอบกับผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 50 ตัว ต่อ 1 การทดลอง ทำการบันทึกผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม (tertiary blend) โดยทำการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl

acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ในอัตราส่วน 10 : 90 : 1, 20 : 80 : 1, 30 : 70 : 1, 40 : 60 : 1, 50 : 50 : 1, 60 : 40 : 1, 70 : 30 : 1, 80 : 20 : 1 และ 90 : 10 : 1 ปริมาณ 101 มิลลิกรัม ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผักโดยใช้อุโมงค์จำลองทิศทางลม ทดสอบกับผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 50 ตัว ต่อ 1 การทดลอง ทำการบันทึกผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

อุโมงค์ลมจำลอง

อุโมงค์ลมจำลอง (wind tunnel) มีต้นแบบจากการทดลองของ Miller and Roelofs (1978) โดยใช้แผ่นพลาสติกถูกพูกความหนา 5 มิลลิเมตร ประกอบกันเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 65 x 180 x 90 เซนติเมตร ภายในใช้แผ่นพลาสติกใส่ทำเป็นอุโมงค์ตลอดความยาว 180 เซนติเมตร ซึ่งเป็นอุโมงค์สำหรับจำลองทิศทางเคลื่อนที่ของอากาศเพื่อใช้ในการจำลองทิศทางการกระเหยของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ให้มีการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียว จากปลายอุโมงค์ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยทำการติดตั้งพัดลมสำหรับดูดอากาศออกจากอุโมงค์

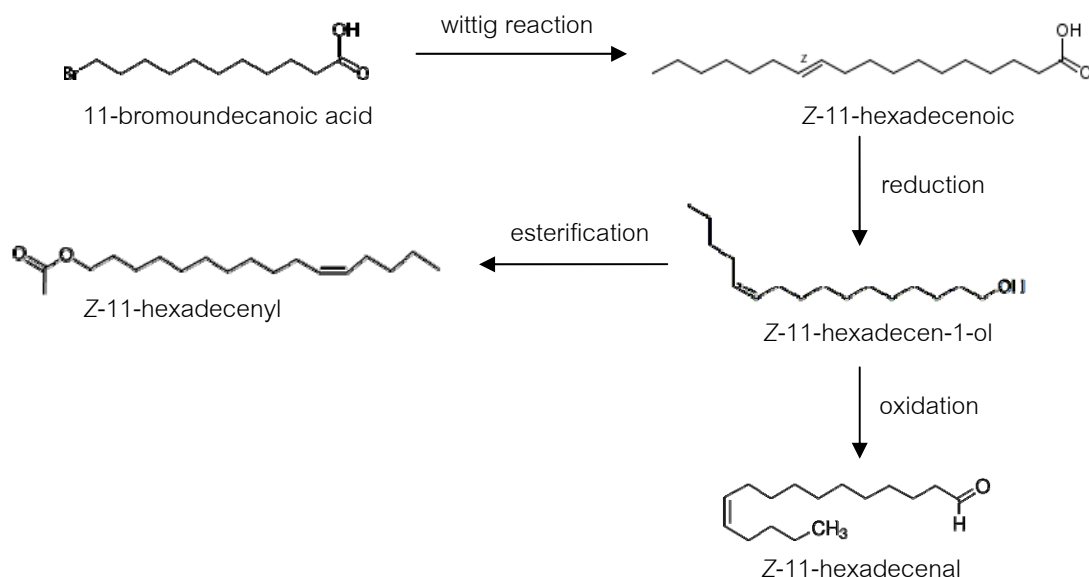


Figure 1 Synthesis approach of Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) and Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) from 11-bromoundecanoic acid

และพัสดุดังกล่าวสามารถปรับความเร็วลมที่ปลายอุโมงค์อยู่ที่ 0.4 - 0.6 เมตรต่อวินาที ส่วนด้านบนของอุโมงค์ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อใช้ในการเพิ่มแสงให้แก่อุโมงค์ที่อยู่ในสภาพในห้องทดลองให้มีช่วงแสงมืดและสว่างเท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง (Reddy and Guerrero, 2000) (ภาพที่ 2) ทำการทดลองโดยใช้สารฟีโรโมนสังเคราะห์ในอัตราส่วนที่ต้องการทดสอบวางบนแผ่นกาวภายในกับดักกาเหวียทรงสามเหลี่ยม (delta trap) และวางไว้ในอุโมงค์ ทางด้านปลายสุดตรงข้ามกับด้านที่ติดตั้งพัสดุมพร้อมกับวางน้ำผึ้ง 5 เปอร์เซ็นต์ ไว้บริเวณกลางอุโมงค์ เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับผีเสื้อหนอนใยผักและปล่อยผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการบินและประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วนต่าง ๆ และทำการบันทึกผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24, 28 และ 72 ชั่วโมง ทำความสะอาดอุโมงค์เมื่อเสร็จการทดลองแต่ละครั้ง นำจำนวนแมลงที่ติดบนกับดักกาเหวียทรงสามเหลี่ยมมาคำนวณและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ

ผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม

สารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้เข้าหากับดักได้มากที่สุด คือ

5.00 ตัว ในระยะเวลา 72 ชั่วโมง คือ อัตราส่วน 50 : 50 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับส่วนผสมในอัตราส่วน 30 : 70, 60 : 40, 70 : 30 และ 40 : 60 ที่สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 4.67, 3.67, 2.67 และ 2.33 ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก โดยสามารถดึงดูดได้ 34.00 ตัว จากจำนวนผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ที่ใช้ในการทดลอง 50 ตัว ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม ในอัตราส่วนใดที่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ดี (ตารางที่ 1)

ประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม

สารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ที่สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้เข้าหากับดักได้มากที่สุด ในระยะเวลา 72 ชั่วโมง คือ อัตราส่วน 50 : 50 : 1 โดยสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 41.50 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก ที่สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 42.00 ตัว แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ในอัตราส่วนอื่น ๆ และชุดควบคุมดังนั้นสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50 : 50 : 1 จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ (ตารางที่ 2)

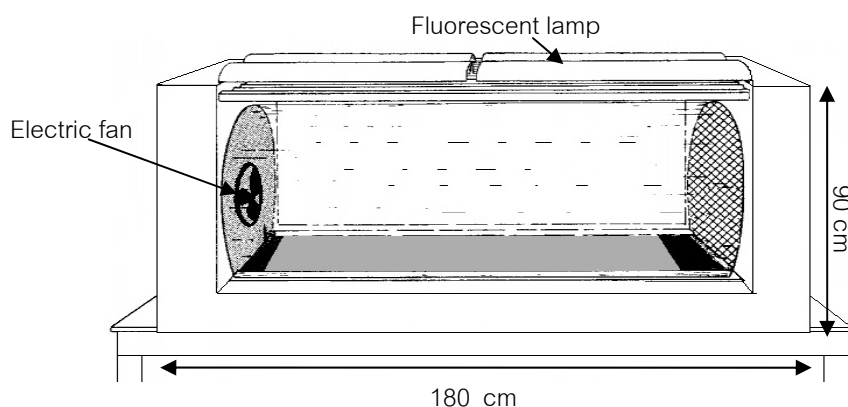


Figure 2 Over-all view of wind tunnel

Table 1 Average number of male diamondback moth responding to binary blend of synthetic pheromone based on ratio of Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) in wind tunnel at 24, 48 and 72 hrs

Compound	Average number of male moth ^{1/}		
	24 hrs	48 hrs	72 hrs
10 : 90	1.00	1.67	2.00 cde
20 : 80	0.33	1.67	1.67 de
30 : 70	1.67	3.00	4.67 bc
40 : 60	1.00	2.00	2.33 bcde
50 : 50	2.67	4.67	5.00 b
60 : 40	2.00	2.33	3.67 bcd
70 : 30	1.67	2.67	2.67 bcde
80 : 20	0.00	0.67	0.67 e
90 : 10	0.00	0.00	1.00 de
Commercial pheromone	17.67	20.33	34.00 a
Check	0.00	0.33	1.67 de

^{1/} Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 95% confidence

Table 2 Average number of male diamondback moth responding to tertiary blend of synthetic pheromone based on ratio of Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) in wind tunnel at 24, 48 and 72 hrs

Compound	Average number of male moth ^{1/}		
	24 hrs	48 hrs	72 hrs
10 : 90 : 1	0.00	1.00	1.00 c
20 : 80 : 1	0.50	1.00	2.75 c
30 : 70 : 1	0.00	0.25	1.50 c
40 : 60 : 1	14.25	16.50	19.00 b
50 : 50 : 1	36.50	39.25	41.50 a
60 : 40 : 1	12.00	13.25	15.50 b
70 : 30 : 1	1.25	2.00	3.25 c
80 : 20 : 1	0.25	0.25	1.75 c
90 : 10 : 1	0.00	2.50	4.00 c
Commercial pheromone	28.75	38.50	42.00 a
Check	0.00	1.33	1.67 c

^{1/} Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 95% confidence

วิจารณ์

สารฟีโรโมนสังเคราะห์ทั้ง 3 ชนิด คือ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ที่ได้จากขั้นตอนในการสังเคราะห์จาก 11-bromoundecanoic acid เมื่อนำมาผสมกันในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ในปริมาณ 100 มิลลิกรัม ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ดีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก สอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของ อัจฉราพร และคณะ (2528) โดยทำการทดลองสวนผักของเกษตรกร อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ระหว่าง ธันวาคม 2527 ถึง มีนาคม 2528 พบว่าการใช้กับดักชนิดกล่องพลาสติกกลมทากาว Rimifoot ร่วมกับสารฟีโรโมนเพศสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) อัตราส่วน 5 : 5 : 0.1 ในปริมาณ 100 ไมโครกรัม เป็นกับดักที่มีประสิทธิภาพสูงในการดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก และ สอดคล้องกับการทดลองของ Wang *et al.* (2004) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบผสมระหว่าง Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ปริมาณ 50 ไมโครกรัม บรรจุในจุกยางสีเขียว วางบนถาดพลาสติกวงกลมใส่น้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร วางสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ทดสอบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีในประเทศจีน พบว่าสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้มากถึง 333.1 ± 34.5 ตัว ภายในระยะเวลา 7 วัน แต่ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Deng *et al.* (2007) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักในประเทศจีนเช่นกัน ซึ่งใช้สารผสมแบบ 3 ส่วนผสม ระหว่าง Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ในอัตราส่วน 7 : 3 : 1 ในปริมาณ 50 ไมโครกรัม มีประสิทธิภาพในการดึงดูดสูงกว่าการผสมสารแบบ 3 ส่วนผสม ในอัตราส่วนอื่นๆ

อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนของการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์มีผลต่อการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักแตกต่างกันตามสภาพภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ (geographical variation) ของพื้นที่ที่ใช้สาร (Yang *et al.*, 2007; Mayer and Mitchell, 2001) อีกทั้งด้วยความก้าวหน้าทางเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ทำให้ในปัจจุบันได้มีการค้นพบปฏิกิริยาเคมีใหม่ ๆ หรือการควบคุมปฏิกิริยาเคมีให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงมาก การสังเคราะห์สารฟีโรโมนสังเคราะห์สามารถใช้สารตั้งต้นที่หาง่ายและมีราคาถูกสามารถลดต้นทุนในการผลิตฟีโรโมนหนอนใยผักได้อย่างมาก (จิราพร และ อภิวัฒน์, 2553) ทำให้การพัฒนาต่อดักฟีโรโมน เพื่อการป้องกันกำจัดผีเสื้อหนอนใยผักมีความเป็นไปได้เป็นอย่างดี

สรุป

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์เพื่อควบคุมผีเสื้อหนอนใยผักคือสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ระหว่าง Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ตามลำดับ ปริมาณ 100 มิลลิกรัม มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้สูงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมผีเสื้อหนอนใยผัก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

คณิตา ทองเจริญ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิช-พันธุ์ และ จิราพร ตยุดิวิกุล. 2552. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีต่อหนอนใย

- ผักในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย.
วารสารเกษตร 25(3): 245-255.
- จิราพร กุลสาริน และ อภิวัฒน์ อีรวุฒิกุลรักษ์. 2553.
รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการวิจัยและ
พัฒนาผลิตภัณฑ์กับดักฟีโรโมนเพื่อควบคุม
หนอนใยผักในการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำบนที่
สูง. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การ
มหาชน). เชียงใหม่. 45 หน้า.
- อัจฉราพร เกตุกระทุ่ม เกศรา จีระจรรยา และ สิริวัฒน์
วงศ์ศิริ. 2528. กับดักสารเพศของหนอนใยผัก.
วารสารวิชาการเกษตร 3(3): 176-181.
- Chow, Y. S., Y. M. Lin and C. L. Hsu. 1977. Sex
pheromone of diamondback moth
(Lepidoptera: Plutellidae). Bulletin of the
Institute of Zoology Academia Sinica 16:
99-105.
- Deng, J. Y., Y. P. Jiang, Z. G. Wang, J. X. Jiang and
J. W. Du. 2007. Field behavioral response of
male diamondback moth, *Plutella xylostella*
to different components, ratios and
dosages of synthetic sex attractant in
China. Journal of Zhejiang University (Agric.
& Life Sci.) 33(5): 514-518.
- Lee, S., D. W. Lee and K. S. Boo. 2005. Sex
pheromone composition of the
diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) in
Korea. Journal of Asia Pacific Entomology 8:
243-248.
- Mayer, M. S. and E. R. Mitchell. 2001. Differences
between attractive diamondback moth,
Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera:
Plutellidae), sex pheromone lures are not
determinable through analysis of emissions.
Agricultural and Forest Entomology 1(3):
229-236.
- Miller, J. R. and W. L. Roelofs. 1978. Sustained-flight
tunnel for measuring insect responses to
wind-borne sex pheromones. Journal of
Chemical Ecology 4: 187-198.
- Muirhead-Thomson, R.C. 1991. Trap Responses of
Flying Insects. Academic Press Limited,
New York. 287 p.
- Reddy, G. P. V. and A. Guerrero. 2000. Behavioral
responses of the diamondback moth,
Plutella xylostella, to green leaf volatiles of
Brassica oleracea subsp. *capitata*. Journal
of Agricultural and Food Chemistry 48:
6025-6029.
- Suckling, D. M. and G. Karg. 2000. Pheromones and
other semiochemicals. pp. 63-100. In: J.E.
Rechcigl and N. A. Rechcigl (eds.).
Biological and Biotechnical Control of Insect
Pests. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Suckling, D. M. and G. M. Burnip. 1996. Orientation
and mating disruption in *Planotortrix octo*
using pheromone and inhibitor.
Entomologia Experimentalis et Applicata 78:
149-158.
- Tamaki, Y., K. Kawasaki, H. Yamada, T. Kashiara,
N. Osaki, T. Ando, S. Yashida and H.
Kakinohama. 1977. Z-11-hexadecene and
Z-11-hexadecenyl acetate: Sex pheromone
components of the diamondback moth
(Lepidoptera: Plutellidae). Applied
Entomology and Zoology 12: 208-210.
- Talekar, N. S. and A. M. Shelton. 1993. Biology,
ecology and management of diamond back
moth. Annual Review of Entomology 38:
275-301.
- Talekar, N. S., J. C. Yang and S. T. Lee. 1990.
Annotated Bibliography of Diamondback
Moth. Volume 2. AVRDC. Shanhua, Taiwan.
199 p.
- Wang, X., V. Le, Y. Fang and Z. Zhang. 2004. Trap
effect on the capture of *Plutella xylostella*

- (Lepidoptera: Plutellidae) with sex pheromone lures in cabbage fields in Vietnam. *Applied Entomology and Zoology* 39(2): 303-309.
- Whalley, P. 1988. *Butterfly & Moth*. Dorling Kindersley in Association with Natural History Museum, London. 63 p.
- Yang, C. Y., S. Lee, K. S. Choi, H. Y. Jeon and K. S. Boo. 2007. Sex pheromone production and response in Korean populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124(3): 293-298.
-