หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

บทสอบส่วนเอกสาร

ผีเสื้อหนอนกระทู้หอม เป็นผีเสื้อกลางคืน อยู่ในอันดับ Lepidoptera วงศ์ Noctuidae หรือ Phalaenidae เดิมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Laphygma* (Caradrina) *exigua* Hubner. ปัจจุบันนักอนุกรมวิธานให้ชื่อใหม่ว่า *Spodoptera exigua* (Hubner) (Atkins, 1960) ชื่อสามัญที่เรียกกันหลายชื่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาหาร เช่น หนอนกระทู้หอม, หนอนหนังเหนียว, small cotton worm, pigweed caterpillar, onion cutworm และ beet armyworm แต่ที่นิยมเรียกกันมากคือ beet armyworm (วัยระ ภูริวิโรจน์กุล, 2511)

การระบาดและการทำลาย

ผีเสื้อหนอนกระทู้หอมนี้มีเขตแพร่กระจายกว้างขวางมาก พบในภาคกลางของประเทศ เช่น กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรสงคราม ปทุมธานี ราชบุรี และจากการสำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2526 อนันต์ วัฒนธัญญกรรม ได้สำรวจพบที่ ประจวบคีรีขันธ์ และกาญจนบุรี ในต่างประเทศพบทั้งในสหรัฐอเมริกาและตอนใต้ของยุโรป

ในทวีปเอเชียนอกจากประเทศไทยแล้วพบในอินเดียและประเทศอาเซียนทั้งหลาย ในสหรัฐอเมริกา Atkins (1960) รายงานว่า พบการระบาดของหนอนชนิดนี้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1882 ลักษณะการทำลายของหนอนผีเสื้อชนิดนี้ขึ้นกับพืชอาหาร สุธรรม อารีกุล (2508) รายงานว่า หนอนจะกัดกินใบหอมและเจาะเข้าไปอาศัยอยู่ใจกลางของต้น หนอนกระทู้หอมนี้เป็นหนอนที่กินจุและรวดเร็ว หนอนมักหลบซ่อนตัวตามใต้ใบยอด ซอกกาบใบ กัดกินในหลอดหรือใบหอม หรืออาจจะเข้าในหัวกระหล่ำ ผักถั่ว การทำลายเกิดทั้งกลางวันและกลางคืน เนื่องจากหนอนชนิดนี้มีพืชอาศัยหลายชนิด เช่น หอม กระหล่ำ ผักกาด พริก พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ถั่วเขียว แตงโม องุ่น ข้าวโพดหวาน ตลอดจนไม้ดอกบางชนิด เช่น กุหลาบ เบญจมาศ ดังนั้นโอกาสที่หนอนจะดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ก็มีโอกาสมากขึ้น (อนันต์ วัฒนธัญญกรรม, 2527)

ชีววิทยา

ระยะไข่ (egg) ไข่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ม.ม. ลักษณะเป็นรูปทรงกลม มีเส้นแฉก ๆ พาดไปตามความยาว ไข่มีสีเหลือบคล้ายหอยมุกอมชมพู แม่ผีเสื้อมักวางไข่เวลา 16.00 - 20.00 น. และวางเป็นแถว ประมาณ 3 - 4 แถว มีขนซึ่งสร้างโดยเพศเมียปกคลุมอยู่ ไข่มีประมาณ 5-44 กลุ่ม กลุ่มละ 20-80 ฟอง รวมแล้วไข่ได้ประมาณ 524-687 ฟอง/ตัว และจะฟักเป็นตัวภายใน 72 ชั่วโมง

ระยะหนอน (larva) ตัวหนอนจะฟักออกจากไข่ โดยการกัดเปลือกไข่ให้เป็นรูแล้วคลานออกมา ตัวหนอนจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ และแทะกินผิวใบด้านล่าง ถ้าเป็นหนอนที่อาศัยอยู่ที่ต้นหอม หนอนจะเจาะเข้าหลอดใบหอมภายใน 3 ชั่วโมงหลังจากออกจากไข่ ถ้าเป็นพืชอาหารชนิดอื่นจะอยู่รวมกลุ่มกันจนถึงระยะที่ 3 จึงแยกย้ายกันทำลายส่วนต่าง ๆ ของพืช ตัวหนอนที่ฟักใหม่จะมีขนาดยาวประมาณ 1 ม.ม. หัวมีสีดำ ลำตัวมีสีเขียวอ่อน ๆ หรือมีสีอื่น ๆ แตกต่างกันไปตามพืชอาหารหรือตามสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ

ดักแด้ (pupa) ดักแด้เป็นแบบออบเทค (Obtect) เช่นเดียวกับผีเสื้อทั่ว ๆ ไป โดยจะเข้าดักแด้อยู่ในดินลึกประมาณ 2-3 เซ็นติเมตร ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ดักแด้มีขนาดยาวประมาณ 1.5-2.0 ม.ม. สีน้ำตาลอ่อน แต่ตรงริมของส่วนท้องมีสีน้ำตาลแก่ ดักแด้อาจมีรังซึ่งทำด้วยอนุภาคดินห่อหุ้มอยู่ก็ได้

ตัวเต็มวัย (adult) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ลำตัวมีสีน้ำตาลหรือสีเทาอ่อนคล้ายพวกหนอนกระทู้อื่น ๆ ต่างกันตรงที่ผีเสื้อหนอนกระทู้หอมมีตัวเล็กกว่า วัดจากปลายปีกด้านหนึ่งถึงปลายอีกด้านหนึ่ง ในขณะกางปีกกว้าง 2.0-2.5 เซ็นติเมตร ลักษณะเด่นคือ มีจุดสีน้ำตาลอ่อน 2 จุด อยู่ตรงกลางปีกคู่หน้า และมีจุดหนึ่งมีสีอ่อนกว่าอยู่ที่กึ่งกลางของปีก ปีกหลังมีสีอ่อนกว่าปีกหน้า ขอบปีกมีสีเข้มกว่ากลางปีก ปีกผีเสื้อชนิดนี้ไม่มีลักษณะเฉพาะแน่นอนพอที่จะนำมาทำการวินิจฉัยได้ ตัวผีเสื้ออาศัยตามต้นผัก ใต้ใบ หรือตามพุ่มใบไม้ ใบหนา ใต้ฟางที่คลุมแปลงผัก ปกติตัวเต็มวัยอยู่ได้นาน 5-10 วัน เพศเมียจะมีอายุยืนยาวกว่าเพศผู้ประมาณ 5-6 วัน

ศัตรูธรรมชาติ

Atkins (1960) รายงานว่า ในแคลิฟอร์เนีย มีนกหลายชนิดเป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ และนอกจากนี้ยังมีมวนพิฆาต *Eocanthecana furcellata* (Hemiptera : Pentatomidae) เป็นศัตรูที่สำคัญ

พ.ศ. 2527 อนันต์ วัฒนธัญญกรรม รายงานว่า แตนเบียนที่พบทำลายหนอนกระทู้หอม บ้างเป็นบางครั้งบางคราว ได้แก่ แตนเบียน *Apanteles sp.* (Hemiptera : Braconidae)

ศัตรูธรรมชาติที่พบประจำและทำลายรุนแรงกว่า ได้แก่ โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสชนิด Polyhedrosis virus ซึ่งได้นำเอามาพัฒนาใช้กำจัดหนอนกระทู้หอมในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีเชื้อราพบระบาดเป็นบางครั้งบางคราว ต่อมาได้มีการนำเอาเชื้อไวรัส *Nucleolus polyhedrosis* เป็นเชื้อโรคที่สำคัญในหนอนกระทู้หอม โดยทำการแยกเอาไวรัสจากหนอนกระทู้หอมในส่วนผักของเกษตรกรอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี มาใช้ในการควบคุมประชากรของหนอนกระทู้หอมในประเทศไทย (ปรีชา อารีกุล และคณะ, 2524)

คำว่า "เฟอโรโมน" (pheromone) มาจากภาษากรีก คำว่า "pherein" (to carry) และ "Hormone" (to excite or stimulate) ซึ่งหมายถึง สารสัญญาณทางเคมีพวกหนึ่ง สารนี้ถูกกลั่นและสะกัดออกจากต่อมภายนอก (exocrine gland) สารสัญญาณนี้มีผลทำให้สัตว์ชนิดเดียวกันได้เข้าใจในความต้องการซึ่งกันและกันในด้านพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น การกินอาหาร การวางไข่ หรือการผสมพันธุ์ และมีการสนองตอบตามชนิดของสัตว์นั้น ๆ (Karlson และ Butenandt, 1959, Karlson และ Luschers, 1959; สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, 2523, เกศรา จีระจรรยา, 2526) เฟอโรโมนของแมลงส่วนใหญ่เป็นสารเคมีจำพวกกรดไขมัน (fatty acid) โดยจะพบในแมลงเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะแมลงในอันดับ Lepidoptera ซึ่งแมลงส่วนใหญ่ใช้หนวดเป็นอวัยวะรับสารนี้ เช่น ผีเสื้อยักษ์ (Saturniidae : *Attacus atlas* L.) หนวดของเพศผู้มีวิวัฒนาการสูง ขยายตัวเป็นรูปหวีสับ (bipectinate) เพื่อใช้เป็นอวัยวะรับกลิ่นเฟอโรโมน

ปัจจุบันจากการวิเคราะห์พบสารเฟอโรโมนเพศในแมลงมา กว่า 300 ชนิด (Shorey และ Mckelvey, 1977) เช่น ในผีเสื้อหนอนไหม *Bombyx mori* L. มีสารที่เรียกว่า บอมบิคอล (bombykol) มีชื่อทางเคมีว่า trans-10, cis-12-hexadecadienol ซึ่งเฟอโรโมนส่วนมากเป็นกรดไขมันที่มีโครงสร้างเป็นโมเลกุลสั้น ๆ ดังนั้นสารนี้จึงระเหยในอากาศได้เป็นอย่างดี หรือกล่าวว่าอากาศและลมเป็นตัวนำ เฟอโรโมนที่แมลงปล่อยออกมานั้นมิได้มีสารเดียว แต่มักจะอยู่ในรูปของกลุ่มสารเคมีหลายกลุ่ม คืออาจจะมีสาร 3-4 ชนิดที่มีโครงสร้างคล้าย ๆ กันที่ผลิตออกมาพร้อม ๆ กัน แต่จะมีสารหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกนั้นจะมีสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นเสริมฤทธิ์ (synergist) ทำหน้าที่ส่งให้ผู้รับเกิดความรู้สึกได้ดียิ่ง ส่วนสาร

ประกอบอีกชนิดหนึ่งคือ ตัวยับยั้ง (inhibitor) ทำหน้าที่ลดความรู้สึกของผู้รับ โดยเฉพาะในสัตว์คนละชนิดกัน (Birch, 1974, Beroza, 1970)

เฟอโรโมนของผีเสื้อหนอนกระทู้หอมและแมลงในวงศ์เดียวกัน

Gaston และ Shorey (1964) ได้ทำการศึกษาสารเฟอโรโมนเพศของผีเสื้อในวงศ์ Noctuidae โดยทำไบโอเอสเสย์ (bioassay) ของเฟอโรโมนแมลงในวงศ์ Noctuidae 6 สกุลด้วยกัน โดยการสะกัดเอาสารเฟอโรโมนเพศจากปลายส่วนท้องของผีเสื้อเพศเมีย จากรายงานนี้พบว่า สามารถสะกัดสารเฟอโรโมนเพศได้จากผีเสื้อหนอนกระทู้หอมเพศเมีย คือ cis-9, trans-12-tetradecadien-1-ol acetate ต่อมา Shorey และคณะ (1968) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของเฟอโรโมนเพศซึ่งขึ้นอยู่กับอายุความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์ และพฤติกรรมการผสมพันธุ์โดยทำการทดลองกับแมลงในวงศ์ Noctuidae ใน 3 Subfamily จำนวน 7 ชนิด คือ

Subfamily Plusiinae ได้แก่ *Trichoplusia ni* (Hubner)
Pseudoplusia includens Walker
Rachiplusia ou (Guenee)

Subfamily Amphipyrinae ได้แก่ *Prodenia ornithogalli* Guenee
Spodoptera exigua (Hubner)

Subfamily Heliothinae ได้แก่ *Heliothis zea* (Boddie)
Heliothis virescens (F)

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วผีเสื้อในแต่ละชนิดจะมีการผลิตหรือการหลั่งเฟอโรโมนเพศได้รวดเร็วมากตั้งแต่อายุได้ 1 วัน หรือก่อนออกจากดักแด้หรือขณะออกจากดักแด้ นอกจากนี้ยังพบว่าเพศเมียของผีเสื้อสามารถสร้างและหลั่งเฟอโรโมนเพศได้ตั้งแต่อายุได้ 0.5 วัน หลังจากออกจากดักแด้ และเฟอโรโมนเพศมีแนวโน้มจะลดลงเมื่อมีอายุได้ 5 วันหลังจากได้รับการผสมพันธุ์ ส่วนการศึกษาถึงช่วงเวลาที่มีความเข้มข้นของเฟอโรโมนสูงสุด คือ ช่วงหลังจากที่หนอนออกจากดักแด้แล้ว 24 - 48 ชั่วโมง

Sekul และ Spark (1967) ศึกษาการแยกสาร เฟอโรโมน เพศ และวินิจฉัยพร้อมทั้งได้สังเคราะห์สาร เฟอโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้ (fall armyworm moth, *Spodoptera frugiperda*) (J.E. Smith) พบว่าสาร เฟอโรโมน เพศของผีเสื้อหนอนกระทู้ที่แยกได้จากเพศเมียเป็นสาร เคมีจำพวก cis-9-tetradecen-1-ol acetate โดยการศึกษาทางโครงสร้างทาง เคมีนั้นได้ทำการพิสูจน์โดยการทำไบโอ เอสเสย์ พบว่าเป็นเฟอโรโมนของหนอนชนิดนี้จริง นอกจากนี้ยังพบว่า สาร เฟอโรโมน เพศชนิดนี้สามารถกระตุ้นให้เพศผู้ของผีเสื้อ-หนอนกระทู้เกิดการตอบสนองได้ในห้องปฏิบัติการ ต่อมา Jacobson และ Redfern (1970) ได้ทำการศึกษาถึงการแยกและการวินิจฉัย เฟอโรโมน เพศของ southern armyworm moth, *Spodoptera eridania* (Cramer) รวมทั้งการสังเคราะห์สาร เฟอโรโมน เพศโดยวิธีทาง เคมี พบว่า เฟอโรโมน เพศของแมลงชนิดนี้ประกอบด้วยสาร เคมี 2 ชนิด ซึ่งแยกได้จาก southern armyworm moth, *Spodoptera eridania* (Cramer) เพศเมีย และทำการวินิจฉัยว่าเป็นสารจำพวก cis-9-tetradecen-1-ol acetate ซึ่งเป็นสารชนิดเดียวกับเฟอโรโมน เพศของ fall armyworm moth, *Spodoptera frugiperda* สำหรับสารอีกชนิดหนึ่งคือ cis-9, trans-12-tetradecadien-1-ol acetate (Kuwahara และคณะ, 1970)

Redfern และคณะ (1970) ได้ทำไบโอ เอสเสย์ของ เฟอโรโมน เพศของ southern armyworm, *Spodoptera eridania* (Cramer) โดยการศึกษาดูพฤติกรรมของผีเสื้อเพศผู้ที่แสดงอาการต่อการได้รับกลิ่น เฟอโรโมน เพศของ เพศเมีย พบว่า เมื่อแมลง เพศผู้ได้รับกลิ่น เฟอโรโมน เพศแล้วจะแสดงอาการดังนี้คือ หนวดจะชี้ขึ้น ปีกจะกางและแสดงอาการกระพือปีกและจะบินหรือวิ่งไปยังแหล่งของ เฟอโรโมน หรือแสดงการ เต้นระบำเป็นวงกลม มีการยกปลายส่วนท้องขึ้นแล้วยื่นส่วนที่จับอวัยวะ เพศผู้ (clasper) ออกมา เพื่อเกี่ยวอวัยวะ เพศเมียไว้ หรือพยายามที่จะผสมพันธุ์กับ เพศผู้ด้วยกัน เอง ก่อนการได้รับกลิ่น เฟอโรโมน เพศนั้นแมลงจะแสดงอาการพักตัวปกติ คือปีกที่คลุมบนหลังนั้นจะเป็นรูปหลังคา (rooflike) ต่อมาในปี ค.ศ. 1971 Redfern และคณะ ได้ศึกษาการตอบสนองของผีเสื้อหนอนกระทู้ (southern armyworm) เพศผู้ต่อสารล่อ Prodenialure A และ Prodenialure B ในการทดลองในภาคสนาม รายงานว่า *Spodoptera eridania* (Cramer) หรือชื่อเดิมว่า *Prodenia eridania* (Cramer) เพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสม จะสร้างสาร เคมีแล้วหลั่งออกมากระตุ้นให้เพศผู้เกิดการสนองตอบนั้นประกอบด้วยสาร เคมี 2 ชนิด (Jacobson และคณะ, 1970) ที่เรียกว่า

Prodenialure A และ Prodenialure B Prodenialure A คือ cis-9-tetradecen-1-ol acetate ส่วน Prodenialure B คือ cis-9, trans-12-tetradecadien-1-ol acetate ซึ่งสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีผลต่อ southern armyworm และ fall armyworm แสดงอาการตอบสนองในห้องปฏิบัติการ

Brady และคณะ (1971) รายงานว่า cis-9, trans-12-tetradecadien-1-yl acetate ที่แยกได้จาก Indian meal moth(Plodia interpunctella)เพศเมีย, *Spodoptera eridania* (Cramer)และ almond moth *(Cadra cautella* (Walker)) เพศเมีย เป็นสารหลัก (major substance) หรือเป็นสารเดียวของเฟอโรโมนที่ไปกระตุ้น (stimulant) หรือดึงดูด (attractant) เพศผู้ นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นสารเสริมฤทธิ์ตัวหนึ่งในเฟอโรโมนของ *Cadra sp.* เพศเมีย ต่อมาในปี 1972 Brady และคณะ ได้ทำการศึกษาถึงการวินิจฉัยเฟอโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้หอมเพศเมียโดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ แล้วรายงานว่า สารเฟอโรโมนเพศที่แยกได้จากผีเสื้อเพศเมียคือ cis-9, trans-12-tetradecadien-1-ol acetate (cis-9, trans-12-TDDA) พบว่า ผีเสื้อหนอนกระทู้หอมเพศผู้จะแสดงการตอบสนองต่อสารที่สะกัดได้จากปลายส่วนท้องของเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์ขณะมีอายุได้ 3 วัน ในช่วงเวลาใกล้มืดมากกว่าในช่วงเวลาที่มีแสงสว่าง นอกจากนี้ยังพบว่า Indian meal moth เพศผู้จะแสดงการตอบสนองต่อสารเคมีที่สะกัดได้ดังกล่าว และสารที่สะกัดได้จากเพศเมียของแมลงชนิดนี้จะเป็นสารเดียวกับสารเฟอโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้หอม

Campion (1975) ได้กล่าวถึงการศึกษาสารเฟอโรโมนเพศ และวิธีการใช้เฟอโรโมนในการควบคุมแมลงในผีเสื้อหนอนกระทู้ (Spodoptera) โดยใช้การวินิจฉัยและการแสดงความสัมพันธ์ของการใช้เฟอโรโมนเพศในการควบคุมแมลงโดยแบ่งหลักการใช้เฟอโรโมนในการควบคุมแมลงออกเป็น 3 หลักใหญ่ คือ

1. ใช้ในการศึกษาถึง population dynamics และการขยายพันธุ์ของประชากรของแมลง

2. การใช้เฟอโรโมนในการทำนายการระบาด โดยอาศัยความสัมพันธ์กับปริมาณผีเสื้อที่จับได้ในกับดักกับระดับของหนอนที่ระบาดทำลายพืชนั้น ๆ

3. ใช้ในการควบคุมแมลงโดยวิธีใช้ mass trapping หรือ โดยการใช้เทคนิคในการกำจัดโดยตรง โดยใช้สารดึงดูด (pheromone) หรือ สารที่ไปยับยั้ง (antipheromone)

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของสารประกอบของเฟอโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้ (Spodoptera)

ชนิดของแมลง	สารประกอบหลัก	สารรอง	ระดับที่แมลงแสดงการตอบสนอง	ตัวยับยั้ง
Spodoptera littorallis	cis-9,trans-11		++++	cis-9-TDDA
S. cilium	cis-9, TDA	cis-9,trans-11,TDDA	++	
S. litura	cis-9,trans-11,TDDA	cis-9,trans-12,TDDA	?	
S. exigua	cis-9,trans-12,TDDA	cis-9-TDA	+	
S. dolichos	cis-9,trans-12,TDDA		++	
S. eridania	cis-9,trans-12,TDDA	cis-9,TDA	+	
S. frugiperda	cis-9,TDA		+++	cis-9,TDA ? (cis-9,trans-12,TDDA)
S. exempta	cis-9,TDA	cis-9,trans-12,TDDA	+++	
S. triturata	cis-9,TDA	cis-9,trans-12,TDDA	+	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mitchell (1976) รายงานว่า ปริมาณผีเสื้อหนอนกระทู้หอมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกับดักเมื่อ Z-9-DDA และ Z-9-TDA ระเหยจากกับดักเฟอโรโมนที่ใช้เพศเมียเป็นเหยื่อล่อเข้าไปในอากาศที่อยู่รอบ ๆ กับดัก และ Z,E-9,12-TDDA จะไปมีผลรบกวนการที่แมลงเพศผู้ที่บินไปหาแมลงเพศเมีย เมื่อสารนี้ระเหยไปในอากาศ ในปี ค.ศ. 1981 Roger และ Underhill ได้รายงานว่า (Z)-9, (E)-12-tetradecadien-1-ol และ (Z)-9, (E)-12-tetradecadien-1-ol acetate เป็นสารล่อที่สามารถใช้ในการพยากรณ์ประชากรของผีเสื้อหนอนกระทู้หอมได้ และจากรายงานพบว่า Z-9, E-12-14: OH (100 mg) กับ Z-9, E-12-14: Ac (10 mg) จะดักผีเสื้อหนอนกระทู้หอมได้มากที่สุดในการทดลอง

Tumlinson และคณะ (1981) ได้ศึกษาถึงส่วนประกอบของเฟอโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้หอม โดยทำการสะกัดเอาเฟอโรโมนเพศออกจากเพศเมียหลังจากที่ออกจากดักแด้แล้ว พบว่า มีสารประกอบทั้งหมด 11 ชนิด จากการวินิจฉัยพบว่า มีสารประกอบชนิด tetradecan-1-ol , (Z)-9-tetradecen-1-ol, (E)-9-tetradecen-1-ol , (Z,E)-9,12-tetradecadien-1-ol , (Z,Z)-9,12-tetradecadien-1-ol รวมทั้ง acetate ของแอลกอฮอล์เหล่านี้ และ (Z)-7-tetradecen-1-ol acetate สารประกอบที่เป็นเฟอโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนกระทู้หอม คือ (Z,E)-9,12-tetradecadien-1-ol acetate และ (Z-) 9-tetradecen-1-ol เมื่อนำมาผสมกันในอัตราส่วน 5 : 4 สามารถใช้ได้ผลเหมือนกับเฟอโรโมนของผีเสื้อหนอนกระทู้เพศเมีย หรือเหมือนกับส่วนผสมของทั้ง 11 ชนิดรวมกันที่ใช้ล่อผีเสื้อเพศผู้ในการทดลอง

Roeloft และคณะ (1971) กล่าวว่า ได้มีการจำแนกและวินิจฉัยสารล่อผีเสื้อมาแล้วกว่า 80 ชนิด การวินิจฉัยกระทำโดยการใช้วิธีวิเคราะห์ โดยใช้วิธี "Classical Method" หรือวิธี field screening test การศึกษาทาง electroantenogram คือการใช้การตรวจวัดความรู้สึกต่อเฟอโรโมนที่หนวด และผลตอบสนองออกมาเป็นกราฟจากเครื่องออสซิโลสโคป (osciloscope) ข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีนี้สามารถที่จะวิจารณ์ในรูปของสารเฟอโรโมนเพศที่ได้มีการวินิจฉัยขึ้นใหม่ ๆ โดยโครงสร้างของสารเฟอโรโมนเพศของแมลงใน 13 วงศ์ ได้ทำการสรุปและวิจารณ์ออกมาตามแนวความคิดในเรื่องโครงสร้าง พบว่า แมลงจำนวนมากมีโครงสร้างของสารเฟอโรโมนเพศเป็นแบบ aliphatic การใช้สารประกอบชนิดต่าง ๆ เป็นสารล่อนี้ชี้ให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของความเฉพาะเจาะจงของแมลงแต่ละชนิด และความซับซ้อนของสารเคมีที่ใช้นั้นจะต้องมีการวินิจฉัยก่อน เพื่อที่จะให้สารที่สังเคราะห์ได้ดึงดูดแมลงให้ได้มากที่สุด

ต่อมเฟอโรโมน

Jefferson และคณะ (1968) ได้กล่าวว่า ต่อมที่สร้างเฟอโรโมนเพศของ *Trichoplusia ni* เพศเมียจะมีลักษณะเป็นถุง (sac) อยู่ที่ปลายส่วนท้องระหว่างปล้องที่ 8 และปล้องที่ 9 จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาชี้ให้เห็นว่า ต่อมนี้สามารถผลิตเฟอโรโมนเป็นสารเคมีที่หลั่งมาจากต่อม exocrime ของเพศเมียที่มีอายุได้ประมาณ 1-7 วัน เมื่อทำการตรวจสอบทางเคมีและทำการผ่าตัดดูแล้วยืนยันได้ว่า ต่อมนี้เป็นที่สร้างเฟอโรโมนเพศซึ่งเรียกว่า pheromone gland หรือ exocrime gland ในปี ค.ศ. 1973 Wongsiri รายงานว่าเฟอโรโมนคือสารสัญญาณทางเคมีชนิดหนึ่ง สารนี้ถูกสร้างและสะกัดได้จาก exocrine gland หรือต่อมเฟอโรโมน ในแมลงผีเสื้อกลางคืน *Platyptilia carduidactyla* (Riley) ปรากฏว่าต่อมที่พบว่ามีการสร้างเฟอโรโมนอยู่ที่ปลายส่วนท้องระหว่างปล้องที่ 8 และปล้องที่ 9 ด้านบนมีลักษณะคล้ายถุงอยู่ 2 ถุง เมื่อบีบกันแมลงมันจะโป่งออกมาคล้ายลูกโป่ง 2 ใบเล็ก ๆ ข้างละลูก จากการศึกษาจากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบสะแกนนิ่ง (Scanning electron microscope) โดยเปรียบเทียบกับต่อมเฟอโรโมนในแมลงชนิดที่คล้าย ๆ กัน ซึ่งมีผู้ศึกษาเรื่องต่อมเฟอโรโมนมาแล้ว เข้าใจได้ว่าต่อมที่พบใน *P. carduidactyla* นี้ คือต่อมเฟอโรโมนซึ่งสามารถผลิตสารสัญญาณทางเพศออกมาล่อเพศผู้ให้มาผสมพันธุ์ได้

การศึกษาพฤติกรรมทางเพศต่อเฟอโรโมนของแมลงในท่อลม

Henneberry และ Howland (1966) ทำการศึกษาถึงการตอบสนองของผีเสื้อหนอนคืบกะหล่ำต่อแสงสีดำในห้องปฏิบัติการ รายงานว่า ผีเสื้อหนอนคืบกะหล่ำตอบสนองต่อกับดักแสงไฟที่ใช้แสงสีดำและมีเฟอโรโมนเพศที่สะกัดได้จากเพศเมียได้ดีกว่าการใช้เฟอโรโมนเพศ หรือการใช้กับดักแสงไฟชนิดใดชนิดหนึ่ง

Hammond และ Hensley (1970) ศึกษาการแสดงพฤติกรรมของแมลงต่อสารดึงดูดในห้องปฏิบัติการทำการทดลองในครอบแก้ว (bell-jar) ที่สูง 25.40 เซ็นติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 22.86 เซ็นติเมตร การทดลองนำแมลงเพศผู้ Sugarcane borrer, *Diatraea saccharalis* (F) ใส่ในกล่องกระดาษที่ปิดด้านบนด้วยแผ่นพลาสติกและเก็บไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้แสงสว่าง 14 ชั่วโมง ในการทดลองทำในห้องที่มีแสงไฟอ่อน ๆ แมลงเพศผู้จะแสดงพฤติกรรมการตอบสนองได้ดีหลังจากอยู่ในความมืด 2 ชั่วโมงไปแล้ว โดยปล่อยแมลงเข้าไปในหลอดแก้วที่มีสารสังเคราะห์เฟอโรโมนที่สะกัดได้จากเพศเมีย จากการสังเกตพบว่าเมื่อได้รับสารเพศผู้จะแสดงการตอบสนอง หนวดจะชี้ขึ้นข้างบนหลังจากที่อยู่ในความมืด 1 ชั่วโมงแล้ว ต่อมาจะมีการกางปีกและกระพือปีกเพื่อที่จะบิน แมลงเพศผู้ที่ได้รับกลิ่นจะ

แล่ดงอาการโค้งงอปลายล่วนท้องลงทางด้านล่างและจะมีการยื่น clasper ออกมาเพื่อที่จะผล่มพันธุ์

Lingren และคณะ (1980) รายงานว่า การแล่ดงพฤติกรรมของผีเล้อหนอนเจาะล่มอลีข่มพูเพศ่ผู้ต่อล่ารลังเคราะห์เฟอโรโมนในกับดักโดยใช้กล้องถ่ายรูปและกล้องถ่ายวีดีโอบันทึกภาพการบินเข้ากับดักของแมลง จากการลังเกตการบินเข้ากับดักเฟอโรโมนของแมลงพบว่า แมลงเพศ่ผู้จะบินเข้ากับดักทางด้านที่กระแล่ลมพัดผ่านออกมา จะมีการบินและยื่น clasper และขาออกจากลำตัวแล้วบินเข้าไปในกับดัก จากการถ่ายภาพแล่ดงให้เห็นว่า แมลงจะยื่นล่วนขาลงทางด้านล่างของลำตัวและจะยื้หนวดขึ้นทำมุม 45 องศ่ากับแกนนอน ปลายหนวดจะยื้ตรงไปยังแหล่งของเฟอโรโมนก่อนจะบินเข้ากับดัก จะบินไปเกาะใกลั ๆ กับขอบกับดักและเดินไปรอบ ๆ ประมาณ 2-3 วินาที ขณะเดียวกันจะยื่น clasper ออกมาและแล่ดงการขัดลีกับบริเวณพื้นของกับดัก บางตัวจะบินออกจากกับดัก และบางตัวจะบินกลับมาใหม่ บางตัวจะบินโฉบเฉี่ยวนอกกับดักและบินหนีไป

Flint และ Merkle (1983) รายงานว่าพฤติกรรมการตอบล่นองต่อเฟอโรโมนของ *Galleria mellonella* (L) เมื่อได้รับกลิ่นเฟอโรโมนแมลงจะแล่ดงการกระพือปีกเพื่อที่จะบินประมาณ 0.5-1 วินาทีจากนั้นจะบินเข้าไปหาเพศ่เมียเพื่อผล่มพันธุ์ โดยจะปล่อยอสุจิของเพศ่ผู้ (sperm) เข้าไปในถุงเก็บเชื้ออสุจิที่อยู่ในเพศ่เมีย (spermatheca)

Alford และ Silk (1983) ได้ศึกษาถึงผลของการแพร่กระจายและอัตราการหลั่งเฟอโรโมนของ spruce budworm พบว่าการแพร่กระจายของเฟอโรโมนที่ปล่อยหรือหลั่งออกมาและอัตราการหลั่งเฟอโรโมนเพศ่ของแมลงมีผลต่อความลำเร็จในการผล่มพันธุ์ และการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการผล่มพันธุ์จะลดอัตราลง เมื่อมีอัตราการแพร่เฟอโรโมนจากแหล่งลังเคราะห์เพิ่มขึ้นเพราะแมลงเพศ่ผู้ในธรรมชาติไม่ล่ามารถหาแมลงเพศ่เมียในธรรมชาติเพื่อผล่มพันธุ์ได้ ในปี ค.ศ. 1976 Lewis และ Macaulay ได้ทำการศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของเฟอโรโมนที่ออกจากกับดักต่าง ๆ กัน ทำการทดลองในท่อลม โดยการถ่ายรูปและวัดขนาดของพลูม (plume) ของควันจะมีลักษณะเป็นลำยาว (elongate) ออกจากกับดัก

<u>การศึกษาชนิดของกับดักและการดักแมลง</u>

Kishaba และคณะ (1970) รายงานว่า กับดักไฟฟ้า (electric grid) ซึ่งใช้ล่ารลังเคราะห์เฟอโรโมนเพศ่เป็นล่ารล่อล่ามารถดักจับผีเล้อหนอนคืบกะหล่ำเพศ่ผู้ได้มากกว่า กับดักแล่ง-ไฟมาตรฐาน (standard survey light trap)

Batiste และ Joos (1972) ได้ศึกษากับดักเฟอโรโมนของผีเสื้อ Codling moth แบบใหม่โดยมีการประดิษฐ์กับดักที่แข็งแรง ทนทาน ราคาถูกและใช้แบบง่าย ๆ นำมาใช้ในสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ กัน กาวที่ใช้เป็นกาวสติกเค็ม (stickem) คือ กาวดักนก (bird tanglefoot) จากรายงานพบว่า เป็นกาวที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองในภาคสนาม

Lewis และ Macaulay (1976) ได้ศึกษาการออกแบบกับดักและการประเมินผลของการใช้กับดักเฟอโรโมน รายงานว่าปริมาณแมลงที่ดักได้ในกับดัก 6 ชนิดที่ใช้ (E,E)-8,10-dodecadienyl acetate เป็นสารล่อ พบว่า กับดักแบบสามเหลี่ยม (Delta trap) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการดักแมลง นอกจากนี้ยังพบว่า กับดักอีก 5 ชนิดที่เหลือดักแมลงได้ประมาณ 20-30 % ของแมลงทั้งหมด และกาวที่ใช้ในการดักแมลงและมีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ กาวดักนก ต่อมาในปี ค.ศ. 1977 Macaulay และ Lewis ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของกับดักเฟอโรโมนในการดักผีเสื้อ pea moth เพศผู้โดยใช้ (E)-10-dodecenyl acetate (0.1 mg) เป็นสารล่อเพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดักชนิดต่าง ๆ กัน 6 ชนิด โดยการเปรียบเทียบพื้นที่ที่ใช้ดักแมลงในกับดักกาวเหนียว คือ 45, 90, 180, 360, 540 และ 720 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร พบว่า ปริมาณแมลงที่ดักจับได้ จะไม่เพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่ที่ใช้ในการดักแมลงมีมากกว่า 180 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และพื้นที่กาวเหนียวที่ดักแมลงบริเวณด้านล่างจะดักแมลงได้มากกว่าและมีประสิทธิภาพดีกว่าบริเวณอื่น

Tingle และ Mitchell (1975) ศึกษากับดักเฟอโรโมนของ *Spodoptera frugiperda* และ *S. exigua* โดยการนำกับดักเฟอโรโมนชนิดต่าง ๆ มาทำการศึกษาประสิทธิภาพในการดักแมลง 7 ชนิด เพื่อสำรวจปริมาณแมลงในธรรมชาติของ *S. frugiperda* และ *S. exigua* โดยใช้ (Z)-9-dodecen-1-ol acetate เป็นสารล่อสำหรับ *S. frugiperda* เพศผู้ และใช้ผีเสื้อหนอนกระทู้หอมเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์เป็นตัวล่อผีเสื้อเพศผู้ จากการศึกษาพบว่ากับดักไฟฟ้า (electric grid) สามารถดักจับผีเสื้อทั้งสองชนิดได้ปริมาณมากกว่ากับดักแบบอื่น นอกจากนี้ยังพบว่ากับดักแบบกาวเหนียวจะสามารถใช้ได้นานจนกระทั่งไม่สามารถดักแมลงได้อีก และพบว่าสีของกับดักจะมีผลน้อยต่อปริมาณแมลงที่ดักจับได้ในแต่ละชนิดในกับดัก ในการดักจับผีเสื้อหนอนกระทู้หอมในกับดักไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมงนั้น จะพบว่าแมลงชนิดนี้จะมีการบินมากในช่วงเวลา 6-8 ชั่วโมงหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน

Mitchell และ Doolittle (1976) รายงานว่า เฟอโรโมนเพศของ *S. exigua*, *S. eridania* และ *S. frugiperda* สามารถล่อแมลงเพศผู้ในธรรมชาติมาติดกับดักแบบกาวเหนียวได้ และ (Z)-9-dodecen-1-ol acetate กับ

(Z-9-DDA) ที่มีความบริสุทธิ์สูง สามารถล่อ *S. frugiperda* เพศผู้ได้มากกว่า Z-9-DDA ผสมกับ E-isomer แต่ E-isomer ไม่ได้เป็นตัวยับยั้ง (inbibitor) โดยตรง (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate (Z-9-TDA) ที่มีความบริสุทธิ์ไม่สามารถล่อ *S. frugiperda* ได้ แต่ถ้าผสมกับ E-isomer จะล่อแมลงได้ปานกลาง ถ้าเติม Z-9-TDA จำนวนเล็กน้อยกับ Z-9-DDA ไม่สามารถทำให้ Z-9-DDA ดึงดูดแมลงได้มากขึ้น ส่วนผสมของ Z-9-TDA : (Z,E)-9,12 tetradecadien-1-ol acetare ในอัตราส่วน 96 : 4 สามารถล่อ *S. frugiperda* เพศผู้ได้ในปริมาณมากอย่างมีนัยสำคัญ

Tingle และ Mitchell (1979) รายงานว่า ปริมาณแมลง *S. frugiperda* จะเพิ่มขึ้นในกับดัก เมื่อพื้นที่ที่ใช้ในการดักแมลงในกับดักกาวเหนียวและกับดักไฟฟ้า (Cylindrical electric grid) เพิ่มขึ้น และทิศทางของกระแสลมมีผลต่อพื้นที่บนกับดักซึ่งเป็นทางเข้าของแมลง และด้านที่จะดักแมลงได้มากจะต้องอยู่ทางด้านข้างของกับดักและอยู่ใต้กระแสลมที่พัดเอากลิ่นเฟอโรโมนออกมา การวางตำแหน่งของกับดักกาวเหนียวจะไม่มีความแตกต่างในการดักจับแมลง แม้ว่าพืชจะสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับความสูงของกับดัก และกับดักที่วางห่างจากขอบไร่ 25 เมตร จะดักแมลงได้มากกว่ากับดักที่วางขอบไร่หรือห่างจากขอบไร่ 50 เมตร ต่อมา Rabson และ Mitchell (1981) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพของกับดักกาวเหนียวและกับดักไฟฟ้า ในการดักจับผีเสื้อหนอนกระทู้หอมเพศผู้ พบว่ากับดักแบบกาวเหนียวและกับดักไฟฟ้าจะดักแมลงได้ถึง 34 และ 40 % ตามลำดับ ความสามารถในการดักแมลงของกับดักไฟฟ้า จะมีขีดจำกัดขึ้นอยู่กับขนาดของถัง (bucket) ที่รองรับแมลง ส่วนกับดักแบบกาวเหนียวจะสามารถดักแมลงได้มากที่สุดเพียง 110 ตัว และประสิทธิภาพในการดักแมลงจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อแมลงที่ดักได้เกิน 50 % ของความจุ (capacity) สาเหตุที่ทำให้กับดักดักแมลงได้น้อยลง เนื่องจากพื้นที่บนแผ่นกาวที่ใช้รองรับแมลงนั้นถูกแมลงปิดบังไว้ และนอกจากนี้ยังพบว่า แมลงเพศผู้ที่ดักได้ในกับดักไม่มีผลต่อการไล่แมลงตัวอื่นที่ถูกล่อให้มาติดกับดัก

Danko และ Gerald (1983) รายงานว่า ฝุ่นละออง ดินทรายที่ถูกลมพัดพามาเข้ากับดักเฟอโรโมนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ลดประสิทธิภาพในการดักแมลงลงได้ โดยจะไปลดความเหนียวของกาวลง และเกล็ด (Scale) ของผีเสื้อขนาดใหญ่ที่มีเกล็ดปกคลุมตัวมาก ๆ เมื่อบินมาติดกับดัก เกล็ดจะติดกับดัก เป็นการลดความเหนียวของกาวลงทำให้ประสิทธิภาพของกับดักในการดักแมลงลดลงด้วย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิต การปล่อย และการตอบสนองต่อเฟอโรโมนเพศ

การผลิตและการสังเคราะห์เฟอโรโมน อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยมีการสร้างจากต่อม exocrine โดยกระจายอยู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย แล้วเก็บสะสมไว้บริเวณใดบริเวณหนึ่งของร่างกาย ซึ่งจะอยู่ในรูปของสารที่สามารถปล่อยออกมาใช้งานได้ทันที หรืออยู่ในรูปของสารตัวกลาง การปล่อยเฟอโรโมนอาจจะปล่อยออกมาในระยะใดระยะหนึ่งของวงชีพหรือเวลาใดเวลาหนึ่งของแมลง อันเป็นผลมาจากการกระตุ้นจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายใน (intrinsic factor) และปัจจัยภายนอก (extrinsic factor) สำหรับอัตราการปล่อยเฟอโรโมนของผีเสื้อยิบซี (Gypsy moth, *Lymantria dispar*) พบว่าอัตราการปล่อยเฟอโรโมนสูงสุดประมาณ 7-8 มิลลิกรัม/ชั่วโมง (Jacobson, 1972)

ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา

ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ซึ่งเกิดจากระบบสรีระที่เกี่ยวข้องกับขบวนการผลิต การปล่อย และการส่งเฟอโรโมน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแมลง โดยทั่ว ๆ ไป แมลงที่มีอายุสั้น เช่น ผีเสื้อบางชนิด สามารถจะปล่อยเฟอโรโมนเพศได้หลังจากออกจากดักแด้แล้ววันหรือสองวัน เมื่อได้รับการผสมพันธุ์อาจจะหยุดส่งหรือหยุดการตอบสนองต่อเฟอโรโมนนั้น (Jacobson, 1972, ลิรวัฒน์ วงษ์คิริ, 2520)

ปัจจัยทางชีวภาพ

การศึกษาอายุ ช่วงเวลา และระดับความสูงที่แมลงบินเข้ากับดัก

Perez และ Long (1964) รายงานว่า sugarcane borrer moth เพศเมียจะเริ่มสร้างเฟอโรโมนได้หลังจากออกจากดักแด้แล้ว สารนี้จะมีคุณสมบัติในการดึงดูดเพศตรงข้ามได้มากที่สุด เมื่อเพศเมียมีอายุได้ 3 วัน หลังจากนั้นความสามารถในการดึงดูดแมลงจะลดลงตามอายุ คือ แมลงเพศเมียที่มีอายุน้อยกว่า 4 วัน จะสร้างเฟอโรโมนมาดึงดูดเพศผู้ได้มากที่สุด เมื่อมีอายุมากขึ้นจะลดการดึงดูดเพศผู้ โดยทั่ว ๆ ไป แล้วแมลงจะสร้างเฟอโรโมนในการดึงดูดเพศตรงข้ามหลังจากอายุครบ 4 วันแล้ว

Batiste (1970) รายงานว่า ช่วงเวลาการบินของ codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L) เพศผู้บินเข้ากับดักเฟอโรโมนนั้น จะเกิดขึ้นก่อนพระอาทิตย์ตกดิน และจะไม่พบการบินของแมลงชนิดนี้เมื่ออุณหภูมิถึง 61 องศาฟาเรนไฮท์ (^{o}F)

Birch (1977) รายงานว่า ผีเสื้อหนอนคืบทั้ง 2 เพศจะถูกล่อได้โดยเฟอโรโมนเพศของเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์และเฟอโรโมนสังเคราะห์ ส่วนช่วงเวลาที่แมลงบินเข้ากับดัก

009256

จะอยู่ในช่วงระยะเวลา 20.00-21.00 น. โดยพบว่า เพศเมียบินเข้ากับดักถึง 71% ส่วนเพศผู้พบ 22% เท่านั้น นอกจากนี้รายงานว่ากับดักเฟอโรโมนเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้ในการแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาการบินของแมลงได้ด้วย และช่วงเวลาของการผสมพันธุ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแสดงพฤติกรรมในการเรียกร้องหรือดึงดูดให้เพศผู้เข้ามาหามากกว่าการแสดงของเพศผู้เพื่อเรียกความสนใจ

Butler และ McDonogh (1979) รายงานว่า สารดึงดูดทางเพศของผีเสื้อมีความสำคัญมาก เมื่อไม่นานมานี้ เนื่องจากได้มีการใช้อย่างแพร่หลายโดย นักกีฏวิทยา และนำมาใช้ในงานบริหารศัตรูพืช เพื่อเป็นการพยากรณ์ประชากรของแมลง เพื่อหาวิธีการกำจัด ประสิทธิภาพของเฟอโรโมนเพศนอกจากจะใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์การระบาดของแมลงแล้วยังขึ้นกับโครงสร้างและรูปแบบของเฟอโรโมนที่จะนำมาใช้อีกด้วย ในกับดักเฟอโรโมนที่สามารถดักแมลงได้มากที่สุดหลายชนิดอัตราการปล่อยหรือหลั่งเฟอโรโมนเพศจะมีช่วงเวลาจำกัด นอกจากนี้ความรู้เรื่องช่วงเวลาที่จะรักษาสถานภาพของเฟอโรโมนเพศไว้และความเข้มข้นที่ต้องการใช้เป็นช่วงที่มีความสำคัญมากและยังพบว่า เฟอโรโมนเพศของแมลงประกอบด้วยสารประกอบ 2 ชนิดหรือมากกว่า ซึ่งแต่ละตัวจะระเหยแตกต่างกัน และสารประกอบเหล่านี้ จะต้องมีอัตราส่วนที่แน่นอนในการดึงดูดแมลงให้ได้มากที่สุด

Jutson (1982) กล่าวว่า การใช้เฟอโรโมนในปัจจุบันได้ผลดีมาก โดยพบว่าเฟอโรโมนเป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและไม่มีพิษร้าย และไม่ก่อให้เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อม เฟอโรโมนเป็นสารที่มีความเฉพาะเจาะจงกับแมลงแต่ละชนิด และเป็นสารที่มีประโยชน์ ปลอดภัยในการใช้ในการบริหารแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสาน นอกจากนี้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เฟอโรโมน คือ ปัญหาที่เกิดจากผลของสารประกอบแต่ละชนิดอาจจะมีตัวกำหนด คือ อัตราส่วนของสารประกอบหลักและสารประกอบรองของเฟอโรโมนที่ใช้หรือช่วงเวลาของการใช้เฟอโรโมนและความหนาแน่นของประชากรของแมลง เฟอโรโมนส่วนมากจะมีการระเหยได้และการผลิตใช้ทุนค่อนข้างสูง เฟอโรโมนจะสลายตัวได้เมื่ออยู่ในที่ที่มีแสงสว่างและออกซิเจน

Aliniazee และ Stafford (1972) รายงานว่า กับดักที่ใช้เพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์เป็นเหยื่อล่อที่ระดับความสูง 1.2 และ 1.8 เมตรเหนือพื้นดิน ดักผีเสื้อ *Platynotostultana* ได้มากกว่าระดับความสูงอื่น ๆ คือ 0.6, 2.4 และ 3.0 เมตร นอกจากนี้ยังรายงานว่าปัจจัยทางกายภาพ ชีววิทยา และฤดู เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการบินของแมลงและการ

ปล่อยเฟอโรโมนเพื่อใช้ในการสื่อสารในแมลง

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

แสงสว่างและความเข้มของแสง

ช่วงเวลาของความมืดและความสว่างที่แมลงได้รับในแต่ละวันจะมีอิทธิพลต่อการปล่อยเฟอโรโมนของแมลง โดยเฉพาะพวกผีเสื้อ เช่น พวกผีเสื้อที่ออกหากินและมีการผสมพันธุ์กลางวันจะปล่อยเฟอโรโมนออกมาเฉพาะตอนกลางวัน พวกที่หากินตอนกลางคืนก็จะปล่อยเฟอโรโมนเฉพาะตอนกลางคืนเช่นกัน Jacobson (1972) ได้กล่าวว่า ความเข้มของแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมเวลาการส่งเฟอโรโมนในผีเสื้อหนอนกะหล่ำ สามารถจะผสมพันธุ์ได้ตลอดเวลาในช่วงมืดเมื่อมีความเข้มของแสงเป็น 0.3-300 ลักซ์ (Lux)

Batiste (1973) รายงานว่า ถ้าความเข้มของแสงมากไปจะมีผลยับยั้งการตอบสนองต่อเฟอโรโมนเพศใน Codling moth, *Laspeyresia pomonella* L. โดยจะเริ่มส่งเฟอโรโมนและมีการตอบสนองตั้งแต่ดวงอาทิตย์ตกดิน ในปี ค.ศ. 1982 Kehat และคณะ ได้รายงานว่าปริมาณผีเสื้อหนอนเจาะสมอเฮลิโอธิส (*Heliothis armigera*) เพศผู้ที่ดักจับได้ในกับดักเฟอโรโมนไม่มีความสัมพันธ์กับคืนข้างขึ้นและข้างแรม โดยพบว่า จำนวนแมลงที่ดักจับได้ในกับดักในคืนข้างขึ้น จะมีจำนวนเท่ากับในคืนเดือนมืด (คืนข้างแรม)

ความเร็วของกระแสลม

ความเร็วของกระแสลมเป็นปัจจัยในการเป็นตัวนำหรือพาเฟอโรโมนจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้รับถ้าไม่มีลมก็ไม่สามารถจะส่งเฟอโรโมนไปได้ไกล ๆ แมลงเพศผู้จะบินสวนทางลมขึ้นไปเพื่อเสาะหาเพศเมีย ถ้าลมแรงเกินไปจะทำให้เพศผู้ไม่สามารถบินสวนทางขึ้นไปได้ หรืออาจทำให้กลิ่นของเฟอโรโมนกระจายและเจือจางจนเพศผู้ไม่สามารถรับกลิ่นได้ (Shorey, 1974)

Rice และ Hoyt (1980) ได้ศึกษาการตอบสนองของ San Jose scale ต่อสารสังเคราะห์เฟอโรโมนเพศ และเฟอโรโมนเพศจากเพศเมีย พบว่า สารสังเคราะห์เฟอโรโมนเพศล่อแมลงได้มากกว่าเฟอโรโมนที่ผลิตได้จากเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์จำนวน 300 ตัว ช่วงความเร็วของกระแสลมที่พบแมลงบินเข้ากับดักจะน้อยกว่า 1.8 เมตร/วินาที และมีความเข้มของแสงประมาณ 4.6-32.5 ลักซ์ ต่อมา Kaae และ Shorey (1972)

กล่าวว่า ผีเสื้อเพศเมียจะปล่อยเฟอโรโมนเมื่อลมมีความเร็วประมาณ 0.3-1 เมตร/วินาที ซึ่งจะเป็นความเร็วที่ให้ผลเป็นสองเท่าของการปล่อยเฟอโรโมนเมื่อลมสงบ

<u>อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน</u>

ปกติแมลงส่วนใหญ่มีช่วงอุณหภูมิที่ค่อนข้างแคบในการบินเพื่อการผสมพันธุ์ ซึ่งมีผลต่อการผลิต การปล่อย และการส่นองตอบต่อเฟอโรโมน ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแมลง (Shorey, 1974)

Sanders และ Lucuik (1972) รายงานว่า spruce budworm moth เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส เพศผู้จะไม่ส่นองตอบต่อการส่งเฟอโรโมนของเพศเมีย แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ จะสามารถตอบส่นองได้ เพศเมียจะปล่อยเฟอโรโมนได้สูงสุดเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 11-18 องศาเซลเซียส ความชื้นอาจจะมีผลเช่นเดียวกับอุณหภูมิ แต่ถ้าเป็นปริมาณน้ำฝนหรือการที่มีฝนตกแล้ว จะมีผลต่อการส่งเฟอโรโมนเป็นอย่างมาก คือ ถ้าฝนตกน้อยหรือพรำ ๆ อาจจะส่งให้การส่นองตอบและการส่งเฟอโรโมนดีขึ้น แต่ถ้าฝนตกหนักมาก แมลงจะไม่สามารถบินได้ รวมทั้งเฟอโร-โมนที่ส่งออกมาก็จะถูกชะล้างไปจนหมด ทำให้การส่งเฟอโรโมนและการตอบส่นองถูกยับยั้งได้ (Birch, 1982)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย