เอกสารคำสอน

วิชา 302 341

เทคโนโลยีศัตรูพืช I

Plant Pest Technology I

โดย

ผศ.ดร.จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พฤษภาคม 2540

พิมพ์ครั้งที่ 1 2538

แก้ไขปรับปรุงพิมพ์ครั้งที่ 2 2540

คำนำ

เนื่องจากปัญหาเรื่องศัตรูพืชอันหมายถึงแมลงและสัตว์ศัตรูพืช วัชพืช และโรคพืช มีมาตรการการป้องกันกำจัดหลายวิธีการ รวมทั้งความพยายามที่จะผสมผสานความรู้หลายแขนงเข้าด้วยกัน เพื่อการจัดการที่เรียกว่าการบริหารศัตรูพืช ความสำเร็จของการควบคุมศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจนั้น ผู้ปฏิบัติต้องมีความเข้าใจเรื่องศัตรูพืชเสียก่อน จึงจะสามารถนำเอาจุดอ่อนของศัตรูนั้นๆ มาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ได้วางนโยบายหลักสูตรแขนงการป้องกันและการกำจัดศัตรูพืชเป็นแขนงการอารักขาพืช ซึ่งหมายถึงการนำเอาความรู้ทั้งหมดด้านอารักขาพืชอันเป็นพหุวิชาการ คือวิชากีฏวิทยาและสัตว์ศัตรูพืช วิชาโรคพืช และวิชาวัชพืช มารวมกันเป็นวิชา 302 341 เทคโนโลยีศัตรูพืช I และ 312 342 เทคโนโลยีศัตรูพืช II ผู้สอนจึงต้องแบ่งชั่วโมงตามเนื้อหาของวิชาการแต่ละอย่าง โดยเลือกนำความรู้พื้นฐานและประยุกต์เฉพาะส่วนที่จะนำไปใช้เป็นประโยชน์มาปรับให้เข้ากับเวลาในแต่ละวิชาให้เหมาะสมกับเป็นวิชาพื้นฐานของระดับปริญญาตรี ดังนั้นเอกสารคำสอนนี้ จึงเขียนขึ้นมาใหม่ตามแนวนโยบายของหลักสูตรพหุวิชาการดังกล่าว

จึงขอให้นักศึกษาตั้งใจเรียนเพื่อที่จะทำความเข้าใจกับพื้นฐานความรู้ให้มากที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้วิชาต่อเนื่อง และการนำไปประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

(รศ.ดร. เทอด เจริญวัฒนา)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

คำปรารภของผู้เขียน

วิชา 302 341 เทคโนโลยีศัตรู I นี้เป็นวิชาบังคับระดับปริญญาตรีสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาการ 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 : แมลงศัตรูพืช (Insect Pests)

ส่วนที่ 2 : สัตว์ศัตรูพืช (Animal Pests)

ส่วนที่ 3 :วัชพืชเบื้องต้น (Introduction to Weeds)

ส่วนต่อของวัชพืชที่เน้นหนักไปในเรื่องของเทคนิคการป้องกันกำจัดและโรคพืชนั้นไปรวมไว้เป็นวิชา 302 342 เทคโนโลยีศัตรูพืช II

ในส่วนของแมลงศัตรูพืชได้เขียนขึ้นนี้สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้เรื่องแมลงมาก่อนจึงแบ่งเป็น 9 บท โดย 3 บทแรกจะแนะนำให้นักศึกษารู้จักแมลงโดยจะพูดถึงความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวกับแมลงในเรื่องกีฏวิทยาคืออะไร, จำนวน ขนาด และชนิดของแมลง, ความสำคัญของแมลงในระบบลูกโซ่อาหาร, บทบาทของแมลงในระบบนิเวศน์ ประโยชน์และโทษของแมลงและสังคมมนุษย์, วิวัฒนาการของแมลง และชีวิตและความเป็นอยู่ของแมลง อันรวมถึง การกิน, ที่อยู่ของแมลง, การเจริญเติบโต, การเคลื่อนไหว, การรับสัมผัส การป้องกันตัวและการอยู่อย่างแมลงสังคม 3 บทต่อไปจะพูดถึงลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน และการจำแนกหมวดหมู่ของแมลง ซึ่งเป็นพื้นฐานทางสรีรวิทยาและอนุกรมวิธานเบื้องต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะให้ศึกษาในบทปฏิบัติการประกอบ 3 บทสุดท้ายจะกล่าวถึงลักษณะการทำลายพืช สาเหตุการระบาดของแมลง รวมทั้งเทคโนโลยีการป้องกันและการกำจัด

ส่วนของสัตว์ศัตรูพืชมี 5 บท คือ บทที่ 10, 11, 12, 13 และ 14 ซึ่งจะพูดถึงสัตว์เฉพาะชนิดที่มีความสำคัญทางการเกษตรคือ หนู ปู หอย นก และไร และเทคโนโลยีป้องกันการกำจัดที่ใช้ได้ผลแล้วตามลำดับ

ส่วนของวัชพืชมี 3 บท คือ บทที่ 15, 16 และ 17 ซึ่งจะกล่าวถึงประโยชน์และโทษของวัชพืชในสิ่งแวดล้อม การจำแนกวัชพืช ชนิดของวัชพืชที่สำคัญทางการเกษตรที่เป็นวัชพืชร้ายแรงและทั่วไป ทั้งชนิดใบแคบและใบกว้าง การแข่งขันและการเจริญเติบโตของวัชพืช การประเมินความสามารถในการแข่งขัน การขยายพันธุ์ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องและการควบคุมวัชพืชเบื้องต้น เพื่อเป็นพื้นฐานของส่วนต่อไปของวิชาการวัชพืชในวิชา 302342 เทคโนโลยีศัตรูพืช II ซึ่งจะกล่าวเน้นในรายละเอียดของเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดวัชพืชโดยเฉพาะ

เนื่องจากการบรรยายทั้ง 3 ส่วนนี้ใช้เวลาเพียง 12 สัปดาห์ และ 36 ชั่วโมงเท่านั้น นักศึกษาจึงต้องตั้งใจฟังและใช้เวลาในการทบทวนและค้นคว้าด้วยตนเองมากและใช้ความเข้าใจจากการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ ศ.ดร. สุธรรม อารีกุล บูรพาจารย์กีฏวิทยาของประเทศไทยที่เป็นผู้ประสาทวิชาความรู้เรื่องแมลงให้แก่ผู้เขียน ขอขอบคุณ ผู้พิมพ์เอกสารเล่มนี้คือคุณวัชราภรณ์ บุตรแสงดี และคุณกิตติมา กฤษณสุวรรณ ที่มีความอดทนในการพิมพ์และแก้ไขต้นฉบับสำหรับพิมพ์ครั้งที่ 1 ในปี 2538 ตามหลักสูตรเดิม 3 หน่วยกิต และปรับปรุงพิมพ์ครั้งที่ 2 ตามเนื้อหาหลักสูตรใหม่ 4 หน่วยกิต ในปี 2540 นี้ รวมทั้งอาจารย์รุ่นพี่ รุ่นน้อง พนักงานของสำนักวิชาฯ ที่เป็นกำลังใจ และครอบครัวที่ให้เวลาข้าพเจ้าเพื่อผลิตเอกสารเล่มนี้มาโดยตลอด

(ผศ.ดร. จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์)
ผู้เขียน
30 พฤษภาคม 2540

พิมพ์ครั้งที่ 1 2538
แก้ไขปรับปรุงพิมพ์ครั้งที่ 2 2540

สารบัญเรื่อง (Content)

หน้า

หน้า

หน้า

หน้า

หน้า

หน้า

หน้า

หน้า

สารบัญภาพ

ตอนที่ 1: แมลงศัตรูพืช

หน้า

บทที่ 4

หน้า

หน้า

หน้า

ตอนที่ 3 : วัชพืชและการควบคุมเบื้องต้น

สารบัญตาราง

หน้า

หน้า

บทนำ ความสำคัญของศัตรูพืชทางการเกษตร

Introduction Importance of Agricultural Pests

บทนำ

ความสำคัญของศัตรูพืชทางการเกษตร

Importance of Agricultural Pests

ศัตรูพืช (plant pests) หมายถึง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่ทำลายเบียดเบียนและก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชที่เพาะปลูก และผลผลิตทางการเกษตรทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ เราแบ่งกลุ่มศัตรูพืชได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. แมลงและสัตว์ (Insects and Animal Pests) เช่น แมลงชนิดต่าง ๆ และสัตว์ศัตรูพืช นก หนู ค้างคาว, ปู, หอย ฯลฯ

2. โรคพืช (Plant Pathology) ที่มีสาเหตุจากเชื้อจุลินทรีย์ เช่น บักเตรี (bacteria), ไวรัส (virus), รา (fungi), mycoplasma, ไส้เดือนฝอย (nematode) และโรคที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม เช่น ขาดธาตุอาหาร เป็นต้น

3. วัชพืช (Weed) อันประกอบด้วยวัชพืชใบแคบและวัชพืชใบกว้างชนิดต่าง ๆ ที่อยู่บนบกและในน้ำ

ศัตรูพืชทั้ง 3 กลุ่มดังกล่าวทำให้ผลผลิตของพืชลดลง หรือในกรณีที่มีการระบาดรุนแรงอาจทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ได้เลย เราพบศัตรูพืชในทุกระยะและขั้นตอนของการผลิตพืช เช่น ในโรงเก็บศัตรูพืชจะทำลายเมล็ดพันธุ์พืช หรือส่วนของท่อนพันธุ์เช่น หัว, เหง้า ฯลฯ เมื่อปลูกก็ทำลายเมล็ดในดิน ทำลายต้นกล้า หรือ ยอดอ่อน ทำให้ไม่สามารถเจริญเป็นลำต้นได้ และเมื่อถึงระยะพืชกำลังเจริญเติบโตก็จะทำลายส่วนของลำต้น ราก ใบ กิ่งก้าน ดอก และผล รวมทั้งฝัก หรือเมล็ดและหัว ในปี 2525 องค์การอาหารและการเกษตรโลก (FAO) ได้ประเมินความเสียหายของพืชผลเนื่องจากแมลง โรค และวัชพืช โดยเฉลี่ยไว้ถึง 33.7% ของผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ **(ตารางที่ 1)**

ในประเทศไทยพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ข้าว มีแมลงที่เป็นศัตรูรวม 70 ชนิด และจากจำนวนนี้มีแมลงที่จัดว่าเป็นศัตรูที่สำคัญ (major pests) ประมาณ 20 ชนิด นอกจากนี้ยังมีสัตว์ศัตรูข้าวคือมีหนูศัตรูข้าวหรือที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า หนูนา 6 ชนิด มีโรคของข้าวที่สำคัญ ๆ ถึง 14 ชนิด และวัชพืชจำนวนมาก และในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าวดังกล่าว มีการใช้สารเคมีอย่างมาก เช่น สารเคมีฆ่าแมลงมากกว่า 30 ชนิด สารฆ่าปูนา 3 ชนิด สารไล่นก 1 ชนิด สารฆ่าหอย 3 ชนิด สารควบคุมโรคข้าวมากกว่า 15 ชนิด และสารเคมีปราบวัชพืชในนาข้าวไม่น้อยกว่า 20 ชนิด เป็นต้น

มีรายงานการประเมินความเสียหายของหนูในปี 2516 ว่า ผลผลิตของข้าวถูกหนูทำลายประมาณ 6.9% และข้าวบาเลย์ที่ปลูกในประเทศไทยพบความเสียหายเฉลี่ย 6.5% ประเมินเป็นความเสียหายรวมแล้วไม่ต่ำกว่า 3,000 ล้านบาทต่อปี (เสริมศักดิ์ และทักษิณ 2534) และในปีเดียวกันมีการสำรวจความเสียหายของผลปาล์มสดที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะเช่น กระรอก หนู และเม่น คิดเป็นมูลค่า

รวมไม่ต่ำกว่า 20 ล้านบาท (คิดที่ราคาผลปาล์มสด 1,700 บาท/ตัน) ในปี 2540 มีการประเมินว่าผลผลิตของการเกษตรในยุ้งฉางทั่วโลกเสียหายเนื่องจากหนูประมาณ 33 ล้านตัน ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถเลี้ยงประชากรโลกได้ถึง 120 ล้านคน และเพิ่มขึ้นจากการประเมินของ FAO ในปี 1950 ถึง 21 ล้านตัน (ข้อมูลส่วนตัวจากเสริมศักดิ์ หงษ์นาค 2540)

นอกจากข้าวแล้ว ยังมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกมากมาย เช่น กลุ่มพืชไร่ มีข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย มันสำปะหลัง ยาสูบ ฝ้าย ปอหม่อน นุ่น พืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ ทานตะวัน ฯลฯ กลุ่มพืชสวนอุตสาหกรรมมี มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน กาแฟ โกโก้ มะม่วงหิมพานต์ ฯลฯ กลุ่มไม้ผลมี เงาะ ทุเรียน ลำไย ลิ้นจี่ มังคุด พืชตระกูลส้ม มะม่วง มะละกอ องุ่น กระท้อน กล้วย ชมพู่ พุทรา ฝรั่ง ฯลฯ กลุ่มพืชผักมี พืชตระกูลกระหล่ำ ถั่วฝักยาว หอม มะเขือ หน่อไม้ฝรั่ง ฯลฯ กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับมี กล้วยไม้ กุหลาบ เบญจมาศ มะลิ เยอร์บีร่า ฯลฯ ในประเทศไทยเราปัจจุบันนี้มีประชากรเป็นเกษตรกรถึง 60% จัดว่าศัตรูพืชทางการเกษตรจึงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศและความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 1 แสดงความสูญเสียของผลผลิตของโลกที่เกิดจากโรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช ในระยะก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต (FAO production yearbook 1982)

หน่วย : ล้านตัน

ชนิดพืช	ผลผลิตที่ได้จริง	ความเสียหาย	ผลผลิตที่คาดว่าจะได้	% ความเสียหาย			% ความเสียหายรวม
				โรค	แมลง	วัชพืช	
ธัญญพืช	1,695	893	2,588	9.2	13.9	11.4	34.5
มันฝรั่ง	255	121	376	21.8	6.5	4.0	32.3
พืชหัวอื่น ๆ	556	420	976	16.7	13.6	12.7	43.0
อ้อย	811	991	1,802	19.2	20.1	15.7	55.0
ถั่ว	45	22	67	11.3	13.3	8.7	33.3
ผัก	368	141	509	10.1	8.7	8.9	27.7
ผลไม้	302	92	394	12.6	7.8	3.0	23.4
กาแฟ,โกโก้,ชา	8	7	15	17.7	12.1	13.2	42.4
พืชน้ำมัน	240	106	346	9.8	10.5	10.4	30.7
พืชเส้นใย	40	18	58	11.0	12.9	6.9	30.8
ยาสูบ	6	3	9	12.3	10.4	8.1	30.8
ยางพารา	4	1	5	15.0	5.0	5.0	25.0
	เฉลี่ย			**11.8**	**12.2**	**9.7**	**33.7**

นอกจากนี้แมลงและสัตว์ศัตรูพืช ยังมีความสำคัญในเรื่องของการสาธารณสุขและการแพทย์ เช่น มีเชื้อไวรัส rickettsia โปรโตซัว แบคทีเรีย ฯลฯ ที่มีแมลงเป็นสัตว์พาหะที่รู้จักกันดีคือไข้มาลาเรีย เกิดจากเชื้อ *Plasmodium spp.* เช่น *P. falciparum, P. vivax* และ *P. malariae* นำโดยยุงก้นปล่องชนิด *Anopheles aegypti* หรือ *A. gambiae* หรือไวรัสที่นำโดยแมลง (เรียกว่า *arbovirus* มาจากคำว่า *a*rthropod + *b*orne *v*iruses) เช่น โรคไข้เหลือง (yellow fever), dengue, เยื่อหุ้มสมองอักเสบ (Japanese encephalitis) ซึ่งเป็นไวรัสชนิด togavirus (จัดอยู่ใน Family Togaviridae) มีหมัด (flea) และยุงชนิด *Anopheles spp.* และ *Aedes spp.* เป็นพาหะ โรค blue tongue ในปศุสัตว์ เช่น แกะ นำโดยไวรัสใน F. Reoviridae นำโดยแมลงพาหะคือริ้นชนิด *Culicoides spp.* (F. Ceratopogonidae) เชื้อไทฟอยด์ (endemic typhus) เกิดจากเชื้อ rickettsia ชื่อ *R. prowazeki* ซึ่งเคยทำให้ประชาชนชาวรัสเซียล้มตายเป็นอันมากนำโดยเหาคนชนิด *P. capitis* โลน (*Pthirus pubis*) หมัดและไรบางชนิด (Gullan and Cranston 1994) ส่วนหนูสามารถนำโรคแบคทีเรียที่สำคัญคือ กาฬโรค (plaque หรือ bubonic plaque) (เสริมศักดิ์ 2534) และโรคไข้เยี่ยวหนู (Leptospirosis) ซึ่งระบาดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2540 จะเห็นได้ว่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืช มีบทบาทในชีวิตและความเป็นอยู่ของมนุษย์เป็นอย่างมาก และมนุษย์พยายามหาทางป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเพื่อผลประโยชน์ของความเป็นอยู่และความอยู่รอด

เนื่องจากสารเคมีเป็นสารปราบศัตรูพืชที่หาซื้อได้ง่าย ใช้สะดวก และมีผลต่อศัตรูพืชรวดเร็วหรือทันที เกษตรกรจึงนิยมใช้สารเคมีอย่างกว้างขวาง จากสถิติการนำเข้าสารเคมี สารเคมีปราบศัตรูพืชระหว่างปี 2534-2539 พบว่ามีการนำเข้าถึง 26,000-45,000 ตันต่อปี และมูลค่าการนำเข้าของสารเคมีปราบศัตรูพืชในปี 2534, 2535, 2536, 2537 และ 2539 มีสูงถึง 3,045, 3,781, 3,651, 3,594 และ 6,819 ล้านบาทตามลำดับ (ตารางที่ 2) (ไพฑูรย์และคณะ 2537 และ 2539) จะเห็นได้ว่ามูลค่าการนำเข้าของสารปราบศัตรูพืชในปี 2539 สูงขึ้นกว่าปี 2536 ถึง 86.8%

ปัจจุบันนี้การนำเข้าสารฆ่าแมลงเปลี่ยนไปในรูปของ trangenic plants คือพันธุ์พืชที่มีลักษณะพันธุกรรมของสารเคมีหรือจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการกำจัดแมลง เช่น *Bt. cotton* ซึ่งเป็นฝ้ายที่มีพันธุกรรมของเชื้อ *Bacillus thuriginessis (Bt.)* ซึ่งบริษัทมอนซานโต้เป็นผู้นำเข้าและอยู่ระหว่างการทดลองปลูกในประเทศไทย และกำลังได้รับการต่อต้านจากกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งว่านำความเสียหายมาสู่อุตสาหกรรมเลี้ยงผึ้งเป็นอันมาก เนื่องจากผึ้งไปเก็บน้ำหวานจากดอกฝ้ายของ *Bt. cotton* แล้วจะตายเพราะได้รับเชื้อ *Bt.*

นอกจากนี้มีการผลิตพืชสกัดน้ำมัน Canola เป็น transgenic Canola โดยใช้ชื่อการค้าในประเทศคานาดาว่า Liberty Link® ซึ่งมียีนต้านทาน glyphosate ammonium ซึ่งเป็นสารเคมีปราบวัชพืชที่มีผู้นิยมใช้อย่างกว้างขวางและในประเทศอังกฤษมีการผลิต transgenic Canola เช่นกันแต่ต้านทานต่อสารปราบวัชพืชชนิด glufosinate ammonium (อาพันธ์ชนิด 2539)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณ และมูลค่าของสารกำจัดศัตรูพืช นำเข้าปี 2534-2539

(ไพฑูรย์และคณะ 2537 และ 2539)

ปริมาณ : ตัน มูลค่า : ล้านบาท

ชนิดสารกำจัดศัตรูพืช	2534 (1991)		2535 (1992)		2536 (1993)		2537 (1994)		2539 (1996)	
Type of Pesticide	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
สารกำจัดแมลง (Insecticide)	7,233	1,244	7,903	1,386	7,330	1,193	7,708	1,151	14,382	1,668
สารกำจัดเชื้อรา (Fungicide)	5,112	371	5,192	441	5,651	438	7,065	534	6,157	615
สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	12,372	1,228	15,227	1,707	15,386	1,788	16,108	1,705	23,535	2,444
สารกำจัดไร (Acaricide)	466	71	544	98	469	88	404	72	384	653
สารกำจัดหนู (Rodenticide)	123	7	121	7	129	8	98	6	92	636
สารรมควันพิษ (Fumigant)	401	31	626	39	217	28	345	30	82	126
สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (Plant growth regulator)	353	93	444	103	476	106	500	92	463	665
สารกำจัดหอยทาก (Mulluscicide)	-	-	-	-	37	2	46	4	215	12
รวม (Total)	**26,060**	**3,045**	**29,857**	**3,781**	**29,696**	**3,651**	**32,274**	**3,594**	**45,310**	**6,819**

สารเคมีที่เกษตรกรใช้ประเทศไทยนิยมใช้มากที่สุดและมีการนำเข้าสูงสุดเป็น 10 อันดับแรก ส่วนใหญ่เป็นสารปราบวัชพืชอันได้แก่ glyphosate และสารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษสูงได้แก่ monocrotophos เป็นต้น **(ตารางที่ 3)**

จะเห็นได้ว่าประเทศไทยเราต้องใช้จ่ายเงินลงทุน และสูญเสียเงินไปเป็นจำนวนมากในการซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเนื่องจากสารเคมีมีพิษต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภคผลิตผลการเกษตร ทำให้อัตราผู้ป่วยและตายเนื่องจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปี 2532 สูงถึง 9.26% (คิดจากประชากร 100,000 คน) และลดลงเป็น 8.29 ในปี 2533 และ 8.01 ในปี 2534 และตัวเลขดังกล่าวมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสถิติการนำเข้าสารเคมีปราบศัตรูพืช (ณรงค์ศักดิ์ 2536) ในปี 2533 เท่ากับ 9,463 ตันและลดลงในปี 2534 เท่ากับ 26,060 ตัน (ไพฑูรย์และคณะ 2537)

ตารางที่ 3 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่มีการนำเข้าสูงสุด 10 อันดับแรกของปี 2537 (ไพฑูรย์ และคณะ 2537)

ลำดับที่ No	ชื่อสามัญ Common name	ปริมาณ/ตัน Quantity/ton	มูลค่า/ล้านบาท CIF Value/M.Bht.	ปริมาณสารออกฤทธิ์/ตัน a.i. Quantity/Ton	ถิ่นกำเนิด Origin
1	glyphosate	6,187	522	2,564	Taiwan, China, U.S.A., Malysia, Singapore, Hungary
2	2, 4-D	2,665	152	2,292	U.K., India, Hungary, Poland, Austria, Australia, China, Germany
3	atrazine	1,640	147	1,296	Croatia, Israel, S. Africa, U.S.A., Switzerland, Italy, Yugoslavia
4	copper oxychloride	1,574	53	1,181	Germany, Italy, Poland, Switzerland, Hungary, Bulgaria
5	monocrotophos	1,363	156	905	China, Taiwan, Holland, India
6	methamidophos	1,149	56	831	China, Brazil, Taiwan
7	methyl parathion	1,117	70	789	China, Denmark, India, Israel, S. Africa
8	sulfur	1,097	23	870	Hungary, India, France, Germany, Holland, Austria, U.S.A., China
9	ametryn	990	156	792	Italy, Israel, U.S.A.
10	zineb	972	29	775	Bulgaria, Poland

สารเคมีในการเกษตร มีผลกระทบในเรื่องของดิน น้ำ ภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต โดยเข้าไปในวงจรลูกโซ่อาหาร **(food chain)** และกลับมาที่ผู้ใช้สารเคมีคือมนุษย์ ทั้งนี้จะมีรายละเอียดอธิบายเรื่องวงจรลูกโซ่อาหารในบทที่ I และ III ต่อไป

เนื่องจากปัญหามลภาวะของสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเป็นปัญหาของโลก และสุขภาพของx ประชากรโลก จึงมีการแก้ไขปัญหาของศัตรูพืชโดยการบริหารจัดการ เช่น การเขตกรรม การเพิ่มความหลากหลายของชีวภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเช่น การปลูกหรือเพิ่มปริมาณวัชพืชบางชนิดเพื่อเพิ่มที่อยู่อาศัยให้แก่แมลงศัตรูธรรมชาติ (Penman 1997) รวมถึงการเปลี่ยนรูปแบบของสารเคมีสังเคราะห์เป็นการใช้สิ่งมีชีวิต (natural enemies) การใช้สารฆ่าแมลงที่เป็นจุลินทรีย์ (biopesticides) การพึ่งพาระหว่างระบบนิเวศน์เกษตรและการป่าไม้เพื่อให้เกิดการเกษตรกรรมยั่งยืน (sustainable agriculture) การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรสิ่งมีชีวิตให้อยู่ในสมดุล

(environmental conservation and management) การผลิตพันธุ์พืชใหม่ โดยการย้ายลักษณะพันธุกรรม (transgenic gene plant) รวมถึงการจัดการทางการค้าโดยใช้ ISO 9000 และ ISO 14000 เป็นต้นมา (Areekul 1997)

นอกจากนี้มีการประมาณการการผลิตสารปราบศัตรูพืชในทศวรรษที่ 20 ที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นสารชีวินทรีย์ (biopesticide) และสารกลุ่ม pheromes ดังตารางที่แนบมานี้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การคาดคะเนมูลค่าการผลิตสารชีวินทรีย์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของประเทศสหรัฐอเมริกาในปี 1992-2002 (หน่วยเป็นล้านเหรียญสหรัฐ) (Stoll 1997)

สารฆ่าแมลง	1992	1997	2002	%ที่เพิ่มขึ้นรายปี
Pyrethroids	410	487	560	3.2
Bacterial	68	137	275	15.0
Pheromones	42	56	75	6.0
Viral & fungal	26	44	69	10.3
Others	13	16	23	5.9
TOTAL	559	740	1002	6.0

จะเห็นได้ว่าปัญหาของศัตรูพืช เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรอันยังประโยชน์แก่พลโลก และเป็นปัญหาที่ต้องได้รับความร่วมมือจากภาครัฐ ภาคเอกชน และระหว่างประเทศ จึงจะประสบผลสำเร็จ

ศัตรูพืชที่จะพูดถึงในวิชา 302 341 เทคโนโลยีศัตรูพืช I นี้ ได้กล่าวถึงศัตรูพืช 3 กลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดของศัตรูพืชและการป้องกันกำจัดแต่ละกลุ่มโดยแยกเอกสารประกอบการสอนเป็นตอน ๆ ดังต่อไปนี้คือ

ตอนที่ 1. แมลงศัตรูพืช (Insect pests)

ตอนที่ 2. สัตว์ศัตรูพืช (Animal pests)

ตอนที่ 3. วัชพืชเบื้องต้น (Introduction to weed and their control)

ตอนที่ 1 : แมลงศัตรูพืช

Part 1 : Insect Pests

บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแมลง

Chapter 1 Introduction to Insects

1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแมลง

Introduction to Insects

1. การศึกษาเกี่ยวกับแมลง (Entomological Studies)

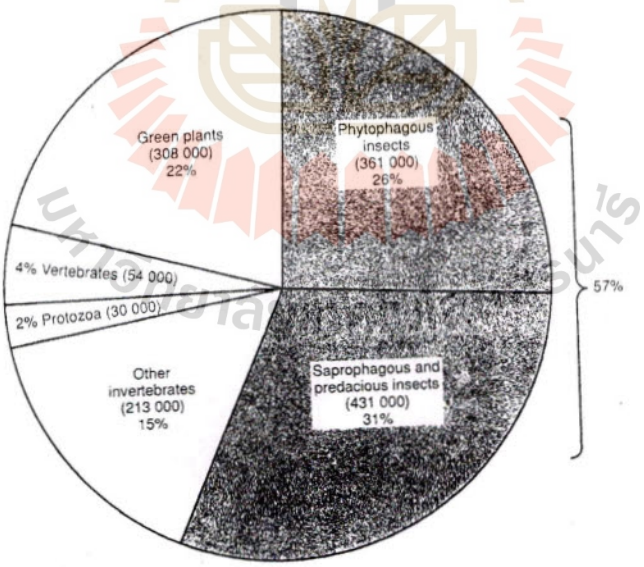
วิชากีฏวิทยา (Entomology) โดยพื้นฐานเดิมเป็นวิชาหรือศาสตร์เกี่ยวกับแมลงที่มีความจำเพาะในหลายด้าน อันได้แก่ การสังเกต (observation) การเก็บรักษาดูแลตัวอย่างแมลง (collection and curing), การจำแนกแมลงและการตั้งชื่อแมลงหรือที่เรียกว่า อนุกรมวิธานของแมลง (Insect taxonomy and nomenclature) การเลี้ยงและเพิ่มปริมาณแมลง (Rearing), การศึกษาและทดลองด้านชีววิทยาของแมลง (Insect biology), นิเวศน์วิทยาของแมลง (Insect ecology), วิวัฒนาการของแมลง (Insect evolution), อุปนิสัยของแมลง (Insect behavior), กายวิภาคของแมลงและสัณฐานวิทยาของแมลง (Insect anatomy and morphology), สรีรวิทยาของแมลง (Insect physiology), ชีวเคมีของแมลง (Insect biochemistry) และพันธุศาสตร์ของแมลง (Insect genetics) และการอนุรักษ์แมลง (Insect conservation) รวมทั้งการป้องกันและกำจัดแมลง (Insect control) การบริหารแมลงศัตรูพืช (Insect pest management) และกีฏวิทยาทางการแพทย์และสัตวแพทย์ (Medical and veterinary entomology)

ปัจจุบันนี้มุมมองของกีฏวิทยา ที่ว่าเป็นศาสตร์เฉพาะด้านนั้น ได้เปลี่ยนแปลงไปแล้ว เนื่องจากแมลงมีจำนวน (variety) และความหลากหลาย (diversity) มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ทั้งหมดในสิ่งแวดล้อมโลก ศาสตร์ของกีฏวิทยาในมุมมองของทศวรรษที่ 21 น่าจะเป็นศาสตร์ที่มีมุมมองกว้างและเกี่ยวข้องกับสัตว์ชนิดอื่น, เกี่ยวข้องกับการเกษตรสังคมชนบท, ชีววิทยา, การแพทย์, ชีวเคมี, พันธุกรรม, ชีวเทคนิค, ประสาทวิทยา, วิทยาศาสตร์กายภาพ, โรคพืช หรือแม้กระทั่งกฎหมาย ซึ่งปัจจุบันมีสาขากีฏวิทยาเพิ่มขึ้นในทางกฎหมายเพื่อใช้ชัณสูตรเหตุการณ์ประกอบการสืบพยานในศาลเรียกว่า Forensic Entomology เป็นต้น นอกจากนี้งานวิจัยด้านกีฏวิทยาควรจะเน้นถึง แมลงและความเกี่ยวข้องในสิ่งแวดล้อม วิธีการลดสารพิษในสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการหรือเทคนิคอื่น เช่น การพัฒนาพืช หรือชีวินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์โดยใช้เทคนิคในโมเลกุล หรือพันธุกรรม (molecular and genetic improvement) (Areekul 1997) การบริหารศัตรูพืช (Insect pest management) ภูมิปัญญาชาวบ้านที่ควรจะนำปรับแปลงให้เข้ากับสถานะการณ์ปัจจุบัน การพัฒนาและค้นหาสารหรือการผลิตสารหรือสิ่งมีชีวิตที่ลดภาวะมลพิษ การจัดการเรื่องการสร้างภูมิต้านทานในแมลง (resistance management) (Rosomer and Stoffolano 1944) จะเห็นได้ว่า การศึกษาเกี่ยวกับแมลงกว้างขวางและได้พัฒนาไปมาก เช่น ในปัจจุบันนี้งานอนุกรมวิธานวิทยา ได้ใช้เทคนิคของ molecular genetics คือ gene sequencing มาช่วยในการแยกชนิดของแมลงได้อย่างชัดเจนแล้ว

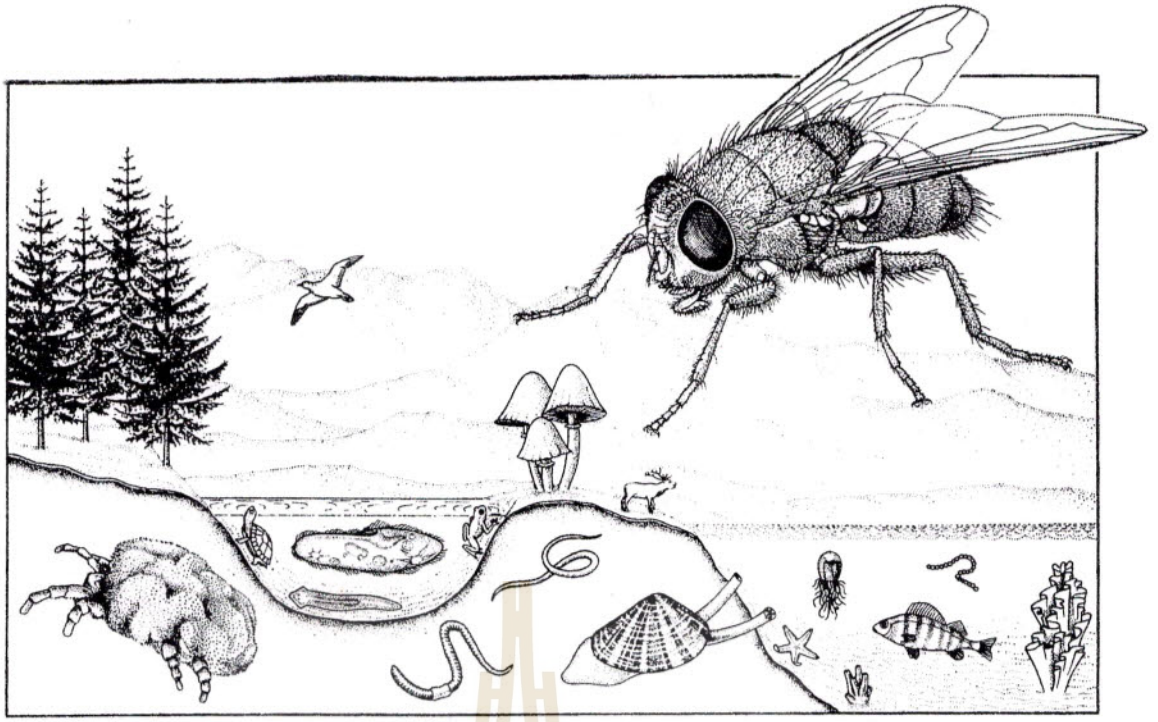
2. จำนวน ขนาด และชนิดของแมลง (Number Size and Species)

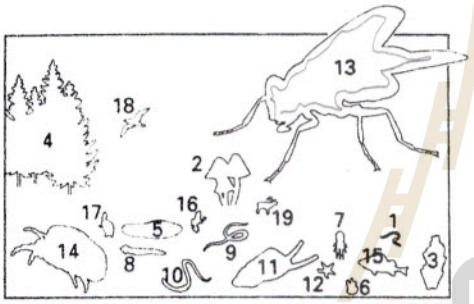
ชนิดและจำนวน แมลงที่ทราบชื่อแล้วมีอย่างน้อย 800,000 ชนิด (species) หรือคิดเป็น 70% ของชนิดของสัตว์โลกทั้งหมด (Metcalf 1940) แต่โดยความเป็นจริงแล้วน่าจะมีจำนวนมากกว่านี้ เพราะเฉพาะแมลงในอันดับ Coleoptera มีอยู่ถึง 370,000 species เฉพาะวงศ์ Curculionidae อย่างเดียว มีอยู่ถึง 3,500 species (Imms 1964) ต่อมาในปี 1992 พบว่า แมลงน่าจะมีจำนวนถึง 30,000,000 ชนิด และคิดเป็น 57% ของชนิดของสัตว์โลกในปัจจุบัน (Strong *et.al.* 1984) ดังแสดงไว้ในรูปของไดอาแกรมวงกลมในภาพที่ **1.1** และมีการเปรียบเทียบปริมาณของแมลงกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในโลกนี้ โดยใช้ภาพ (species scape) (**ภาพที่ 1.2**) (Gullan and Cranston 1992)

ขนาด ของแมลงแตกต่างกันมาก แมลงขนาดใหญ่มีหลายชนิด เช่น ในอันดับ (Order) Coleoptera (ด้วง) มี *Megasoma elephas* ที่มีขนาดความยาวของลำตัวประมาณ 120 มม. อันดับ Orthoptera เช่น ตั๊กแตนกิ่งไม้ *Pharnacia serratipes* มีลำตัวยาวกว่า 260 มม. และอันดับ Lepidoptera เช่น ผีเสื้อยักษ์ *Attacus atlas* มีขนาดกว้างวัดจากปลายปีกด้านหนึ่งจดปลายปีกอีกด้านหนึ่งประมาณ 240 มม. ในขณะที่ด้วงในวงศ์ Ptiliidae (อันดับ Coleoptera) มีขนาดเล็กกว่า 0.25 มม. แมลง parasite ของไข่บางชนิดมีขนาดเล็กกว่าพวก Protozoa ขนาดใหญ่ เป็นต้น (Rosomer and Stoffolano 1994)



ภาพที่ 1.1 แสดงจำนวนชนิดของแมลงเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (Strong *et.al* 1984)





1 Monera (bacteria, blue-green algae)
2 Fungi
3 Algae
4 Plantae (multicellular plants)
5 Protozoa
6 Porifera (sponges)
7 Cnidaria (jellyfish, corals, etc.)
8 Platyhelminthes (flatworms)
9 Nematoda (roundworms)
10 Annelida (earthworms, leeches, etc.)
11 Mollusca (snails, bivalves, octopus, etc.)
12 Echinodermata (starfish, sea urchins, etc.)
13 Insecta
14 Non-insect Arthropoda
15 Pisces (fish)
16 Amphibia (frogs, salamanders, etc.)
17 Reptilia (snakes, lizards, turtles)
18 Aves (birds)
19 Mammalia (mammals)

ภาพที่ 1.2 รูปตัวแทนปริมาณของ species species scape ของแมลงเมื่อเปรียบเทียบกับ species ของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ในโลก (Gullan and Granston 1992)

3. ความสำคัญของแมลงในระบบลูกโซ่อาหาร (Insect Importance in Food Chain)

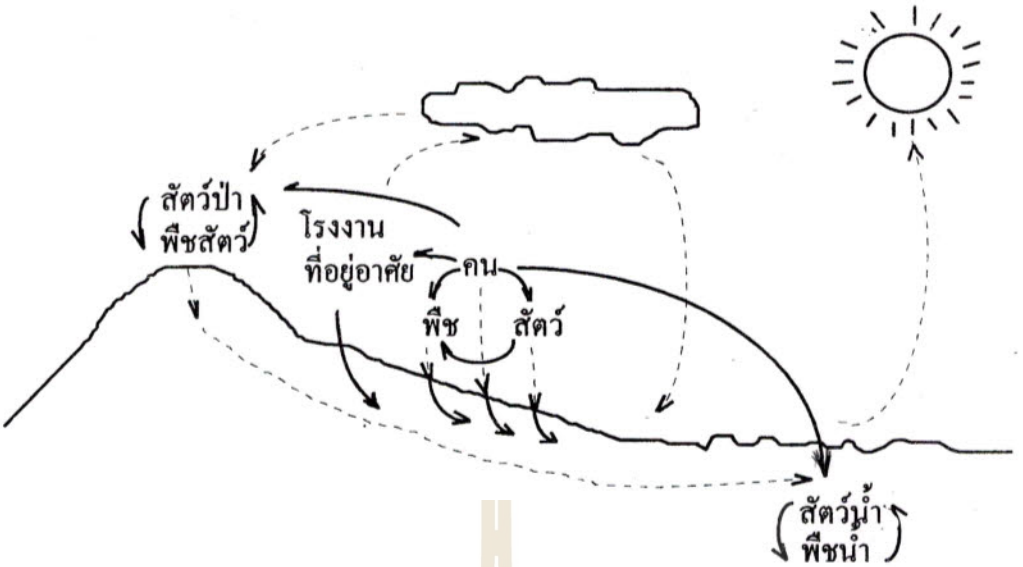
ลูกโซ่อาหารหรือวัฏจักรอาหาร (Food chain) คือวงจรของอาหารในสิ่งมีชีวิต ซึ่งรวมทั้งคน สัตว์ พืช ทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในโลกนี้ โดยสิ่งมีชีวิตดังกล่าวใช้อาหารเลี้ยงชีพหรือดำรงชีวิต แล้วผลิตหรือถ่ายสิ่งที่เป็นประโยชน์ให้เป็นอาหารของผู้อื่น ซึ่งผู้ที่ใช้ประโยชน์จากอาหารนี้ต่อไปจะกลับมาเป็นอาหารแก่คนหรือสัตว์ หรือพืชนั้น ๆ อีก ตัวอย่างเช่น ถ้าจะเริ่มต้น food chain ที่มนุษย์โดยคนจะปลูกพืช หาพืช หรือเลี้ยงสัตว์ หรือล่าสัตว์เป็นอาหาร แล้วถ่ายกากอาหารหรือมูลลงในดิน หรือน้ำ วงจรของอาหารคือ :

หากกากอาหารอยู่ในดิน จุลินทรีย์และสัตว์เซลล์เดียวหรือสัตว์หลายเซลล์เช่น แมลงหรือสัตว์เลื้อยคลาน ก็จะใช้ประโยชน์อาหารและจะย่อยกากอาหารเหล่านี้ให้กลายเป็นปุ๋ยในดิน ซึ่งจะมีสัตว์บางชนิดมีชีวิตอยู่โดยอาศัยปุ๋ยหรือธาตุอาหารจากปุ๋ยเหล่านี้ เช่น ไส้เดือนดิน หรือแมลง ฯลฯ ซึ่งไส้เดือนและแมลงก็จะเป็นอาหารแก่นก นกก็จะเป็นอาหารสัตว์ป่าชนิดอื่น ๆ หรือกลับมาเป็นอาหารของคนอีกเป็นต้น หรือในกรณีที่ปุ๋ยเป็นธาตุอาหารแก่พืช เช่น ต้นไม้ดูดไปเลี้ยงลำต้น ใบ ดอก และผล สัตว์หรือมนุษย์ก็จะกินพืชเหล่านี้อีก เป็นต้น

หากกากอาหารอยู่ในน้ำ ก็จะเป็นอาหารหรืออินทรีย์วัตถุในน้ำให้แก่สัตว์และพืชน้ำ (Zooplankton และ Phytoplankton) ทั้งขนาดเล็กและใหญ่ สิ่งมีชีวิตในน้ำเหล่านี้จะเป็นอาหารของสัตว์น้ำขนาดใหญ่ขึ้นไปอีก และคนหรือสัตว์ก็จะจับสิ่งมีชีวิตในน้ำเหล่านี้มาเป็นอาหารต่อไปเป็นทอด ๆ กัน เช่น นกกินปลา คนกินนก หรือปลา ฯลฯ เป็นต้น

วัฏจักรของอาหารหรือลูกโซ่อาหารนี้ จะมีผลต่อเนื่องกัน ถ้าสารเคมีปราบศัตรูพืช ถูกใช้ในปริมาณมากหรือไม่ระมัดระวัง สารเหล่านั้นก็จะตกค้างอยู่ในดิน น้ำ ซึ่งจะถูกพืชดูดขึ้นไปอยู่ในส่วนของลำต้น หรือสัตว์ที่อยู่ในดินก็จะปนเปื้อนด้วยสารพิษ ในประมาณปี ค.ศ.1960-70 ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า DDT เป็นต้นเหตุของการสูญพันธุ์ของนกและสัตว์ป่ามากมาย รวมทั้งทำให้มีผู้ป่วยมากขึ้น เนื่องจากเข้าไปยังวัฏจักรอาหาร (food chain) โดยมีหนังสือเขียนขึ้นโดย Carson ชื่อว่า The Silent Spring ในปี 1962 ทำให้ประชาชนลุกขึ้นต่อต้านสารพิษในสิ่งแวดล้อมและเป็นมูลเหตุให้มีการสั่งห้ามผลิตสารเคมี DDT โดยเด็ดขาด วัฏจักรของอาหารอาจแสดงเป็นภาพไดอาแกรมใน **ภาพที่ 1.3**

นอกจากสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและลูกโซ่อาหารดังกล่าวในตอนต้นแล้ว ตัวของแมลงเองยังให้ผลกระทบโดยตรงกับลูกโซ่อาหารในเรื่องของการกิน (Eating behavior) และความเป็นอยู่ของแมลง ซึ่งอธิบายไว้ในบทที่ 3

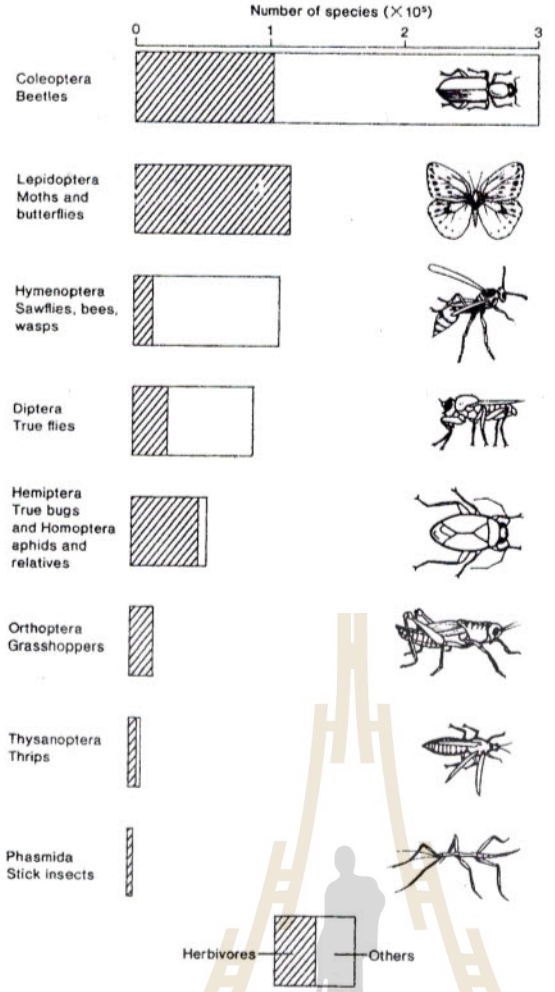


ภาพที่ 1.3 แสดงความสัมพันธ์ของวัฏจักรของอาหารและสิ่งมีชีวิต

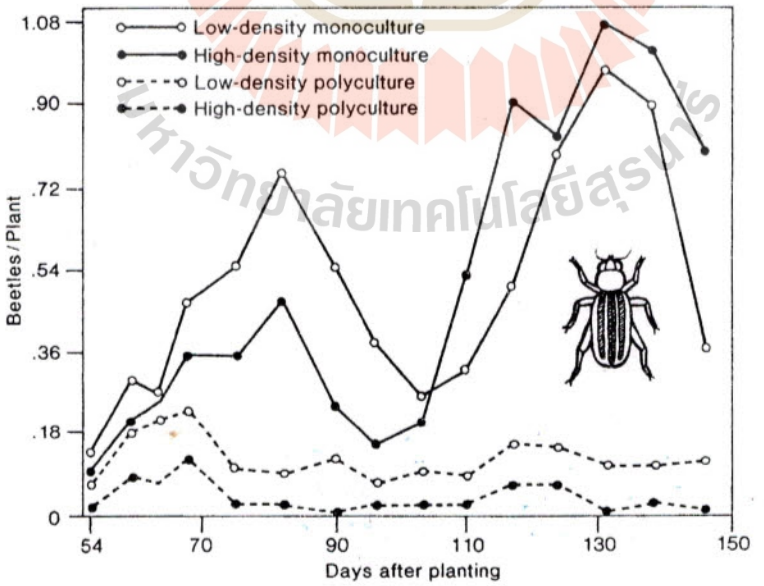
4. บทบาทของแมลงในระบบนิเวศน์ (Insect Roles in Ecology)

4.1 บทบาทของแมลงและพืชอาหาร

แมลงเป็นสัตว์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมและมีปริมาณของชนิดมากถึง 30,000,000 ชนิด และส่วนใหญ่จะอยู่ร่วมกับพืชมากที่สุด โดยมีอุปนิสัยกินพืช (phytophagous หรือ herbivores) อาศัยพืชเป็นอาณาเขตการอยู่อาศัย, อาศัยพืชเป็นแหล่งกำบังอันตราย การผสมพันธุ์ **ภาพที่ 1.4** ประชากรของแมลงผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมอันได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดของชนิดรวมทั้งปัจจัยอาหาร มีรายงานว่าจำนวนของแมลงขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของโครงสร้างของพืช (structural complexity of host plants) เช่น ด้วงเต่าแตงลายแถบ (striped cucumber beettles, *Acalymma vittata)* จะมีจำนวนประชากรแตกต่างกันมากเมื่อมีการเปลี่ยนโครงสร้างของพืชที่ปลูกคือ ปลูกพืชชนิดเดียวกันคือเฉพาะแตงกวา (*Cucumis sativus)* อย่างเดียวไม่หนาแน่น (low density monoculture) ปลูกพืชชนิดเดียวกันคือแตงกวาแต่หนาแน่น (high density monoculture) ปลูกพืชหลายชนิดคือแตงกวาสลับกับข้าวโพด *(Zea mays)* และบรอกโคลี่ *(Brassica oleracea)* โดยปลูกไม่หนาแน่น(low density polyculture) และปลูกพืชหลายชนิดดังกล่าวโดยปลูกสลับกันอย่างหนาแน่น (high density polyculture) พบว่าปริมาณของด้วงเต่าแตงแถบลายจะมีปริมาณต่างกันเห็นชัดเจนตลอดฤดูปลูก (Bach 1980) **(ภาพที่ 1.5)**

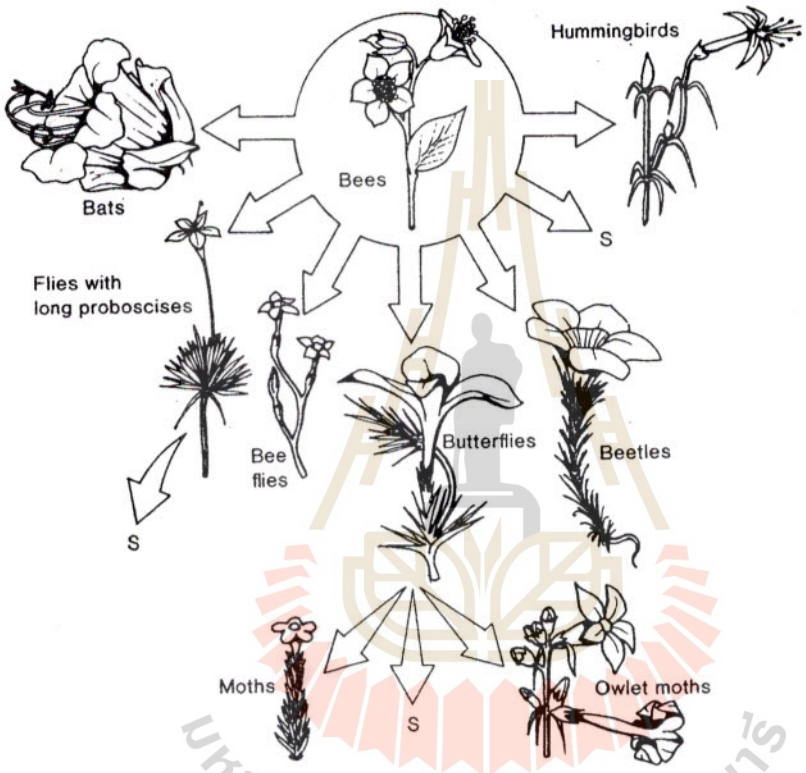


ภาพที่ 1.4 แสดงจำนวนชนิดของแมลงในแต่ละ Order ที่มีอุปนิสัยกินพืช (Weis and Berenbaum 1989)



ภาพที่ 1.5 จำนวนประชากรโดยเฉลี่ยของด้วงเต่าแตงลายแถบ *Acalymma vittata* ในพื้นที่ปลูกที่มีลักษณะโครงสร้างของพืชต่างกัน (Bach 1980)

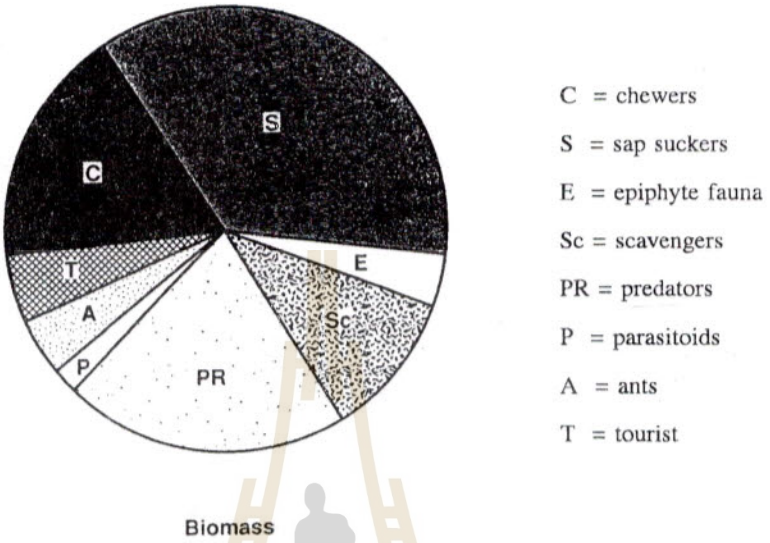
ในการอยู่ร่วมกันของแมลงและพืชนี้ แมลงมีส่วนเกื้อกูลให้ประโยชน์แก่พืชในเรื่องต่อไปนี้คือ ก่อให้เกิดการเจริญพันธุ์ การขยายพันธุ์พืช ซึ่งหมายถึงการผสมเกสรก่อให้เกิดผลิตผลทางการเกษตร รวมทั้งการกระจายของเมล็ดพันธุ์หรือเกสรเป็นผลให้เกิดการอนุรักษ์พันธุ์พืช อนุรักษ์และพัฒนาโครงสร้างป่าไม้อันเป็นต้นน้ำลำธารเพื่อเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์จำนวนมาก พืชบางชนิดได้ปรับตัวเองเพื่อให้มีลักษณะดอกเหมาะสมแก่การผสมพันธุ์โดยแมลงหรือสัตว์ต่างชนิดกัน (Grant and Grant 1965) (**ภาพที่ 1.6**) สำหรับผึ้งนั้นพบว่า มีในโลกนี้ประมาณ 30,000 ชนิด ที่ใช้น้ำหวานหรือน้ำต้อยในดอกไม้ และช่วยในการผสมเกสรดอกไม้ (พงศ์เทพ 2534)



ภาพที่ 1.6 แสดงลักษณะของดอกไม้ในตระกูล Phlox (Polemoniaceae) ซึ่งมีลักษณะต่างกันเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของแมลงและสัตว์ที่จะมาผสมเกสร (Grant and Grant 1965)

4.2 บทบาทของแมลงที่ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุในดิน

มีขบวนการย่อยสลายพืชสดซากพืช สัตว์ มูลสัตว์ รวมทั้งมูลของแมลงและซากของแมลงลงสู่ดิน เรียกว่า biomass ก่อให้เกิดความสมดุลย์ของแร่ธาตุในดิน มีรายงานวิจัยการประมวลค่าของ biomass ของพืชที่เกิดจากแมลงในประเทศอังกฤษ และทวีปอัฟริกา สรุปได้ในรูปของกราฟโดยแยกตามประเภทของอุปนิสัยการกินของแมลงได้ดังภาพ 1.7

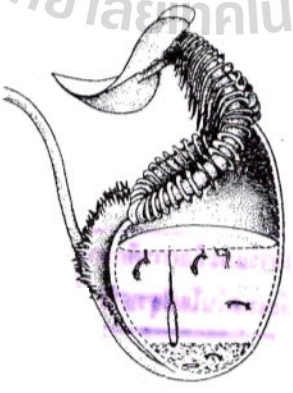


ภาพที่ 1.7 แสดงถึงชีวมวล (biomass) ที่เกิดจากแมลง

(Romoser and Stoffolano 1994)

4.3 เป็นอาหารของสัตว์และพืชที่กินแมลง (insectivorus animals and plants)

แมลงเป็นอาหาร ทำให้สัตว์ที่กินแมลงมีชีวิตรอด ขยายพันธุ์ได้ และไม่สูญพันธุ์ เช่น พวกนก สัตว์เลื้อยคลาน ปลา รวมทั้งพืชอีกหลายชนิด พืชที่พบในประเทศไทยที่กินหรือมีน้ำย่อยแมลงเป็นอาหารคือต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง (*Nepenthes* sp.) (ภาพที่ 1.8) ซึ่งจะงอกอยู่ตามป่าร้อนชื้น



ภาพที่ 1.8 ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง *Nepenthus* sp. เป็นพืชในตระกูล Nepentaceae มีน้ำย่อยแมลงที่ตกลงไปเป็นอาหาร

5. แมลงและสังคมมนุษย์ (Insect and Human Society)

นอกจากแมลงมีความสำคัญเกี่ยวกับสังคมมนุษย์ในลักษณะของการแย่งพืชอาหารจากมนุษย์และลักษณะทางเศรษฐกิจในเรื่องของการลงทุนแล้ว แมลงมีความสำคัญในทางการแพทย์หรือเรื่องสุขภาพและอนามัย ซึ่งนอกจากจะเกี่ยวข้องในเรื่องผลกระทบของสารเคมีกำจัดแมลงในสิ่งแวดล้อมที่เข้าในในระบบลูกโซ่อาหารดังอธิบายในข้อ 3 แล้ว แมลงยังสามารถก่อให้เกิดความรำคาญ และเป็นโทษแก่สุขภาพของมนุษย์และสัตว์ เช่น ยุง แมลงวัน เหลือบ แมลงสาบ ฯลฯ เป็นพาหะที่สำคัญของโรคที่ร้ายแรงของมนุษย์และสัตว์เช่น โรคไข้เลือดออก (haemorhagic fever) นำโดยยุงพาหะคือยุงลาย *Aedes aegypti* หมัดหนูโรคกาฬโรคที่เรียกว่า bubonic plaque ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียชื่อ *Yersinia pestis* ยุงก้นปล่อง *Anopheles spp.* นำโรคมาลาเรียซึ่งเกิดจากเชื้อ *Plasmodium spp.* มวน Reduviidae นำเชื้อ *Trypanosoma cruzi* และแมลงวัน tsetse flies เป็นพาหะนำโรคเหงาหลับ (African sleeping sickness) เป็นต้น (Burgess 1990) นอกจากนี้ยังพบยุงชนิด *Culex spp.* นำโรคไวรัสในสมองที่เรียกว่า Japanese encephalitis ซึ่งพบมากที่เชียงใหม่และหุบเขาทางตอนเหนือของประเทศไทย (Rojnasuphot *et.al.* 1992)

ในเรื่องของความเป็นประโยชน์ของแมลงโดยตรงต่อสังคมมนุษย์คือ ตัวแมลงและผลิตภัณฑ์จากแมลง สามารถใช้เป็นอาหารมนุษย์ เช่น ดักแด้ไหม แมลงดานา ตั๊กแตน แมลงเม่า ฯลฯ และน้ำผึ้ง สำหรับผึ้งนั้นเป็นอาหารที่มีผู้นิยมและรู้จักกันดีมาเกินกว่า 9,000 ปี มาแล้ว (พงศ์เทพ 2534) และพบว่าสุราทำจากน้ำผึ้งหมักเป็นสุราที่นิยมดื่มในยุคโบราณมีชื่อว่า "mead" ซึ่งมีรากศัพท์ภาษาลาตินตรงกับคำว่า การแพทย์ (medical) มีการทำสุราน้ำผึ้งหมักนี้เป็นครั้งแรกก่อนที่มนุษย์จะเรียนรู้การหมักพืชเพื่อทำสุรา ประมาณว่าน้ำผึ้งที่ผลิตเป็นอาหารเลี้ยงประชากรโลก ในปี 2515 มีสูงถึง 850,569 ตัน ใช้ในการทำอาหารหลากหลายมากชนิด (Rosomer and Stoffolano 1994) นอกจากน้ำผึ้งแล้วผลิตภัณฑ์ผึ้งคือ ไขผึ้ง (bee wax) มีประโยชน์ในการทำเทียนไข การแพทย์ อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เภสัชกรรม ฯลฯ นอกจากนี้ในประเทศสหรัฐอเมริกามีธุรกิจเฉพาะการผสมเกสรโดยใช้ผึ้งมีมูลค่าถึงปีละ 1.6-5.7 พันล้านเหรียญ

มีแมลงประมาณ 500 species ใน 260 สกุล หรือ 70 วงศ์ ที่เป็นอาหารโปรตีนของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย อัฟริกา ออสเตรเลีย และประเทศลาตินอเมริกา (Gullan and Cranston 1992) จากการศึกษาสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลังจำนวน 148 ชนิดที่ใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งโปรตีนของประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทยคือ จังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ยโสธร และอำนาจเจริญ พบว่าประชาชนบริโภคแมลงเป็นอาหารถึง 23.12% คิดเป็นอันดับสองรองจากปลาน้ำจืด ซึ่งประชาชนนิยมบริโภคสูงสุด 46.92% (สมร 2538) ในกลุ่มแมลงนี้มีแมลงบางชนิดที่เป็นที่นิยมทั่วทุกภาคของประเทศไทย เช่น แมลงดานา (*Lethocerus indicus*) (วรากร 2518) นอกจากนั้นแมลงห้ำและแมลงเบียนที่เป็นศัตรูที่

สำคัญของศัตรูพืช มีบทบาทในการควบคุมศัตรูพืชในธรรมชาติ มีแมลงที่เป็นประโยชน์ช่วยทำลายวัชพืชหลายชนิดและนำมาใช้ควบคุมวัชพืชในโครงการควบคุมศัตรูพืช โดยชีววิธี เช่น ด้วงงวงผักตบชวา *Neochetina eichorniae* ควบคุมผักตบชวา, ด้วงหมัด *Agasicles hygrophila*, ผีเสื้อ *Vogtia nalloi* และเพลี้ยไฟ *Amynothrips andersoni* ควบคุมผักเป็ด เป็นต้น (Napompeth 1982)

แมลงที่มีผลิตภัณฑ์ใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มและเครื่องประดับได้แก่ ไหม (*Bombyx mori*) ซึ่งปัจจุบันนี้ไทยเรามีสินค้าที่เป็นผลิตภัณฑ์ไหมที่ทำรายได้สูงให้แก่ประเทศไทย และเป็นสัญญลักษณ์ที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวจากทั่วโลกให้รู้จักประเทศไทย นอกจากนี้โครงการศิลปาชีพของสมเด็จพระบรมราชินีนารถ ได้ใช้แมลงทับชนิดต่าง ๆ ที่มีสีสรรสวยงามมาขลิบหรือหุ้มทอง ทำเป็นเข็มกลัด ซึ่งเป็นเครื่องประดับที่นิยมในหมู่สุภาพสตรีอีกด้วย ครั่งซึ่งได้จากแมลงครั่ง (lac insect) คือ *Kerria lacca* หรือ *Dactylopius coccus* นำไปทำแชล็ค (shellac) สาร chitin ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผิวหนังของแมลงสามารถนำไปใช้ทางการแพทย์คือเป็นสารทำให้โปรตีนไม่ตกตะกอนใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของมนุษย์ ช่วยทำให้แผลหายเร็วขึ้น และลดปริมาณ cholesterol ในเลือด ฯลฯ นอกจากนั้นปัจจุบันนี้แมลงหวี่ (*Drosophila melanogaster*) ใช้ในการศึกษาเรื่องพันธุศาสตร์ นอกจากนั้นแมลงยังถูกใช้เป็นตัวบ่งบอก (indicator) ถึงความหลากหลาย (biodiversity) และการศึกษาถึงภูมิประเทศของโลกอีกด้วย

บทที่ 2 วิวัฒนาการของแมลง

Chapter 2 Evolution to Insects

2 วิวัฒนาการของแมลง
Evolution of Insects

ตามประวัติศาสตร์การศึกษาเรื่องซากสัตว์ที่เป็นหิน (fossil) พบว่ามีสัตว์ 6 ขา ตั้งแต่ยุค Devonian (380 ล้านปีมาแล้ว) ซากของบรรพบุรุษแมลงในอันดับ Collembola (แมลงหางดีด) พบในยุค Carboniferous (300 ล้านปีมาแล้ว) และพบกลุ่มของสัตว์ที่เป็นบรรพบุรุษของแมลงอันดับ Odonata (แมลงปอ) แต่ไม่ใช่แมลงปอเป็นพวก Meganisoptera (เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Protodonata) ซึ่งมีความแตกต่างในเรื่องในเรื่องของขนาดและชนิด (มีประมาณ 20 genera ใน 21 วงศ์) บางชนิดอาจมีขนาดปีกใหญ่ถึง 56 ซม. บรรพบุรุษแมลงในกลุ่มนี้มีปากแบบกัดกินและมีส่วนของปากบนขยายใหญ่มาก ต่อมาในยุค Permian (270 - 225 ล้านปีมาแล้ว) ปรากฏซากของแมลงโบราณที่ไม่มีปีก (Apterygota) คืออันดับ Collembola, Protura, Zoraptera และ Thysanura และเนื่องจากในยุคนี้มีซากพืชชนิดที่มีท่อน้ำและท่ออาหาร จึงปรากฏการพัฒนาการของปากเพื่อดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนท่อน้ำท่ออาหารของพืช ซึ่งอาจเป็นบรรพบุรุษของกลุ่มแมลงในอันดับ Homoptera (เพลี้ยจักจั่น และเพลี้ยอ่อนต่าง ๆ) มีการค้นพบว่าชนิดของบรรพบุรุษแมลงเพิ่มขึ้นตามจำนวนของพืช พวก Angiosperm (flowering plant)

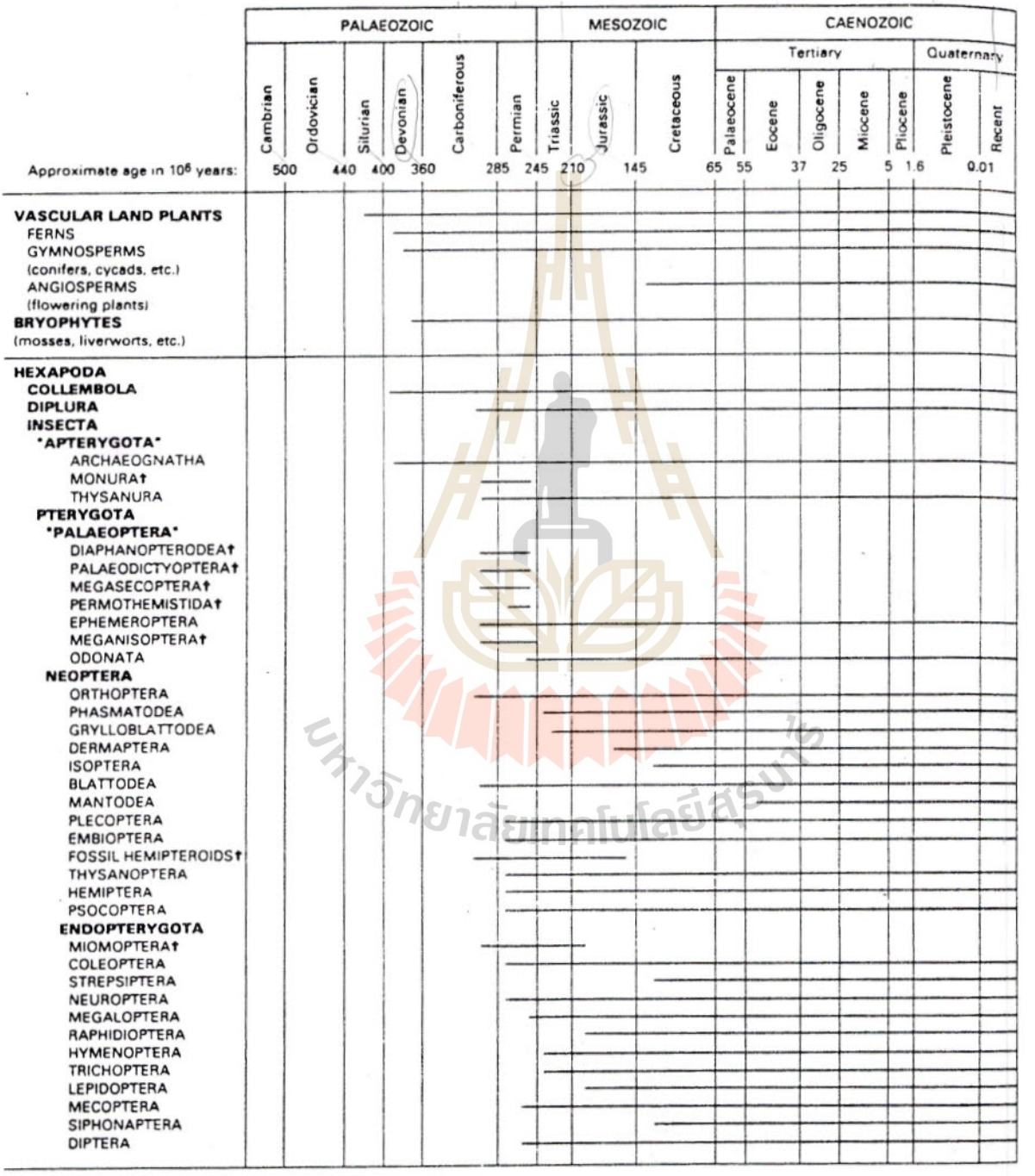
ต่อมาในยุค Jurassic และ Cretaceous (210-65 ล้านปี) จะเริ่มปรากฏซากของบรรพบุรุษของแมลง พบเก็บในยางของพืชเป็นกลุ่มที่เริ่มมีปีกคือกลุ่มมีปีกแบบโบราณ (Palaeoptera) และกลุ่มที่มีปีกพัฒนา (Neoptera) ซึ่งมีรูปร่างลักษณะใกล้เคียงกับแมลงที่เห็นอยู่ในปัจจุบันนี้ ทั้ง Palaeoptera และ Neoptera นี้ เป็นพวกบรรพบุรุษของแมลงที่เห็นอยู่ในปัจจุบันนี้ และเป็นพวกบรรพบุรุษของแมลงที่สร้างปีกจากเนื้อเยื่อ ภายนอก (Exoderm) ซึ่งได้แก่แมลงในอันดับ Isopter (ปลวก) , Hemiptera (มวน) , Thysanoptera (เพลี้ยไฟ) ฯลฯ ส่วนบรรพบุรุษของแมลงที่สร้างปีกจากเนื้อเยื่อภายใน (Endoderm) นั้นพบในยุค Cretaceous (145-65 ล้านปี) ซึ่งแมลงอยู่ในกลุ่มนี้คือแมลงที่มีวิวัฒนาการสูง ได้แก่ อันดับ Diptera (แมลงวัน), Lepidoptera (ผีเสื้อ), Hymenoptera (ต่อ แตน) และ Coleoptera (ด้วง) ฯลฯ วิวัฒนาการของแมลงในยุคต่าง ๆ มีรายละเอียดใน **(ภาพที่ 2.1)**

นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีที่กล่าวถึงต้นกำเนิดของแมลงคือ แมลงมาจากสัตว์น้ำหรือสัตว์บก ซึ่งถ้าจะอ้างอิงถึงทฤษฎีการเกิดปีกนั้น มีอยู่ 2 ทฤษฎีที่น่าจะนำมาพิจารณาคือ

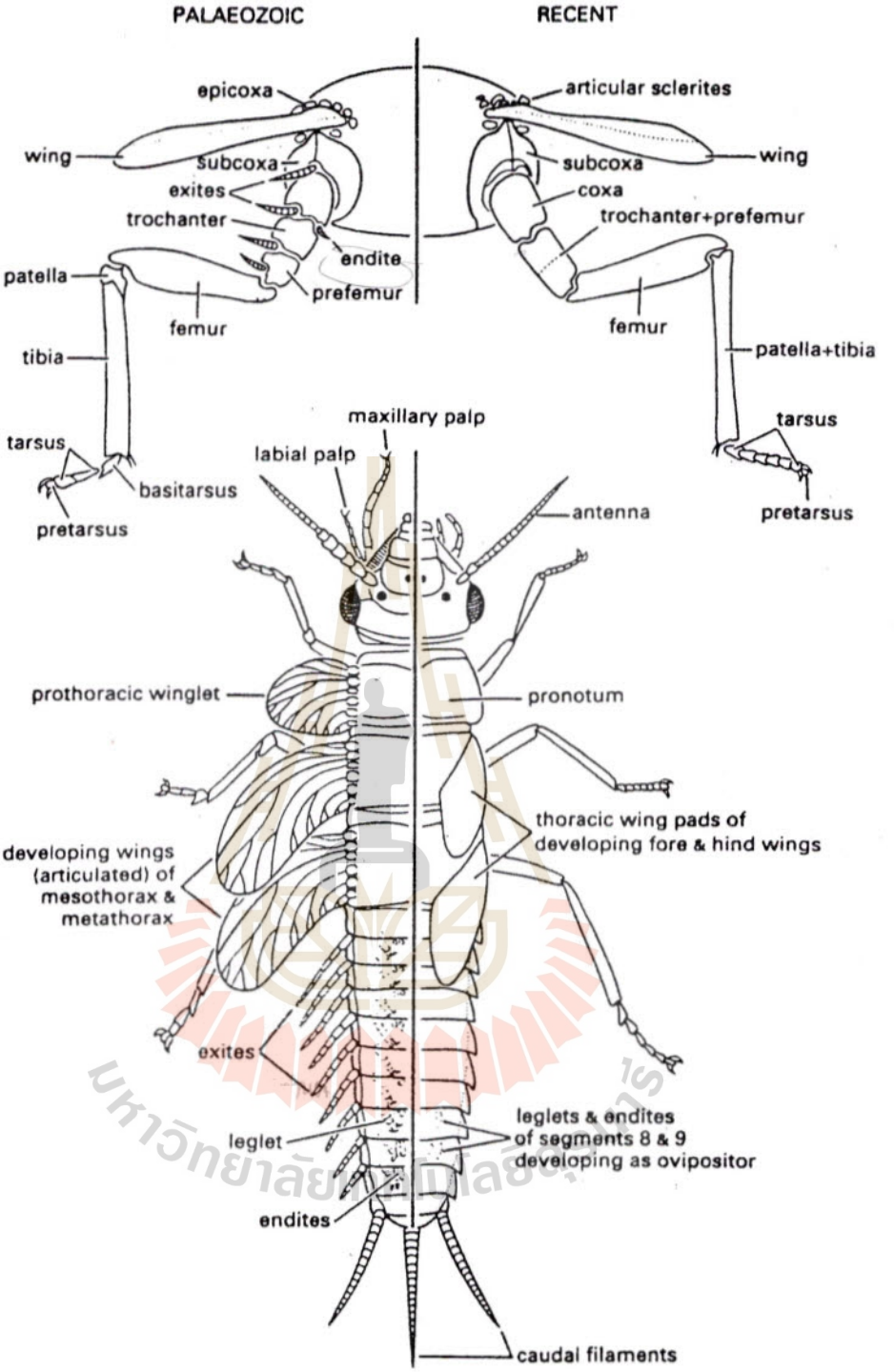
1. **Paranotal Theory** (Exite - endite theory) เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าแมลงถือกำเนิดมาจากสัตว์บก และปีกเจริญมาจากส่วนของอกที่ยื่นออกมาเรียก paranotum และคิดว่าก่อนการเกิดปีก

(protowing) นั้นมีการรวมตัวของอวัยวะที่ใช้เคลื่อนไหว เช่น ส่วนที่ติดกับลำตัว (endite) และส่วนที่อยู่ห่างลำตัว (exite) เข้าด้วยกันเป็นส่วนที่ใช้เคลื่อนไหวทางด้านข้างลำตัว **(ภาพที่ 2.2)**

2. Tracheal Gill Theory เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าแมลงมีกำเนิดมาจากสัตว์น้ำ ซึ่งจะเห็นจากแมลงโบราณที่อยู่ในน้ำ เช่น ชีปะขาว, ตัวอ่อนของแมลงปอ ฯลฯ และคิดว่า เหงือก นอกจากจะมีส่วนในการเก็บอากาศไว้หายใจแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการเคลื่อนไหวด้วย ซึ่งปัจจุบันปีกก็ยังทำหน้าที่ทั้ง 2 หน้าที่นี้อยู่

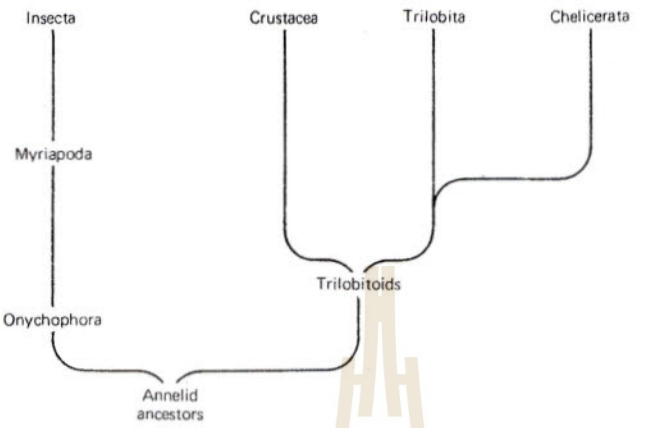


ภาพที่ 2.1 แสดงวิวัฒนาการของแมลงในยุคต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)

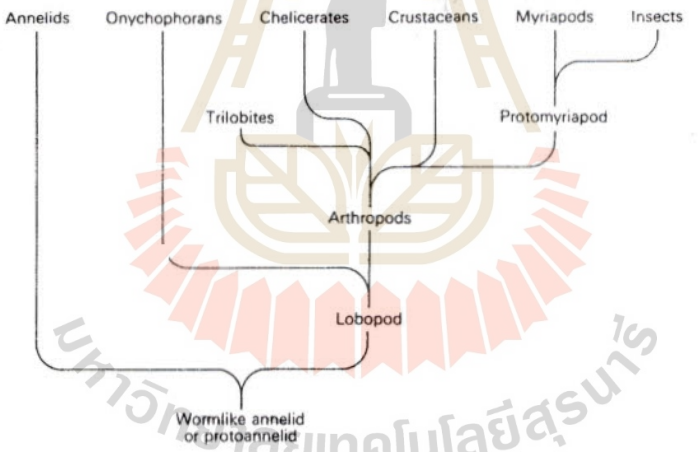


ภาพที่ 2.2 แสดงถึงทฤษฎีของ Paranotal theory ที่เชื่อว่าแมลงถือกำเนิดมาจากสัตว์บก (Gullan and Cranston 1994)

อย่างไรก็ตามทั้ง 2 ทฤษฎีนี้ยังไม่มีข้อยุติว่าแมลงถือกำเนิดมาจากสัตว์บกหรือสัตว์น้ำซึ่งทั้งกลุ่มสัตว์น้ำและสัตว์บกเหล่านี้นักกีฏวิทยาทุกคนเชื่อว่ามาจากบรรพบุรุษที่มีลักษณะคล้ายไส้เดือนดิน (กลุ่ม Protoannelid หรือที่เรียกว่า Annelid ancestor) ดังรูปของ Phylogeny ภาพที่ 2.3 (Ross 1965, Snodgrass 1952 และ Tiegs and Manton 1958)



(a) Snodgrass 1952



(b) Tiegs and Manton 1958

ภาพที่ 2.3 ทฤษฎี Phylogeny ของสัตว์บรรพบุรุษแมลง

ตัวอย่างกลุ่มสัตว์กลุ่มเดียวกับแมลงที่ปรากฏใน Phylogeny ในภาพที่ 2.3 ได้แสดงไว้ให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นในภาพที่ 2.4 ดังนี้คือ

Annelids คือกลุ่มไส้เดือนดิน (มีรายละเอียดในภาพ 2.5)

Trilobite a : ได้แก่ *Trithrus becki* ซึ่งสูญพันธุ์ไปแล้ว

Onychophora b : *Peripatus*

Chelicerates ได้แก่กลุ่มที่มีฟันตัดอยู่ใน Subphylum Chelicerata ได้แก่

c : ไร, เห็บ (mite, tick : Arachnida : Acari)

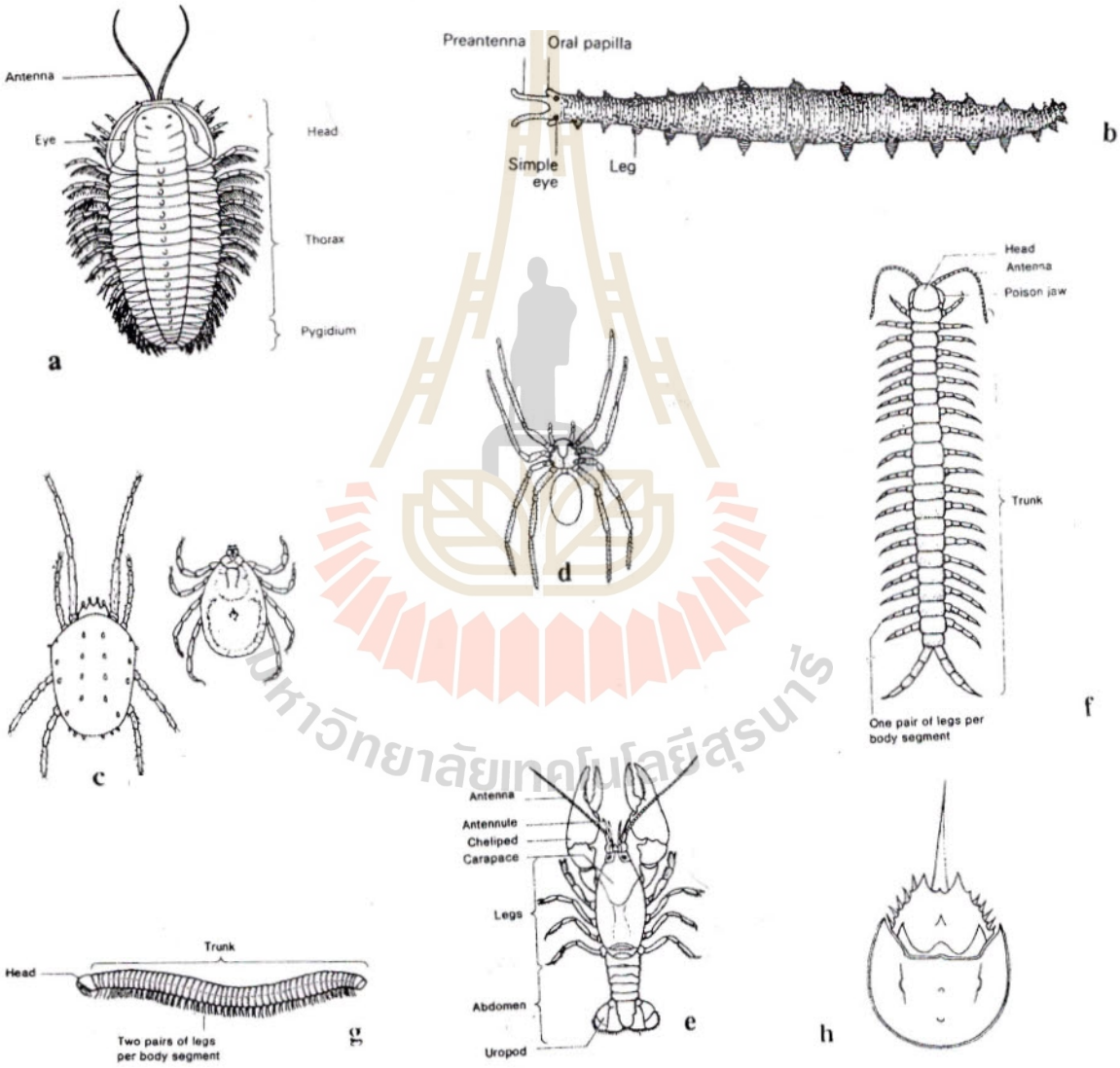
d : แมงมุม (spider : Arachnida : Araneida)

e : กุ้ง (prawn,lobster, crayfish : Crustacea)

f : ตะขาบ (centipede : Chilopoda)

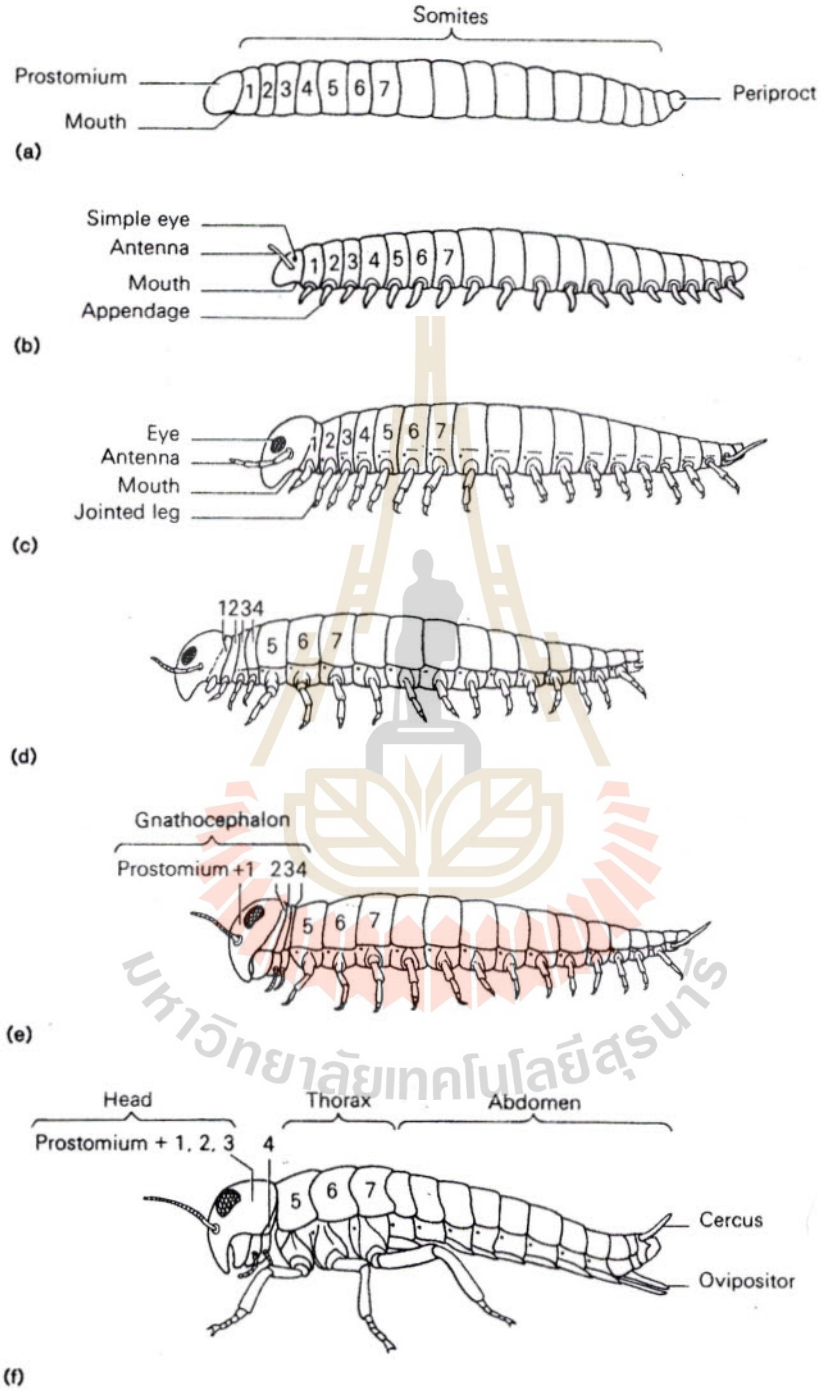
g : กิ้งกือ (millipede : Diploda)

h : แมงดาทะเล (horsseshoe : Xiphosura)



ภาพที่ 2.4 **สัตว์ในกลุ่มเดียวกับแมลง** (ภาพจาก U.S. Public Health Service แสดงไว้ใน Romoser and Staffolano 1944)

ปัจจุบันนี้นักสัตววิทยาจัดแมลงอยู่ใน Phyllum Arthropoda (ภาษากรีก Arthro = joint และ poda = leg) หรือบางครั้งแยกออกมาเป็น Hexapods (Hexa = six และ poda = leg) และมีความสัมพันธ์ในเรื่องของรูปร่างและวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษของไส้เดือนดิน **(ภาพที่ 2.5)** (Ross 1965)



ภาพที่ 2.5 แสดงวิวัฒนาการของแมลงจากบรรพบุรุษที่เป็นไส้เดือนดิน (Ross 1965)

บทที่ 3 ชีวิตและความเป็นอยู่ของแมลง

Chapter 3 Insects Life

3 ชีวิตและความเป็นอยู่ของแมลง

Insect Life

แมลงมีชีวิตและความเป็นอยู่แตกต่างไปจากสัตว์ทั่วไปหลายประการดังจะแยกอธิบายเป็นหัวข้อเรื่องได้ดังนี้ คือ

1. การกิน (Eating Behavior)
2. ที่อยู่ของแมลง (Habitat)
3. การเจริญเติบโต (Metamorphosis)
4. การเคลื่อนไหว (Insect Movement)
5. การรับสัมผัส (Sense Reception)
6. การทำเสียง (Sound Production)
7. การดึงดูดเพศตรงข้าม (Sex Attraction)
8. การผสมพันธุ์ (Mating)
9. การป้องกันตัว (Self Defense)
10. การอยู่อย่างแมลงสังคม (Social Insect)

1. การกิน (Eating Behavior)

เนื่องจากแมลงมีความหลากหลาย (diversity) ในเรื่องของชีวมวล (biomass) คือเกี่ยวข้องทั้งชนิดและจำนวน เราสามารถแบ่งแมลงตามเวลาของการกินอาหารเป็น 2 ประเภทคือ พวกหากินกลางวัน (diurnal) และหากินกลางคืน (nocturnal) ซึ่งแบ่งย่อยต่อไปตามประเภทอาหารที่กินคือ

1.1 Detritivory หรือ detritiverous insects คือกลุ่มของแมลงที่กินซากสัตว์และซากพืชหรือมูลสัตว์เป็นอาหาร ได้แก่ พวกอันดับ Diptera (แมลงวัน) เช่น วงศ์ Muscidae (แมลงวันบ้าน) และวงศ์ Caliphoridae (แมลงวันหัวเขียว) วงศ์ Drosophilidae (แมลงหวี่) และพวกอันดับ Coleoptera (ด้วง) เช่น วงศ์ Dermestidae (ด้วงขนสัตว์ มอดขนสัตว์) Staphylinidae (ด้วงก้นกระดก) และวงศ์ Cleridae เป็นต้น

1.2 Saprophagy หรือ Saprophagous insects คือกลุ่มของแมลงที่กินซากพืชเป็นอาหาร มักจะพบอยู่ตามป่า กินซากพืช ซากไม้ หรือไม้ที่ผุพังรวมทั้ง ใบไม้, ผลไม้, ดอกไม้ที่ทับถมลงบนพื้นดิน แมลงกลุ่มนี้จะทำงานร่วมกันกับบักเตรีและโปรโตซัว คือแมลงจะกินเศษพืชเหล่านี้และย่อยให้เศษพืชให้เล็กลง แล้วบักเตรี และโปรโตซัวก็จะย่อยเศษที่ย่อยแล้วต่อจากแมลง แมลงในกลุ่มนี้มีจำนวนมาก ได้แก่ พวกด้วง(อันดับ Coleoptera) พวกแมลงสามง่าม(อันดับ Thysanura) พวกแมลงหางดีด

(อันดับ Collembola) พวกปลวก(อันดับ Isoptera) พวกตั๊กแตน และแมลงกระชอน (อันดับ Orthoptera) ซึ่งมีวิวัฒนาการของขาคือขาหน้าขยายใหญ่เพื่อขุดคุ้ยหาอาหารในดิน

แมลงในข้อ 1.1 และ 1.2 มักจะเป็นแมลงที่อยู่บนดินหรือในดินและมักจะไม่บินหรือบินได้ไม่ไกล การกินของแมลงกลุ่มนี้มีมากมายพบอยู่ที่พื้นดินในป่าไม้ บางครั้งมีศัพท์เรียกว่า **Scavengers** ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์และมีค่าสำหรับการเพิ่ม humus ในดิน มีผลถึงการเจริญของพันธุ์ไม้เป็นการสร้างป่าไม้และมีผลถึงการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร บางครั้งแมลงพวกนี้จะปรับตัวตามความลึกที่อยู่ใต้ผิวดิน ทำให้มีความแตกต่างและวิวัฒนาการในเรื่องของรูปร่างลักษณะ เช่น พวกแมลงหางดีด (อันดับ Collembola) สกุล *Onychurus* ที่กินซากพืชอยู่ระดับลึกที่สุดของดิน ไม่มีตาสำหรับมองดู มีลำตัวขาวซีดและขาหดสั้นเพราะไม่ได้เคลื่อนไหวมาก รวมทั้งไม่มีหางสำหรับดีดหรือกระโดดไกลที่เรียกว่า furcula ส่วนสกุล *Hypogastrura* ซึ่งอาศัยอยู่ระดับลึกปานกลางมีตารับแสง มีขาสั้นและมี furcula ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของลำตัว และสกุล *Orchesella* ซึ่งอาศัยอยู่บนผิวดินคอยกินซากพืชผิวดิน นั้นจะมีตารับแสง ตามองภาพ มีขายาวและมีอวัยวะที่มีลักษณะเป็นสปริงชื่อ furcula สำหรับกระโดดขนาดยาวเท่าลำตัวหรือยาวกว่าครึ่งหนึ่งของลำตัว เป็นต้น

1.3 Xylophagy หรือ Xyophagous insects คือกลุ่มแมลงที่กินผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บเป็นอาหาร พวกนี้เป็นอันตรายต่อเศรษฐกิจต่อการเก็บผลผลิตทางการเกษตรในยุ้งฉาง ตลอดจนอาหารแป้งชนิดต่างๆ และเมล็ดพันธุ์พืช แมลงในกลุ่มนี้มีพวกด้วง (อันดับ Coleoptera) เช่น มอดข้าวเปลือก *(Rhyzoperta dominica)* มอดข้าวสารหรือด้วงงวงข้าว *(Sitophilus oryzae)* มอดแป้ง *(Tribolium castaneum)* พวกผีเสื้อ (อันดับ Lepidoptera) เช่น ผีเสื้อข้าวเปลือก *(Sitotroga cereallela)* ผีเสื้อข้าวสาร *(Corcyra cephalonica)* เป็นต้น แมลงพวกนี้จะกินเมล็ดพันธุ์ให้เสียหาย และย่อยแป้งเป็นอาหาร ถ่ายมูลทำให้สกปรกและมีกลิ่นเหม็น และเกิดการบูดเน่า

1.4 Fungivory (Microphages) หรือ Fungivorous insects คือกลุ่มแมลงที่กินเห็ด เชื้อราและยีสต์ เป็นอาหาร แมลงกลุ่มนี้มีจำนวนน้อยเช่น พวกแมลงหวี่บางชนิด (อันดับ Diptera) ที่มีระยะหนอนกินพวกเห็ดรารวมทั้งยีสต์เพื่อการเจริญเติบโต และที่รู้จักกันดีก็คือมดกัดใบ (Leaf cutting ants หรือ Fungus growing ants) ในสกุล *Atta* และ *Macromyrmex* ซึ่งมีมดงาน (workers) เป็นผู้ปลูกเชื้อเห็ดราชื่อ *Attamyces bromatificus* ไว้ภายในรัง มดงานจะกัดใบพืชและกินน้ำเลี้ยงจากเซลล์พืช เมื่อบดอาหารละเอียดแล้วอาหารจะถูกย่อยโดยน้ำย่อยแล้วถ่ายออกมาเป็นมูลเพื่อเป็นวัสดุปลูกเห็ดในขณะเดียวกันอาหารบดซึ่งเป็นใบไม้เมื่อถูกเคี้ยวส่วนหนึ่งจะถูกคายออกมาปะปนกับวัสดุดังกล่าวด้วย จากนั้นมดงานก็จะนำเอาเชื้อเห็ดมาปลูกและขจัดเห็ดราปลอมปนเพื่อให้ได้เห็ดรา *A. bromatificus* เพียงชนิดเดียว (monoculture) นอกจากนี้มีกลไกการควบคุมการเจริญของเชื้อราชนิดอื่นโดยใช้ pH ซึ่งปรับให้อยู่ในช่วง 4.5 - 5.0 และพวก antibiotics บางชนิดที่มดสร้างขึ้น เห็ดราชนิดนี้อาศัยความมืดและอุณหภูมิภายในรังมดประมาณ 25°C ในการเจริญเติบโตและเชื้อราจะสร้างส่วนของเห็ดราเป็นตุ่มที่มีธาตุอาหารสูงมีชื่อว่า gongylidia มดตัวเต็มวัยก็จะอาศัยกิน gongylidia นี้และขยายพันธุ์ต่อไปโดยใช้

gongylidia และเส้นใยของเห็ดราที่เป็นเศษเหลือจากการกินของมดต่อไป มดชนิดนี้จะสร้างรังไว้ใต้ดิน โดยเฉพาะในป่าดิบและชุ่มชื้น เคยมีรายงานสำรวจว่า มดพวกนี้ใช้ปริมาณดินถึง 40 ตันเพื่อทำรัง

มีการสำรวจพบว่ามดกัดใบนี้ทำลายใบพืชในป่าถึง 80% ของใบพืชที่ถูกทำลายทั้งหมดหรือคิดเป็น 17% ของปริมาณใบพืชที่ผลิตได้ (leaf production)

นอกจากนี้ยังมีปลวก (termites) (อันดับ Isoptera) พวกที่พบในป่าอัฟริกาและแถบแหลมมาลายูชื่อ *Macrotermes natalensis* ซึ่งมักจะสร้างรังอยู่เหนือพื้นดิน ปลวกชนิดนี้สามารถย่อยซากพืช (biomass) ในป่าได้ถึง 25% และอาศัย biomass ถึง 10 กรัม/ตร.ม. ปลวกชนิดนี้จะปลูกเชื้อรา ชื่อ *Termitoces spp.* ซึ่งจะงอกบนโครงสร้างของดินภายในรังที่มีลักษณะเป็นหลืบคล้ายหวี วัสดุปลูกเชื้อรานี้อาศัยส่วนของมูลปลวกที่ย่อยไม่หมดที่ปลวกถ่ายลงบนหลืบดังกล่าว อุณภูมิ 30°C ภายในรังจะทำให้เชื้อราเจริญเติบโตและปลวกกินเชื้อราดังกล่าวเป็นอาหารซึ่ง พบว่าเชื้อรามี Nitrogen สูงถึง 8% เข้าใจว่าปลวกอาศัยเชื้อราที่พบบนไม้ผุพังและเชื้อราที่ปลูกไว้เป็นอาหารในการดำรงชีพ นอกเหนือจากเซลลูโลส จากเนื้อไม้เพียงอย่างเดียว

แมลงในกลุ่มนี้บางชนิดจะทำลายเห็ดทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ เช่น ด้วงเจาะลำต้นและหมวกเห็ด *(Cylodes sp.* วงศ์ Nitidulidae), หนอนผีเสื้อกินเส้นใย, ลำต้นและหมวกเห็ด *(Dasyses rugosella* วงศ์ Tineidae) หนอนแมลงวัน (*Phusiphora sp.* วงศ์ Sciasidae) และแมลงหวี่ดำ *(Scatopse fusipes)* เป็นต้น

1.5 Aquatic feeder คือแมลงกลุ่มที่กินสัตว์และพืชในน้ำเป็นอาหาร แมลงในกลุ่มนี้ เช่น แมลงชีปะขาว (อันดับ Ephemeroptera), แมลงปอ (อันดับ Odonata), แมลงติดหิน (อันดับ Plecoptera) แมลงหนอนปลอกน้ำ (อันดับ Trichoptera) นอกจากนั้นยังมีแมลงบางชนิดในอันดับอื่น เช่น พวกด้วง แมลงวัน มวน (อันดับ Hemiptera) แมลงในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะมีช่วงวัยอ่อนหรือตัวอ่อนอยู่ในน้ำและระยะตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนบก ยกเว้นด้วงชนิด *Helichus* ซึ่งมีตัวอ่อนอยู่บนบกและตัวเต็มวัยอยู่ในน้ำ แมลงพวกนี้ใช้เหงือก (gills) หรืออวัยวะกักตุนออกซิเจนเพื่ออยู่ในน้ำ พวกแมลงติดหินมีเหงือกเป็นกระจุกที่ปลายสุดของท้อง พวกแมลงปออาศัยเหงือกรูปใบไม้อยู่ที่ปลายท้อง พวกแมลงชีปะขาวอาศัยเหงือกอยู่ที่อก พวกยุงอาศัยท่อนำอากาศ พวกด้วงเช่น ด้วงดิ่ง อาศัยการเก็บออกซิเจนไว้เป็นถุงด้านหลังของส่วนท้อง (plastron) อาหารของแมลงในกลุ่มนี้มีทั้งพืช เช่น สาหร่ายและสัตว์ ซึ่งเป็นทั้ง phyto และ zooplankton หรือ พวกไข่ ตัวอ่อนของปู ปลา กุ้ง และหอย แมลงกลุ่มนี้มีจำนวนมากเช่น Trichoptera มีถึง 7,000 ชนิด ในขณะที่ Hemiptera มีถึง 4,000 ชนิด พวก Coleoptera มีอยู่ 5,000 ชนิด และพวกแมลงวันมีถึง 10,000 ชนิด เป็นต้น

1.6 Phytophagy (Herbivory) หรือ phytophagous insects คือกลุ่มแมลงที่กินพืชเป็นอาหาร แมลงพวกนี้มีข้อเสียคือกินพืชเศรษฐกิจเป็นอาหารทำให้เกิดปัญหาเศรษฐกิจ แต่มีข้อดีคือช่วยผสมเกสรพืช กระจายพันธุ์พืชจากท้องถิ่นหนึ่งไปยังท้องถิ่นหนึ่ง หรือที่กินรากพืช ทำให้ดินร่วนซุยโปร่ง เราสามารถแบ่งแมลงกลุ่มนี้ออกตามนิสัยการกินพืชออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแมลงที่เจาะจงกิน

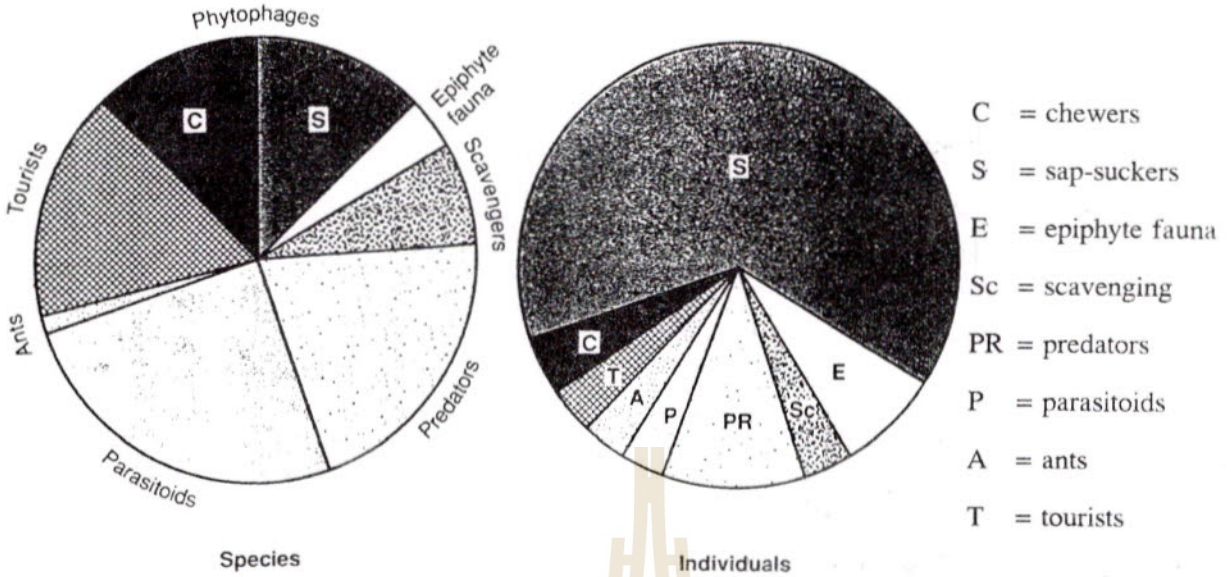
พืชเพียงชนิดเดียวเรียก monophagous กลุ่มแมลงที่กินพืชอาหาร 2-3 ชนิดเรียก oligophagous และกลุ่มแมลงที่กินพืชอาหารหลายชนิด (4-5 ชนิดขึ้นไป) เรียก polyphagous

1.7 Carnivory หรือ Carnivorous insects คือกลุ่มแมลงที่กินสัตว์เป็นอาหาร มักจะเป็นแมลงเป็นประโยชน์ หากกินแมลงศัตรูพืชด้วยกันและเป็นโทษหากกินสัตว์ที่เป็นสัตว์เลี้ยงหรือคนเช่น เหา, เหลือบ และยุง หรืออาหารของมนุษย์ เช่น เนื้อแห้ง หรือปลาป่นในโรงเก็บ ในส่วนที่เป็นแมลงที่เป็นประโยชน์ ได้แก่

1) แมลงตัวห้ำ (predator) ที่สำคัญมีด้วงเต่าลาย เช่น *Coccinella spp. Harmonia spp. Menochilus sp.* (O. Coleoptera F. Coccinellidae) แมลงวันดอกไม้ *Surphus sp.* (O. Diptera : F. Surphidae) ซึ่งเป็นตัวห้ำที่สำคัญของเพลี้ยอ่อนศัตรูพืช มวนเพชรฆาต *Syncanus collaris* และมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (O.Hemiptera F. Reduviidae) กินหนอนผีเสื้อศัตรูพืชทุกชนิด นอกจากนี้ยังมีแมลงหางหนีบ *Proreus simulans* (O.Dermaptera : F. Chelisochidae แมลงช้าง *Chrysopa sp.* (O. Neuroptera : F. Chrysopidae ฯลฯ) แมลงกลุ่มนี้จะอาศัยอาหารซึ่งเป็นเลือดในช่องลำตัว (haemolymph) ของแมลงที่เป็นเหยื่อ

2) แมลงตัวเบียน (parasite) เช่น พวกแตนเบียนไข่ *Trichogramma spp.* (O. Hymenoptera F. Trichogramatidae ซึ่งเป็นตัวเบียนไข่ที่สำคัญของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Helicoverpa armigera*) ไข่หนอนกออ้อย (*Chilo spp.*) ไข่หนอนกอข้าว (*C. infuscatellus*) ไข่หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis*) ฯลฯ แมลงกลุ่มนี้อาศัยธาตุอาหารซึ่งเป็นโปรตีนจากไข่ตัวอ่อนหรือดักแด้ซึ่งเป็นเหยื่อและมักจะมีความจำเพาะเจาะจง (specificity) ต่อเหยื่อ ชนิดของแมลงตัวเบียนในระยะตัวอ่อนหรือที่เรียกว่า ตัวเบียนหนอน มีมากมายตัวอย่างเช่น *Apanteles flavipes* (O. Hymenoptera : F. Braconidae), *Brachymeria sp.* (O. Hymenoptera : F. Chalcidae), แมลงวันก้นขน *Tachina sorbilans* (O. Diptera : F. Tachinidae) ฯลฯ

จากการศึกษาพันธุ์ไม้ 6 ชนิดในป่าในประเทศอังกฤษ และทวีปอัฟริกาพบว่าจำนวนชนิด (species) ของแมลงตัวเบียนและตัวห้ำมีมากที่สุด แต่จะมีประชากรหรือจำนวนตัวน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงกลุ่ม scavenger **(ภาพที่ 3.1)**



ภาพที่ 3.1 แสดงชนิด (species) และจำนวน (individuals) ของแมลงแยกตามประเภทของการกิน (Romoser and Stoffolano 1994)

2. ที่อยู่ของแมลง (Habitat)

เราสามารถจำแนกแมลงตามถิ่นที่อยู่อาศัยได้เป็น 3 พวก คือ

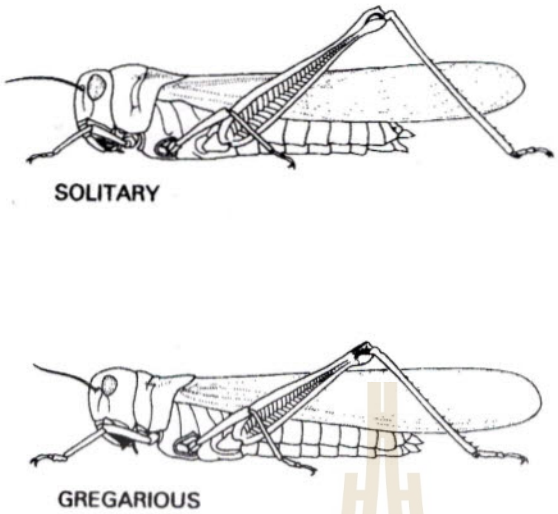
2.1 terrestrial insect คือแมลงที่อาศัยอยู่บนบก หรือบนพื้นดิน แมลงกินวัชพืช แมลงอาศัยอยู่กับพืชรากอากาศ (epiphyte insects) แมลงส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มนี้ รวมทั้งแมลงในเคหสถานและแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจและสัตว์

2.2 aquatic insect คือ แมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำ (รายละเอียดในข้อ 1.5 ที่กล่าวแล้ว)

2.3 semi-aquatic หรือ semi-terrestrial insects คือแมลงที่อาศัยอยู่บนบกและในน้ำ สลับกัน ตามแต่ช่วงวัยหรืออยู่ทั้งบนบกและในน้ำสลับกันในวัยเดียวกัน เช่น จิงโจ้น้ำ, แมลงปอ, แมลงชีปะขาว เป็นต้น

แมลงอาจมีความเป็นอยู่เดี่ยว ๆ (solitary) หรือเกาะกลุ่มกันอยู่ (gregarious) หรืออยู่อย่างแมลงสังคม (social) คือมีการแบ่งชั้นวรรณะอย่างชัดเจน หรือแบ่งหน้าที่กันบ้างแบบไม่ชัดเจนนัก (sub-social) เป็นต้น (รายละเอียดอยู่ในข้อ 9 หน้า 40) บางครั้งแมลงชนิดเดียวกัน เมื่ออยู่เดี่ยว ๆ (solitary phase) จะมีลักษณะรูปร่างแตกต่างไปจากเมื่อเกาะกลุ่ม (gregarious phase) เช่น ตั๊กแตนหนวดสั้นศัตรูข้าวโพด เมื่อไม่มีการระบาด ตัวจะสีเขียวสดใส มีส่วนปลายของ Pronotum แหลมชัดเจน แต่

เมื่อมีการระบาด ลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลออกแดงคล้ำ มีส่วนปลายของ pronotum ที่มน (ไม่แหลม) ดังแสดงใน **ภาพที่ 3.2**



ภาพที่ 3.2 ความแตกต่างของลักษณะของตั๊กแตนหนวดสั้นเมื่ออยู่เดี่ยว (solitary phase) และเมื่อเกาะกลุ่มระบาด (gregarious phase) (Gullan and Cranston 1994)

3. การเจริญเติบโตของแมลง (Metamorphosis)

การเจริญเติบโตของแมลงที่จะกล่าวถึงคือการเจริญเติบโตของแมลงนับแต่เมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่แล้ว (Postembryonic development) ตัวอ่อนของแมลงจะมีการเจริญเติบโตเป็นขั้นตอนและอาศัย มีชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างจากระยะไข่ บางชนิดจะแตกต่างกันเมื่อเป็นตัวเต็มวัย แมลงจะมีการเปลี่ยนรูปร่างแตกต่างไปจากสภาพที่ฟักออกไข่และมักจะมีรูปร่างแตกต่างกันไปเป็นช่วง ๆ จนถึงระยะสุดท้าย ขบวนการดังกล่าวเรียกว่า metamorphosis

ตัวอ่อนของแมลงจะเจริญเติบโตโดยการ**ลอกคราบ (Ecdysis** พหูพจน์คือ **Ecdyses** หรือ **Moults)** หมายถึงขบวนการที่แมลงตัวอ่อนหยุดกินอาหารหรือพักตัวแล้วสลัดผิวหนังที่เรียกว่า "**คราบ" (exuviae)** ออก แล้วผิวหนังใหม่จะทำหน้าที่เป็นผิวภายนอกของแมลงในระยะต่อไป ซึ่งจะมีขนาดลำตัวใหญ่ขึ้น ระยะตัวอ่อนของแมลงหลังจากฟักไข่ใหม่ ๆ เรียก **ตัวอ่อนระยะที่ 1 (1st instar** หรือ **1st nymph)** ซึ่งเมื่อเจริญเต็มที่แล้วจะ**ลอกคราบครั้งที่ 1 (1st moult)** ก็จะได้**ตัวอ่อนระยะที่ 2 (2nd instar)** และเมื่อกินอาหารและเจริญเติบโตต่อไปอีกระยะหนึ่งจะ**ลอกคราบครั้งที่ 2 (2nd moult)** ได้

ตัวอ่อนระยะที่ 3 (3rd instar หรือ 3rd nymph) ตามลำดับ ระยะเวลาที่ตัวอ่อนใช้ในการเจริญเติบโตในแต่ละวัยเรียก **stadium** (พหูพจน์คือ stadia) มีหน่วยเป็นเวลา เช่น วัน หรือ สัปดาห์ แมลงแต่ละชนิดจะมีจำนวน instars และ stadia ต่าง ๆ กันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง คือ พันธุกรรม พืชอาหาร สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ฯลฯ จากนั้นแมลงส่วนใหญ่จะเข้าดักแด้ (pupa) ซึ่งเป็นระยะที่แมลงจะหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนไหวและกินอาหาร และเปลี่ยนแปลงรูปร่างพร้อมที่จะเป็นตัวเต็มวัย เมื่อมีการเปลี่ยนรูปร่างเสร็จแล้ว ก็จะฟักออกจากดักแด้และกลายเป็นตัวเต็มวัย (adult) แมลงในน้ำบางชนิดมีการเจริญเติบโตที่แปลกไปกว่าชนิดอื่น เช่น แมลงชีปะขาวมีตัวอ่อนที่อยู่ในน้ำเรียกว่า niad ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะรวมทั้งอุปนิสัยการกินอาหารและถิ่นที่อยู่อาศัยแตกต่างจากตัวเต็มวัยอย่างมาก ตัวอ่อนจะเข้าดักแด้และเมื่อฟักออกมาจากดักแด้แล้วจะไม่เป็นตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์ คือปีกยังกุดสั้นมาก เรียกว่า ระยะ imago ในระยะนี้ imago จะกินอาหารและผสมพันธุ์ได้ (แมลงชนิดนี้จะไม่ผสมพันธุ์ในระยะตัวเต็มวัย) เป็นต้น

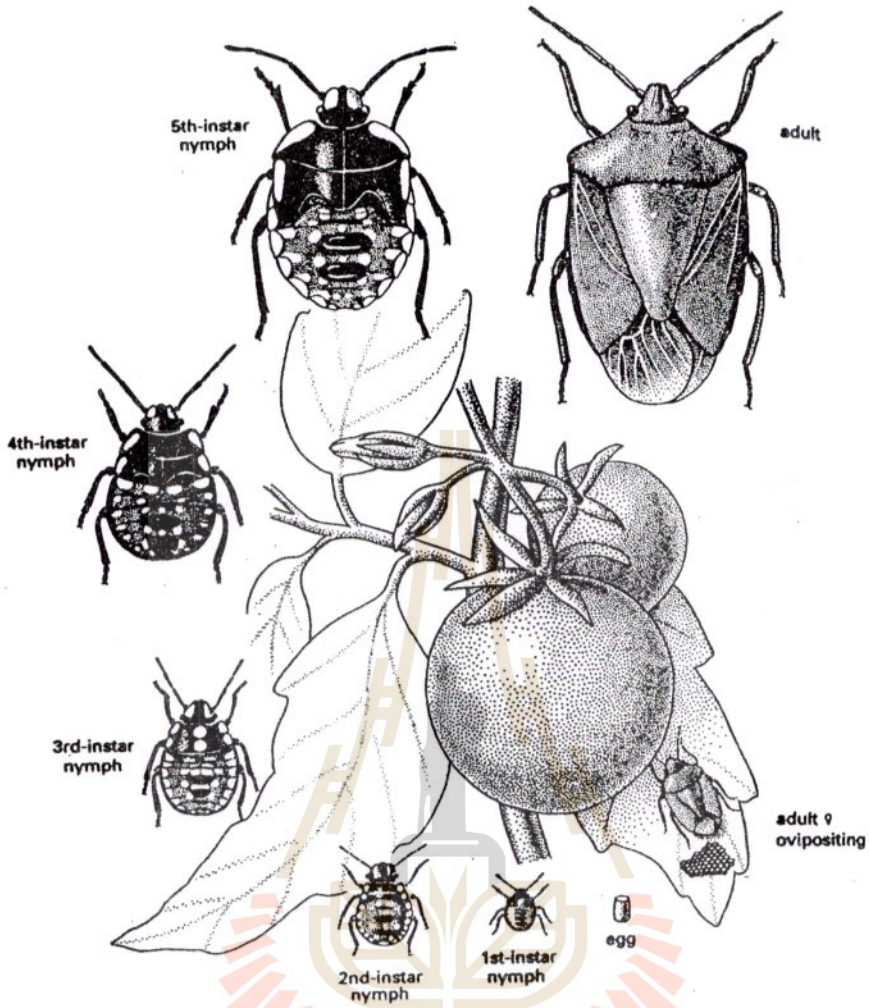
3.1 ประเภทของการเจริญเติบโต (Types of Metamorphosis)

การเจริญเติบโตของแมลงในช่วงตัวอ่อนสามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภทคือ

1) Ametabolous (without metamophosis) แมลงที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้จะไม่ค่อยมี คือไม่มีความแตกต่างระหว่าง รูปร่างของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย พวกนี้มักจะเป็นพวกไม่มีปีก (Sub - class Apterygota) และเป็นแมลงที่มีวิวัฒนาการน้อย เช่น แมลงสามง่าม (Thysanura) แมลงหางดีด (Collembola) และ Protura โดยที่ตัวเต็มวัยที่มีอายุมากจะเพิ่มจำนวนปล้องท้องมากขึ้นเท่านั้น

2) Paurometabolous (gradual metamorphosis) แมลงที่มีการเจริญของตัวอ่อนแบบง่าย ๆ คือ มีตัวอ่อนที่มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยหรือพ่อแม่ มีลักษณะการกินและถิ่นที่อยู่อาศัยหรือสภาพแวดล้อมเหมือนพ่อแม่ เรียกตัวอ่อนชนิดนี้ว่า nymph ความแตกต่างของ nymph กับพ่อแม่คือ nymph มีระบบหายใจ ระบบสืบพันธุ์ และปีกที่ยังไม่เจริญ ตัวอย่างแมลงพวกนี้คือ พวกมวน (O. Hemiptera) และเพลี้ยกระโดด (O. Homoptera) เพลี้ยไฟ (O.Thysanoptera), แมลงหางหนีบ (O. Dermaptera) **(ภาพที่ 3.3)**

ไข่	ตัวอ่อน	ตัวเต็มวัย
egg ---------->	**nymph** ---------->	**adult**



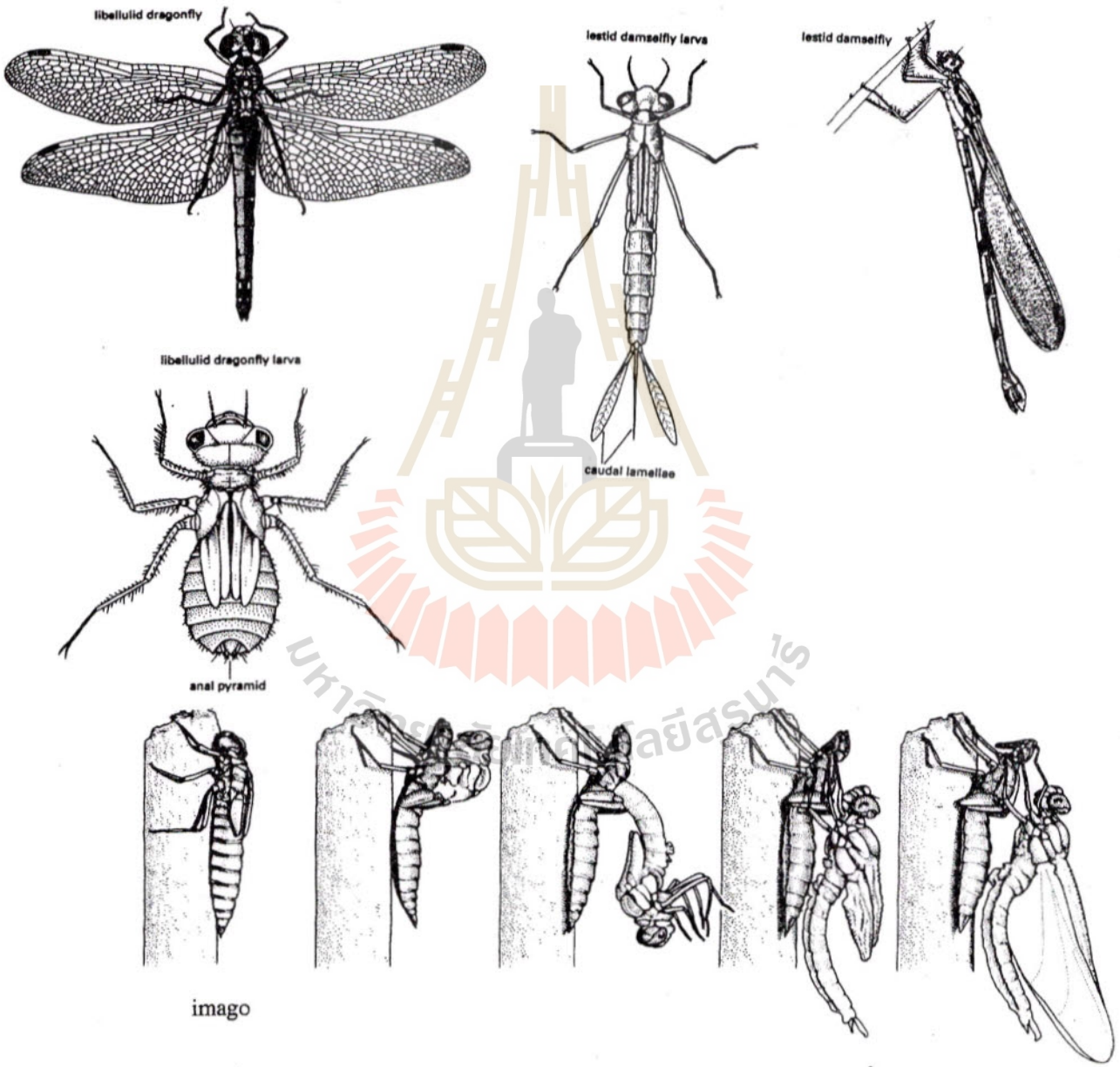
ภาพที่ 3.3 การเจริญเติบโตของแมลงแบบ Paurometabolous ที่มีตัวอ่อนเรียกว่า nymph ในภาพคือมวนเขียวข้าว *Nezara viridula*

(Gullan and Cranston 1994)

3) Hemimetabolous (simple หรือ direct หรือ incomplete metamorphosis)

กลุ่มนี้อาจรวมถึง แมลงที่มีการเจริญเติบโตที่ตัวอ่อนมีลักษณะแตกต่างจากตัวเต็มวัยมาก และมีที่อยู่อาศัย ลักษณะการกิน ที่ต่างจากตัวเต็มวัย หรือพ่อแม่ ด้วยเราเรียกตัวอ่อนชนิดนี้ ว่า niad ส่วนใหญ่ จะเป็นแมลงที่มีตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำเช่น แมลงปอ (O. Odonata) แมลงชีปะขาว (O. Ephemeroptera) และแมลงติดหิน (O. Plecoptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (O.Trichoptera) **(ภาพที่ 3.4)**

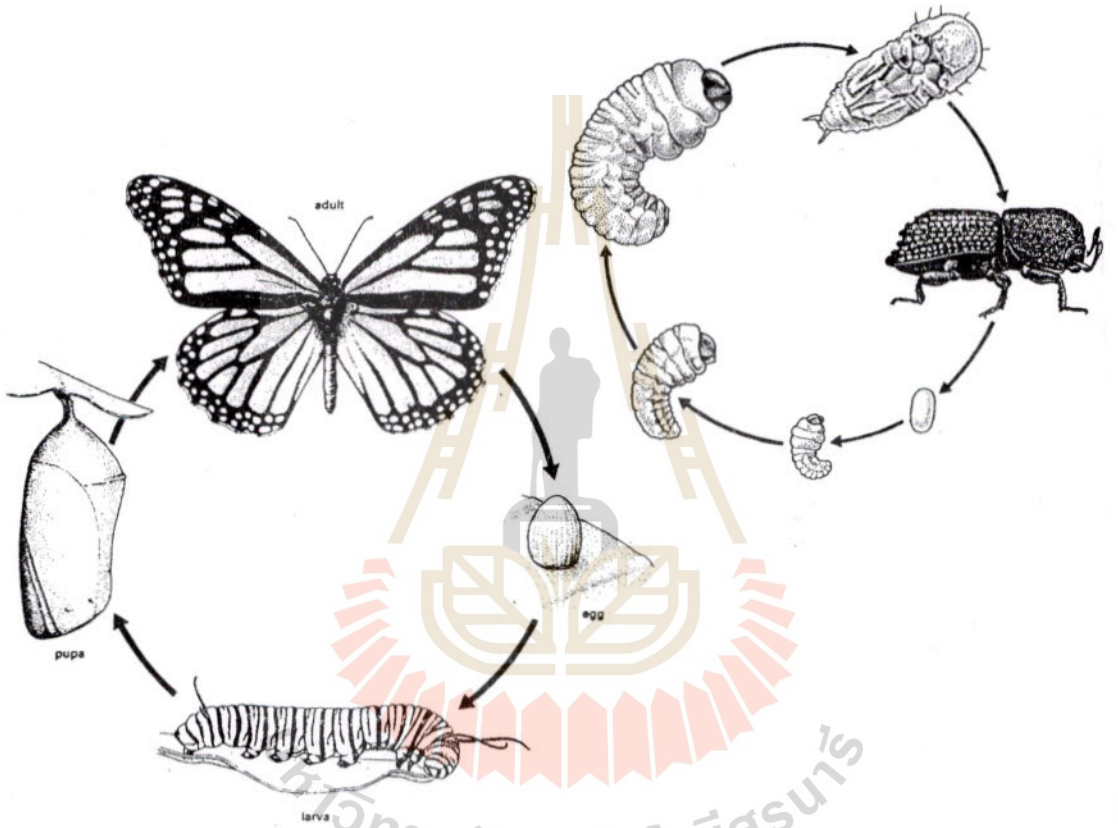
ไข่		ตัวอ่อน		ตัวเต็มวัย	
egg	---------->	**niad**	---------->	**adult**	
egg	---------->	**niad**	---------->	**imago**	----------> **adult**



ภาพที่ 3.4 การเจริญเติบโตของแมลงแบบ **Hemimetabolous** ที่มีตัวอ่อนเรียกว่า **niad** และ **imago** (Imms 1970)

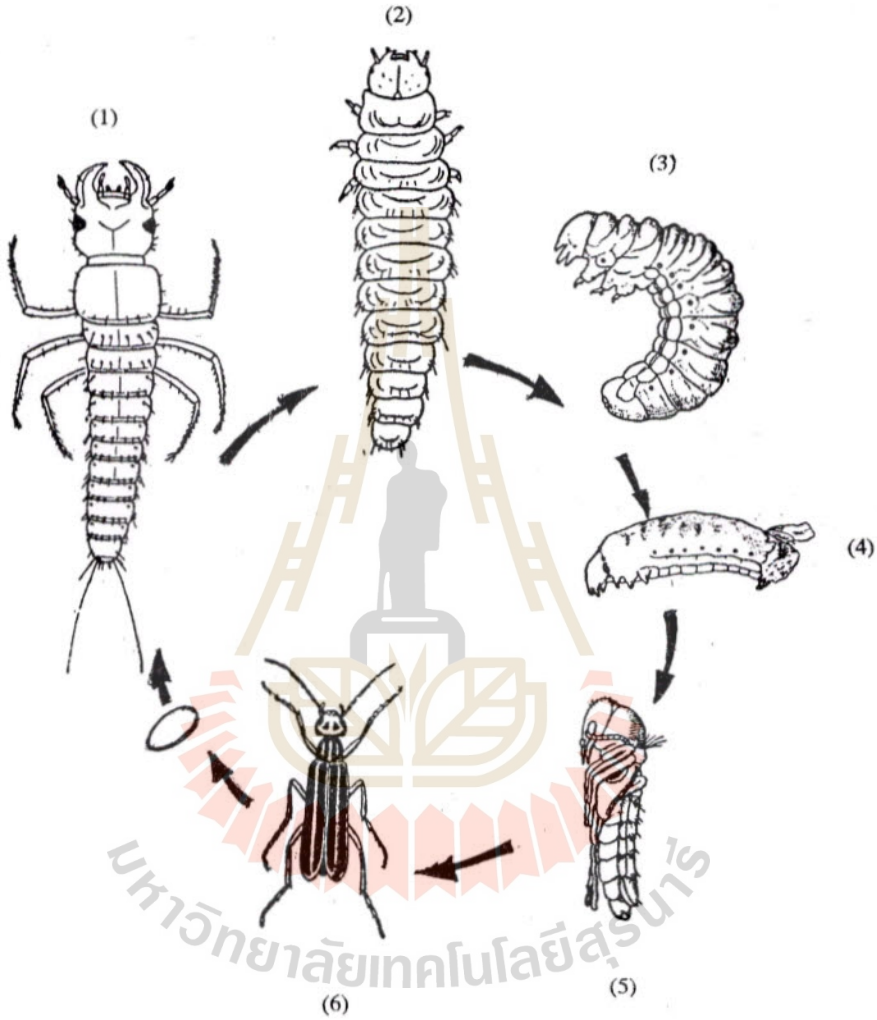
4) **Holometabolous (complete metamorphosis)** แมลงที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้เป็นตัวอย่างของ metamorphosis ที่สมบูรณ์แบบคือ ตัวอ่อนเรียกว่า larva หรือ maggot จะมีลักษณะรูปร่าง การกิน และถิ่นที่อยู่อาศัยต่างจากตัวเต็มวัย มีการลอกคราบหลายครั้ง แล้วเข้าดักแด้ จากนั้นจะฟักออกจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัย แมลงที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้ ได้แก่ แมลงใน O. Lepidoptera, Coleoptera และ Diptera **(ภาพที่ 3.5)**

ไข่		ตัวอ่อน		ดักแด้		ตัวเต็มวัย
egg	---------->	**larva**	---------->	**pupa**	---------->	**adult**
egg	---------->	**maggot**	---------->	**pupa**	---------->	**adult**



ภาพที่ 3.5 การเจริญเติบโตของแมลงแบบ Holometabolous ที่มีตัวอ่อนเรียกว่า larva (Gullan and Cranston 1994)

5) **Hypermetabolous** แมลงที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอยู่ในช่วงหนึ่งของการเจริญเติบโตเท่านั้น เช่น ตัวอ่อนระยะที่ 1 จะต่างจากตัวอ่อนระยะที่ 2 เช่น พวกด้วงน้ำมัน O. Coleoptera อยู่ในวงศ์ Meloidae ตัวอ่อนระยะแรกนี้มีชื่อเฉพาะเรียกว่า *Triangulin* หรือพวกแมลงช้าง O. Neuroptera ชนิด *Mantispa sp.* O. Strepsiptera O. Hemiptera พวกครั่งชนิด *Margarodes sp.* และพวก O. Hymenoptera ที่เป็นตัวเบียน (parasite) ส่วนใหญ่ **(ภาพที่ 3.6)**



ภาพที่ 3.6 **การเจริญเติบโตของแมลงแบบ Hypermetabolous ที่มีตัวอ่อน เรียกว่า triangulin** (Richard and Davis 1994)

3.2 ประเภทของตัวอ่อนของแมลง (Types of Larva)

ตัวอ่อนของแมลงสามารถแบ่งตามรูปร่างลักษณะได้ 4 ประเภท คือ

1) พวกขาโบราณ (Protopods หรือ Protopodous larvae)

ตัวอ่อนประเภทนี้มักจะพบในแมลงโบราณส่วนหัวมักเจริญดีมาก กรามหรือฟันใหญ่ มีขา เช่น 1st instar ของ F. Dryinidae และ F. Scelionidae หรือ ตัวอ่อนของ *Platygaster sp.*

2) พวกไม่มีขา (Apods หรือ Apodous larvae)

ตัวอ่อนประเภทนี้มีลักษณะเรียว ไม่มีขา เช่น หนอนแมลงวัน (O. Diptera), ตัวอ่อนของต่อ, แตน (O. Hymenoptera) , ตัวอ่อนของด้วง (O. Coleoptera) บางชนิด เช่น วงศ์ Buprestidae และ Cerambycidae และตัวอ่อนของแมลงวันที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่า maggot เป็นต้น

3) พวกมีขาหลายขา (Polypods หรือ Polypodous larvae) มีรูปร่างแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ

(1) Compodeiform คือ ตัวอ่อนที่มีลักษณะตัวแบน ยาว ไม่มีตารวม หัวเจริญเติบโตดี โดยทั่วไปมักเป็นแมลงห้ำ (predator) เช่น เพลี้ยไฟ (O. Thysanoptera) แมลงหางดีดบางชนิด (O. Collembola) ด้วงก้นกระดก (O. Coleoptera วงศ์ Staphylinidae) และด้วงเต่าลายวงศ์ Coccinellidae แมลงสามง่าม (O. Thysanura) แมลงช้าง (O. Neuroptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (O. Trichoptera)

(2) Eruciform คือ ตัวอ่อนที่มีลักษณะกลม มีขาจริง แข็งแรงเจริญจากส่วนอก เรียกขาจริง 3 คู่ (truelegs) และมีขาเทียม (pseudoleg) เจริญจากส่วนท้องได้แก่ หนอนผีเสื้อ (O. Lepidoptera) และหนอนต่อแตน (O. Hymenoptera)

(3) Scarabeiform คือ ตัวอ่อนที่มีลักษณะอ้วนกลม มีขาและปากเจริญแข็งแรง เจริญจากส่วนอก เรียกว่าขาจริง (true legs) เท่านั้น ไม่มีขาเทียม หรือ pseudolegs ลำตัวมักจะขดงอเป็นรูปตัวซี (C) ปล้องสุดท้ายกลม ไม่มีส่วนของระยางค์ (appendages) ที่ท้องได้แก่ ตัวอ่อนของพวกด้วง (O. Coleoptera) มักมีตัวอ่อนชนิดนี้ บางครั้งตัวอ่อนชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า พวกมีขา 3 ขา (oligopods หรือ Oligopodous larvae)

(4) Vermiform คือ ตัวอ่อนที่มีลักษณะเป็นหนอนรูปทรงกระบอก หรือมีส่วนที่เรียวเฉพาะส่วนหัวและหาง ไม่มีขา เช่น หนอนของแมลงวัน หมัด ผึ้ง

รายละเอียดของตัวอ่อนประเภทต่าง ๆ แสดงไว้ในภาพที่ 3.7

POLYPOD LARVAE

หนอนผีเสื้อหัวกะโหลก

(F. Sphingidae)

Eruciform

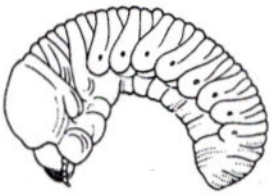
OLIGOPOD LARVAE

ตัวอ่อนแมลงช้าง

(F. Osmylidae)

Compodeiform

APOD LARVAE



ตัวอ่อนของด้วง scolytid

(F. Scolytidae)

Scarabeiform

หนอนผีเสื้อหนอนคืบ

(F. Geometridae)

Eruciform

ตัวอ่อนของด้วงดิน

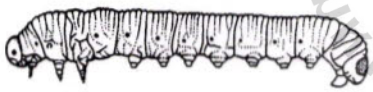
(F. Carabeidae)

Compodeiform

หนอนแมลงวัน

(F. Calliphoridae)

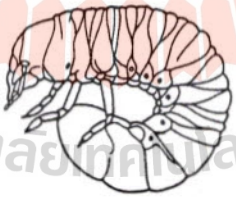
Maggot



หนอน ต่อ แตน

(F. Diprionidae)

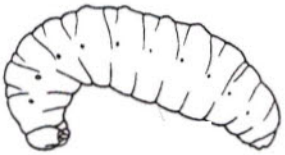
Eruciform



ตัวอ่อนของด้วง scarab

(F. Scarabeidae)

Scarabeiform



หนอน ต่อ แตน

(F. Vespidae)

Vermiform

ภาพที่ 3.7 แสดงลักษณะของตัวอ่อนแบบต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)

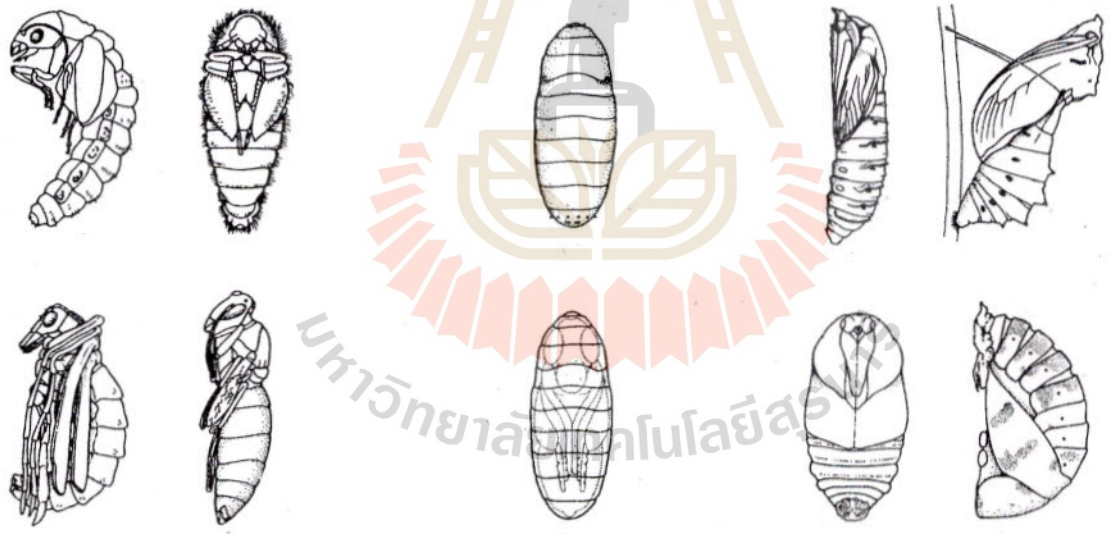
3.3 ประเภทของดักแด้ของแมลง (Types of Pupa)

ดักแด้ (Pupa) คือ ระยะที่ตัวอ่อนของแมลงเปลี่ยนแปลงรูปร่างก่อนที่จะเป็นตัวเต็มวัย จะไม่มีการกินอาหารหรือเคลื่อนไหว ยกเว้นดักแด้ของแมลงบางชนิด เช่น ยุงที่ยังมีการเคลื่อนไหวได้ดี ระยะพักนี้ เรียกว่า quiescence ภายในดักแด้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เช่น ปีก, ขา, ปาก ฯลฯ เพื่อพร้อมที่จะเป็นตัวเต็มวัย เราสามารถแบ่งดักแด้ออกเป็น 3 ประเภทตามรูปร่างลักษณะดังนี้คือ (ดูภาพที่ 3.8)

1) **Exarate pupa** คือ ดักแด้ที่สามารถมองเห็นส่วนปีก, ขา, ปาก, อก และหัวชัดเจน และสามารถที่จะขยับหรือเคลื่อนไหวส่วนเหล่านั้นได้อย่างอิสระ เมื่อมีการกระตุ้น ได้แก่ดักแด้ของด้วง

2) **Obtect pupa** คือ ดักแด้ที่มีส่วนของระยางค์เคลื่อนไหว ติดแน่นอยู่กับลำตัว ไม่สามารถเคลื่อนไหว แต่ละส่วนอย่างเป็นอิสระ ผนังลำตัวของดักแด้จะหนา ได้แก่ ดักแด้ของผีเสื้อ (O. Lepidoptera) แมลงในวงศ์ Chalcidae ส่วนใหญ่ (O. Hymenoptera) และแมลงวัน (O. Diptera) ในอันดับย่อย Nematocera

3) **Coarctate pupa** เป็นดักแด้แบบ exarate ที่มีปลอกหรือผนังลำตัวหุ้ม (puparium) และมองไม่เห็นส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ดักแด้ของแมลงวัน ในอันดับย่อย Cycloraphaga



exarate coarctate obtect

ภาพที่ 3.8 แสดงลักษณะของดักแด้แบบต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)

4. การเคลื่อนไหวของแมลง (Insect Locomotion)

แมลงมีการเคลื่อนไหวเป็นที่น่าพิศวงสำหรับมนุษย์ เช่น มดและผึ้งสามารถแบกหรือยกน้ำหนักได้มากกว่าน้ำหนักตัวมันเองหลายเท่า แมลงวันสามารถขยับปีกได้ถึง 1,000 ครั้งต่อวินาที แมลงวันทองสามารถบินได้นานกว่า 5 ชั่วโมง ด้วง หมัด สามารถกระโดดได้ถึง 20 เท่าของความยาวของลำตัวเป็นต้น อาจแบ่งการเคลื่อนไหวของแมลงได้ดังนี้

4.1 การกระโดด (Jumping) มักจะเห็นในแมลงพวกตั๊กแตน จิ้งหรีด ด้วงบางชนิด และแมลงในอันดับ Collembola วิธีการกระโดดของแมลง ทำได้ 2 วิธี คือ

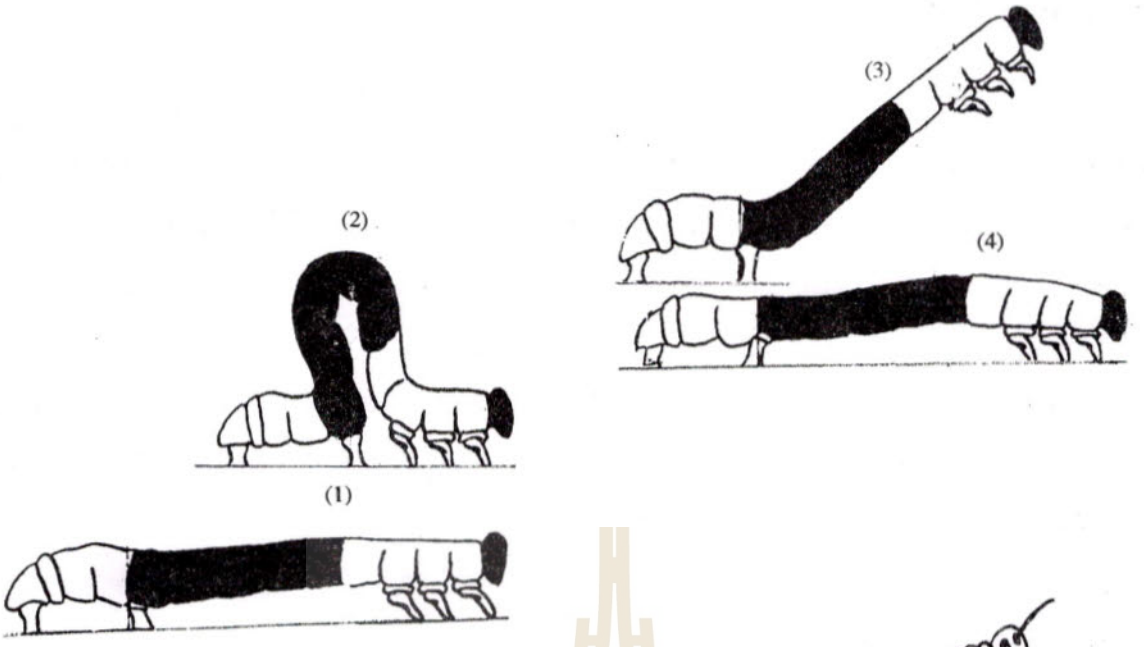
1) กระโดดโดยใช้แรงดีดของขา พวกนี้ขาหลังในส่วนที่เรียกว่า femur จะขยายใหญ่และกระโดดโดยใช้แรงถีบตัวของขาหลัง ดังแสดงการเคลื่อนไหว **(ในภาพที่ 3.9)**

2) กระโดดโดยใช้อวัยวะพิเศษ แมลงในอันดับ Collembola มีสปริงใต้ท้องสำหรับดีดตัว เรียก furcula ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวดังแสดงในภาพที่ **3.9** เมื่ออยู่ในระยะพัก furcula จะถูกเก็บอยู่ในที่เก็บปลายสปริงใต้ท้องเรียก retinaculum หรือ tenaculum

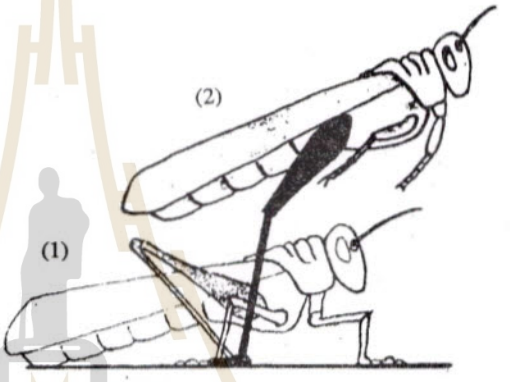
4.2 การเดิน (Walking) มักจะเห็นในแมลงที่ไม่ชอบบิน ทั้ง ๆ ที่บินได้และมักจะชอบเดินหาอาหารตามซากผุพัง หรือกองขยะ เช่น แมลงสาบ ด้วงเสือ เป็นต้น แมลงพวกนี้ มี femur เรียวยาวพอๆ กับปล้องขาอื่น ๆ

4.3 การคืบหรือคลาน (Crawling) พบในตัวอ่อนของหนอนผีเสื้อ โดยจะใช้ขาเทียม (pseudoleg) ที่ท้องก้าวเข้ามาชิดกับขาจริงของอกปล้องที่ 3 (metathoracic leg) ทำให้ลำตัวหนอนโก่งงอขึ้น มีลักษณะคล้ายตัว (U) หรือเครื่องหมาย omega (Ω) จากนั้นกล้ามเนื้อส่วนอกและขาจะหดตัวดึงขาส่วนอกทั้งหมดขึ้น และยืดตัวตรงและทาบตัวไปกับผิววัสดุที่ต้องการเกาะ และขาเทียมก็จะเคลื่อนมาชิดขาจริงอีก เป็นอย่างนี้ต่อ ๆ ไป เรียกว่า การคืบ พบในหนอนศัตรูผักชื่อหนอนคืบกระหล่ำ (*Trichoplusia ni*) **(ภาพที่ 3.9)**

4.4 การบิน (flying) การบินเป็นการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว ไปได้ไกลและมีความสำคัญสำหรับการแพร่กระจายหรือการระบาดของแมลงศัตรูพืช ปีกแมลงมี 2 คู่จะสามารถกางออก หุบและหมุนได้ แมลงขยับปีกขึ้นลงทั้ง 2 คู่ เพื่อให้เกิดการบิน โดยอาจมีอวัยวะยึดปีกคู่หน้าและคู่หลังให้ติดกัน เพื่อขยับไปในอากาศได้พร้อม ๆ กัน เช่น ปีกผีเสื้อ หรืออาจจะขยับหรือกระพือปีกสลับกัน เช่น แมลงปอ หรืออาจจะมีปีกคู่หน้าที่กางออกในระดับที่ไม่ต้านกับอากาศเพื่อพยุงตัวไว้ แล้วกระพือปีกหลังเพียงคู่เดียว เรียกว่า การร่อน **(planing)** เช่น การบิน (การร่อน) ของด้วง เป็นต้น

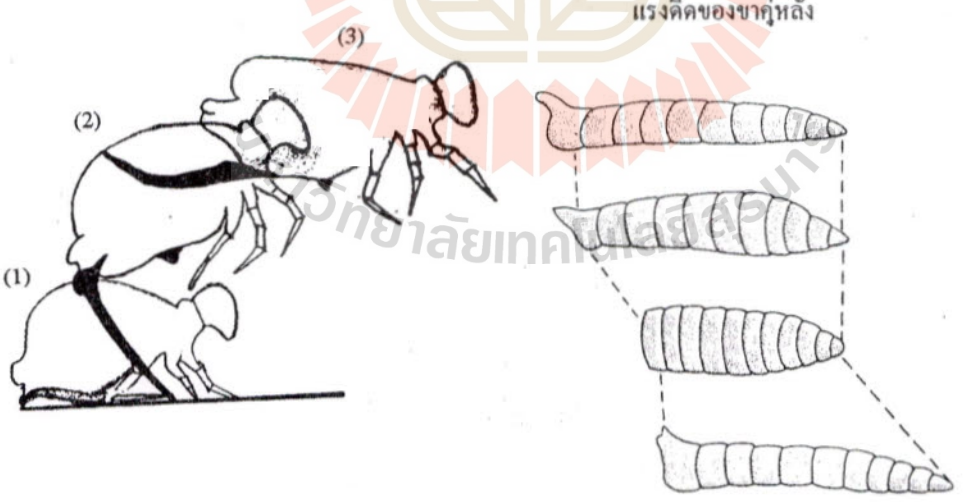


Δ การคืบของหนอนผีเสื้อ



Δ การกระโดดของตั๊กแตนโดยใช้แรงดีดของขาคู่หลัง

V การกระโดดของ Collembola โดยใช้อวัยวะดีดตัว (furcula) ที่อยู่ใต้ท้อง



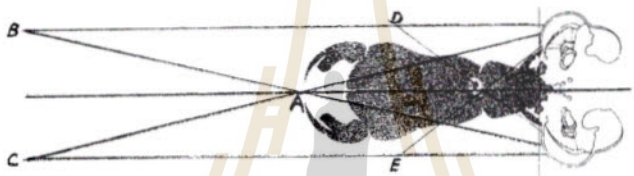
Δ การคืบของหนอนแมลงวัน cranefly ใช้กล้ามเนื้อหดและยืดตัว

ภาพที่ 3.9 แสดงการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ ของแมลง

5. การรับสัมผัส (Sense Reception)

การรับสัมผัสของแมลงเริ่มด้วยมีพลังงานกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (stimuli) มากระทบกับประสาทการรับของแมลง แมลงมีการรับรู้หลายอย่าง เช่น การเห็น การรับแสง การรับความสั่นสะเทือนของแรงลม รับรสและกลิ่นสารเคมี ฯลฯ เราสามารถแบ่งการรับสัมผัสของแมลงได้ดังนี้

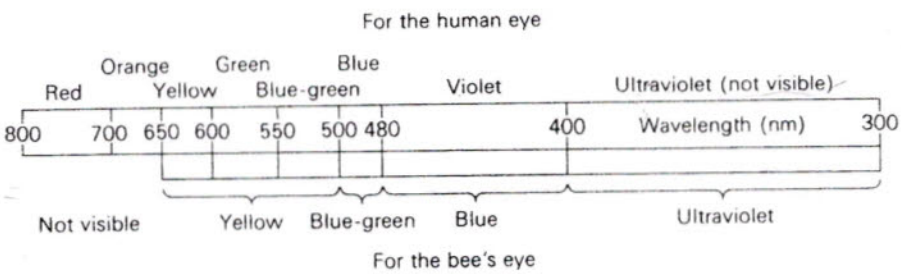
5.1 การเห็น (Visualization หรือ photoreception) แมลงเห็นภาพโดยใช้ตารวม (compound eyes) ซึ่งเป็นตาประกอบที่เกิดจากตารับภาพเล็ก ๆ มารวมกัน ภาพเหล่านั้นจะมาต่อกันเป็นภาพรวม แต่ไม่ชัดเจนเหมือนการมองเห็นของตามนุษย์ อย่างไรก็ดีแมลงสามารถรับภาพความเคลื่อนไหวได้แม่นยำ และสามารถรับภาพได้ ในระยะประมาณ 1 เมตร จากการศึกษาการมองเห็นของตัวอ่อนแมลงปอ ซึ่งจับเหยื่อในน้ำ โดยยื่นส่วนของปากที่เรียกว่า labium ไปตวัดเหยื่อได้อย่างแม่นยำพบว่าภาพของเหยื่อที่จะจับอยู่ตรงจุดตัด (จุด A) ของแกนการมองเห็นจากตาทั้งสองข้าง (เส้น B และ C) **(ภาพที่ 3.10)**



ภาพที่ 3.10 แสดงการมองเห็นภาพของตัวอ่อนแมลงปอ

(Baldus 1926 แสดงใน Romoser and Stoffolano 1994)

การรับภาพสีของแมลงต่างจากมนุษย์ โดยที่แมลงสามารถรับช่วงแสงที่เป็นสีได้แคบกว่ามนุษย์ เช่น ตาของผึ้งไม่สามารถรับแสงสีแดง (700-800 nanometer) หรือที่เรียกว่า บอดสีแดง แต่สามารถรับและมองเห็นช่วงแสงอุลตราไวโอเลต (300-400 nanometer) ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ **(ภาพที่ 3.11)**



ภาพที่ 3.11 แสดงช่วงแสงที่ผึ้งมองเห็นเปรียบเทียบกับมนุษย์

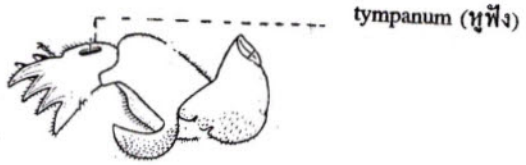
(Romoser and Stoffolano 1994)

สำหรับตาเดี่ยวของแมลงนั้นพบว่าตาเดี่ยวที่อยู่ด้านข้างของหัว (lateral ocelli หรือที่เรียกว่า *stemmata*) มีหน้าที่รับภาพ (image เช่นเดียวกับตารวม แมลงจะมีตาเดี่ยวอีกตำแหน่งหนึ่งอยู่ด้าน dorsal ของหัว (dorsal ocelli) ประกอบด้วยประสาทรับความสว่างและความมืดของแสง หาก dorsal ocelli ไม่รับแสงแล้ว แมลงไม่สามารถมองเห็นภาพที่เกิดจาก compound eye ได้ dorsal ocelli จึงเปรียบเสมือนแสงไฟที่ใช้ในการถ่ายภาพ

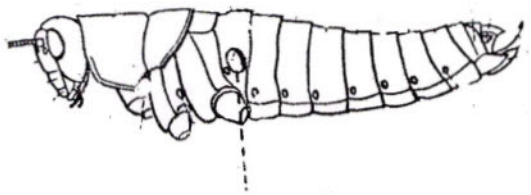
5.2 การรับแรงสะเทือน (Vibration หรือ mechanoreception reception) แมลงรับแรงสะเทือนของลม หรือแรงสะท้อนกลับจากการใช้ขาหรือหัวเคาะวัสดุได้โดยใช้ขนรอบ ๆ ลำตัว หรือขาหรือหนวด แมลงบางชนิด เช่น ด้วงน้ำ อาศัยเดินบนพื้นน้ำ และสามารถรับแรงสะเทือนของน้ำได้โดยใช้ขนที่ปลายขา เป็นต้น ตัวต่อบางชนิดสร้างรังโดยใช้โคลนปั้นเป็นรังกลวง และใช้หนวดข้างหนึ่งกวาดอยู่ด้านใน และหนวดอีกข้างหนึ่งกวาดตามผิวโคลนอยู่ด้านนอก ทั้งนี้เพื่อรับสัมผัสความหนาและความแข็งแรงของโคลนที่ปากได้คายออกมาเพื่อปั้นรัง

5.3 การรับเสียง (Sound reception) แมลงรับเสียงโดยใช้อวัยวะรับเสียง (tympanum organ) ซึ่งมีลักษณะ และที่ตั้งแตกต่างกันไปในแมลงแต่ละชนิด เช่น จิ้งหรีด มีอวัยวะรับเสียงอยู่ที่ tibia ของขาคู่หน้า ตั๊กแตนมีอวัยวะรับเสียงอยู่ที่ข้างลำตัว ส่วนยุงเพศผู้มีอวัยวะรับเสียงเรียก Johnston's organ อยู่ที่ฐานหนวดปล้องที่ 2 (**ภาพที่ 3.12**) ยุงชนิด *Aedes aegypti* สามารถรับเสียงที่ความถี่สูงถึง 150-550 Hz.

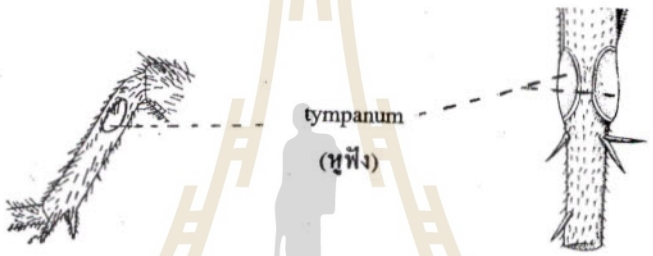
5.4 การรับกลิ่นและรส (Chemical หรือ chemoreception) แมลงจำสารเคมีของพืชอาหารหรือพืชที่วางไข่ได้ สารเคมีนั้นอาจเป็นสารประกอบชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมตัวกัน และแมลงจะแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (stimuli) นั้น ๆ แมลงรับกลิ่นและรสโดยใช้หนวดหรือเคาะปลายขา หรือใช้ปากลิ้มรสโดยตรงก็ได้ นอกจากนี้แมลงสามารถรับกลิ่น และรสโดยใช้ขนบนหนวดอีกด้วย การรับสัมผัสทางเคมีนี้ส่วนใหญ่จะใช้ขน (sensilia) บนส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น แมลงวันจะมีขนที่ปลายปาก (labella) เพื่อตรวจสอบความหวานของอาหาร ผึ้งมีขนที่ส่วนของ maxilla และ labium ที่ทำหน้าที่นี้เป็นต้น การรับรู้ทางเคมีมี 2 ประเภท คือ **Olfactory** คือรับรู้จากระยะไกล และ **contact** คือรับรู้จากการสัมผัส (**ภาพที่ 3.13**) Olfactory sensilia ของผีเสื้อไหม (*Bombyx mori*) มีความไวรู้สึกต่อสารเพศ (ชื่อ bombykol) ซึ่งเพศเมียผลิตออกมาโดยสามารถรับรู้สาร bombykol ที่ความเข้มข้นเพียง 100 โมเลกุลต่อ 1 cc ของอากาศนอกจากนี้ contact sensilia มักพบในแมลงพวกแมลงวัน



ขาคู่หน้าของแมลงกระชอน

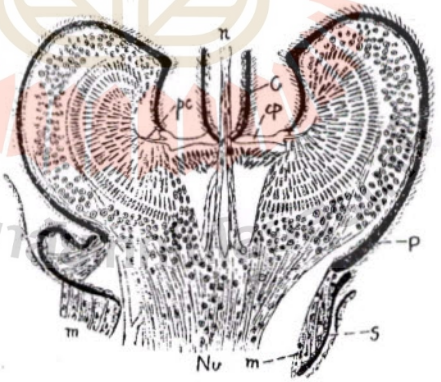


ตั๊กแตนหนวดสั้น



ขาคู่หน้าของจิ้งหรีด

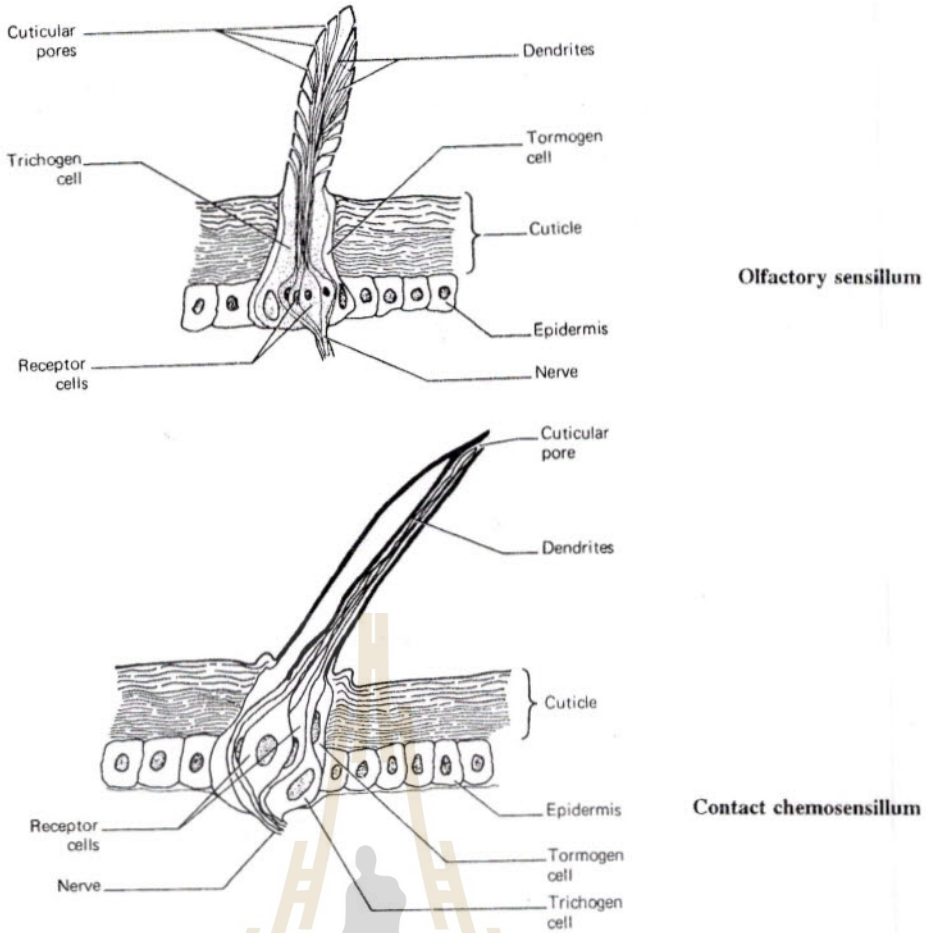
ขาคู่หน้าของตั๊กแตนหนวดยาว



อวัยวะรับเสียงชื่อ Johnston's organ ในยุงเพศผู้
อยู่ที่ฐานของหนวดปล้องที่ 2 (pedicel)

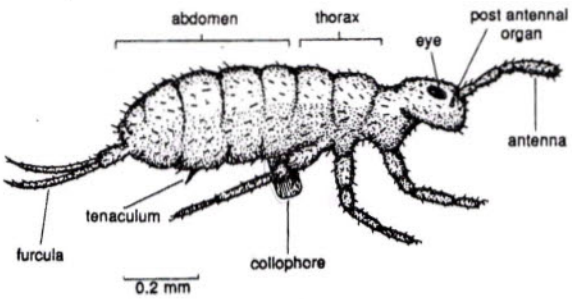
s	=	scape	p	=	pedicel	c	=	base of clova
cp	=	conjunctival plate	Nv	=	nerve	pc	=	process
m	=	amtennal muscle						

ภาพที่ 3.12 แสดงอวัยวะทำเสียงแบบต่าง ๆ ของแมลง (Imms 1970)



ภาพที่ 3.13 แสดงขนรับความรู้สึกทางเคมีแบบ **Olfactory** และแบบ **Contact** (Romoser and Stoffolano 1994)

5.5 การรับความชื้น (Hygroreception) แมลงใน Order Collembola มีอวัยวะรับความชื้นโดยเฉพาะเป็นตุ่มยื่นออกมาใต้ท้องปล้องที่ 3 เรียกว่า collophore **(ภาพที่ 3.14)** ส่วนเหาคน (*Pediculus humanus*) มีขนที่หนวดเป็นกลุ่มหนาใช้รับสัมผัสความชื้นขนผิวหนังของคน ในขณะที่ยุงรับความชื้นจากผิวหนังของเหยื่อโดยใช้ขนบนหนวดและบน maxillary palpi.



ภาพที่ 3.14 แสดงอวัยวะรับความชื้น **(collophore)** ของแมลงหางดีด **(O. Collembola)** (Williams and Feltmate 1992)

5.6 การรับอุณหภูมิ (Thermoreception) แมลงมีความรู้สึกไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก พบว่าขนที่ใช้รับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินี้อยู่ที่ปล้องหนวด, tarsi และ maxillary palps ผึ้งสามารถรู้สึกได้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปเพียง 2°C ในขณะที่เรือด (bed bug) (*Rhodinus prolixus*) ซึ่งเป็น ectoparasite ของคนสามารถรับความรู้สึกของความอบอุ่นของตัวคนเพื่อมาเกาะและดูดเลือด แมลงทุกชนิดจะหนีจากอุณหภูมิสูง ในเขตหนาวมวนบางชนิดหันหลังเพื่อรับความอบอุ่นจากแสงในยามที่อากาศหนาว เนื่องจากด้านหลังของลำตัวมีพื้นที่กว้างที่สุดที่จะรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำให้ตัวอุ่นขึ้นได้

6. การทำเสียง (Sound production)

แมลงสามารถส่งสัญญาณให้พวกเดียวกันรับรู้โดยการทำเสียงได้หลายวิธีคือ

6.1 ใช้อวัยวะต่าง ๆ เช่น ขา หัว เคาะกับวัสดุ เช่น ปลวก

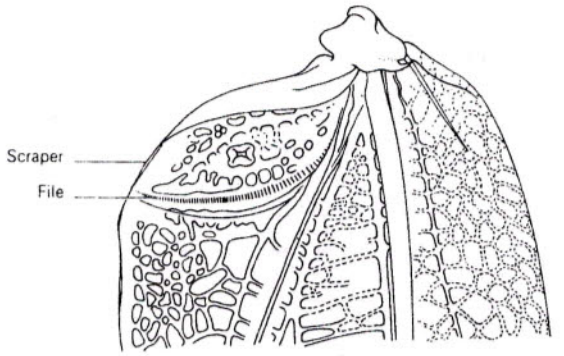
6.2 ใช้ปีกสีกัน มักจะพบในแมลงที่ทำเสียงแหลม ซึ่งเกิดขึ้นจากการใช้ปีกคู่หน้าที่มีอวัยวะทำเสียงเรียกว่า file สีกันด้วยความเร็วสูง เช่น การทำเสียงของจิ้งหรีด และตั๊กแตนหนวดยาว

6.3 ใช้ปีกสีกับขา มักจะพบในพวกตั๊กแตนหนวดสั้น ซึ่งจะมีขอบปีกเป็นลักษณะคล้ายตะไบ (scraper) ถูกับส่วนของขา ที่เป็นตุ่มเล็ก ๆ เรียกว่า **peg** (แถวของ peg เรียกว่า **file**) ทำให้เกิดเสียง

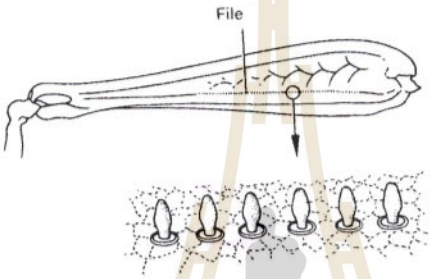
ขบวนการเกิดหรือทำเสียงโดยการใช้ปีกสีกันหรือกรีดกัน หรือใช้ปีกกรีดไปมากับขา เรียกว่า **stridulation**

6.4 ใช้อวัยวะทำเสียง เช่น จักจั่น มีอวัยวะทำเสียงเรียกว่า **tymbal** อยู่ที่ส่วนของท้องปล้องแรก และทำเสียงโดยยืดหดกล้ามเนื้อให้ลมผ่านเข้าไปใน tymbal แล้วเกิดเสียง

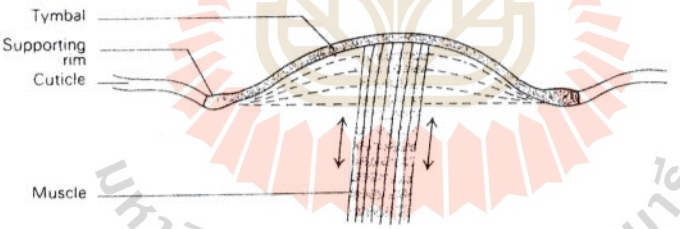
อวัยวะทำเสียงของแมลงได้แสดงใน **ภาพที่ 3.15**



file บนขอบปีกของตั๊กแตนหนวดยาว (F. Tettigoniidae)



ลักษณะของ peg ในตั๊กแตนหนวดสั้น (F. Acrididae)



tymbal ของจักจั่น (F. Cicadidae)

ภาพที่ 3.15 แสดงอวัยวะทำเสียงแบบต่าง ๆ ของแมลง

7. การดึงดูดเพศตรงกันข้าม (Sex attraction)

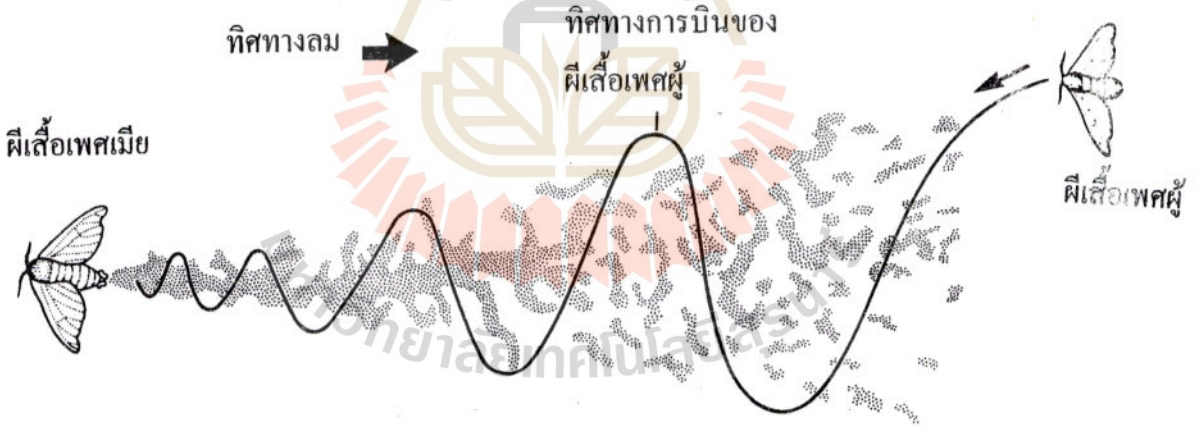
แมลงมีวิธีการต่าง ๆ ในการดึงดูดใจเพศตรงข้ามเพื่อทำการผสมพันธุ์ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก และเป็นที่น่าพิศวงที่แมลงสามารถดึงดูดใจเฉพาะชนิดของตนเองเท่านั้น และจำกันได้โดยไม่ผิดชนิด

7.1 การใช้เสียง (Sound production) เช่น จิ้งหรีด หรือจักจั่นแต่ละ species จะส่งเสียงกรีดร้องเรียกเพศตรงข้ามโดยใช้ความถี่ไม่เหมือนกัน และแต่ละ species จะจำเสียงของชนิดของตนได้

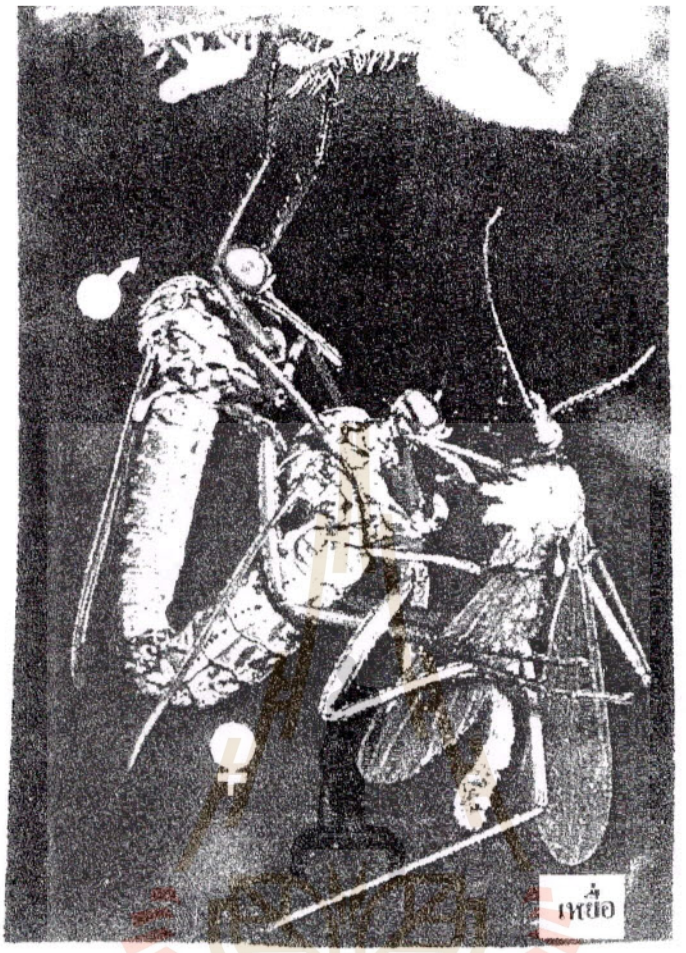
7.2 การใช้กลิ่นสารเคมี (Sex pheromone) หรือที่เรียกว่า สารล่อทางเพศหรือกลิ่นเพศ แมลงแต่ละชนิดจะมีสารล่อทางเพศ หรือกลิ่นเพศที่แตกต่างกัน ปัจจุบันนี้มีการค้นคว้าและวิจัยในเรื่องนี้มาก และได้นำมาประยุกต์ใช้เป็นประโยชน์ในการล่อแมลงศัตรูพืชเข้ามาในกับดักและทำลาย เป็นการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ได้ผลดี และปลอดภัยต่อผู้ใช้วิธีหนึ่ง หรือใช้ในการสำรวจปริมาณของแมลงชนิดนั้น ๆ ในไร่เกษตรกร เป็นต้น **(ภาพที่ 3.16)**

7.3 การให้ของขวัญ (Presenting) แมลงเพศเมียบางชนิด เช่น *Hylobitacus apicalis, Harpobitacus spp., Panorpa spp.* หรือพวก O. Mecoptera มีพฤติกรรรมกินเพศผู้หลังการผสมพันธุ์ (Nuptial feeding) ดังนั้น เพศผู้จึงหลีกเลี่ยงการถูกกัดกินโดยหาเหยื่อ เช่น หนอนผีเสื้อ แมลงวันตั๊กแตน ฯลฯ มาเป็นของขวัญล่อให้เพศเมียกินก่อนการเข้าผสมพันธุ์ ในขบวนการนี้เพศเมียจะตรวจดูของขวัญก่อนว่าถูกใจหรือไม่ ถ้าถูกใจก็จะเกาะกินเหยื่อทันที เพศผู้จึงค่อย ๆ เอาปลายเล็บเท้าเกี่ยวเหยื่อให้ห้อยลงมา เพศเมียก็จะห้อยหัวลงมากินตามเหยื่อนั้น ๆ เพศผู้ก็จะใช้เท้าที่เหลือโหนกิ่งไม้ แล้วหย่อนปล้องท้องซึ่งปลายสุดมีอวัยวะสืบพันธุ์ เพื่อผสมพันธุ์กับเพศเมีย โดยขณะผสมพันธุ์นั้น เพศเมียจะให้ความสนใจทั้งหมดอยู่ที่การกินเหยื่อ ลักษณะการผสมพันธุ์ดังกล่าวทำให้ดูเหมือนมีแมลงเกาะห้อยลงมาเป็นแถวจึงเรียกแมลงกลุ่มนี้ว่า Hanging flies **(ภาพที่ 3.17)**

ผีเสื้อ *Danaus gilippus* เพศผู้กำลังปล่อยสารล่อเพศเมียออกมาทางอวัยวะปลายสุดของท้องที่เรียกว่า hairpencils



ภาพที่ 3.16 แสดงการทำงานของกลิ่นเพศของแมลง (Gullan and Cranston 1994)



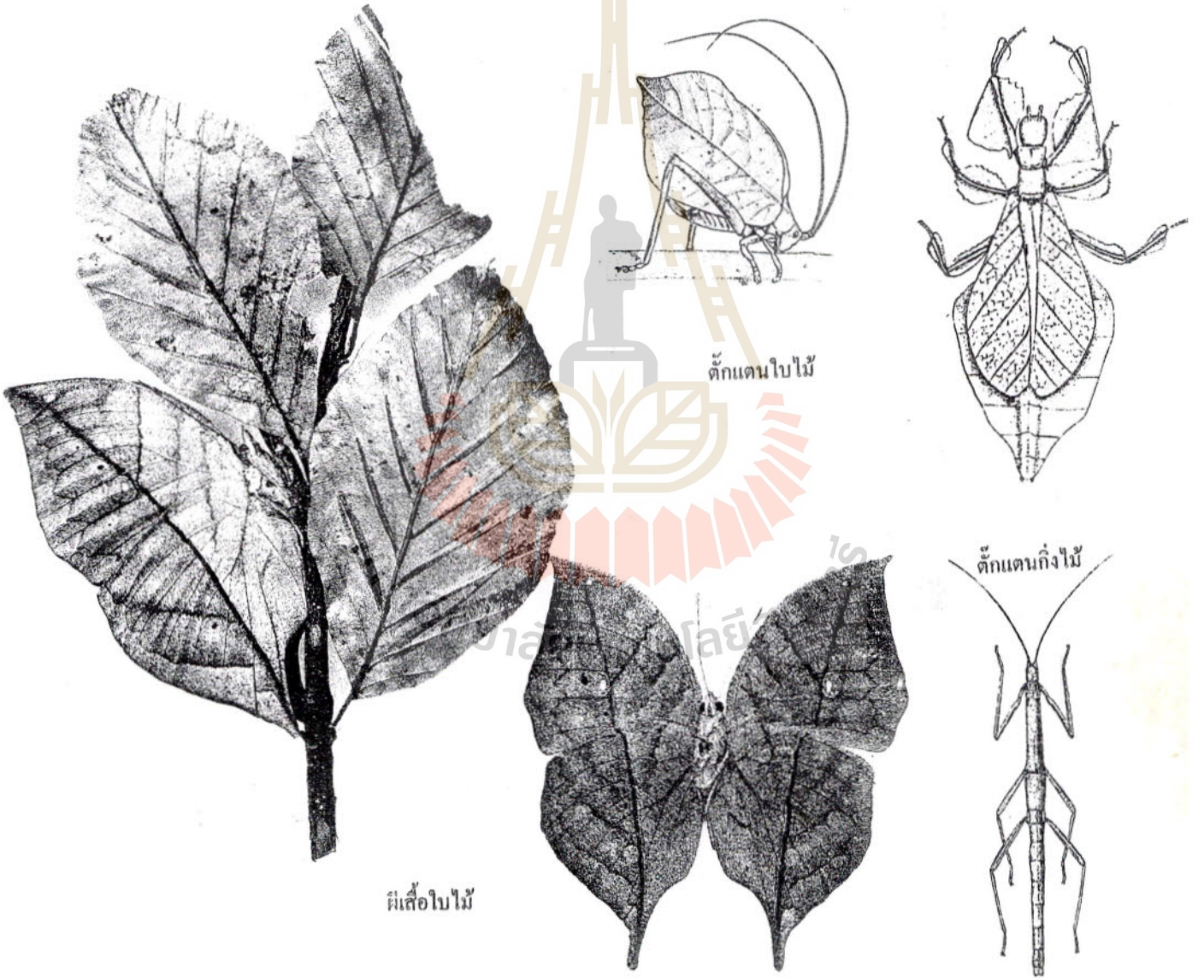
ภาพที่ 3.17 แมลงในกลุ่ม Hanging flies เพศเมียกำลังกินเหยื่อที่เพศผู้นำมาให้เป็นของขวัญในขณะที่เพศผู้เข้าผสมพันธุ์

8. การป้องกันตัว (Self Defense)

8.1 การปลอมตัว (Mimicry)

การปลอมตัวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เป็นกลไกของการป้องกันตัว (defense mechanism) ของแมลงให้รอดพ้นจากการมองเห็นของศัตรูหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นจากศัตรู ซึ่งแมลงจะปรับแปลงลักษณะบางประการของรูปตัวเองโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1) ให้มีลักษณะกลมกลืนกับธรรมชาติ เช่น มีปีกเหมือนใบไม้ พบในตั๊กแตนใบไม้ F. Acrididae หรือมีลักษณะลำตัวเหมือนกิ่งไม้ (พบในตั๊กแตนกิ่งไม้ F. Phasmatidae) คือ ลำตัวเรียวยาว สีน้ำตาล มีขาแยกไปเหมือนแขนงกิ่งไม้ ปีกจะลู่ไปตามตัวจนแทบมองไม่เห็น หรือลดปีกเหลือเป็นแผ่นปีกเล็ก ๆ หรือผีเสื้อใบไม้ (*Kallima sp.* และ *Doleschallia sp.*) ขณะพักตัวมีลักษณะเหมือนใบไม้แห้งทุกประการ (ภาพที่ 3.18)



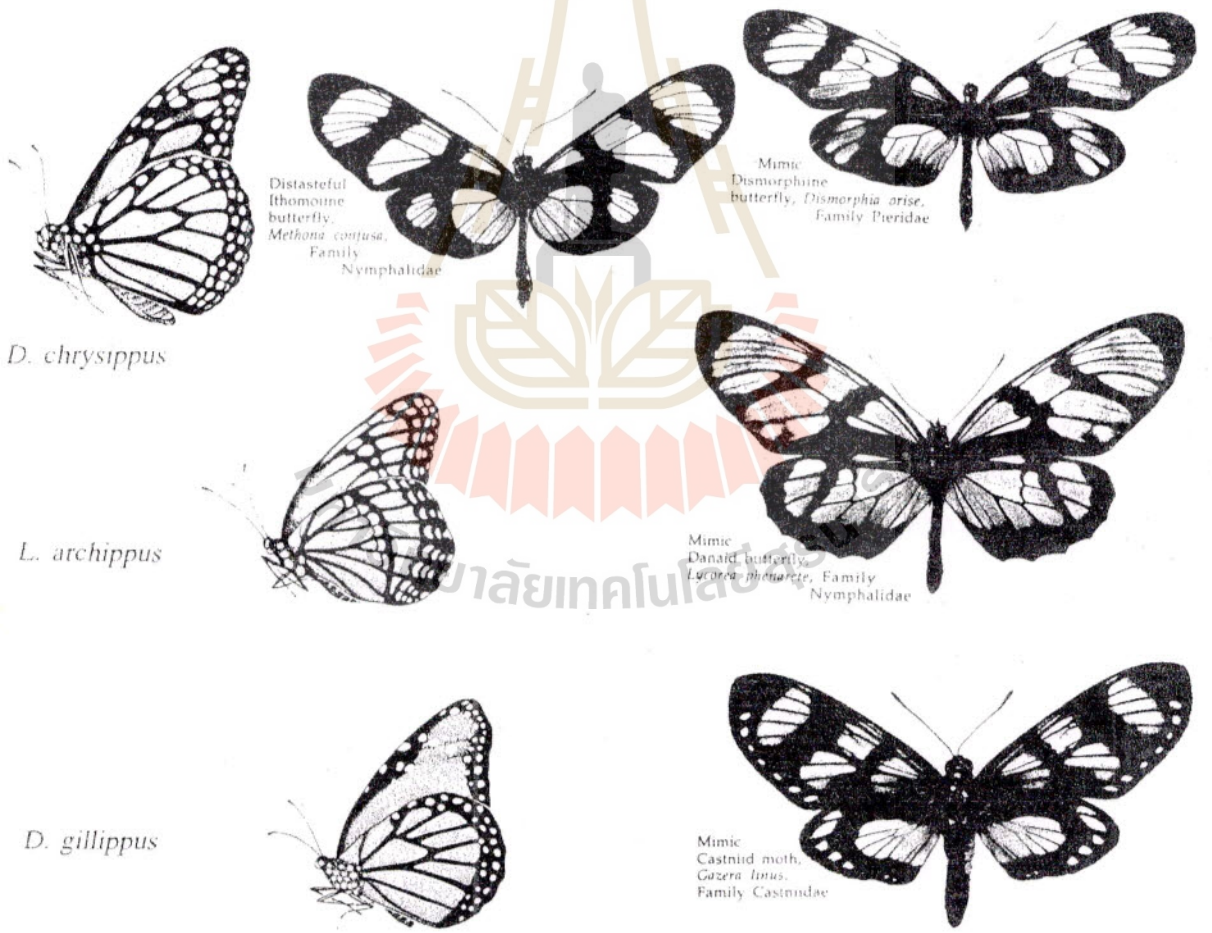
ภาพที่ 3.18 การปลอมตัว (mimicry) ของแมลงให้กลมกลืนกับธรรมชาติ

2) ลอกเลียนแบบให้มีลักษณะเหมือนแมลงชนิดที่มีพิษต่อศัตรู พบในผีเสื้อ หรือพวกมด และด้วงบางชนิด ตัวอย่างเช่น ผีเสื้อหนอนใบรัก *Danaus chrysippus* กินใบรัก ซึ่งมียางและทำให้ตัวเต็มวัย (บางตัว) ของมันมีพิษ ศัตรูของผีเสื้อหนอนใบรักเป็นพวกแมลงเบียน แมลงซึ่งจะไม่ชอบทำลายหนอนใบรัก หรือตัวห้ำ เช่น นก หรือสัตว์เลื้อยคลานอื่น ๆ ก็จะไม่ค่อยชอบกินผีเสื้อหนอนใบรัก จึงมีผีเสื้ออีก 2-3 ชนิด ที่มีลวดลายเลียนแบบผีเสื้อหนอนใบรักเพื่อป้องกันตนเองเช่น (ภาพที่ 3.5 และ 3.19)

- ผีเสื้อเพศเมียของผีเสื้อปีกไข่เมียเลียน (*Hypolimas misipus*)
- ผีเสื้อ Viceroy (พบในต่างประเทศ) (*Limenitis archippus*)
- ผีเสื้อ Queen (พบในต่างประเทศ) (*D. gillippus*)

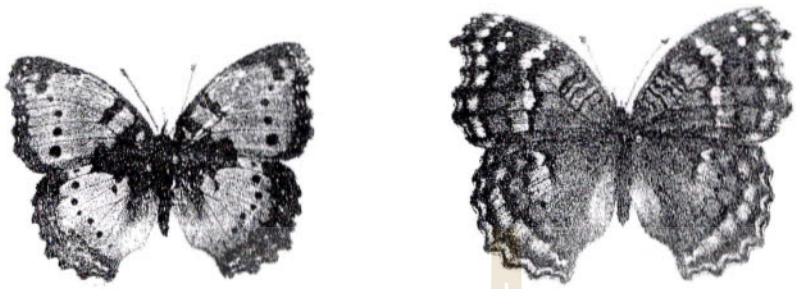
ตัวอย่างอีกชนิดหนึ่งคือผีเสื้อที่มีรสและกลิ่นไม่พึงปรารถนาของศัตรูพืชชื่อผีเสื้อ Ithomoiine (*Methoma confusa*) (F. Nymphalidae) มีผีเสื้อชนิดอื่น ๆ ที่มีลายเลียนแบบ (ภาพที่ III-19)

- ผีเสื้อชื่อ *Dismorphia orise* (F. Pieridae)
- ผีเสื้อชื่อ *Lycorcea phenarete* (F. Nymphalidae)
- ผีเสื้อชื่อ *Gazera linus* (F. Castniidae)



ภาพที่ 3.19 การปลอมตัว (mimicry) ของแมลงให้เหมือนกับชนิดที่มีพิษต่อศัตรู

3) การเปลี่ยนสี และรูปแบบตามฤดูกาลเพื่อไม่ให้ศัตรูจำได้ แมลงบางชนิด(ส่วนใหญ่พบในผีเสื้อ) สามารถเปลี่ยนลวดลาย สี และ ขนาดของปีกตามฤดูกาลเพื่อไม่ให้ศัตรูจำได้ เช่น ผีเสื้อชื่อ Pansy butterfly *(Precies octavia)* เมื่อถึงฤดูแล้ง จะมีขนาดเล็กลง ปีกมีสีน้ำตาลอมส้ม มีจุดบนปีกสีเดียวกันคือ น้ำตาลดำ แต่พอถึงฤดูฝนจะเปลี่ยนเป็นมีขนาดใหญ่ขึ้นลวดลายบนปีก จะต่างจากฤดูแล้ง พื้นปีกสีน้ำตาล และสีฟ้า ขอบปีกสีแดง และมีลายขอบปีกเป็นสีฟ้าเข้ม เป็นต้น **(ภาพที่ 3.20)**



หน้าแล้ง หน้าฝน

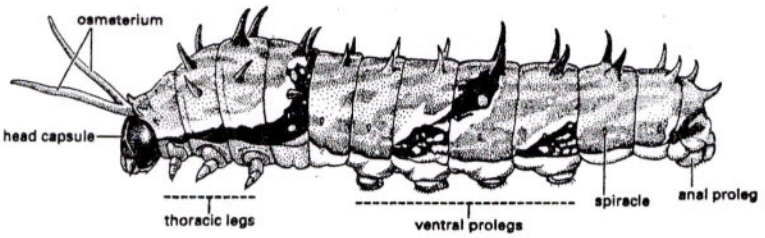
Precis octavia

ภาพที่ 3.20 การเปลี่ยนสีและรูปร่างของแมลงตามฤดูกาล (Whalley 1988)

8.2 การทำให้ศัตรูตกใจกลัว (Frightening mechanism หรือ Startle display)

แมลงอาจป้องกันตัวเองโดยทำให้ศัตรูตกใจกลัวเมื่อเข้ามาใกล้ อาจโดยขยับตัวทำให้ศัตรูมองเห็นปีกที่เป็นลวดลายน่าเกรงขาม เช่น ผีเสื้อหัวกระโหลก (F. Sphingidae) ชื่อ *Smerinthus ocellatus* เมื่ออยู่ในท่าพักปกติจะซ่อนปีกคู่หลังไว้ใต้ปีกคู่แรก ปีกคู่แรกจะมีสีน้ำตาล และปีกคู่หลังจะมีลวดลายเป็นวงกลมขนาดใหญ่เป็นสีดำ มีจุดสีน้ำเงินตรงกลาง ปีกละ 1 วง เหมือนลูกตาของสัตว์ร้าย เมื่อผีเสื้อชนิดนี้ตกใจจะเปิดปีกคู่แรกออกให้เห็นดวงตา และเมื่อขยับปีกจะดูเหมือนการปิดและเปิดตา ทำให้ศัตรูตกใจกลัวและหนีไป **(ภาพที่ 3.21)**

ในหนอนบางชนิด เช่น หนอนผีเสื้อ หนอนมะนาว (*Papilio demoleus*) หรือ *P. aegeus* เมื่อตกใจจะส่งอวัยวะเป็นท่อ 2 อัน ที่ซ่อนอยู่ใต้คอชูขึ้นเหนือหัว เรียกอวัยวะนี้ว่า osmeterium ท่อดังกล่าวจะมีรูเปิดของต่อมกลิ่นฉุนรุนแรงที่ศัตรูจะทนไม่ได้ และหนีไป **(ภาพที่ 3.21)**



หนอนผีเสื้อ *Papilio aegeus* จะป้องกันตัวเองโดยส่งอวัยวะ osmeterium ออกมาจากด้านหลังของศรีษะ เพื่อปล่อยกลิ่นฉุนไล่ศัตรู

ผีเสื้อ eyed hawk moth (*Smerinthus ocellatus*) จะขยับปีกหน้าขึ้นลง ให้เห็นลายปีกหลังเหมือนดวงตาสัตว์ ทำให้ดูน่ากลัวเพื่อไล่ศัตรู

ภาพที่ 3.21 แสดงการทำให้ศัตรูตกใจกลัว (Startle display) ของผีเสื้อบางชนิด

9. การอยู่อย่างแมลงสังคม (Social insect)

ในเรื่องของแมลงที่อยู่รวมกันเป็นสังคม (Social Insects) มี 2 ประเภท คือ

9.1 แมลงที่มีการจับกลุ่มอยู่ร่วมกันชั่วคราวเพื่อกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วแยกย้ายกันไป เรียกว่า แมลงพวก Sub-social ได้แก่ แมลงสาบชนิดหนึ่งที่ไม่มีปีกชื่อ *Cryptocercus punctulatus* และแมลงหางหนีบ (อันดับ Dermaptera) ที่แม่จะคอยดูแลหาอาหารและป้องกันภัยให้ลูกโดยอยู่ร่วมกับลูกเป็นกลุ่มๆ พวก *C. punctulatus* นั้น พ่อแม่จะเลี้ยงลูกอยู่ใต้ดินและมีหน้าที่คอยซ่อมแซมอุโมงค์ทางเดินใต้ดินให้อยู่ในสภาพดีและใช้ได้อย่างปกติ ในประเทศจีนพบว่าพ่อแม่แมลงชนิดนี้ใช้เวลาดูแลตัวอ่อนชุดหนึ่ง ๆ ถึง 6 ปี ตัวอย่างที่พบอีกชนิดหนึ่งคือ พวกต่อและแตน (อันดับ Hymenoptera) พวกวงศ์ Vespidae หรือ วงศ์ Sphecidae พวกนี้จะขุดดินหรือทำโพรงไว้เพื่อวางไข่ เมื่อวางไข่แล้ว ตัวต่อตัวแม่จะบินไปจับเหยื่อเช่น หนอนต่าง ๆ และใช้เหล็กในต่อยให้เหยื่อสลบ(แต่ไม่ตาย)แล้วนำมาใส่ไว้ในรังเพื่อเป็นอาหารของลูกเมื่อฟักออกจากไข่ ตัวอ่อนของตัวต่อดังกล่าวจะไม่กินซากสัตว์ที่ตายแล้ว แต่จะกินสัตว์ขณะมีชีวิต ต่อตัวแม่จึงใช้วิธีการทำเหยื่อให้สลบ

9.2 แมลงที่มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนนี้ เรียกว่า แมลงพวก Eusocial ได้แก่ ผึ้ง (อันดับ Hymenoptera, วงศ์ Apidae) มด (วงศ์ Formicidae) และปลวก (อันดับ Isoptera)

ลักษณะที่สำคัญของแมลงที่จัดอยู่ในกลุ่ม eusocial มีดังนี้คือ

1) มีระบบแบ่งวรรณะ(caste system) อย่างชัดเจน เช่น มีกลุ่มทำงาน (workers) หรือกลุ่มที่เป็นหมัน เพื่อช่วยเหลือกลุ่มหรือวรรณะที่ขยายพันธุ์

2) มีการช่วยเหลือและประสานงานการเลี้ยงตัวอ่อน

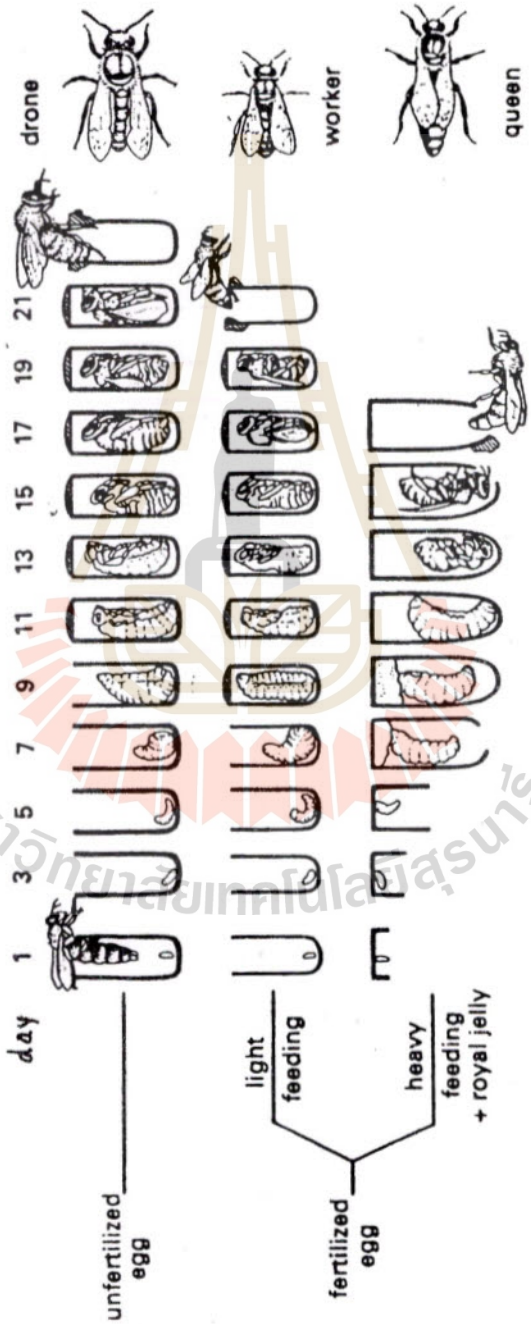
3) มีการผลิตสมาชิกอย่างต่อเนื่อง เป็นการเสริมกำลังของทุกวรรณะอย่างไม่ขาดตอน

ในผึ้งมีการแบ่งวรรณะ และหน้าที่อย่างชัดเจนดังนี้คือ (ภาพที่ 3.22)

1) ผึ้งแม่รัง (Queen) ซึ่งจะมีเพียงตัวเดียว ภายใน 1 รัง ทำหน้าที่วางไข่ เพื่อเพิ่มประชากรทุกวรรณะภายในรัง และปล่อยสารเคมีเพื่อควบคุมสังคมในรัง ในผึ้งหลวง (*Apis mellifera*) ผึ้งแม่รังตัวหนึ่ง ๆ อาจวางไข่ได้ถึงวันละ 1,500 ฟอง ผึ้งแม่รังเจริญเติบโตมาจากไข่ซึ่งผสมพันธุ์และผึ้งงานนำเอาอาหารตัวอ่อนที่เรียกว่า Royal jelly ป้อนให้ในปริมาณที่มากและมากจนเกินพอ จนเกิด พัฒนาการและมีฮอร์โมนผิดแปลกไปจากผึ้งวรรณะอื่น ๆ ในรัง

2) ผึ้งตัวผู้ (Drone) มีจำนวนหนึ่งทำหน้าที่อย่างเดียวคือผสมพันธุ์กับผึ้งเพศเมีย ผึ้งตัวผู้เกิดจากไข่ที่ไม่ได้ผสมพันธุ์และถูกเลี้ยงด้วย royal jelly ในปริมาณปกติ

3) ผึ้งงาน (Worker) เป็นผึ้งที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดในรังผึ้ง มีหน้าที่หาอาหาร ป้อนอาหารแก่ตัวอ่อน, ผึ้งตัวผู้ และผึ้งแม่รัง, ป้องกันรัง, หาวัสดุอื่นยามจำเป็นเช่น น้ำและยางไม้, ถ่ายทอดสารเคมีจากผึ้งแม่รังให้กระจายทั่วรัง ควบคุมอุณหภูมิและอัตราการวางไข่ของผึ้งแม่รัง ฯลฯ



ภาพที่ 3.22 แสดงการเจริญเติบโตของผึ้งในวรรณะต่าง ๆ (Gullan and Granston 1994)

ปลวก (Order Isoptera) เป็นพวก Eusocial Insect ที่มีการแบ่งวรรณะและหน้าที่อย่างชัดเจนและแตกต่างจากผึ้ง ปลวกมีการสร้างรัง (termite mound) โดยใช้เศษดินหรือซากพืช (หรือบางครั้งท่อนไม้สด ๆ) มี 2 ประเภทคือ พวกที่สร้างรังบนดิน หรือสูงขึ้นไปจากพื้นดิน (อาจอยู่บนต้นไม้) และชนิดที่สร้างรังใต้พื้นดิน วรรณะของปลวกมีดังนี้ **(ภาพที่ 3.23)**

1) วรรณะที่ขยายพันธุ์ (Reproductive caste)

ประกอบด้วยปลวกแม่รัง (Queen) และปลวกเพศผู้ (King)

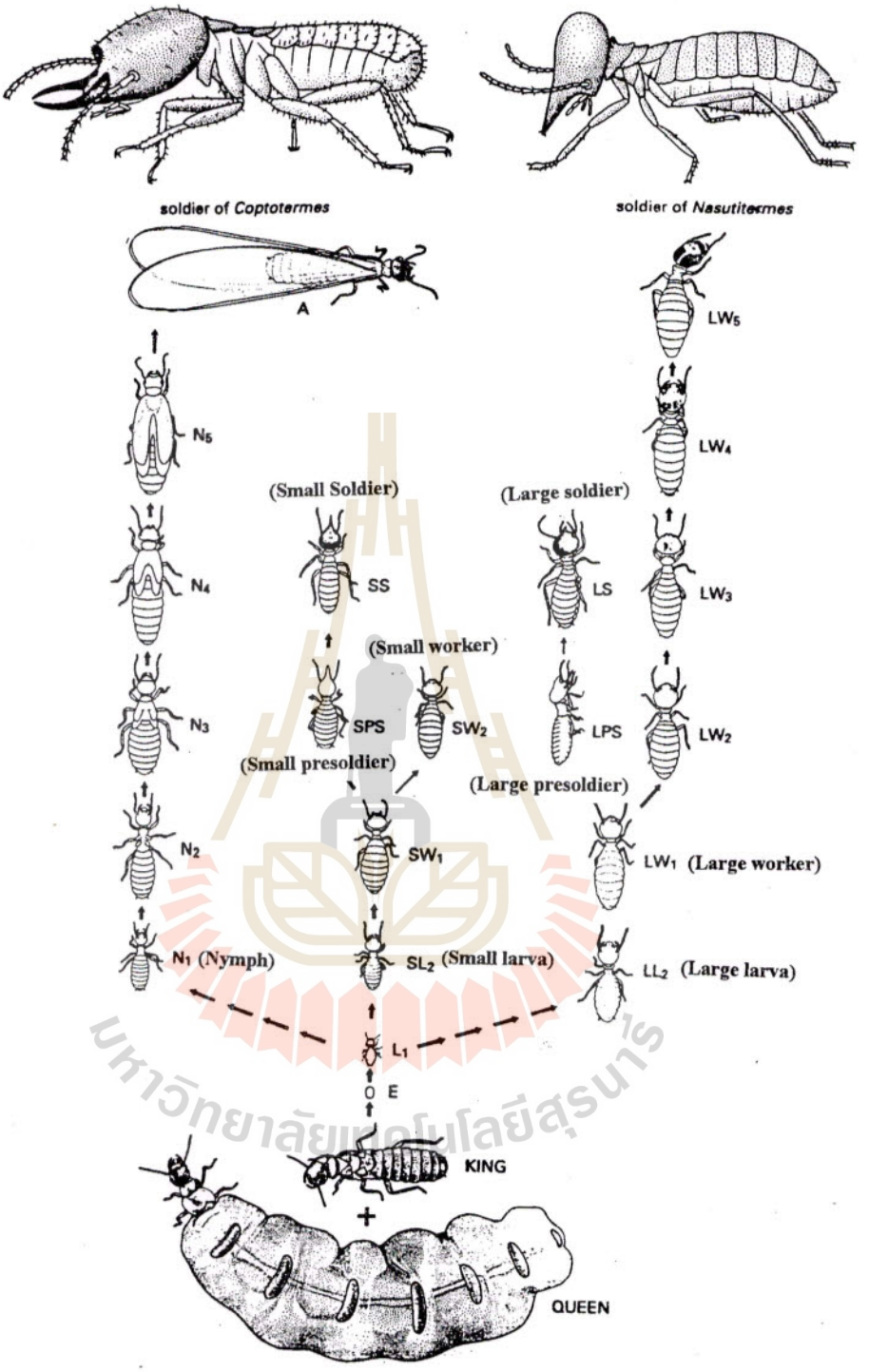
(1) ปลวกแม่รัง **(Queen)** มีลักษณะพิเศษคือส่วนท้อง (abdomen) จะขยายใหญ่มากและใหญ่ผิดปกติจากปลวกธรรมดาถึง 500-1,000 เท่า เรียกว่า **Physogastry** ปลวกแม่รังจะเคลื่อนไหวไปมาไม่ได้ ต้องอาศัยปลวกงานหามไป ปลวกแม่รังทำหน้าที่วางไข่ที่มี Juvenile hormone ระดับต่างกันเพื่อผลิตปลวกวรรณะต่าง ๆ ที่เป็นสมาชิกของรัง แต่เดิมปลวกแม่รังจะมีขนาดใหญ่กว่าปลวกวรรณะอื่น ๆ ไม่มากนัก และมีปีก (alate form) เพื่อบินหาคู่ผสมพันธุ์ แล้วสลัดปีกเพื่อสร้างรังใหม่ เมื่อแม่รังตัวจริงจากไป ปลวกอื่น ๆ อาจทำหน้าที่เป็นปลวกแม่รังตัวใหม่ โดยสร้างปีกและผสมพันธุ์เพื่อแยกไปสร้างรังใหม่ได้อีก เรียกว่า กลุ่มปลวกพวกนี้ว่า **supplementary reproductives** หรือ **neotenics** การควบคุมการทำงานในรังเกิดขึ้นโดยปลวกแม่รังจะมีสารที่เป็น pheromone แม่รังออกมาทางทวารและบริวารของรังจะไปดูดกินสารดังกล่าวเพื่ออยู่และทำงานในรังในหน้าที่ของตนต่อไป วิธีนี้เรียกว่า **proctodeal troplallaxis**

(2) ปลวกเพศผู้ **(King)** เป็นปลวกที่มีขนาดใหญ่กว่าปลวกงาน หรือปลวกทหาร มีหน้าที่ผสมพันธุ์กับปลวกแม่รัง และมีเพียง 1 ตัวต่อ 1 รัง เช่นเดียวกับปลวกแม่รัง และมีกลุ่ม neotenics เกิดขึ้นได้เช่นกัน

2) วรรณะของผู้ทำงาน

(1) ปลวกงาน **(Workers)** เป็นปลวกที่เป็นหมัน **(neuter)** เจริญมาจากปลวกตัวอ่อน มีประชากรมากที่สุดในรัง ปลวกงานจะมีรูปร่างและลักษณะแตกต่างกันไปตาม species หรือใน species เดียวกันก็จะมีขนาดและลักษณะแตกต่างกันไป ปลวกงานมีหน้าที่หาอาหาร ทำรัง ปลูกเชื้อรา และดูแลตัวอ่อน

(2) ปลวกทหาร **(Soldiers)** เป็นปลวกที่เป็นหมัน **(neuter)** เช่นเดียวกันกับปลวกงานที่มีกราม และหัวเจริญใหญ่ บางชนิดกรามจะแข็งแรงและใหญ่มาก ทำหน้าที่ป้องกันรังจากศัตรู ตาของปลวกพวกนี้ไม่ค่อยเจริญ



ภาพที่ 3.23 แสดงการเจริญเติบโตของปลวก (*Nasutitermes exitiosus*) ในวรรณะต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)

บทที่ 4 ลักษณะและอวัยวะภายนอกของแมลง

Chapter 4 External Characters of Insects

4 ลักษณะและอวัยวะภายนอกของแมลง
External Characters of Insects

ลักษณะประจำ Class Insecta คือมีกระดูกห่อหุ้มอยู่ภายนอกลำตัว (exoskeleton) มีระยางค์ (appendage) เป็นข้อและปล้อง (segment) มีเนื้อเยื่อต่อและยืดระหว่างข้อและปล้อง (intersegmental membrane) เพื่อสะดวกในการเคลื่อนไหวหรือการยืดหดของปล้องและระยางค์ หากจะมองแมลงจากลักษณะภายนอก ก็จะเห็นผิวหนังของแมลงและส่วนของลำตัวของแมลงซึ่งจะมีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้คือ

1. ผิวหนังของแมลง (Insect Integument)

ผิวหนังของแมลงประกอบด้วยชั้นของเซลล์ 2 ชั้น คือ **cuticle** และ **epidermis**

1.1 Cuticle เป็นชั้นที่อยู่นอกสุดเป็นคำรวมของผิวหนังชั้นนอกประกอบด้วยชั้น epicuticle และ procuticle (**ภาพที่ 4.1**) มีลักษณะแข็งหรือบางครั้งอาจอ่อนนุ่ม มีหน้าที่หุ้มรอบลำตัวแมลง เพื่อป้องกันชั้นของอวัยวะภายใน และป้องกันการสูญเสียของน้ำออกจากร่างกายของแมลง ความหนาของ cuticle ประมาณ 0.1 - 3.0 μm ส่วนประกอบที่สำคัญของ cuticle คือสาร glycoprotein, chitin, polyhydro phenol และ quinones

สาร glycoprotein ได้แก่ arthropodin, resilin และ sclerotin สาร chitin เป็น amino sugar polysaccharide ชนิด N-acetyl-D-glucosamine ($C_8H_{13}O_5$) มีโครงสร้างแสดงใน**ภาพที่ 4.1** chitin ที่พบมีทั้ง α, β และ γ chitin ซึ่งผิวหนังแมลงจะมี α−chitin มากที่สุด (Anderson 1979) cuticle มีคุณสมบัติที่น้ำไม่สามารถจะซึมเข้าออกได้มีความเหนียวมากที่สุดเมื่อทียบกับผิวหนังสัตว์ชนิดอื่น สามารถทนต่อสภาพความเป็นด่าง แม้กระทั่งต้มด้วยด่างก็ไม่สลายตัว มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.3 (Hickman *et al.* 1990) บางครั้งจะสังเกตเห็นไข(wax) เป็นละออง ออกมาปกคลุมอยู่บน cuticle อาจมีลักษณะเรียบหรือปุ่ม ป่ำ หรือเป็นหนาม หรือลำตัวแข็งเกิดจากการมี sclerotin ซ้อน ๆ กันหลายชั้น หรือเรียกว่า sclerotization ซึ่งขบวนการ sclerotization cuticle อาจจะมีเมล็ดสี (pigment) ของ cuticle ทำให้มองเห็นเป็นสีต่าง ๆ กันได้ บริเวณที่มี sclerotization เห็นได้ชัดว่าอยู่ส่วนภายนอกของแมลงที่ต้องการความแข็งแรง เช่น หัว, ฟัน หรือส่วนของปาก สาร polyhydrophenol และ quinone มีหน้าที่ช่วยการ sclerotization และการติดสี (melanization)

1.2 การสร้างสีในแมลง (Color production) เกิดขึ้นจากเม็ดสีในชั้นของ cuticle, epidermis หรือน้ำเลือด (haemolymph) หรือ ไขมัน (fat body) ในลำตัวของแมลง หรือบางครั้งการสีที่มอง

เห็น อาจเกิดจากการหักเหของแสง UV และการสะท้อนแสงในมุมต่าง ๆ กันมาสู่สายตา เม็ดสีที่พบในแมลงมีดังนี้

- สีน้ำตาลเหลืองจนถึงแดง มีเม็ดสีเป็นสาร polymer พวก carotenoids, ommochromes,
- สีเหลืองจนถึงแดง มีเม็ดสีเป็นสาร papiliochromes หรือ pteridines
- สีเหลือง มีเม็ดสีเป็นสาร flavonoids
- สีแดง น้ำเงิน และเขียว มีเม็ดสีเป็นสาร porphyrins
- สีแดง และเหลือง มีเม็ดสีเป็นสาร quinones (พบในเพลี้ยหอย)
- สีเหลือง, น้ำเงินเข้ม และเขียว มีเม็ดสีเป็นสาร aphins (พบในเพลี้ยอ่อน)

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่าแมลงสร้างเมล็ดสีจากขบวนการต่อไปนี้คือ

(1) ขบวนการ metabolism ของแมลงเอง

(2) สีของพืชอาหารที่กินเข้าไป

(3) สีของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในตัวแมลง (กรณีนี้น้อยมาก)

ในแมลงที่มีผิวลำตัวอ่อนนุ่ม เช่น ตัวหนอน cuticle จะมีลักษณะนุ่ม หยุ่น น้ำผ่านไม่ได้เกิดจาก glycoprotein ที่เรียกว่า resilin ซึ่งเป็น protien ชนิด polypeptide ผิวของแมลงแบบนี้จะต่างจากผิวที่มี chitin จึงมีคำใหม่เรียกว่าผิวชนิดนี้ว่า arthropodial membrane ซึ่งเนื้อเยื่อประเภทนี้จะสามารถยืดตัวได้มาก และมีความเหนียวมากกว่าที่จะแข็งเช่นพบใน intersegmental membrane ของอวัยวะวางไข่ของตั๊กแตน ซึ่งจะทำให้สามาถยืดยาวเพื่อวางไข่ได้ถึง 20 เท่า

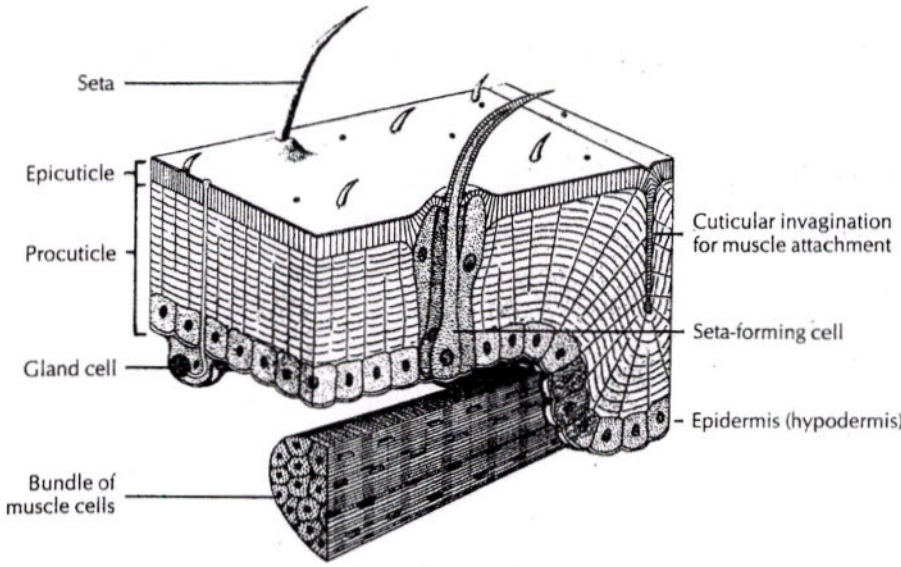
1.3 Epidermis เป็นชั้นของเซลล์ที่ชั้นเดี่ยว ๆ รองลงมาจาก cuticle และยังจัดอยู่ในชั้นของผิวหนัง (cuticle) ชั้นนี้จะมีต่อมที่ผิว (dermal gland) ซึ่งจะสร้างพวกไข (wax), สารเหนียว (cement) มีท่อส่งสารและส่งกลิ่นเพศ (pheromones) ไปที่ cuticle เมื่อแมลงลอกคราบ (ecdysis หรือ moult) ก็จะลอกเอา cuticle ออกจากชั้น epidermis นี้ ชั้นนี้จะสร้าง cell ที่เป็นขน (hair หรือ setae) หรือหนาม (spine) ออกสู่ผิวของ cuticle (**ภาพที่ 4.1**) แล้วขนหรือหนามเหล่านี้จะถูกเคลือบด้วย sclerotin เพื่อให้มีลักษณะแข็งแรง

2. ลำตัวของแมลง (Insect Body)

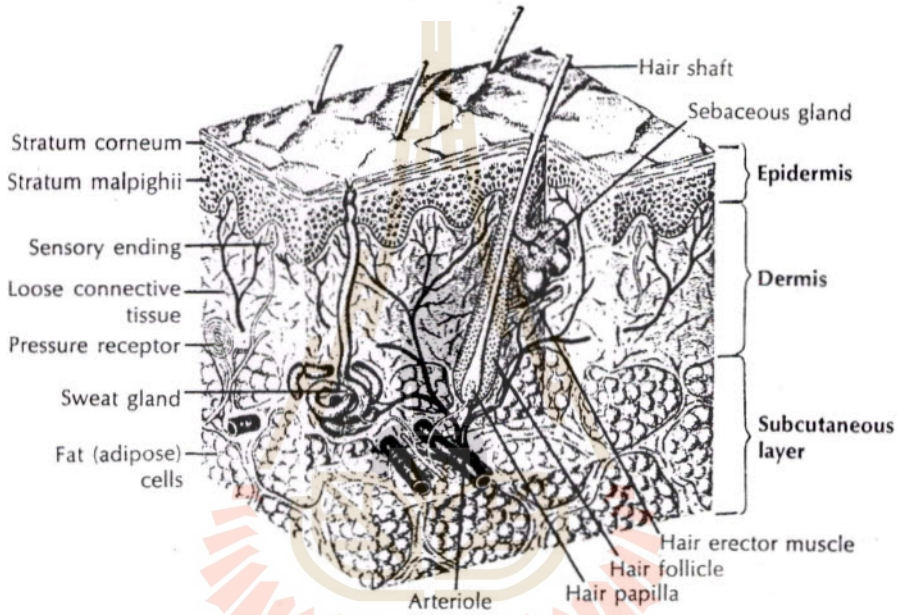
ลำตัวของแมลง แบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ (region หรือ **tagmata**) คือ ส่วนหัว (Head) ส่วนอก (Thorax) ส่วนท้อง (Abdomen) (**ภาพที่ 4.2**) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้คือ

2.1 หัว (Head)

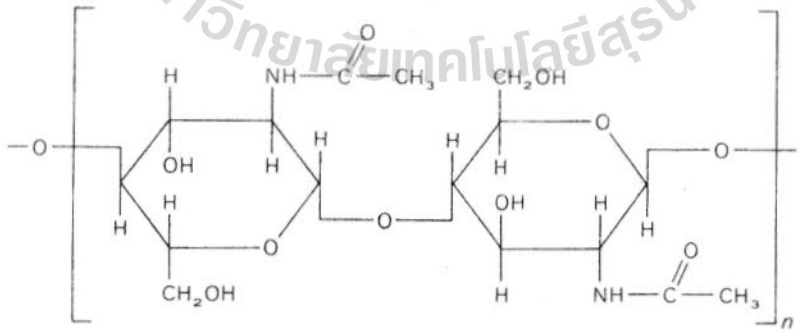
หัวแมลงมี 3 ลักษณะ ตามที่ตั้งของปากแมลงและรูปร่างของหัว (ภาพที่ 4.3)



a



b



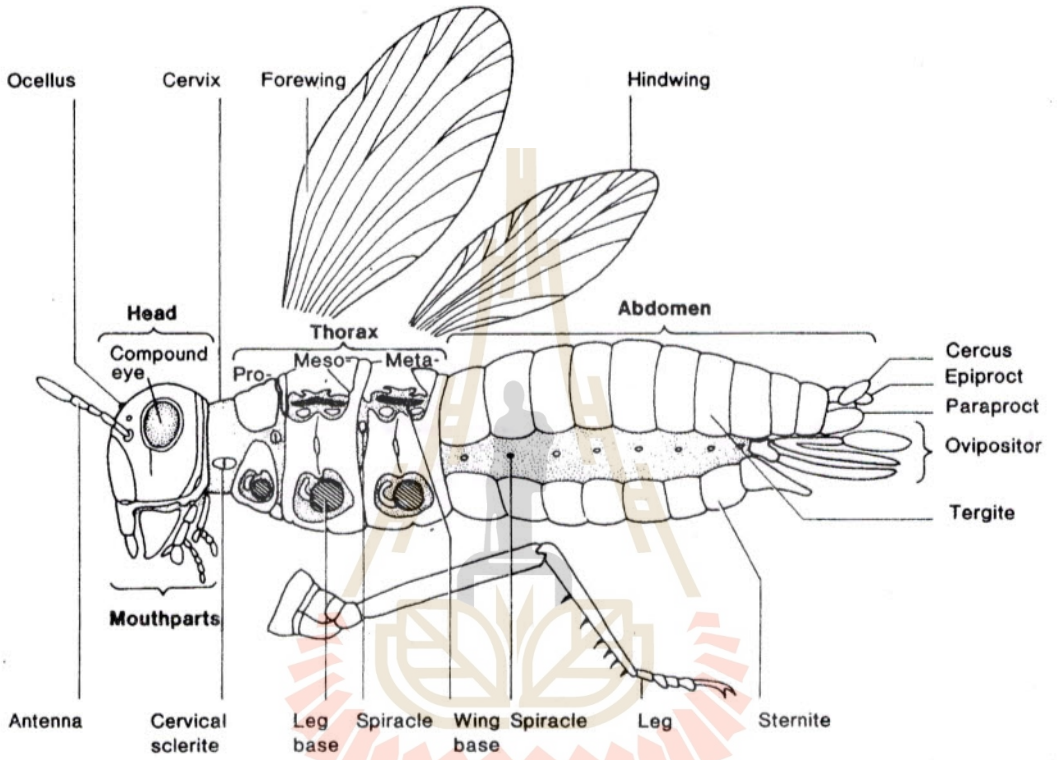
c

ภาพที่ 4.1 **ภาพตัดของผิวหนังของแมลง a เปรียบเทียบกับผิวหนังของมนุษย์ b** (Hickman *et al.* 1990) **และโครงสร้างของสาร chitin c** (Anderson 1979)

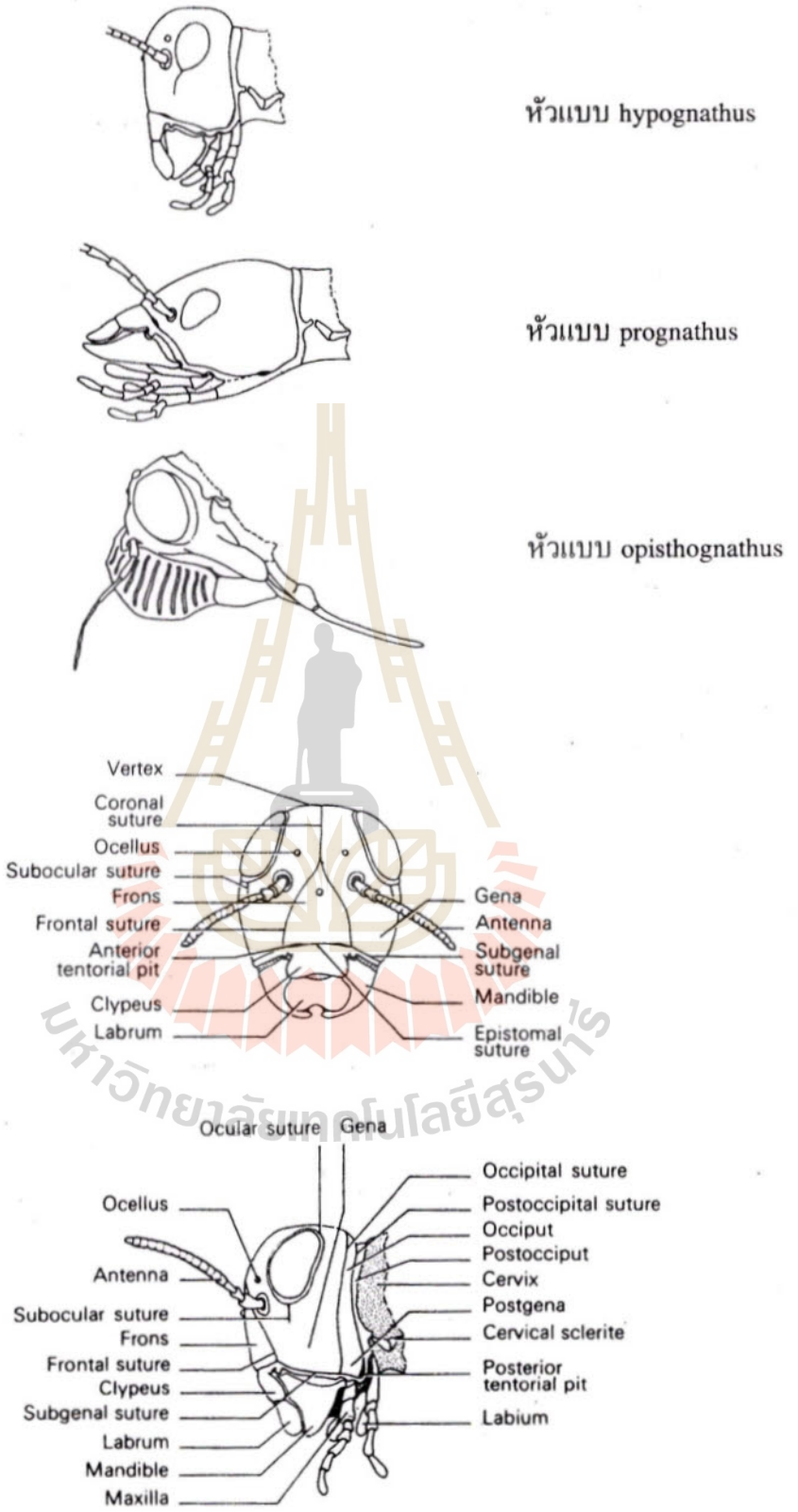
1) หัวแบบ hypognathous คือ ปากอยู่ในแนวดิ่งหรือด้านหน้าของหัว (หัวงุ้ม) เช่น หัวตั๊กแตน แมลงสาบ แมลงวัน ฯลฯ

2) หัวแบบ prognathous คือ ปากอยู่ด้านหน้า (หัวยื่น) เช่น หัวแมลงหางหนีบ แมลงสามง่ามด้วงดิน

3) หัวแบบ opisthognathous คือลักษณะหัวงุ้มเช่นเดียวกับแบบ 1) แต่ปากจะออกมาด้านหลังของหัวเช่นหัวเพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น



ภาพที่ 4.2 แสดงการแบ่งส่วนของลำตัวแมลง (Snodgrass 1935)



ภาพที่ 4.3 แสดงแบบและส่วนประกอบของหัวแมลง (Snodgrass 1960)

ที่ส่วนของหัวมีอวัยวะที่สำคัญ 4 ชนิดคือ

1) ตาเดี่ยว (Ocellus หรือ ocelli หรือ simple eyes) ocelli ด้านข้างหัว (stemmata) มีหน้าที่รับแสงอย่างเดียวอาจมี 1, 2 หรือ 3 - 6 ตา **แต่ ocellus (พหูพจน์ ocelli) ที่อยู่บริเวณกระหม่อม (vertex หรือ dorsal) 1-2 ตา มีหน้าที่รับภาพเหมือนตารวม** ตำแหน่งอื่น ๆ ของ ocelli คืออาจอยู่บริเวณหน้า 2 ตา หรือใต้ตารวม 3 ตา หรืออาจอยู่รวมกันเป็นกระจุกตรง vertex ก็ได้ ตาเดี่ยวประกอบด้วยเลนซ์รับแสง กลุ่มของเซลล์สี (pigment cell หรือ rhabdom) และ cell ประสาท ซึ่งต่อกับสมองภาพ **4.4**

2) ตารวมหรือตาประกอบ (Compound eyes) มีหน้าที่ในการมองเห็น ตาของแมลงมี 1 คู่ ตั้งอยู่บนหน้าของ แมลง เป็นส่วนที่เห็นชัดที่สุดในส่วนหัวของแมลง ส่วนของตาจะกินอาณาเขตไปถึงด้านข้างของหัว หรืออาจเกือบ 80 เปอร์เซ็นต์ ของหน้า เช่น แมลงปอ ตารวมประกอบด้วยส่วนของตาเล็ก ๆ หลายพันอันที่เรียกว่า facet หรือ ommatidia แต่ละ ommatidium จะสะท้อนภาพไปยังจอรับภาพ (retinula cells) ต่อด้วยเซลล์ rhabdom แล้วมีปลายประสาท (axon) มารับต่อไปยังสมอง **(ภาพ 4.5)**

3) หนวด (Antenna) หนวดของแมลงมี 1 คู่ มีหน้าที่รับความรู้สึกในเรื่องของสารเคมี (chemoreceptor) รับรู้สภาพทางกล (mechanoreceptor) รับรู้สภาพความชื้นในอากาศ (hygroreceptor) และอุณหภูมิ (thermoreceptor) หนวดของแมลงแบ่งได้เป็น 4 ส่วนดังนี้คือ

(1) Scape เป็นปล้องแรกที่ติดกับใบหน้า หรือเรียกว่าปล้องฐาน

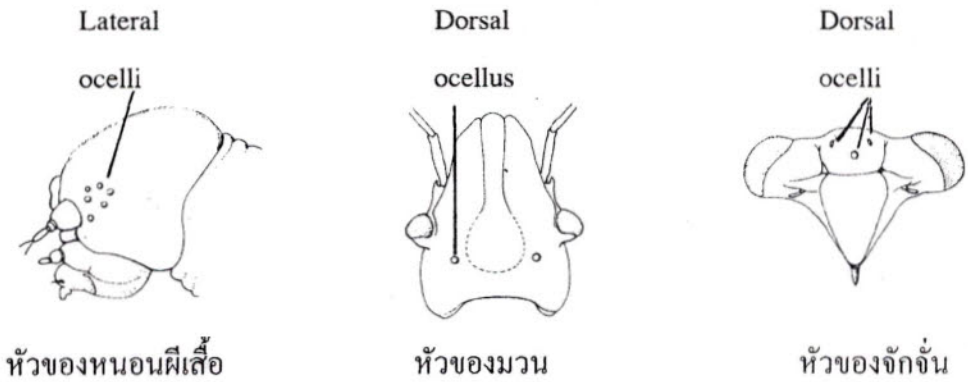
(2) Pedicel เป็นปล้องที่ถัดจาก scape ซึ่งบางครั้งมีอวัยวะรับเสียง เช่น Johnston's oragan พบในยุงเพศผู้

(3) Flagellum เป็นปล้องปลายของหนวดมีลักษณะเป็นปล้องต่อกันเป็นสายยาว flagellum จะมีจำนวนปล้อง และลักษณะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของแมลง ซึ่งบางครั้งเราใช้เป็นลักษณะในการจำแนกแมลง

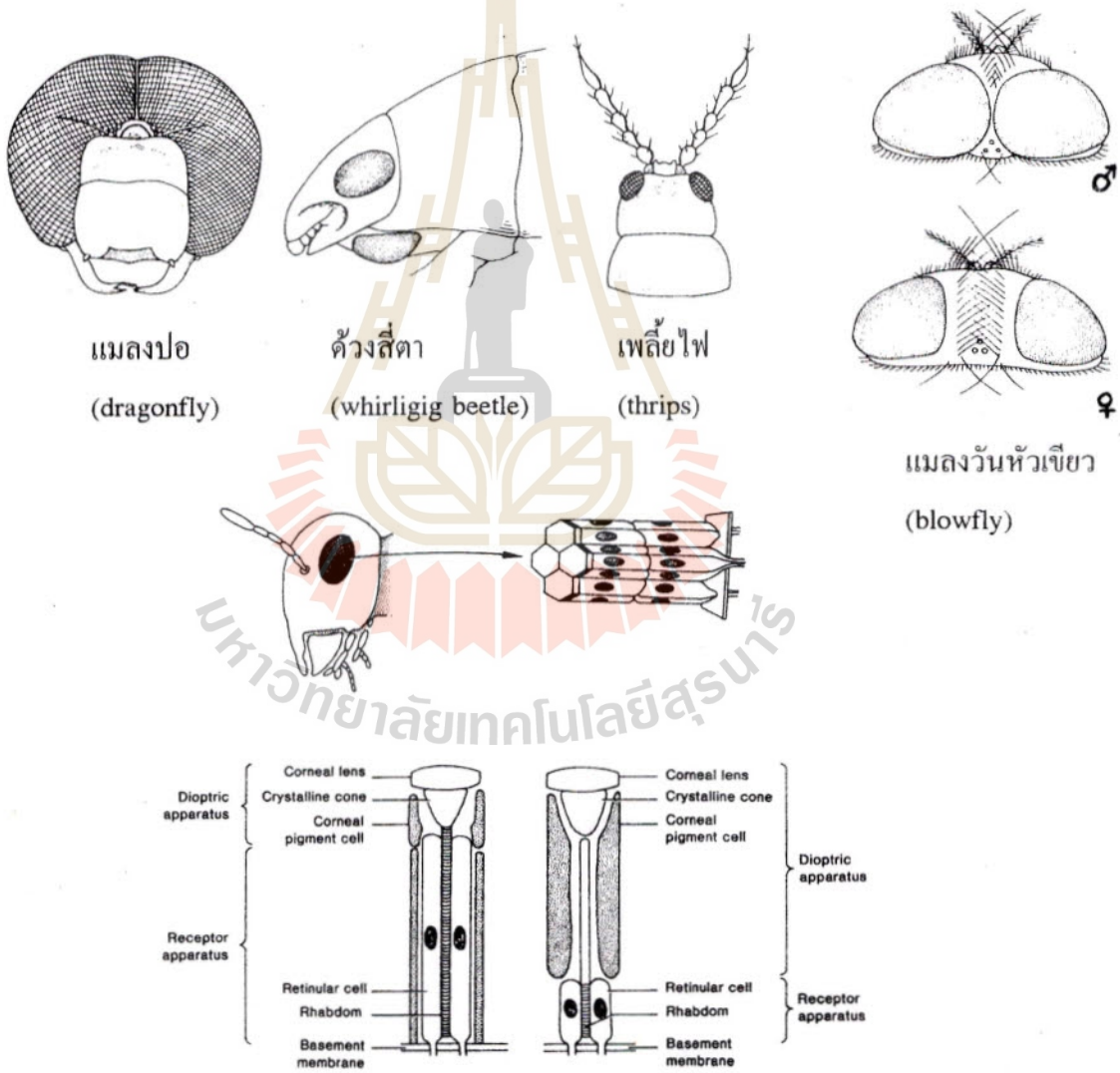
ประเภทของหนวด (Types of Antennae)

โดยทั่วไปเราจะพบหนวหนวด 9 แบบตามความแตกต่างของปล้อง scape pedicel และ flagellum คือ **(ภาพที่ 4.6)**

(1) Filiform (หนวดแบบเส้นด้าย) คือ หนวดที่มีข้อปล้องยาวเรียวสม่ำเสมอ เช่น หนวดของด้วงเสือ



ภาพที่ 4.4 แสดง lateral ocelli และ dorsal ocelli



ภาพที่ 4.5 แสดงตารวมของแมลงชนิดต่าง ๆ และโครงสร้างของ ommatidia

(Snodgrass 1954 และ Romoser and Stoffolano 1994)

(2) **Moniliform (หนวดแบบลูกปัด)** คือ หนวดที่มีข้อปล้องกลมสม่ำเสมอต่อกัน เช่น หนวดของปลวก

(3) **Clavate หรือ capitate (หนวดแบบกระบอง)** คือ 3 ปล้องสุดท้ายจะขยายใหญ่เป็นรูปกระบอง พบในด้วงแรดมะพร้าว

(4) **Serrate (หนวดแบบพันเลื่อย)** คือ หนวดที่มีลักษณะข้อปล้องแบนมีปลายแหลมเป็นรูปฟันเลื่อย พบในพวกแมลงทับ

(5) **Pectinate (หนวดแบบพันหวี)** คือ หนวดที่มีลักษณะเหมือนหวีเสนียด พบในผีเสื้อกลางคืน และผีเสื้อยักษ์

(6) **Flabellate (หนวดแบบใบไม้)** คือ หนวดที่มีลักษณะเป็นแผ่น ๆ คล้ายใบไม้ซ้อน ๆ กัน เช่น ด้วงสีดา

(7) **Geniculate (หนวดแบบข้อศอก)** หนวดชนิดนี้มีลักษณะพิเศษตรงที่ scape จะยาวมาก และมีส่วนของ pedicel หักทำมุมฉากกับ scape แล้วจะมีกลุ่มของปล้องต่อยาวเรียก funicle และปลายสุด 3 ปล้องจะขยายใหญ่เรียกว่า club พบในมด และแมลงพวก ต่อแตน ส่วนใหญ่

(8) **Plumose (หนวดแบบพู่)** หนวดแบบนี้มีขนเป็นพู่พบในยุงเพศผู้

(9) **Aristate** เป็นหนวดที่มี pedicel ขยายใหญ่และปล้องหนวดช่วย flagellum มีเพียง 1 ปล้อง ขยายใหญ่และมีขนแข็ง (arista) เห็นชัดเจน พบใน แมลงวัน เหลือบ

4) **ปาก (Mouth parts)** ปากของแมลงเป็นอวัยวะในการกินอาหารมีส่วนประกอบที่เห็นได้ชัดเจนในปากแบบกัดกิน (chewing mouth part) ดังแสดงใน **ภาพที่ 4.7**

(1) **ปากบน (Labrum)** เป็นแผ่นบนสุดของส่วนปากมี 1 แผ่น อยู่ถัดจาก clypeus มีหน้าที่ปิดเปิด เพื่อการนำเข้าของอาหาร และปิดปากในขณะแมลงกิน หรือเคี้ยวอาหาร ส่วนนี้จะมี epipharynx (เพดานปาก)

(2) **ฟันกราม (Mandible)** มี 1 คู่ มีหน้าที่ตัด เคี้ยวอาหารและต่อสู้ศัตรู มีปลายคมแหลมสำหรับกัด และเคี้ยวอาหาร แมลงบางชนิดมีฟันกรามข้างเดียว คือข้างซ้าย เช่นเพลี้ยไฟ

(3) **ฟัน (Maxilla)** มี 1 คู่ อยู่ถัดจากฟันกราม มีหน้าที่บดอาหารช่วยฟันกราม และส่วนของปล้องประกอบเป็น maxillae ชื่อ galea, lacinia และ maxillary palp ซึ่งจะมีขนเล็ก ๆ ช่วยรับรสและเลือกชนิดของอาหาร

(4) **ปากล่าง (Labium)** เป็นแผ่นล่างสุดของส่วนปากมี 1 แผ่น อยู่ถัดจาก maxillae จะมีส่วนประกอบของปล้องหลายชิ้น คือ labial palps, glossae และ paraglossae ซึ่งจะทำหน้าที่รับรสและกลืนอาหารเข้าไปในช่องคอ

(5) **ลิ้น (Hypopharynx)** อยู่ติดกับ labium มีรูเปิดของต่อมน้ำลาย

Setaceous (หนวดแบบขน)
เช่น แมลงปอ จั๊กจั่น

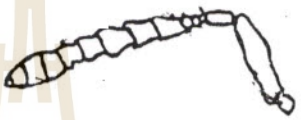
Fillform (หนวดแบบเส้นด้าย)
เช่น แมลงสาบ จิ้งหรีด ตั๊กแตน

Moniliform (หนวดแบบสร้อย)
เช่น ปลวก

Pectinate (หน่วยแบบฟันหวี)
เช่น ผีเสื้อยักษ์

Clavate (หนวดแบบกระบอง)
เช่น ผีเสื้อกลางวัน

Capitae (หน่วดแบบลูกตุ้ม)
เช่น แมลงเหนี่ยง ด้วงผลไม้



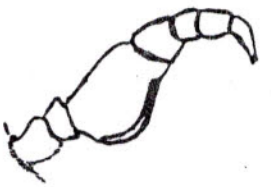
Geniculate (หนวดแบบข้อศอก)
เช่น มด ผึ้ง ต่อ แตน

Plumose (หนวดแบบพู่ขนนก)
เช่น หนวดยุงตัวผู้

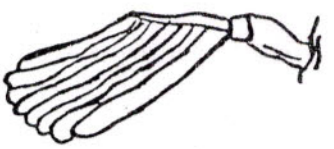
Lamellate (หนวดแบบใบไม้)
เช่น หนวดด้วงกว่าง ด้วงแรด

Serrate (หนวดแบบฟันเลื่อย)
เช่น แมลงทับ ด้วงดีด

Aristate (หนวดแบบมีขน)
เช่น แมลงวันดอกไม้ แมลงวันบ้าน

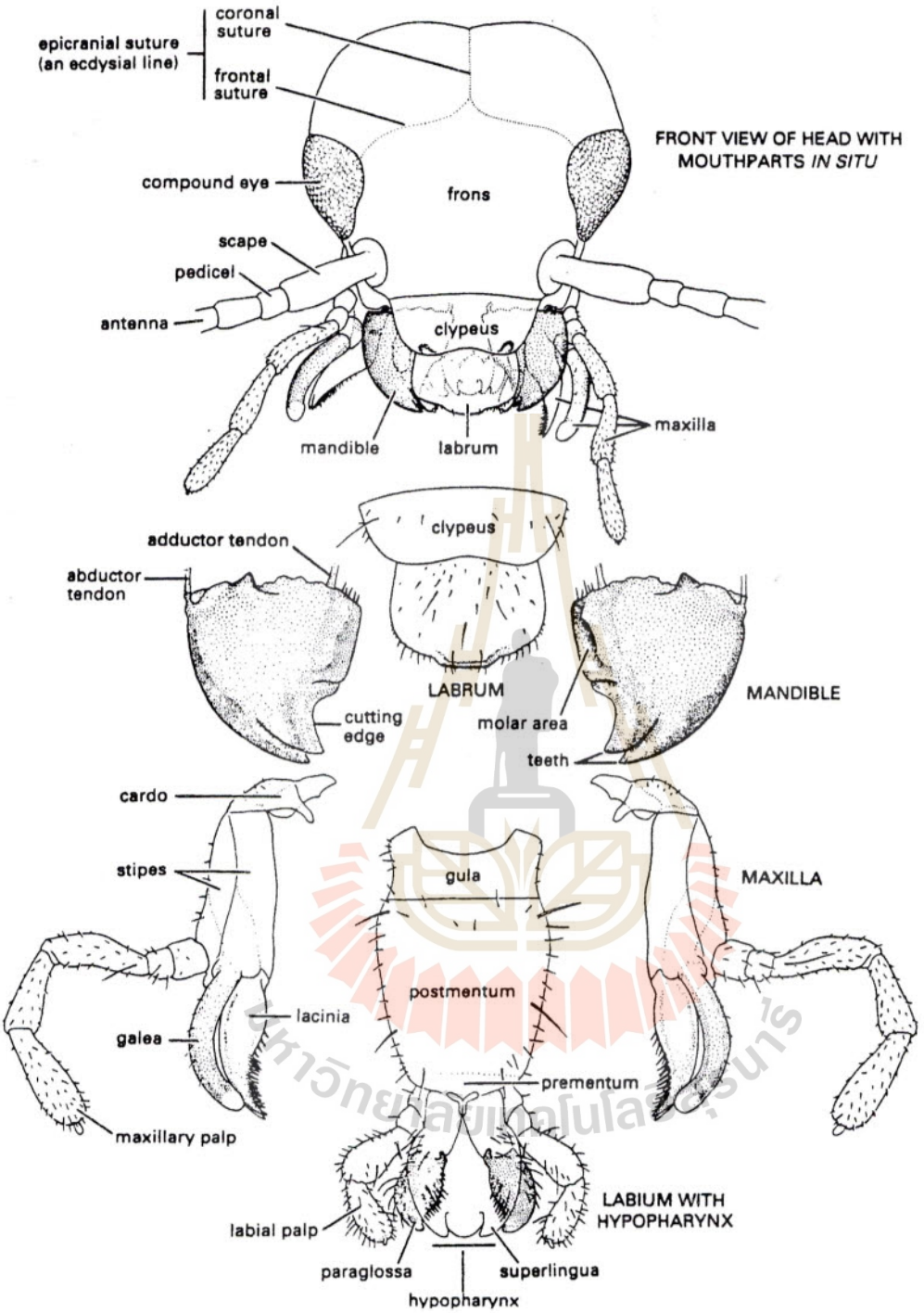


Stylate (หนวดแบบเดียว)
เช่น เหลือบ แมลงวันหัวบุบ



Flabellate (หนวดแบบแผ่นใบไผ่)
เช่น ด้วงสีดา

ภาพที่ 4.6 แสดงหนวดแมลงประเภทต่าง ๆ



ภาพที่ 4.7 แสดงส่วนประกอบของปากแบบกัดกิน

(Gullan and Cranston 1994)

ประเภทของปาก (Type of Mouths)

เนื่องจากวิวัฒนาการของการกิน ทำให้แมลงมีลักษณะและส่วนประกอบของปากที่แตกต่างกันไปตามอาหารที่กิน ซึ่งเราสามารถแยกประเภทของปากได้ 6 แบบ (**ภาพที่ 4.8**) ดังนี้คือ

(1) **ปากแบบกัดกิน (Chewing type)** ได้แก่ปากของ ตั๊กแตน จิ้งหรีด ด้วง หรือแมลงที่กัดกินส่วนของพืชเป็นอาหาร มีส่วนประกอบของปากตั้งแต่ข้อ 2.4.1 ถึง 2.4.5 ดังกล่าวแล้วข้างต้น ในตัวอ่อนของแมลงปอ labrum จะขยายใหญ่และม้วนไว้เมื่อพบเหยื่อก็จะยืดออกมาและตวัดเหยื่อเข้าปากเพื่อเคี้ยวกินอย่างรวดเร็ว ส่วนของ labrum ที่ม้วนไว้ในแมลงปอเราเรียกว่า mask

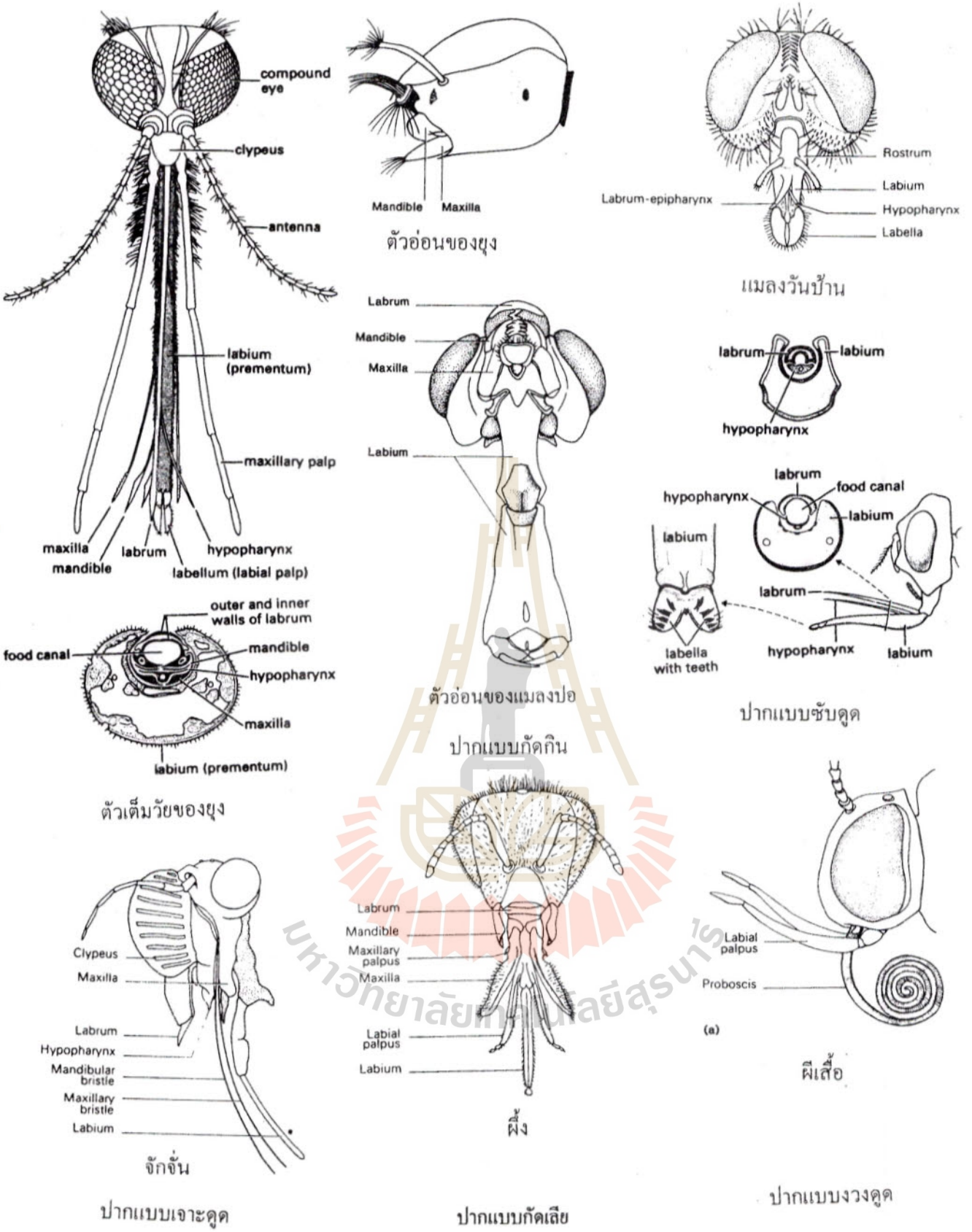
(2) **ปากแบบเจาะดูด (Piercing and sucking type)** ได้แก่ปากของแมลงที่ดูดน้ำเลี้ยงจากพืชหรือสัตว์ ได้แก่พวก มวน เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจั๊กจั่น ยุง แมลงวันปากดำ หมัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ labrum และ stylet ซึ่งเป็นรูปท่อ ปลายแหลม เกิดจากการเปลี่ยนรูปร่างของ mandible 1 คู่ maxillae 1 คู่, hypopharynx และ epipharynx รวมเป็น 6 ชิ้น (หรือ 6 เส้น) เปลี่ยนแปลงมาเป็นรูปยาวประกบเข้าด้วยกันเป็นท่อกลวงปลายแหลม มีหน้าที่เจาะและดูดของเหลวในเซลล์พืช และเลือดสัตว์

(3) **ปากแบบเขี่ยดูด (Rasping type)** ปากพวกนี้จะอยู่ระหว่างปากแบบที่ 1 และที่ 2 ปากพวกนี้มี mandible ข้างซ้ายข้างเดียว ทำหน้าที่เขี่ยเหยื่อให้ช้ำแล้วดูดกินเข้าท่ออาหาร ได้แก่ ปากเพลี้ยไฟ

(4) **ปากแบบซับดูด (Sponging type)** ได้แก่ปากของแมลงที่มีส่วนของท่ออาหารยื่นออกไปและปลายท่อจะมีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายฟองน้ำทำหน้าที่ซับและดูดอาหารเหลว หรือละลายอาหารแข็งให้ เหลวแล้วดูดกิน ได้แก่ ปากของแมลงวัน ปากแบบนี้มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประกอบของท่ออาหารยืดหดได้เรียกว่า rostrum และส่วนของ labium ซึ่งมีตอนปลายขยายใหญ่เป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำเรียก labella

(5) **ปากแบบกัดเลีย (Chewing and lapping type)** ได้แก่ปากของแมลงที่มีส่วนของ maxillae และ labium มารวมกันเป็นท่อหรือวงเรียก proboscis และมีส่วนกลางของท่อที่เกิดจาก labium (ส่วนของ glossae) ยืดหดและมีขนเล็ก ๆ มากมายเรียกว่า tongue (หรือตำราบางเล่มเรียกว่า glossae) ได้แก่ปากของผึ้ง เวลากินอาหาร ผึ้งจะยืดส่วนของ tongue ออกไปในน้ำหวานดอกไม้ แล้วหดขึ้น น้ำหวานจะติดมาที่ขน แล้วถูกรูดรวมกันไว้ในช่องของอาหาร (proboscis หรือ ท่ออาหาร) เมื่อยืด tongue ออกมาใหม่ การยืดหดดังนี้จะทำให้มีน้ำหวานในช่องอาหารปริมาณมากเพิ่มขึ้น และเข้าสู่ช่องคอในที่สุด ส่วนปลายของ tongue ซึ่งเรียกว่า flabellum จะมีท่อเปิดของน้ำลายเพื่อออกมาละลายทิ้งเป็นของแข็งให้เหลว และเลียเข้าท่ออาหารโดยวิธีเดียวกัน

(6) **ปากแบบงวงดูด (Siphoning type)** ปากชนิดนี้ส่วนอื่นจะหายไปมากเหลือที่เห็นชัดคือส่วนของ galea (maxilla) ที่เปลี่ยนรูปเป็นงวงหรือท่อดูดน้ำหวาน เรียกว่า proboscis ปากชนิดนี้ได้แก่ปากผีเสื้อกลางวัน และผีเสื้อกลางคืน



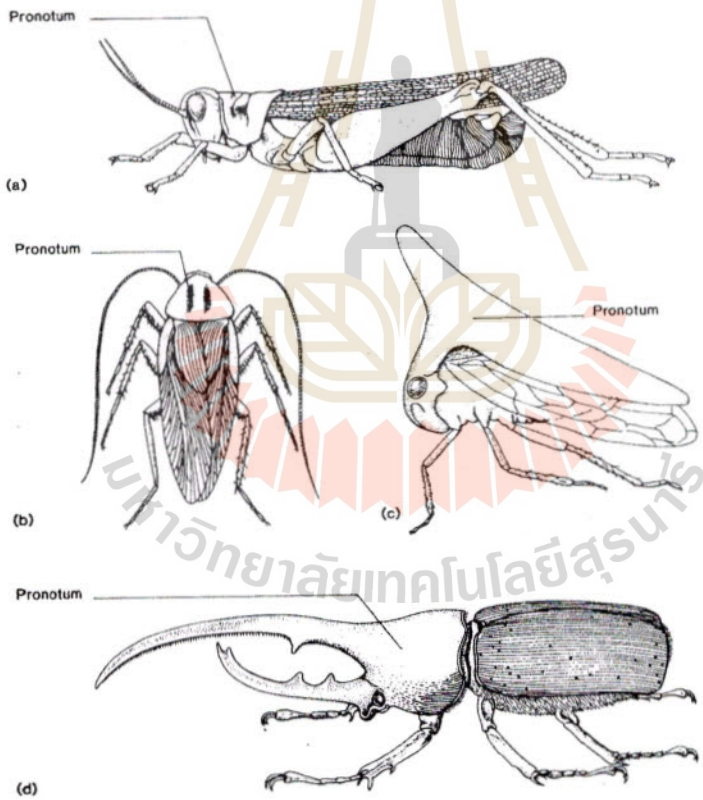
ภาพที่ 4.8 แสดงภาพปากแบบต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)

2.2 อก (Thorax)

ส่วนอกของแมลงมี 3 ปล้องคือ อกปล้องแรก (prothorax) อกปล้องกลาง (mesothorax) และอกปล้องสุดท้าย หรืออกปล้องที่ 3 (metathorax) อกจะเป็นที่ตั้งของอวัยวะเคลื่อนที่คือขาและปีก อกทุกปล้องจะเป็นที่ตั้งของขาคือขาคู่ที่ 1 (fore legs) ขาคู่ที่ 2 หรือขาคู่กลาง (mid legs) และขาคู่ที่ 3 หรือขาหลัง (hind legs) ตามลำดับ อกปล้องที่ 2 จะเป็นที่ตั้งของปีกคู่แรก (fore wings) และอกปล้องที่ 3 จะเป็นที่ตั้งของปีกคู่ที่ 2 หรือปีกคู่หลัง (hind wings) ด้านข้างของปล้องอกทุกปล้อง จะมีรูหายใจ (spiracles) ปล้อง ละ 1 คู่ (**ภาพที่ 4.2**)

ส่วนประกอบของอกที่สำคัญดังนี้คือ

1) Pronotum เป็นแผ่น sclerite ที่อยู่ด้านหลัง (dorsal) ของอกปล้องแรก (prothorax) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในแมลงหลายชนิด ทำให้ส่วนอกมีลักษณะแปลกไป เช่น pronotum เป็นรูปคล้ายอานม้าเพื่อคลุมส่วนอกทั้ง 3 ปล้อง พบในตั๊กแตนหนวดสั้น หรือแผ่เป็นแผงออกไปคลุมส่วนหัวทั้งหมดพบในแมลงสาบหรือ fuse รวมกับส่วนของกะโหลกและเปลี่ยนรูปร่างไปเช่น จักจั่นเขาหรือด้วง เป็นต้น (**ภาพ 4.9**)



ภาพที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ notum ในแมลงชนิดต่าง ๆ (Romoser and Stoffolano 1994)

(a) ตั๊กแตนหนวดสั้น **(b) แมลงสาบ**

(c) จักจั่นเขา **(d) ด้วง *Hercules***

2) ขา (**Legs**) ขาของแมลงเป็นระยางค์ของส่วนอกที่ใช้ในการเคลื่อนไหว (locomotive appendages) ประกอบด้วยข้อและปล้องดังนี้คือ (**ภาพที่ 4.10**)

(1) **Coxa** เป็นปล้องแรกของระยางค์ที่ติดกับส่วนอก

(2) **Trochanter** เป็นข้อต่อจาก coxa

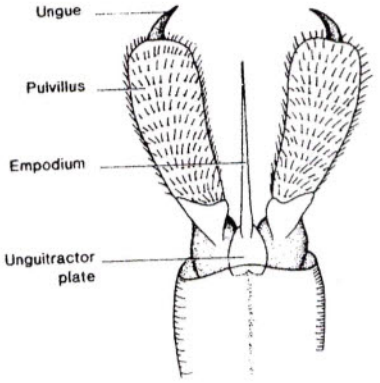
(3) **Femur** เป็นปล้องยาวต่อจาก trochanter อาจเปรียบเทียบกับโคนขาของมนุษย์ ในแมลงที่มีขาเดิน หรือกระโดด femur จะมีลักษณะแข็งแรง และใหญ่เห็นได้ชัด เช่นในตั๊กแตน จิ้งหรีด femur ของขาหลังในตั๊กแตนจะมีอวัยวะทำเสียงเป็นตุ่มเล็ก ๆ (peg) เรียงกันเป็นแถวคล้ายฟันเลื่อยเรียกว่า file มีไว้สำหรับให้ scaper บนปีกหน้ามากรีดหรือขูดแล้วเกิดเสียง ขบวนการเกิดเสียงโดยการกรีดปีกไปมากับขานี้เรียกว่า stridulation

(4) **Tibia** เป็นปล้องขา มีลักษณะเรียวยาว อาจพบหนามแหลม (tibial spur หรือ spine) ใน tibia ขาหน้า (fore tibia) จะมีอวัยวะฟังเสียง (tympanal organ) พบในจิ้งหรีด และตั๊กแตนหนวดยาว

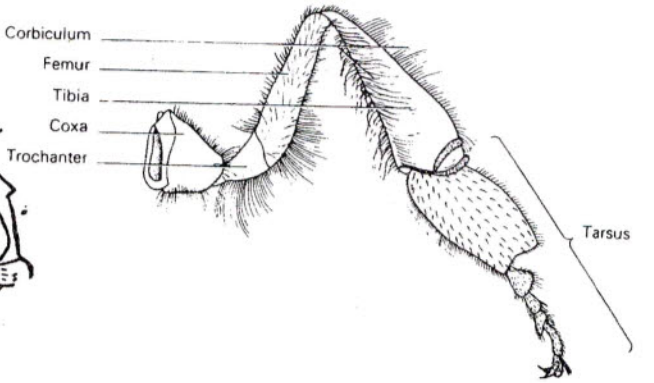
(5) **Tarsi** เป็นปล้องขาที่มีลักษณะเล็กมีหลายปล้องรูปร่างคล้ายกันต่อเรียงกัน แต่ละปล้องเรียก tarsomere จำนวนปล้องใช้แยกชนิดของแมลง

(6) **Pretarsi** เป็นปล้องปลายสุดของ tarsi อาจมีสิ่งประดับ เช่นเล็บ (claw) สำหรับยึดเกาะ และมีแผ่นบางเรียกว่า arolium อยู่ตรงกลาง สำหรับเกาะพื้นและรับความรู้สึกและอุณหภูมิ พบในตั๊กแตน แมลงสาบ ในพวกแมลงวัน แผ่น arolium จะเปลี่ยนลักษณะเป็นเส้นขนยาวแข็งแรงเรียกว่า empodium โดยมีแผ่น 2 ข้าง เรียกว่า pulvilli

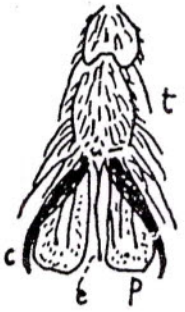
เนื่องจากแมลงมีวิวัฒนาการของขาให้เหมาะสมกับลักษณะอุปนิสัยการกิน และการอยู่อาศัยเช่น นอกจากจะใช้ขาเป็นอวัยวะเคลื่อนไหวโดยปกติเช่น ขาเดินหรือขาวิ่ง (**running or walking leg**) (พบในแมลงสาบด้วงเสือ ฯลฯ) หรือขาหน้ามี fermur ขยายใหญ่เหมาะสำหรับการดีดหรือกระโดด เรียกขากระโดด (**jumping leg**) เช่น ขาตั๊กแตนแล้ว พบว่าขาบางชนิดใช้จับเหยื่อเช่น ขาหน้าของตั๊กแตนตำข้าวจะมีหนามแหลมที่ส่วนของ femur และ tibia ใช้ในการยึดและหนีบเหยื่อในขณะกิน เรียกว่า ขาหนีบ (**grasping leg**) หรือ tibia ของแมลงดานาเปลี่ยนเป็นรูปโค้งเหมือนคีม ใช้จับเหยื่อเรียกว่าขาจับ (**clasping leg**) หรือแมลงกระชอนมีขาที่มี femur และ tibia อ้วนป้อมมี tarsi เป็นแผงมีลักษณะเหมือนคราดใช้ในการขุดดินเรียก ขาขุด (**digging leg**) และผึ้งมีขาคู่หลังที่มี tibia พองโตขึ้นเป็นตะกร้าสำหรับเก็บละอองเกสร และน้ำหวานดอกไม้เรียกว่า corbiculum พร้อม spine เก็บละอองเกสร เรียกว่า pollen rake เรียกขาชนิดนี้ว่า ขาเก็บอาหาร (**carrying leg**) ขาหลังของแมลงเหนี่ยงมีลักษณะแบนที่ tarsi จะมีขนเป็นแผงไว้พุ้ยน้ำเวลาว่ายเรียกว่า ขาว่ายน้ำ (**swimming leg**) และขาของเหา หรือขาของไรไก่ที่ปล้องของ tibia มีลักษณะเป็นง่ามเหมือนก้ามปูใช้เกี่ยวเหยื่อขณะดูดกินเลือด เรียกขาเกี่ยว (**clinging leg**) ขาทั้งหมดนี้แสดงไว้ในภาพที่ 4.10



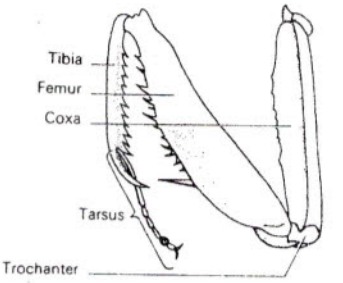
ปลายขาแมลงวันโจร



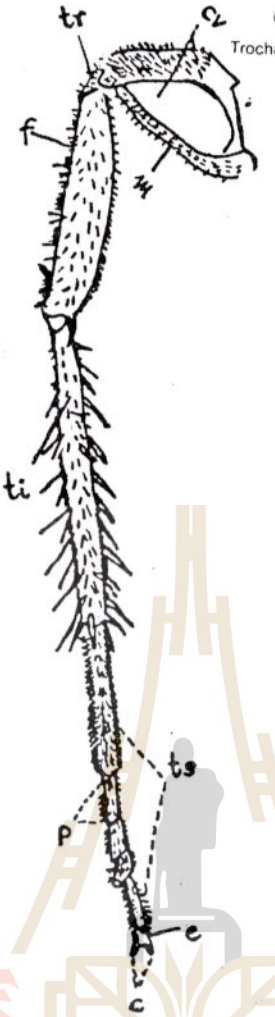
ขาแบบเก็บอาหาร



ปลายขาแมลงวันบ้าน

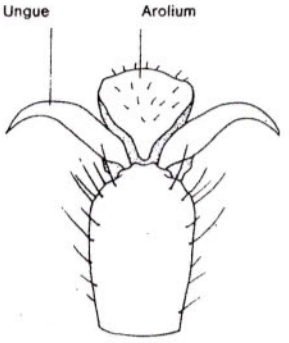


ขาแบบหนีบ

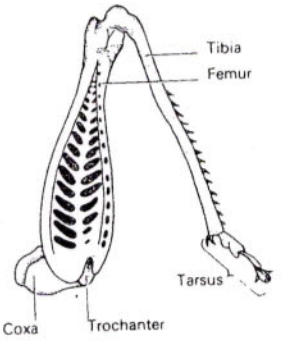


ขาแบบเดินหรือวิ่ง

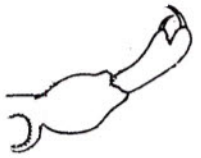
cv, coxa vora, m, meron , tr, trochanter, f, femmur, ti, tibia, ts, tarsus, c, claws, e, erolium, p, plantulae



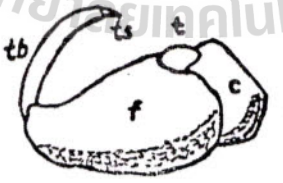
ปลายขาตั๊กแตนหนวดสั้น



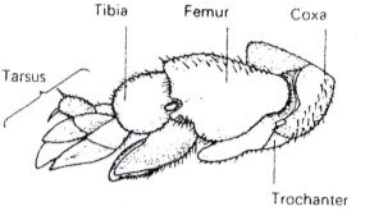
ขาแบบกระโดด



ขาแบบเกี่ยว



ขาแบบจับ



ขาแบบขุด

ภาพที่ 4.10 แสดงภาพขาแบบต่าง ๆ

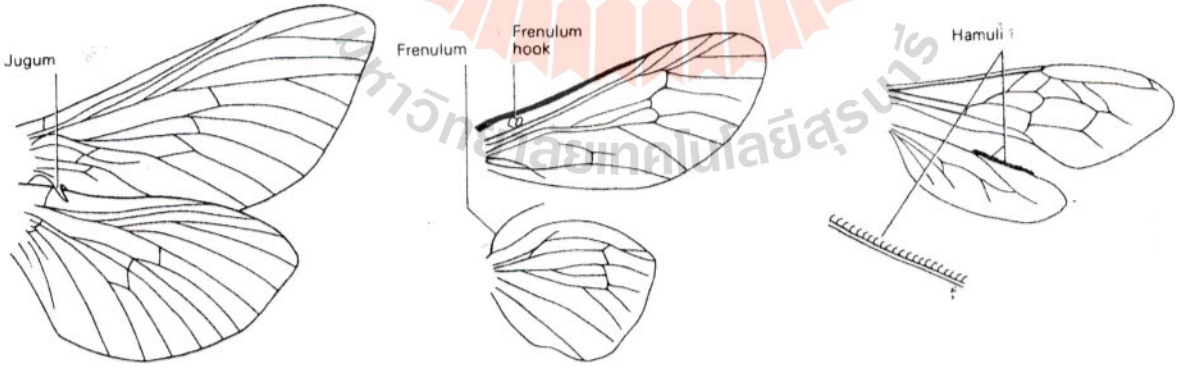
3) ปีก (Wing) นอกจากขาแล้วปีกแมลงเป็นอวัยวะที่สำคัญที่ใช้ในการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ที่สำคัญที่สุดของแมลง ปีกแมลงตั้งอยู่ที่อกปล้องที่ 2 1 คู่ เรียกว่าปีกคู่หน้า (fore wings) และอกปล้องที่ 3 1 คู่ เรียกว่า ปีกคู่หลัง (hind wings) ปกติแล้วปีกคู่หน้าจะเจริญเติบโตดีและมีขนาดใหญ่กว่าปีกคู่หลัง ปีกคู่หลังในแมลงบางชนิดเช่นใน Order Diptera (แมลงวัน) จะลดรูปเหลือเป็นตุ่มเล็ก ๆ เรียกว่า halteres เพื่อใช้ในการทรงตัว

ปีกแมลงยึดติดกับส่วนอกโดยแผ่น sclerite เรียกว่า tegulae ซึ่งอยู่ที่มุม ระหว่างเส้นของปีก (C) ของปีกคู่หน้า และอก เห็นชัดในแมลงกลุ่มผีเสื้อ (Order Lepidoptera) และมีแผ่น sclerite อีกหลายแผ่นที่ยึดอยู่ที่ฐานปีกเรียก auxillary sclerites และ subalar ปีกคู่หน้าและคู่หลังสามารถยึดติดกันและบินพร้อมกันได้โดยมีอวัยวะพิเศษยึดปีกให้ติดกัน (coupling organ) อย่างใดอย่างหนึ่งคือ (ภาพที่ 4.11)

(1) Jugum เป็นส่วนล่างสุดของขอบปีกคู่หน้าที่ยื่นออกมาเป็นมุมแหลมเพื่อเกี่ยวกับด้านบนของขอบปีกคู่หลัง ปีกคู่หลังก็จะมี lobe ยื่นออกมาเป็นมุมรับกับการเกี่ยวเรียก humeral lobe พบในผีเสื้อ

(2) Frenulum เป็นขนแหลมที่แข็งแรงยื่นออกมาจาก humeral lobe ของด้านบนของขอบปีกคู่หลัง สอดเข้าไว้กับตะขอเรียก retinaculum หรือ frenulum hook ซึ่งอยู่ที่ฐานปีกคู่หน้า (ใกล้เส้น Cu) เพื่อล๊อคปีก 2 คู่ ให้ติดกัน พบในพวกผีเสื้อที่มีพัฒนาการสูง และ O. Mecoptera

(3) Hamuli เป็นตะขอเล็ก ๆ เป็นแถวเรียงอยู่ตรงขอบบนสุดของเส้น C ของกลางปีกคู่หลัง เพื่อใช้ยึดติดกับปีกคู่หน้า พบในพวกต่อแตน (O. Hymenoptera)



ภาพที่ 4.11 แสดงอวัยวะยึดปีกแบบต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)

ประเภทของปีก (Type of Wing)

เราแบ่งปีกแมลงออกเป็น 5 ประเภท ตามลักษณะของเนื้อปีกดังนี้คือ **(ภาพที่ 4.12)**

1) ปีกแบบ membrane เนื้อปีกแบบนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่นนิ่ม บางใส โปร่งแสง อาจมีสีหรือไม่มีสีก็ได้ มองเห็นเส้นปีกตามยาว (longitudinal veins) และเส้นขวางปีก (cross veins) ชัดเจน บางชนิดมีจุดแต้มสีที่ปีก (pterostigma) แสดงลักษณะประจำชนิดพบในแมลงปอ (O. Odonata) หรือมีขนคลุมบนปีก (Scale) ในพวกผีเสื้อ (O. Lepidoptera) ปีกชนิดนี้ในพวกแมลงช้าง (O. Neuroptera), พวกต่อแตน (O. Hymenoptera) พวกแมลงวัน (O. Diptera) พวกหนอน ปลอกน้ำ (O. Trichoptera) และแมลงแมงป่อง (O. Mecoptera) และปีกคู่ที่ 2 ของแมลงกลุ่มตั๊กแตน จิ้งหรีด (O. Orthoptera) หรือ ปีกคู่หลังของด้วง (O. Coleoptera)

2) ปีกแบบ tegmina เนื้อปีกคู่หน้าแบบนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง แต่จะหนากว่าปีกแบบ membrane ไม่โปร่งแสง อาจมีผิวด้านหรือสากมือถึงผิวมัน มีสีพื้นหรือแต้มลายสีเห็น longitudinal vein ไม่ชัดเจน ได้แก่ ปีกคู่แรกของพวกตั๊กแตน แมลงสาบ (O. Orthoptera) เป็นต้น ปีกคู่หลังมักมีลักษณะเป็น membrane

3) ปีกแบบ hemilytra เนื้อปีกแบบนี้จะมีลักษณะผสมระหว่างแบบที่ 3.2.1 และ 3.2.2 คือ ทึบ 1/2 หรือ 2/3 ของปีก (คล้าย tegmina) อีกครั้งหนึ่งหรือปลายปีกหรือ 1/3 ของปีกจะเป็นส่วนที่บางจนเป็น membrane จึงมีการแบ่งอาณาเขตของปีกแบบนี้ออกเป็นส่วน ๆ ต่างจากปีกทั่ว ๆ ไป และมีชื่อเรียกต่างกันเช่นembolium cuneus corium clavusและmembrane ปีกแบบนี้มักจะเป็นปีกคู่แรกของพวกมวน (O. Hemiptera)

4) ปีกแบบ elytra เนื้อปีกคู่หน้าแบบนี้จะมีลักษณะแข็งเป็นมัน มีสีเดียวหรือมีแต้มสี หรือลาย ปีกคู่หลังมักเป็นแบบ membrane พับซ่อนไว้ให้ปีกคู่หน้า ได้แก่ปีกคู่แรกของพวกด้วง (O. Coleoptera)

5) ปีกแบบ halteres ปีกแบบนี้พบในพวกแมลงวัน (O. Diptera) จะมีปีกคู่หน้าเป็น membrane 1 คู่ ส่วนปีกคู่หลังจะลดรูปเหลือเป็นตุ่มเล็ก ๆ ใช้ในการพยุงตัวให้ได้สมดุล เรียกว่า halteres

เส้นปีก (Wing veination)

เส้นปีกของแมลงมีหน้าที่เป็นโครงสร้างของปีกมีหน้าที่พยุงปีก ทำให้ปีกแข็งแรงสามารถคงสภาพและต้านแรงลม ฝน ฯลฯ ในขณะบินหรือเคลื่อนไหวได้ **เส้นปีกมี 2 ชนิดคือ** เส้นตามแนวยาวของปีกเรียกว่า **เส้นนอน (longitudinal vein)** และ **เส้นขวางปีก (cross vein)** ซึ่งเป็นเส้นเชื่อมระหว่างเส้นนอน เพื่อเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างปีก ตามทฤษฎีมีเส้นปีกที่เป็นเส้นนอนใช้สัญลักษณ์อักษรตัวพิมพ์ใหญ่นำเสมอ) ที่สำคัญนับจากขอบปีกบน (anterior margin) คือ

Costa (C)	
Subcosta (Sc)	อาจมีแขนง 2 - 3 แขนง Sc 1 - 2
Radius (R)	อาจมีแขนง R 1 - 5
Media (M)	อาจมีแขนง M 1 - 4
Cubitus (Cu)	อาจมี 1 - 2 เส้นคือ Cu1, Cu2 และแต่ละเส้นจะแตกแขนง เช่น Cu1a, Cu1b
Anal (A)	อาจมีถึง 3 เส้น คือ 1A, 2A และ 3A
Jugum (J)	อาจมีแขนง 3 เส้นคือ J1, J2 และ J3

เส้นปีกเส้นขวางใช้สัญลักษณ์อักษรตัวพิมพ์เล็กเสมอ เส้นที่สำคัญนับจากขอบปีกบน คือ

hm	คือเส้นขวางอยู่ระหว่าง C และ Sc. บริเวณ humeral angle ของปีก
r - m	คือเส้นขวางอยู่ระหว่าง Radius และ Media
m - cu	คือเส้นขวางอยู่ระหว่าง Media และ Cubitus

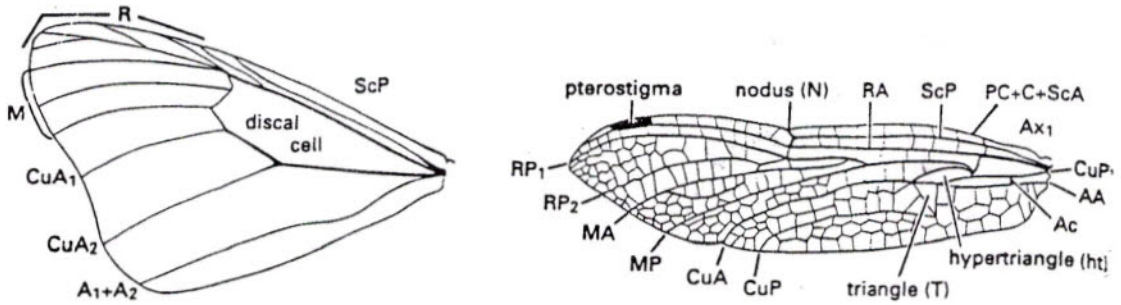
นอกจากนี้นักกีฏวิทยายังตั้งชื่อส่วนต่าง ๆ ของปีก รวมทั้งพื้นที่ปีกเพื่อง่ายต่อการเรียกและความเข้าใจดังนี้คือ **(ภาพที่ 4.13)**

1) **เรียกตามขอบปีก** จากด้านในสุด (base) ไปหานอกสุด (apex) แล้ววนตามขอบปีกกลับเข้ามาด้านในสุด (base) มีชื่อเรียกดังนี้

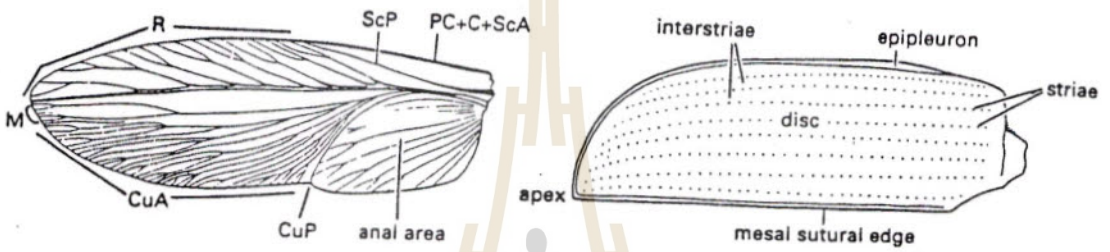
base ฐานปีก **costa** (บริเวณขอบปีกด้านบน) **apex** (ปลายปีกด้านบน) **termen** (ขอบปีกด้านขนานกับลำตัว) **tornus** (ปลายปีกด้านล่าง) **dorsum** (บริเวณขอบปีกด้านล่าง ตั้งฉากกับลำตัว) (ในปีกหลังบางครั้งนิยมเพิ่ม anal angle และ anal margin ก่อนถึง dorsum)

2) **เรียกตามพื้นที่ปีก** พื้นที่ของปีกแบ่งเป็นส่วน ๆ เริ่มตั้งแต่ฐานของปีกไปยังพื้นที่นอกสุด โดยมีชื่อเรียกตามลำดับดังนี้คือ **basal, post basal, sub median, median, post-median, sub-marginal, marginal, sub-apical,** และ **apical**

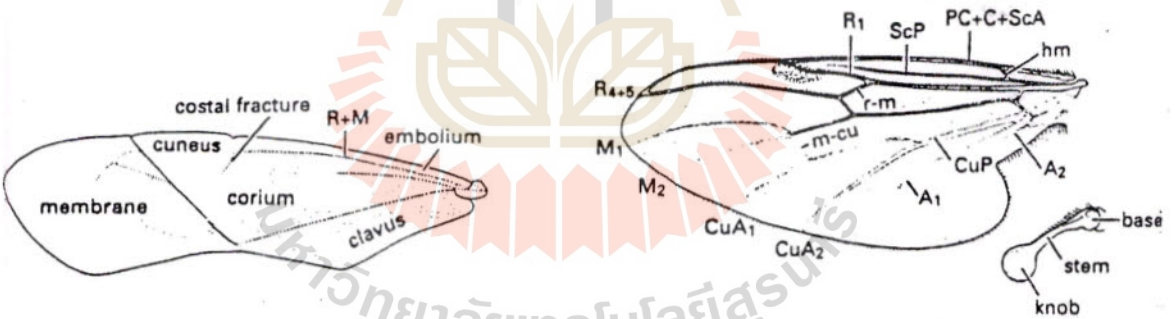
4) **รูหายใจของส่วนอก** (thoracic spiracle) อยู่ด้านข้าง (lateral) ของอกด้านละ 1 คู่ เป็นรูเข้าออกของอากาศมีความสำคัญในการรับออกซิเจนสำหรับแมลงที่อาศัยอยู่บนบก ในรูหายใจประกอบด้วยขนสำหรับกรองอากาศ เรียก filter apparatus และลิ้นสำหรับปิดเปิดช่วงหายใจ (valve) รายละเอียดเพิ่มเติมมีใน**บทที่ 6** และ**ภาพที่ 6.9**



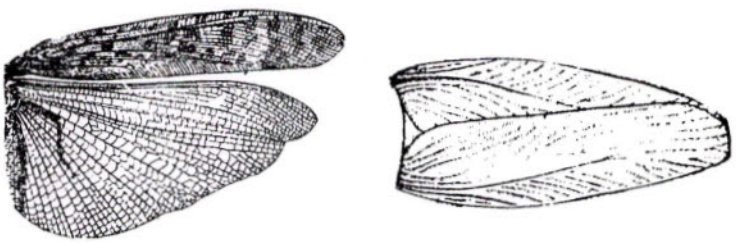
ปีกแบบ membrame



ปีกแบบ elytra

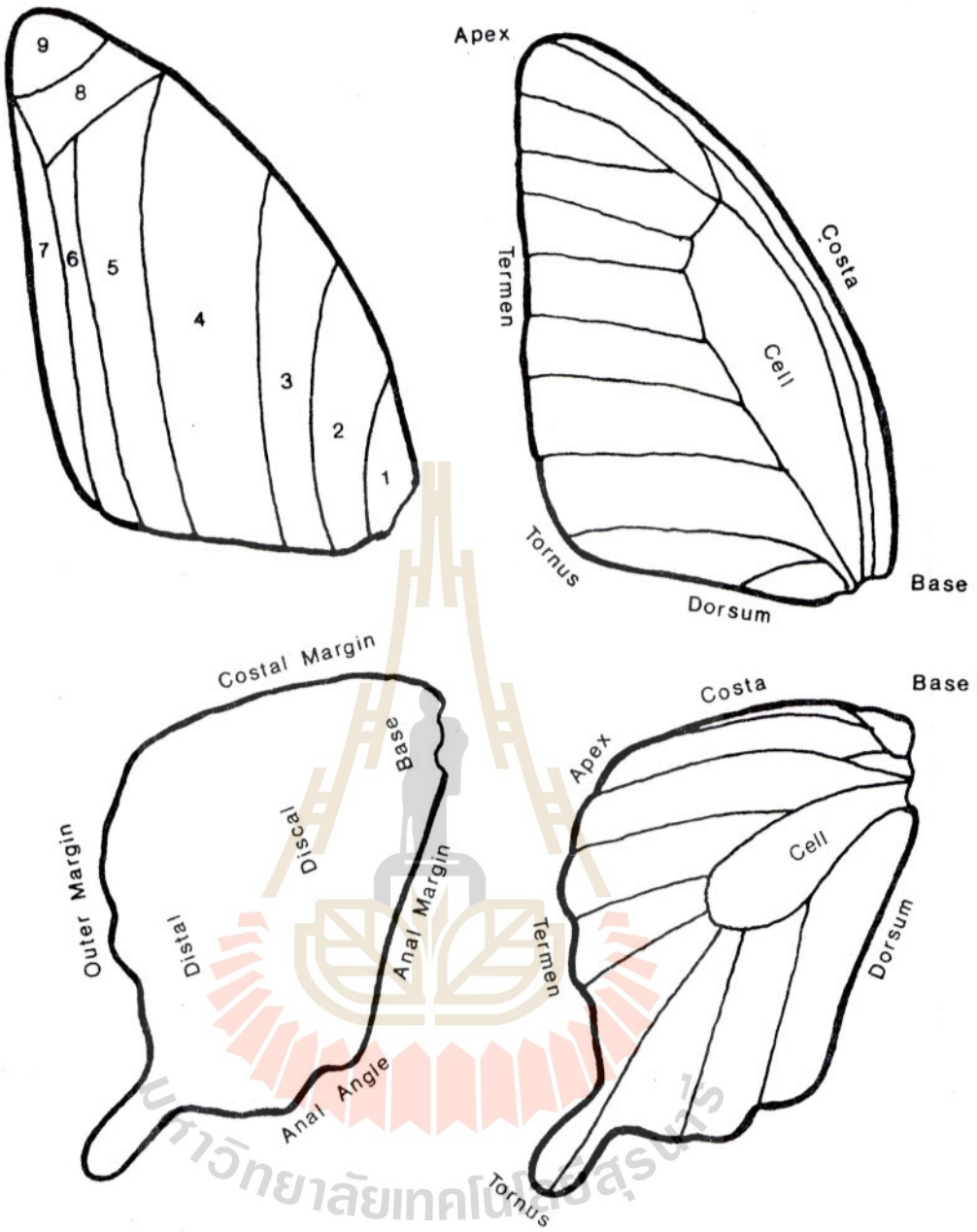


ปีกแบบ hemilytra **ปีกแบบ halteres**



ปีกแบบ tegmina

ภาพที่ 4.12 แสดงภาพปีกแบบต่าง ๆ (Gullan and Cranston 1994)



1 Basal	6 Submarginal
2 Post Basal	7 Marginal
3 Sub Median	8 Subapical
4 Median	9 Apical
5 Post Median	

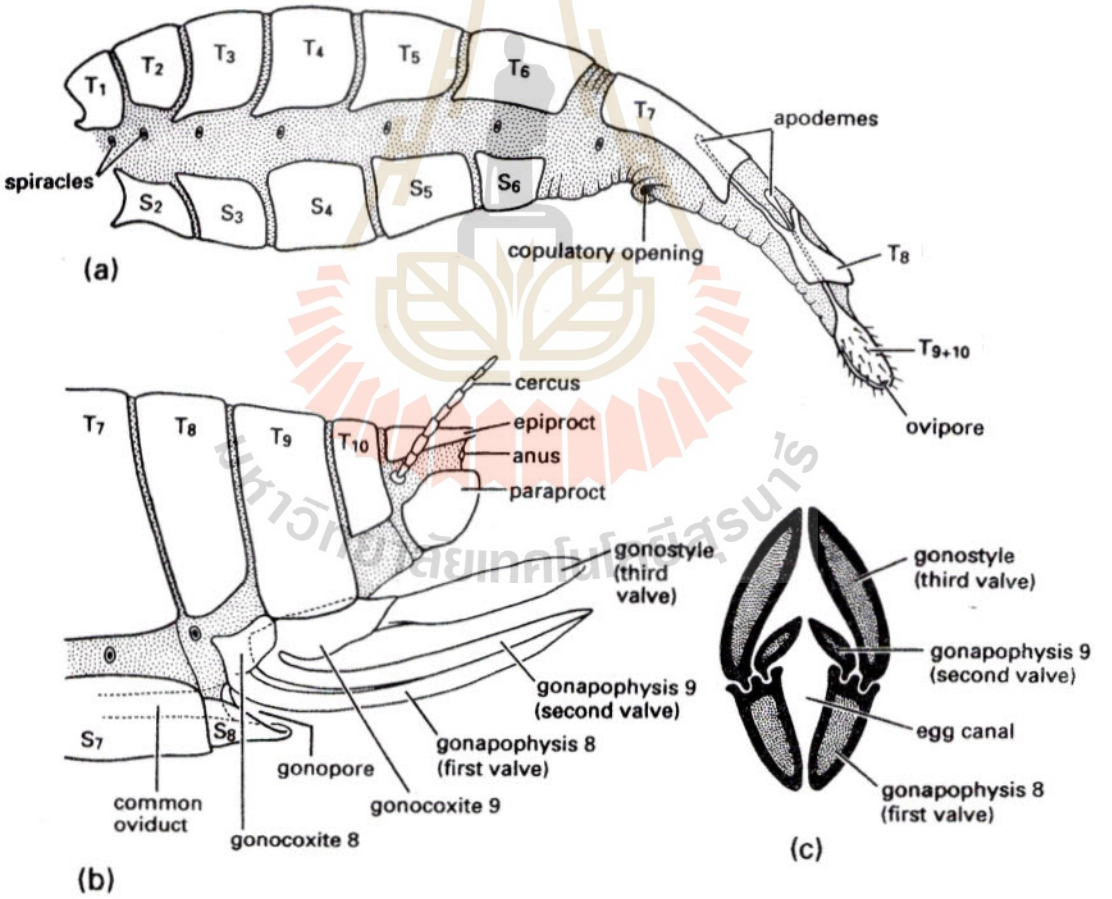
ภาพที่ 41.3 แสดงพื้นที่ปีก

2.3 ท้อง (Abdomen)

1) ส่วนประกอบของท้อง

ส่วนท้องของแมลงประกอบด้วยปล้องประมาณ 5 - 11 ปล้อง ปล้องปลายสุดที่ 8 - 9 จะ เป็นที่ตั้งของอวัยวะสืบพันธุ์ **(genitalia)** ปล้องที่ 10 และ 11 มองเห็นไม่ชัดเจนและจะเป็นที่ตั้งของหาง **(cerci)** และทวาร **(anus)** อวัยวะเพศเมียที่มองเห็นจากภายนอกคือ อวัยวะวางไข่ **(ovipositor)** ซึ่งอยู่ปล้องที่ 8 - 9 มองดูด้วยตาจะเห็นอยู่ต่ำลงมาจาก anus เป็นแผ่นโค้งประกบกันคล้ายใบมีด ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้คือ **aedeagus** ซึ่งจะเป็นทางออกของ sperm และมักจะมี style เป็นส่วนปล้องที่ 9 ที่เป็นระยางค์ยื่นออกมาช่วยจับเพศเมียในขณะผสมพันธุ์ ด้านข้างของปล้องท้องทุกปล้องจะมีรูหายใจ **(abdominal spiracles)** ปล้อง ละ 1 คู่ (ดูรายละเอียดในภาพที่ **4.14**)

นอกจากนี้ในแมลงบางชนิดมีอวัยวะทำเสียงอยู่ที่ท้องเช่นในจั๊กจั่น เรียกอวัยวะนี้ว่า **tymbal** ซึ่งอยู่ด้านข้างของปล้องแรกของส่วนท้อง (1st abdominal segment)



ภาพที่ 4.14 แสดงอวัยวะส่วนท้องของแมลง และส่วนประกอบของอวัยวะสืบพันธุ์ (Gullan and Cranston 1994)

2) การเปลี่ยนแปลงของปล้องท้องแมลง

พบในแมลงบางชนิดเช่น ในพวกมด (F. Formicidae : Hymenoptera) ปล้องท้องปล้องแรกจะ fuse รวมกันกับอกปล้องที่ 3 (metatharax) เรียกชื่อว่า propodeum ท้องปล้องนี้จะมีลักษณะคอดกิ่ว (บางครั้งเรียกว่า petiole) แตกต่างกับท้องปล้องอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด แมลงที่เป็นตัวเบียนใน O. Hymenoptera จะมีปล้องท้องลักษณะนี้เป็นส่วนมาก

ในปลวกพบว่า ปล้องท้องของราชินีปลวก จะขยายโตขึ้นกว่าเดิม 500-1,000 เท่า เพื่อผลิตไข่วรรณะต่าง ๆ ของรัง นอกจากนี้ยังพบระยางค์ (appendage) ของส่วนท้องที่มีหลายลักษณะ (ภาพที่ 4.15) ดังนี้คือ

1. **Styli** เป็นระยางปล้องท้องก่อนอวัยวะสืบพันธุ์ พบในแมลงสามง่าม
2. **Collophore, tenaculum** และ **furcula** เป็นอวัยวะส่วนท้องของแมลงใน O. Collembola ดังกล่าวแล้วในบทที่ 3
3. **Conicle** เป็นท่อขับถ่ายน้ำหวานซึ่งมีส่วนประกอบของ amino acid พบเป็นคู่อยู่ในแมลงพวกเพลี้ยอ่อน
4. **Cerci** เป็นระยางส่วนปลายสุดของท้องของแมลง ในแมลงสาบเพศเมียจะมี 1 คู่ เพศผู้มี 2 คู่ ไว้จับเพศเมียในขณะผสมพันธุ์ cerci ในแมลงบางชนิดเปลี่ยนเป็นอวัยวะมีลักษณะเหมือนคีม เช่น แมลงหางหนีบ (Dermaptera)
5. **Gill** (เหงือก) เป็นแผงอยู่ปลายสุดของท้อง (พบในตัวอ่อนแมลงปอเข็ม) หรืออยู่ด้านข้างของปล้องท้องปล้องละ 1 คู่ (พบในตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว) ใช้หายใจ
6. **Pseudolegs** (หรือ abdominal prolegs หรือขาเทียม) เป็นขาที่อยู่ปล้องท้องของตัวอ่อนหรือหนอนผีเสื้อใช้สำหรับยึดจับกิ่งไม้ ขาชนิดนี้จะหายไปเมื่อตัวอ่อนเจริญเป็นตัวเต็มวัย

บทที่ 5 การจำแนกหมวดหมู่และลักษณะของแมลง

Chapter 5 Insects Classification and Characteristics

5 การจำแนกหมวดหมู่และลักษณะของแมลง
Insect Classification and Characteristics

จากเรื่องของขนาดและชนิดของแมลงในบทที่ 1 วิวัฒนาการของแมลงในบทที่ 3 และลักษณะและอวัยวะภายนอกของแมลงในบทที่ 4 ทำให้พอจะทราบได้ว่าแมลงมีหลายชนิด และมีรูปร่างลักษณะหลายแบบ การศึกษาเรื่องแมลงที่มีการจัดแยกหมวดหมู่ของแมลงและจำแนกแมลงตามลักษณะของรูปร่างไว้อย่างชัดเจน และมีการตั้งชื่อแมลงแต่ละชนิด รวมทั้งรวบรวมรายละเอียดความแตกต่างของชนิดของแมลงไว้อย่างเป็นระบบเรียกว่า **Insect Classification** หรือ **Insect Taxonomy** ซึ่งความรู้ด้านนี้จะเป็นฐานของข้อมูลของการศึกษาที่สูงขึ้นในวิชา **Insect Systematics** ซึ่งหมายถึงการศึกษาชนิดของแมลงในเรื่องของชนิดความหลากหลาย และอุปนิสัยและถิ่นที่อยู่อาศัย และความสัมพันธ์ของแมลงแต่ละชนิดในโลกนี้ ในปัจจุบันนี้เข้าใจว่ามีแมลงเพียง 5-20% ของจำนวนแมลงทั้งหมด (ที่คาดว่ามีทั้งหมดในโลก) ที่ได้จำแนกและมีชื่อเรียบร้อยแล้ว

แมลงถูกจำแนกอยู่ใน Phylum Hexapoda, Class Insecta ซึ่งมีลักษณะประจำ Class ที่สำคัญดังนี้คือ

1. มีลำตัวและระยางค์ (อวัยวะที่ใช้เคลื่อนไหวหรือดมกลิ่น เป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากลำตัว) มีลักษณะเป็นข้อและปล้อง (segmented body and appendages) เชื่อมต่อกันโดยมีเนื้อเยื่อระหว่างปล้อง (intersegmental membrane)
2. ระยางค์ (appendages) เป็นแบบคู่คือ ขา 3 คู่ อยู่ที่อกปล้องที่ 1, 2, 3 ปล้องละ 1 คู่, ปีก 2 คู่ (บางชนิด 1 คู่) อยู่ที่อกปล้องที่ 2 และ 3 (บางชนิดอยู่ที่ปล้องที่ 3), มีหนวด 1 คู่ ฯลฯ
3. มีระบบกระดูกอยู่ภายนอกลำตัว (exoskeleton) ซึ่งประกอบด้วยสาร chitin กระดูกดังกล่าวจะเป็นโครงสร้างที่แข็ง ห่อหุ้มเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ของลำตัว
4. ลำตัวเป็นแบบสมมาตรตามความยาวของลำตัว (bilateral symetry)
5. ลำตัวแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ 3 ส่วนคือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen)
6. มีระบบย่อยอาหารเป็นแบบท่อ

กลุ่มของแมลง (Insect taxa) มีระบบการจัดแยกออกไปจาก Class เป็นระดับ ๆ ลดหลั่นกันดังนี้คือ

Class Insecta	คำลงท้าย
Sub-class	-a
Division	
Order	-a
Suborder	
Superfamily	-oidea
Family	-diae
Subfamily	-inae
Tribe	-ini
Genus	
Subgenus	
Species	

Borer *et al*. (1963 และ 1989) แบ่งแมลงเป็น 3 Sub-class มี Order รวมทั้งหมด 27 Order คือ

I Sub - class Apterygota

1. Order Protura ได้แก่ Proturan
2. O. Thysanura ได้แก่ แมลงสามง่าม (bristle tails)
3. O. Colembola ได้แก่ แมลงหางดีด (Collembola หรือ spring tails)
4. O. Diplura ได้แก่ Dipluran

II Sub - class Exopterygota

5. Order Ephemeroptera ได้แก่ แมลงชีปะขาว (mayflies)
6. O. Odonata ได้แก่ แมลงปอ (dragon flies)
7. O. Orthoptera ได้แก่ ตั๊กแตน (grasshoppers) จิ้งหรีด (crickets)
8. O. Isoptera ได้แก่ ปลวก (termites)
9. O. Plecoptera ได้แก่ แมลงติดหิน (stoneflies)
10. O. Dermaptera ได้แก่ แปลงหางหนีบ (earwigs)
11. O. Embioptera ได้แก่ webspinners
12. O. Psocoptera ได้แก่ เหาหนังสือ (booklice)
13. O. Zoraptera ได้แก่ Zoraptera
14. O. Mallophoga ได้แก่ เหานก และไรไก่ (chewing lice)
15. O. Anoplura (Siphunculata) ได้แก่ เหาคน (sucking lice)

16. O. Thysanoptera ได้แก่ เพลี้ยไฟ (Thrips)

17. O. Hemiptera ได้แก่ มวน (bugs)

18. O. Homoptera ได้แก่ เพลี้ยกระโดด (hoppers), จั๊กจั่น (cicadas) เพลี้ยอ่อน (aphids) แมลงหวี่ขาว (whiteflies) เพลี้ยหอย (scale insects) และเพลี้ยแป้ง (mealy bugs)

III Sub - class Endopterygota

19. Order Neuroptera ได้แก่ แมลงช้าง (lace wings หรือ antlions)

20. O. Coleoptera ได้แก่ ด้วง (beetles)

21. O. Strepsiptera ได้แก่ Stylopds และ twisted - wing parasites

22. O. Mecoptera ได้แก่ scorpion flies

23. O. Lepidoptera ได้แก่ ผีเสื้อกลางวัน (butterflies) และผีเสื้อกลางคืน (moth)

24. O. Diptera ได้แก่ แมลงวัน (flies)

25. O. Siphonaptera ได้แก่ หมัด (fleas)

26. O. Hymenoptera ได้แก่ ต่อ แตน (wasps), ,มด (ants)

27. O. Trichoptera ได้แก่ หนอนปลอกน้ำ (caddis flies)

แต่ Imms (1964) แบ่งแมลงออกเป็น 30 Order โดยเพิ่มอีก 3 Order คือ

ใน Sub - class Apterygota เพิ่ม O. Dyctyoptera

ใน Sub - class Exopterygota เพิ่ม O. Phasmida และ O. Grylloblattodea

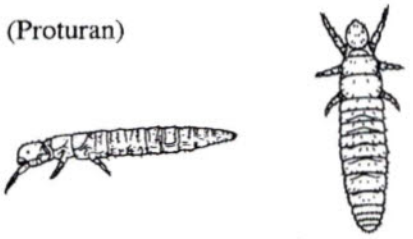
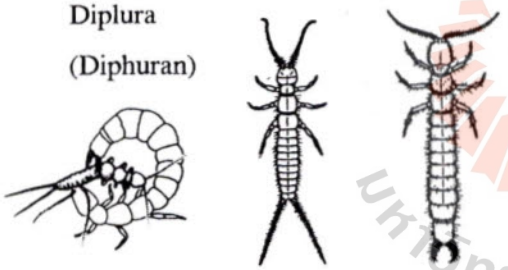
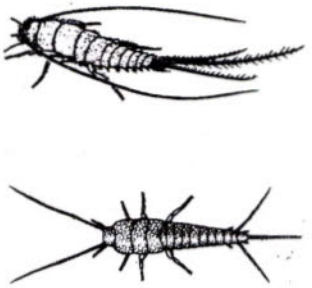
Gullan and Cranston (1994) ได้แบ่งแมลงออกเป็น 30 Order เช่นกัน โดยเพิ่ม Order Archaeognatha ใน Sub-class Aptergota และ Order Phasmatodea และ Grylloblatodea ใน Sub-class Exopterygota.

Sub-class Exopterygota คือกลุ่มแมลงที่มีการเจริญเติบโตแบบง่าย ๆ (simple metamorphosis)

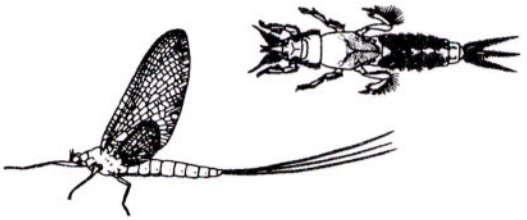
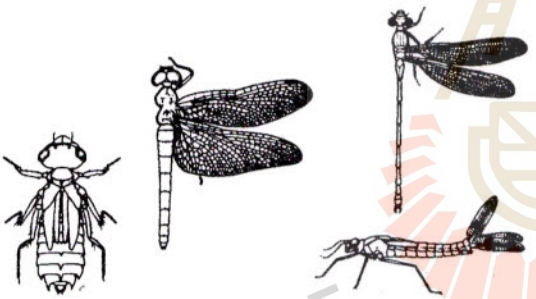
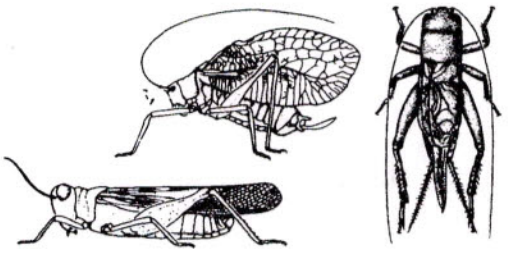
Sub-class Endopterygota คือกลุ่มแมลงที่มีการเจริญเติบโตเป็นแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis)

แมลงใน Order ที่สำคัญพร้อมลักษณะได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 5.1 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 Order แมลงลักษณะที่สำคัญ และภาพของตัวแทน Order (รูปจาก Gullan and Cranston 1994)

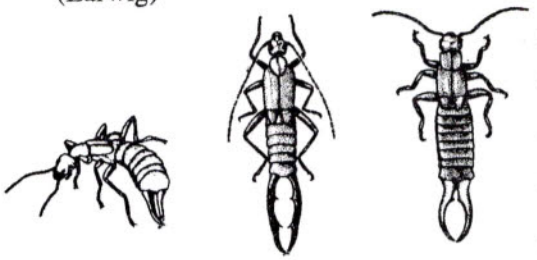
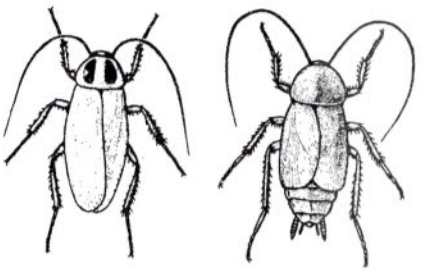
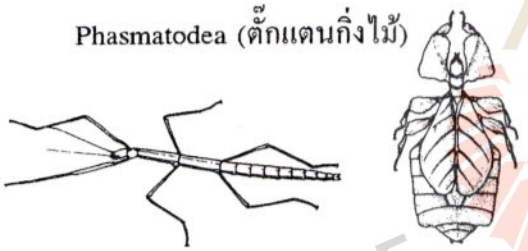
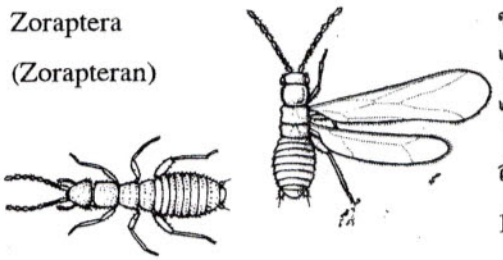
Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
Protura (Proturan) 	ขนาดเล็กมาก (เล็กกว่า 2 มม.) ลำตัวยาวรี, ไม่มีปีก ไม่มีตา, ขามี 5 ปล้อง, ท้องมี 12 ปล้อง ตัวอ่อนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย ต่างกันที่ตัวอ่อนมีปล้องน้อยว่า อาศัย อยู่ในดิน, ใน moss, ซากพืช มีประมาณ 8 Family และ 175 species
Collembola (แมลงหางดีด) (Spring tail) 	ขนาดเล็ก (2-3 มม. หรือบางชนิดถึง 12 มม.), ลำตัวยาวหรือกลม สีครีม หรือเทา น้ำเงินหรือดำ ตาและ Ocelli ไม่เจริญหรือไม่ชัดเจน ไม่มีปีก ท้องมี 6 ปล้อง ใต้ท้องมีสปริงดีดชื่อ furcula ซึ่งในยามอยู่นิ่ง ๆ จะสอดพับเก็บไว้ในอวัยวะใต้ท้องที่เรียกว่า retinaculum มีท่อเล็ก ๆ ยื่นใต้ท้องเรียก collophore ตัวอ่อนจะมีจำนวนปล้องท้องเท่าตัวเต็มวัยแต่จะมีขนาดเล็กกว่าเท่านั้น อยู่อาศัยในดินที่ชุ่มชื้น, ซากพืชที่ทับถม, ชายฝั่ง, สนามหญ้า มีประมาณ 22 Family และ 8,000 species.
Diplura (Diphuran) 	ขนาดเล็กถึงปานกลาง (2-5 มม.หรือถึง 50 มม.) ไม่มีตา ไม่มีปีก หนวดยาว ท้อง 10 ปล้อง ตัวอ่อนเหมือนตัวเต็มวัยแต่มีขนาดเล็กกว่า อยู่อาศัยกินพืชสดหรือซากพืชบางชนิดเป็นตัวห้ำ มีประมาณ 9 Family 800 speices
Thysanura (แมลงสามง่าม) (Siverfish) 	ขนาดปานกลาง ตัวแบน ตามีขนาดเล็กหรือไม่มี ท้อง 7-9 ปล้อง ปลายท้องมีระยางยาวที่เรียกว่า median caudal appendage ซึ่งมีขนาดเท่า ๆ กับ cerci อาศัยอยู่ตามเคหสถาน หนังสือเก่า ๆ, ซากพืช, ในรังปลวกและมด มี 4 Family และ 370 species.

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

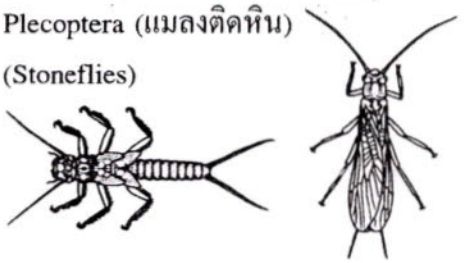
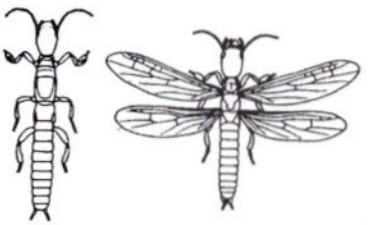
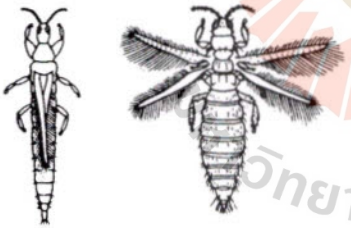
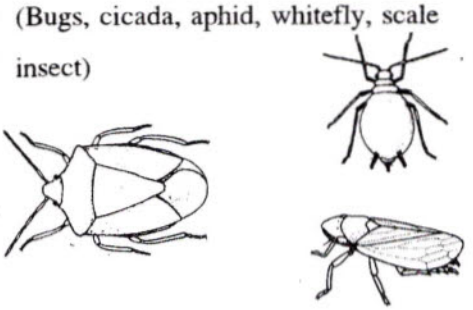
Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
*Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) (Mayflies) 	ขนาดเล็กถึงใหญ่ ตัวแก่อายุสั้นมากไม่กินอาหาร ไม่มีปาก ปีกคู่หน้าใหญ่มาก รูปสามเหลี่ยม ปีกคู่หลังเล็กมาก ตาเจริญดีมาก มี cerci ขนาดยาวเท่า ๆ กับ median caudal filament ตัวอ่อนอยู่ในน้ำ มีเหงือกอยู่ที่ปล้องท้องและปลายท้องเรียก abdominal gills ท้อง 10 ปล้อง ตัวอ่อนมี 12-45 ระยะ อาศัยกินสาหร่าย, ราในน้ำ, เป็นตัวห้ำอยู่ในลำธารที่มีการถ่ายเทของออกซิเจนสูง น้ำใส ไหลแรง และเย็น ผสมพันธุ์ในระยะที่เป็น subimago (ระยะก่อนตัวเต็มวัย) เท่านั้น มี 2,000-3,000 species
*Odonata (แมลงปอ) Dragonflies, Damselflies 	ขนาดกลางถึงใหญ่ (2-15 ซม) ปีกหน้าและหลังมีขนาดเท่ากัน (Zygoptera) ปีกหลังโตกว่าปีกหน้า (Anisoptera) ตามีขนาดใหญ่กินเนื้อที่ทั้งหมดของหัว มี ocelli 3 อัน ปีกแบบ membrane มี antinodal crossvein ท้องมี 10 ปล้อง ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำนิ่ง มีเหงือกอยู่ที่ปลายสุดของท้อง มีส่วนของปากคือ Labium ขยายใหญ่ เรียกว่า mask เป็นตัวห้ำ กินตัวอ่อนของสัตว์น้ำ ตัวเต็มวัยเป็นตัวห้ำของแมลงชนิดอื่น เป็นแมลงที่มีประโยชน์ทางการเกษตร
*Orthoptera (ตั๊กแตน จิ้งหรีด) + Mantodea (Grasshopper, locust, katydid, cricket) 	ขนาดกลางถึงใหญ่ ขาหลังมี femur ขยายใหญ่เพื่อกระโดด ตาและ ocelli เจริญดี prothorcax ขยายใหญ่คลุมด้านหลังของ thorax ปีกแบบ tegmina ตัวอ่อนมี 4 ระยะ มีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย แต่ไม่มีปีก พืชอาหารมากมายเป็นศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ บางชนิดมี tarsi ของขาหน้าขยายใหญ่แบบขุด บางชนิดเป็นตัวห้ำมีขาแบบหนีบ ไว้จับศัตรูพืช เป็นแมลงที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร เช่น ตั๊กแตนตำข้าวมี 13 Family และ 20,000 species

<u>หมายเหตุ</u> * คือแมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

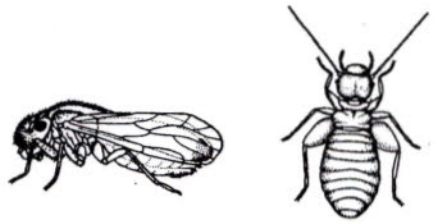
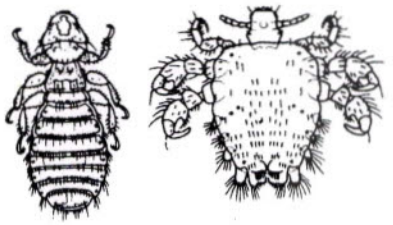
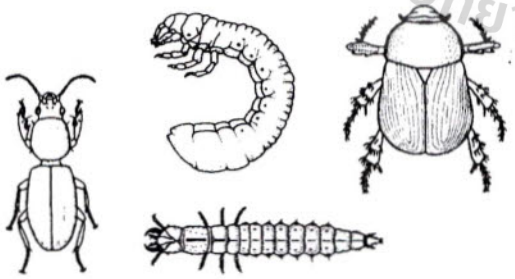
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
*Dermaptera (แมลงหางหนีบ) (Earwig) 	ขนาดเล็กถึงกลาง (4-25 มม.) ลำตัวแบนยาว หนวดสั้น ปีกสั้นไม่คลุมส่วนท้อง cerci ขยายใหญ่เป็นรูปคีมแข็งแรงและเห็นได้ชัดเจน หัวยื่น, ตาใหญ่, ปากแบบกัดกิน, กินเศษซากพืช เป็นส่วนใหญ่ บางชนิดเป็นตัวห้ำมีประโยชน์ หากินกลางคืน เพศเมียเมื่อวางไข่ในช่องว่างที่ทำไว้แล้วจะดูแลไข่ จนฟักเป็นตัวอ่อนและดูแลตัวอ่อนจนถึงระยะที่ 2-3 ตัวอ่อนมี 5-6 ระยะ มี 10 Family 1800 species
Blattodea (แมลงสาบ) (Cockroach) 	ขนาดเล็กถึงใหญ่ (3-65 มม.) ตัวแบน รี หนวดยาวแบบ filiform, ปากแบบกัดกิน, Prothorax ขยายใหญ่ ลำตัว sclerotzed หนาเป็นมันในเพศผู้มี syli 2 อัน และมี cerci 2 อัน ไข่มี 2 แถว มีปลอกหุ้มเป็นถุงเรียก ootheca กินซากพืช แป้ง, ซากสัตว์, เป็นศัตรูในเคหะสถานและในโรงเก็บผลผลิตการเกษตร ตัว่อนมีลักษณะเหลือตัวเต็มวัยมี 8 Family และ 3,500 species
Phasmatodea (ตั๊กแตนกิ่งไม้) 	ขนาดกลางถึงใหญ่ (ถึง 30 ซม.) ลำตัวเรียวยาว ทรงกระบอก ปีกแบบ tegmina กลมกลืนกับใบไม้, กิ่งไม้ อาจมีปีกหรือไม่มีปีก ถ้ามีปีก อกปล้อง 2,3 จะยืดยาว, ท้องมี 11 ปล้อง ไข่กลมเป็นเม็ด มี 3 Family 2,500 species
Grylloblattodea (จิ้งโกร่ง) (Rockcrawler) 	ขนาดกลาง หัวยื่นใหญ่ ตาเล็กมากหรือไม่มี ไม่มี ocelli อกปล้องแรกใหญ่กว่าอกปล้องกลางและปล้องสุดท้าย ท้องมี 10 ปล้อง ปากแบบกัดกินเจริญดี อาศัยกินซากพืช, สัตว์ ในที่อากาศหนาว จะพบในถ้ำ ไข่อาจพักตัวถึง 1 ปี มี 1 Family 20 species
Zoraptera (Zorapteran) 	ขนาดเล็กมาก (เล็กกว่า 3 มม.) คล้ายปลวก มีปีกหรือไม่มีปีก ชนิดไม่มีปีกจะไม่มี ocelli และตา สลัดปีกทิ้งได้เหมือนพวกมด ท้องรูปรีมี 11 ปล้อง coxa ของขาสั้นและโป่ง nymph เหมือนตัวเต็มวัยแต่เล็กกว่า มีเพียง 1 Genus คือ *Zorotypus* มี 30 species

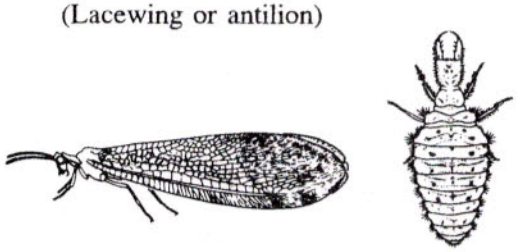
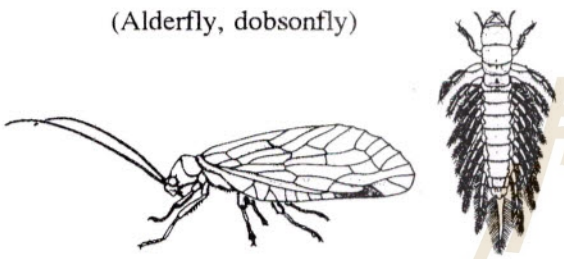
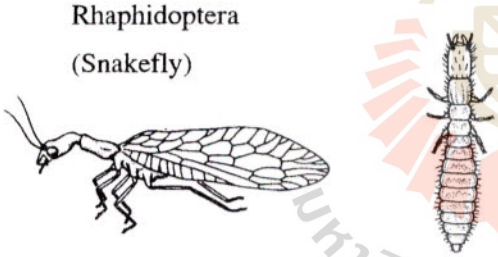
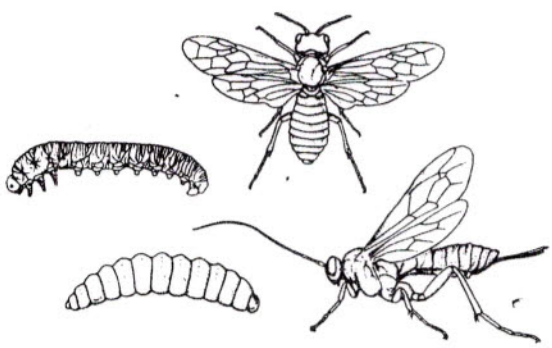
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
Plecoptera (แมลงติดหิน) (Stoneflies) 	ขนาดกลาง ปีกยาวคลุมท้องและโค้งหุ้มส่วนของท้องทั้งหมด ท้องมี 10 ปล้อง ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ มักเป็นธารน้ำใส สะอาด เย็น กินซากพืช, ซากสัตว์ทุกชนิด หรือเป็นตัวห้ำ ตัวเต็มวัยอาศัยกินสาหร่าย, lichen หรือซากไม้ผุ มีประมาณ 2,000 species
Embioptera (Webspinner) 	ขนาดเล็กถึงกลาง ลำตัวยาวตรง หัวยื่น ไม่มี ocelli ตาเป็นรูปโค้ง (รูปไต, reniform) เพศเมีย ไม่มีปีก ตัวอ่อนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัยแต่ไม่มีปีกและมีขนาดเล็กกว่า โคนขาคู่หน้าขยายใหญ่มีต่อมไหม (silk gland) ตัวเต็มวัยเพศเมียดูแลไข่และตัวอ่อน อาศัยอยู่ในกลุ่มไยไหมทำเป็นรังของตัวเองอยู่ในซากพืชที่ผุพัง, เปลือกไม้, รอยแยกของหิน กินซากพืช moss เพศผู้ทิ้งรังเมื่อต้องการผสมพันธุ์กับเพศเมียและสร้างรังใหม่ มี 8 Family และ 200 species
*Thysanoptera (เพลี้ยไฟ) (Thrips) 	ขนาดเล็กมาก (0.5-15 มม.) หัวยื่น ปากแบบกัดกินมี mandible ข้างซ้ายข้างเดียว มีหรือไม่มีปีก ปีกไม่มีเส้น ปีกแต่เป็นเส้นใส ๆ มีขนรอบ ๆ ปีกเรียก fringe ขณะพักปีกขนานหรือไขว้กันไปตามหลังลำตัว ใน Sub-order Terebrantia มี ovipositor เป็นพันเลื่อยใน Sub-order Tubilifera ซึ่งมี ovipositor อยู่ในท่อปล้องสุดท้าย ปล้องท้องมี 10 ปล้อง ตัวอ่อนมี 3-5 ระยะ เพศเมีย มี 2 n (diploid) และเพศผู้เป็น haploid (n) เป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผลการเกษตร รวมทั้งไม้ดอกไม้ประดับ ฯลฯ
*Hemiptera (มวน, จั๊กจั่น, เพลี้ยอ่อน แมลงหวี่ขาว, เพลี้ยหอย ฯลฯ) (Bugs, cicada, aphid, whitefly, scale insect) 	ขนาดเล็กถึงใหญ่ ปีกแบบ hemelytra มี scutellum ปากวิวัฒนาการมาเป็นแบบเจาะดูด มีท่อดูด (stylet) ตัวอ่อน (nymph) มี 4-5 ระยะ อาศัยอยู่ในน้ำและบนบก พวกอยู่ในน้ำกินซากสัตว์และพืชหรือเป็นตัวห้ำ ชนิดที่อยู่บนบกที่เป็นตัวห้ำที่เป็นประโยชน์มีวงศ์ Reduuiidae (มวนเพชรฆาต) ส่วนใหญ่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญ มี 20 Family และ 4,000 species

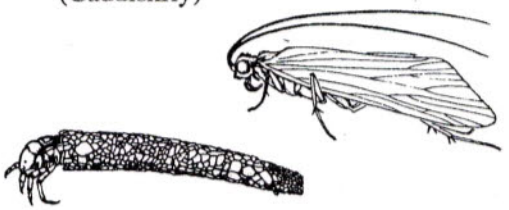
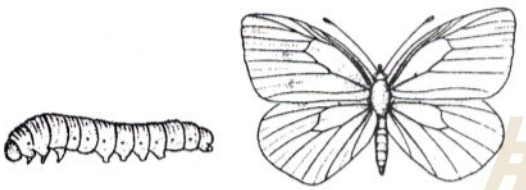
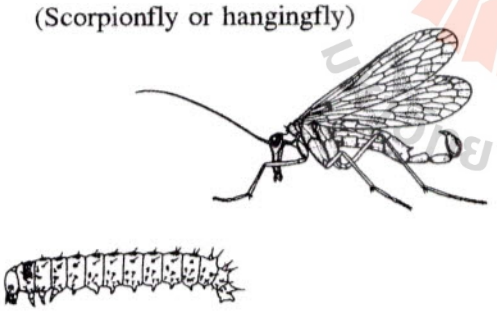
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
Psocoptera (เหาหนังสือ) (Booklice or Psocid) 	ขนาดเล็กมากถึงกลาง มีทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก ปีกแบบ membrane เวลาพักจะพักเป็นรูปหลังคาอยู่เหนือลำตัว ปากแบบกัดกิน ตาใหญ่ ชนิดที่มีปีกจะมี ocelli 3 อัน หนวดยาวแบบ filiform, ท้องมี 10 ปล้อง การสืบพันธุ์เป็นแบบ parthenogenesis เป็นส่วนใหญ่ ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายคลึงกัน อาศัยกินเชื้อราและ spore ของเชื้อรา, lichen, สาหร่ายและซากพืช มี 35 Family และ 3,000 species
Phthiraptera (เหานก เหาสัตว์ เหาคน, โลน) (Biting lice and Sucking lice) 	ขนาดเล็กถึงกลาง พวกที่เป็น ectoparasite ของสัตว์อื่น ๆ เช่น นก, ม้า, ไก่ มีปากแบบกัดกินเรียก biting lice (Sub-Order Ischnocera ซึ่งแต่เดิมเรียก Mallophaga) พวกที่เป็น ectoparasite ของคนมีปากดูดเรียก Sucking lice (เหาคน) (Sub-order Amblycera ซึ่งแต่เดิมเรียก Anoplura) ขาเจริญแข็งแรงดี และปล้องขารวมกันและขยายใหญ่ ปลายขามีเล็บ (claw) แข็งแรงสำหรับเกาะเกี่ยวเหยื่ออาศัย ลำตัวแบน, ไม่มีปีก, ตาเล็ก เหา สามารถนำโรคไทฟอยด์ Rikettsia และกาฬโรคได้
*Coleoptera (ด้วง) (Beetles) 	ขนาดเล็กถึงใหญ่ ลำตัวอ่อน เป็นมัน (Sclerotized) มีปีกแบบ elytra ตาใหญ่, ปากแบบกัดกิน, ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยบางชนิดอยู่ในน้ำ, บนบกและในน้ำ หรือบนบกอย่างเดียว ตัวอ่อนมีเฉพาะ thoracic leg มักกินพืช, ซากพืช และเป็นศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เฉพาะที่อยู่ในน้ำมี 10 Family และ 5,000 species (ประมาณ 2% ของด้วงทั้งหมดที่พบในโลก)

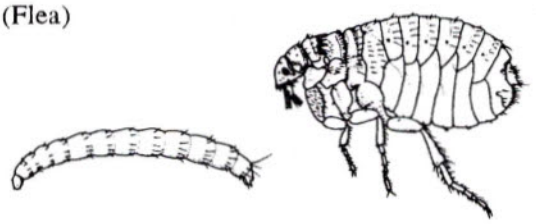
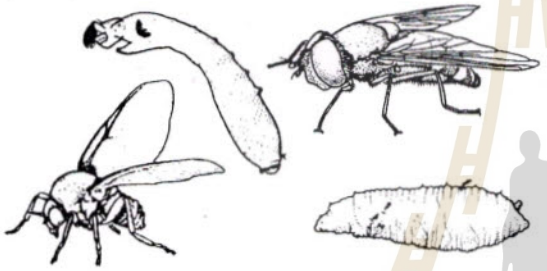
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
*Neuroptera (แมลงช้าง) (Lacewing or antilion) 	ขนาดใหญ่ หัวยื่น ตาใหญ่ ปีกบอบบางเป็นแบบ membrane ตัวอ่อนเป็นตัวห้ำ ลำตัวแบน ส่วนใหญ่อยู่บนบก และจะขุดหลุมดักมดเป็นอาหาร ตัวอ่อนบางชนิดจะอยู่ในน้ำ มีเหงือกเป็นคู่ทางด้านล่างใต้ปล้องท้องปล้องละ 1 คู่ และจะเข้าดักแด้อยู่ในปลอกไหมอยู่เหนือน้ำ เมื่อตัวเต็มวัยฟักออกมาจะเป็นตัวห้ำ และวางไข่บนต้นไม้ริมฝั่ง เมื่อตัวอ่อนฟักออกมาจะทิ้งตัวลงในน้ำ หากินในน้ำต่อไป เป็นตัวห้ำที่มีประโยชน์ทางการเกษตร มีหลาย generation ต่อปี มี 20 Family และ 5,000 species
Megaloptera (Alderfly, dobsonfly) 	ขนาดกลาง ตาใหญ่ หัวยื่น ปีกแบบ membrane ในขณะพัก ปีกจะพับเข้าหากันเป็นรูปหลังคา ปากแบบกัดกิน มี mandible แข็งแรง เฉพาะตัวอ่อนอยู่ในน้ำและเป็นตัวห้ำ มีเหงือกด้านข้างของท้อง เข้าดักแด้ในดินชื้นหรือใต้ซอกหิน หรือในท่อนไม้ผุ ตัวเต็มวัยอยู่บนบก มี 2 Family และ 300 species
Rhaphidoptera (Snakefly) 	ขนาดกลาง ตาใหญ่ หัวใหญ่ยื่น ปีกบาง (membrane) ในขณะพัก ปีกจะพับเข้าหากันเป็นรูปหลังคา ปากแบบกัดกิน mandible ใหญ่ แข็งแรง ตัวอ่อนอยู่ในน้ำ ไม่มีเหงือกด้านข้างท้อง เป็นตัวห้ำทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยอยู่บนบก
*Hymenoptera (ต่อแตน, ผึ้ง, มด) (Wasp, bee, ant) 	มีขนาดเล็กถึงใหญ่ (0.15 - 120 มม.) ปากมีแบบกัดกินจนถึงแบบดูด หัวงุ้ม ปีกเป็น membrane ปีกคู่หน้าใหญ่กว่าปีกคู่หลัง ตาใหญ่ มี ocelli ท้องปล้องแรกรวมกับอกปล้องที่ 3 มีลักษณะเล็กและคอดเรียก propodeum พวกที่อยู่ใน Sub-order Apocrita ส่วนใหญ่ตัวอ่อนจะเป็นศัตรูพืช ทำให้เกิด gall และพวกที่เป็นแมลงที่มีประโยชน์เช่น ผึ้ง และเป็น parasite ส่วนพวก Sub-order Symphyta นั้น อกทั้ง 3 ปล้อง ขยายใหญ่เท่าๆ กัน ที่เป็นศัตรูพืชในกลุ่มนี้ก็คือแตนเจาะเนื้อไม้

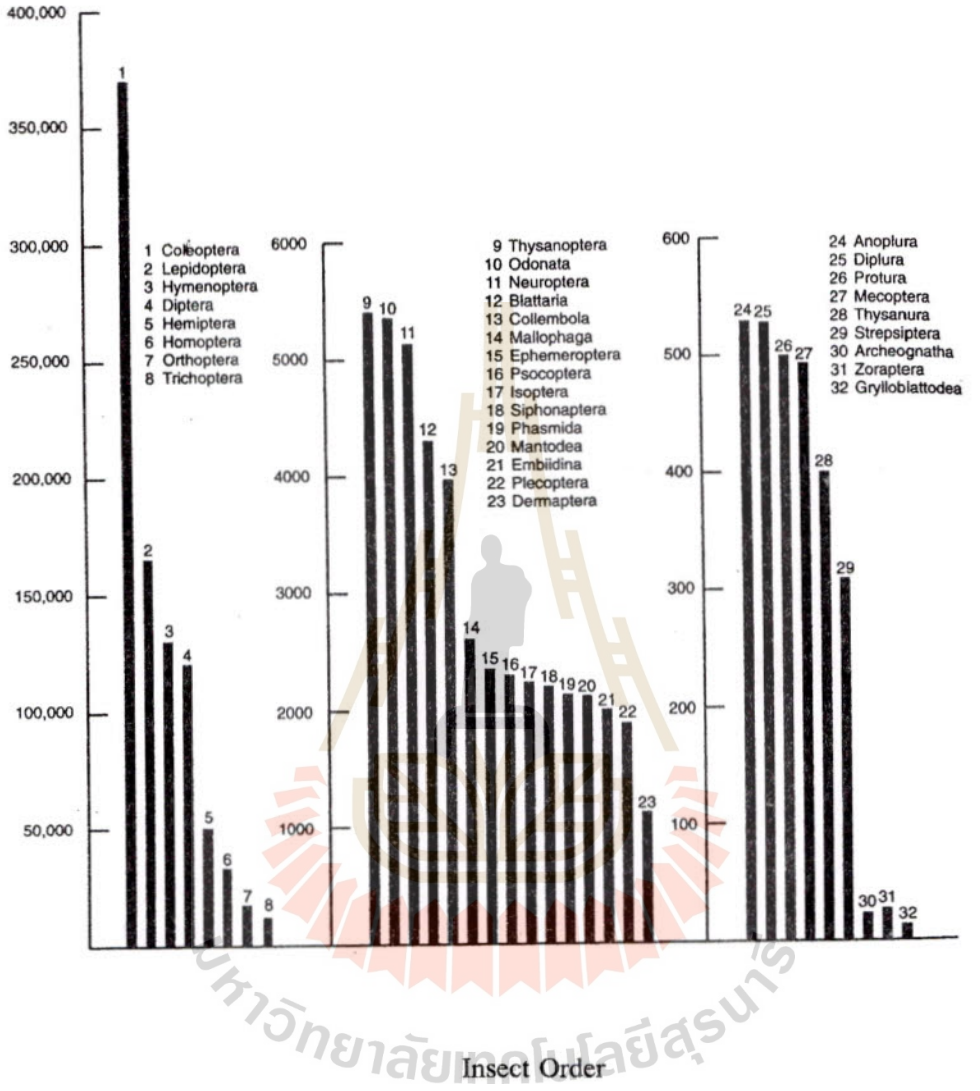
ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
Trichoptera (หนอนปลอกน้ำ) (Caddishfly) 	ขนาดเล็กถึงใหญ่ หนวดยาว ปากแบบ proboscis ตัวเต็มวัยลักษณะเหมือนผีเสื้อ แต่ต่างกันที่ปีกไม่มี discal cell, ท้อง 10 ปล้อง ตัวอ่อนอยู่ในน้ำมี 10 ระยะ มี tracheal gill เป็นพู่บริเวณปล้องท้อง ปล้องละ 1 คู่ รวม 9 คู่ มักทำปลอกโดยปั่นเส้นไหมถักแน่น เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของตัวอ่อน ซึ่งอาจเป็นตัวห้ำหรืออาศัยกัดกินพืชน้ำ หรือเศษซากผุพัง ตัวเต็มวัยกินน้ำหรือน้ำหวานจากดอกไม้หรือไม่กินอะไรเลย มีประมาณ 700 species
*Lepidoptera (ผีเสื้อ) (Batterfly and moth) 	ขนาดเล็กถึงใหญ่ ปาก proboscies, หัวงุ้ม ตาใหญ่ มี ocelli หนวดยาวหลายปล้อง ถ้าเป็นผีเสื้อกลางวัน (butterfly) จะมีหนวดรูปกระบอง (club) ปีก 2 คู่ มี scale บนปีก มีสีสวยงาม ถ้าเป็นผีเสื้อกลางคืน (moth) จะมีหนวดรูปฟันหวี (pectinate) มักเป็นแมลงอยู่บนบก ช่วยผสมเกสรดอกไม้ ไม้ผล และเป็นศัตรูพืชที่สำคัญ ตัวอ่อน มี pseudo legs อยู่ที่ปล้องท้อง มี 70 Family และ 140,000 species
Mecoptera (แมลงแมงป่องน้ำ) (Scorpionfly or hangingfly) 	ขนาดกลาง หัวงุ้ม ปากแบบกัดกิน แต่มีลักษณะยื่นยาวคล้ายพวกต่อแตน แต่ส่วนปลายท้องโป่งงอขึ้นมีลักษณะคล้ายหางแมงป่อง ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยอยู่บนบก บางชนิดตัวเต็มวัยเพศผู้จะปล่อยกลิ่นเพศ (pheronmone) เพื่อให้เพศเมียมาหาและจะเตรียมเหยื่อ เช่น หนอนผีเสื้อหรือหนอนแมลงอื่น ๆ ไว้ให้เพศเมียกินขณะผสมพันธุ์ ซึ่งขณะผสมพันธุ์เพศผู้จะเกาะกิ่งไม้ใช้ขากลังเกี่ยวเหยื่อไว้ให้เพศเมีย เพศเมียจะใช้ปลายสุดของท้องผสมกับเพศผู้ แล้วห้อยหัวลงเพื่อกินเหยื่อ

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

Order และรูปร่าง	ลักษณะสำคัญ
*Siphonaptera (หมัด) (Flea) 	ขนาดเล็ก ตัวแบนด้านข้าง มีวิวัฒนาการสูง เป็น ectoparasite ของสัตว์เลือดอุ่น ปากแบบเจาะดูด ไม่มีปีก มีขนแหลม ๆ ตามลำตัวมากมาย มีแผงขนที่ pronotum เรียก pronotal ctenidium ขามีเล็บแข็งแรงสำหรับเกี่ยวเหยื่อ ระยะตัวอ่อนไม่มีขา หัวใหญ่ มีประมาณ 2,400 species
*Diptera (แมลงวัน) (Flies) 	ขนาดเล็กจนถึงกลาง มีปีกคู่เดียวที่ mesothorax ปีกคู่ที่ 2 ที่อยู่ที่ metathorax ลดรูปเหลือเป็น halteres ปากแบบกัดเลีย มี rostrum และ labella ตัวอ่อนเป็นแบบ Vermiform ไม่มีขา ดักแด้กลม, รี เป็นศัตรูสัตว์ และศัตรูพืชที่สำคัญบางชนิดกินซากพืช และสัตว์หรือสัตว์มีชีวิตเป็นอาหาร

ในปี 1994 มีการรวบรวมจำนวนชนิด (species) ของแมลงในแต่ละ Order และสรุปไว้เป็นไดอะแกรม ดังในภาพที่ 5.1 ดังนี้



ภาพที่ 5.1 แสดงจำนวนชนิด (species) ในแต่ละ Order ของแมลง

(Romoser and Stoffolano 1994)

บทที่ 6 ลักษณะภายในและลักษณะทางกายภาพของแมลง

Chapter 6 Insects Internal Anatomy and Physiology

6 ลักษณะภายในและลักษณะทางกายภาพของแมลง
Insect Internal Anatomy and Physiology

ระบบภายในของแมลงมี 6 ระบบดังนี้คือ

1. ระบบกล้ามเนื้อ (Mascular System)
2. ระบบประสาท (Nervous System)
3. ระบบหมุนเวียนโลหิต (Circulatory System)
4. ระบบหายใจ (Respiratory or Tracheal System and Gas Exchange)
5. ระบบย่อยอาหาร (Digestive System)
6. ระบบขับถ่าย (Excretory System)
7. ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive System)

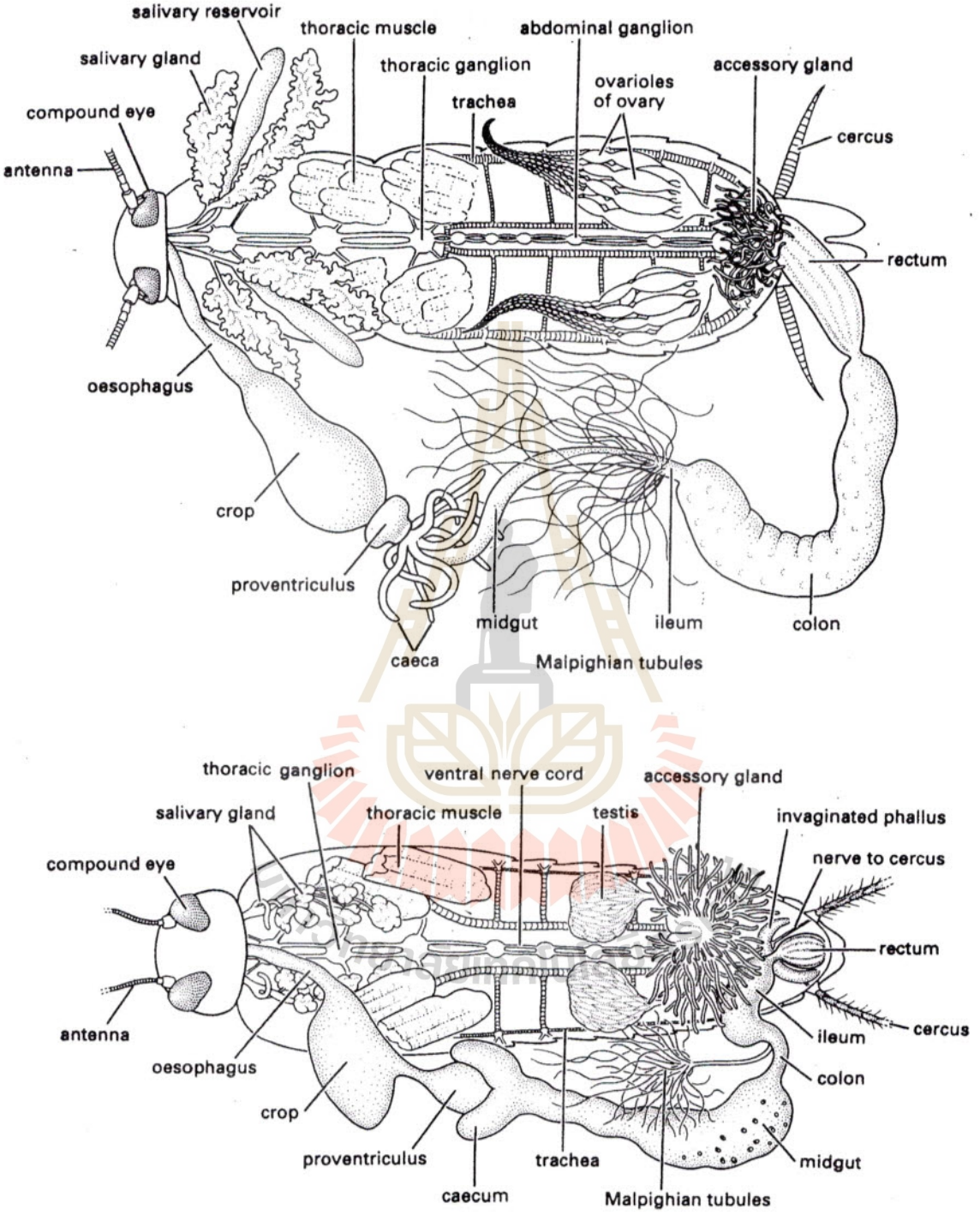
ลักษณะภายในของแมลงโดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ทั้ง 7 ระบบ และถ้าผ่าทางด้านหลัง (dorsal) จะเห็นลักษณะในดังภายใน **ดังภาพที่ 6.1**

1. ระบบกล้ามเนื้อ (Mascular System)

ระบบกล้ามเนื้อของแมลงมีความสำคัญในการเคลื่อนไหวของแมลงเช่น การบิน การเดิน การกระโดด กล้ามเนื้อของแมลงต่างจากมนุษย์คือ มนุษย์มีกล้ามเนื้อ 2 ชนิดคือกล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) และกล้ามเนื้อลาย (striated muscle) แต่แมลงมีกล้ามเนื้อชนิดกล้ามเนื้อลายเท่านั้น cell ของกล้ามเนื้อถือกำเนิดมาจากเนื้อเยื่อ mesoderm ยึดติดกับโครงกระดูกภายนอกโดยกล้ามเนื้อ 2 ชุดคือ extrinsic muscle และ intrinsic muscles **(ภาพที่ 6.2)** สายใยเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อนี้เรียกว่า tonofibrilar tonofibrilar นี้จะหลุดออกพร้อม ๆ กับผิวหนังแมลงเมื่อลอกคราบและจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ การเคลื่อนที่ของลำตัวแมลงโดยเฉพาะในตัวอ่อนนั้นใช้แรงดันจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ (turgor muscle contraction) การเคลื่อนไหวของปีกแมลงเมื่อร่อนลงมีความพิเศษคือสามารถทำมุมดิ่งลงได้มากกว่า 30 องศา หรือสูงถึง 50 องศา การกระพือปีกของแมลง (wingbeat) เช่น ผีเสื้อส้มอาจเท่ากับ 5 ครั้งต่อ 1 วินาที (5 Hz.) ผึ้งอาจถึง 190 Hz ในขณะที่พวกริ้นที่ทำเสียงโดยใช้ปีกอาจมีความถี่มากกว่า 900-1,000 Hz. ข้อมูลความถี่ของการกระพือปีกของแมลงแต่ละชนิด (ครั้ง/วินาที) และความเร็วในการบินของแมลงแต่ละชนิด (กม./ชม.) ได้แสดงไว้ใน**ตารางที่ 6.1**

แมลงโบราณเช่น แมลงปอ และแมลงสาบจะมีกล้ามเนื้อยึดปีกและอก และใช้กล้ามเนื้อนี้ในการบินโดยตรง (direct flight system) ในขณะที่แมลงที่มีวิวัฒนาการสูง ไม่มีกล้ามเนื้อส่วนนี้แต่จะใช้การยืดหดตัวของกล้ามเนื้ออกที่เรียกว่า longitudinal muscle และ dorsoventral muscleในการบินเรียก

ว่า indirect flight system เช่น การบินของผึ้ง (ภาพที่ 4.3) ที่ปล้องของลำตัวจะมีกล้ามเนื้อยึดระหว่างปล้อง 3 ชุด คือ intersegmental muscle, tergosternal muscle และ oblique muscle (ภาพที่ 6.4)



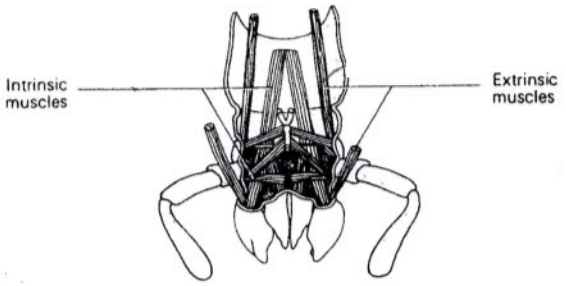
ภาพที่ 6.1 แสดงลักษณะอวัยวะภายในของแมลงสาบและจิ้งหรีด

(Romoser and Stoffolano 1994)

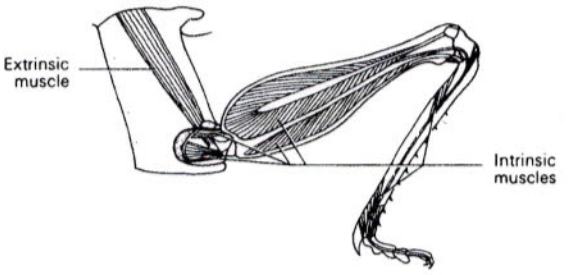
ตารางที่ 6.1 แสดงความถี่ของการกระพือปีก (ครั้ง/วินาที) (Wiggleworth 1972) และความเร็วของการบิน (กม./ชม.) ของแมลงแต่ละชนิด (Nachtigall 1974)

Insect	Wingbeats/second
Odonata	
Libellua	20
Aeshna	22, 28
Coleoptera	
Melolontha	46
Coccinella	75-91
Rhagonycha	69-87
Lepidoptera	
Pieris	9,12
Colias	8
Saturnia	8
Macroglossa	72, 85
Acidalia	32
Papilio	5-9
Diptera	
Tipulids	48,44-73
Aedes, male	587
Culex	278-307
Tabanus	96
Musca	190, 180-97, 330
Muscina	115-220
Forcipomyia	988-1047
Hymenoptera	
Apis	190, 108-23, 250
Bombus	130, 240
Vespa	110

Insect	Speed(km/h)
Mayflies, small field grasshoppers	1.8
Bumble bees, rose chafers	3.0
Malaria mosquitoes	3.2
Stag beetle, damselfly, *Ammophila spp* (a fossorial wasp)	5.4
House fly	6.4
Cockchafer, cabbage white butterfly, garden wasp	9.0
Blow fly	11.0
Desert locust	16.0
Hummingbird hawk moth	18.0
Huneybee, horse fly	22.4
Aeschna (a big dragonfly), hornet	25.2
Anax (one of the biggest of European dragonflies)	30.0
Deer bot fly	40.0

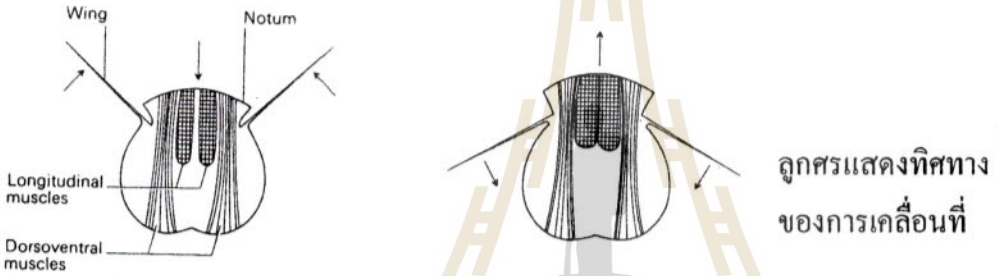


ปากจิ้งหรีด

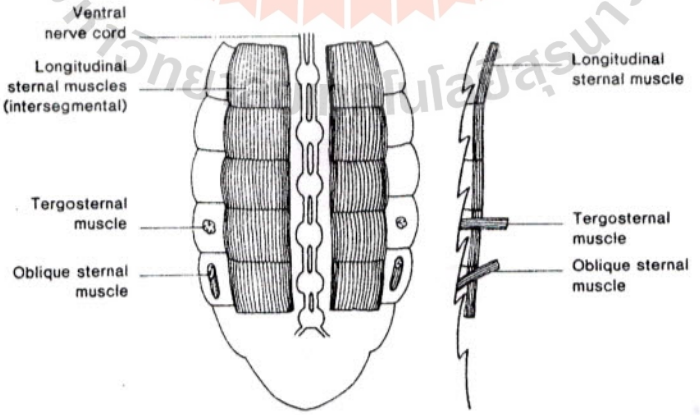


ขาตั๊กแตน

ภาพที่ 6.2 แสดงกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวชนิด **extrinsic** และ **intrinsic** (Snodgrass 1935)



ภาพที่ 6.3 แสดงการบินแบบ **indirect flight** ในผึ้ง (Snodgrass 1963)



ภาพที่ 6.4 แสดงกล้ามเนื้อยึดระหว่างปล้องของลำตัว (Snodgrass 1935)

2. ระบบประสาท (Nervous System)

ระบบประสาทของแมลงประกอบด้วย ระบบใหญ่ ๆ 3 ระบบคือ

2.1 Central Nervous System (ระบบประสาทส่วนกลาง หรือ CNS)

2.2 Visceral หรือ Sympathetic Nervous System

2.3 Peripheral Nervous System

ระบบประสาทของแมลงตั้งอยู่ด้านท้อง (ventral) ของลำตัว (**ภาพที่ 6.5**) เป็นระบบการสั่งงานจากระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system หรือ CNS) คือ มีสมอง (brain) อยู่ที่ส่วนหัว แล้วมีเส้นประสาทต่อมายังปมประสาทคู่แรกอยู่ใต้ส่วนคอเรียก suboesophageal ganglion จากนั้นเป็นปมประสาทที่อก (thoracis ganglia) 3 ชุด ๆ ละ 1 ปล้องแต่จำนวนปมประสาทที่อกนี้ จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของแมลงบางชนิด อาจรวมกันเหลือเพียง 2 ชุด หรือที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้นไปอีกอาจไปรวมกับประสาทที่ปล้องท้องก็ได้ ปมประสาทที่ปล้องท้องมักจะมีปล้องละ 1 ชุด เรียกว่า abdominal ganglia หรือบางชนิดอาจไม่มีเลยเพราะได้ไปรวมกับประสาทส่วนอกหมดแล้ว เช่น ในแมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน และริ้น เป็นต้น

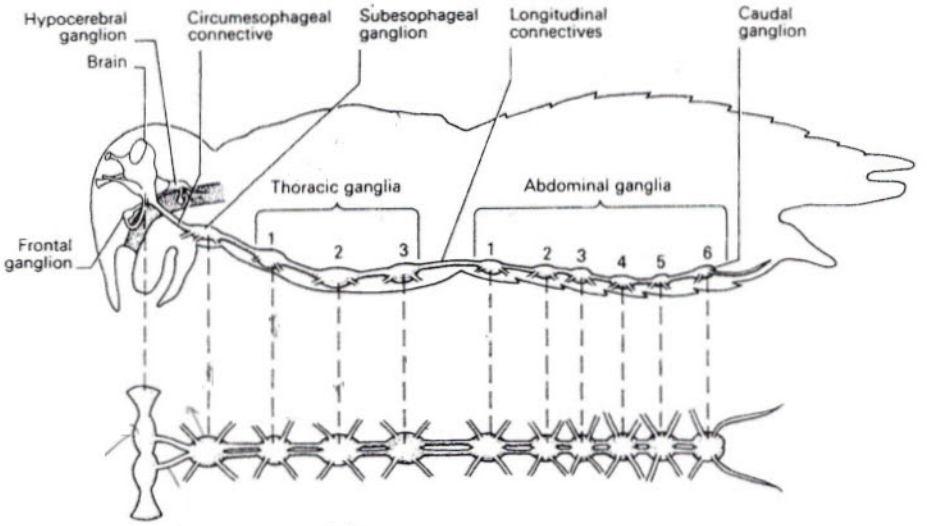
2.1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของสมองหรือ CNS

สมอง (brain) ของแมลง (**ภาพที่ 6.6**) ประกอบด้วยสมองส่วนหน้า (protocerebrum) มีหน้าที่ควบคุมประสาทตา สมองส่วนที่สอง (deutocerebrum) มีหน้าที่ควบคุมอวัยวะสัมผัสส่วนหนวด และสมองส่วนที่ 3 (tritocerebrum) มีหน้าที่รับและควบคุมความรู้สึกที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและปาก จากสมองมีท่อประสาท (ventral nerve cord) และมีปมประสาทมีลักษณะเป็นก้อนสีขาวที่สำคัญ 3 ชนิดคือ

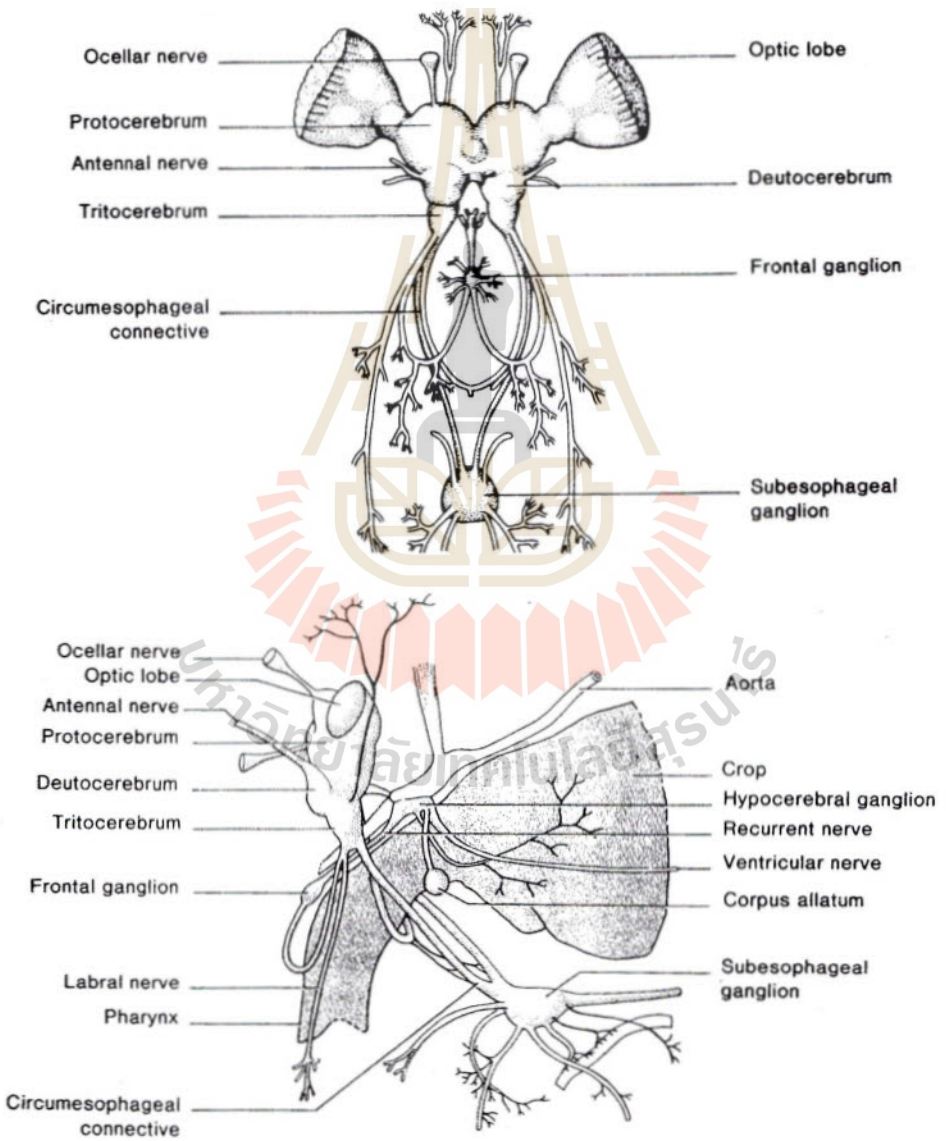
1.1 Suboesophageal ganglion เป็นปมประสาทใหญ่ที่ถัดจากสมองและควบคุมความรู้สึกจากปาก

1.2 Thoracic ganglion เป็นปมประสาทส่วนอก รับและควบคุมความรู้สึกและการเคลื่อนไหวของ ขา และปีก หรือการเคลื่อนไหวของแมลง อาจมีอยู่ 3 ปม, 2 ปมหรือรวมกันเหลือเพียง 1 ปมก็ได้ (**ภาพที่ 6.7**)

1.3 Abdominal ganglion เป็นปมประสาทที่ถัดจากปมประสาทส่วนอก มีหน้าที่ควบคุมกล้ามเนื้อ และอวัยวะส่วนท้องมีปล้องละ 1 คู่ หรือมีวิวัฒนาการน้อยลงจนมีเพียง 1 หรือ ไม่มีเลยก็ได้



ภาพที่ 6.5 แสดงที่ตั้งของระบบประสาทในลำตัวของแมลง



ภาพที่ 6.6 แสดงระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ของแมลง

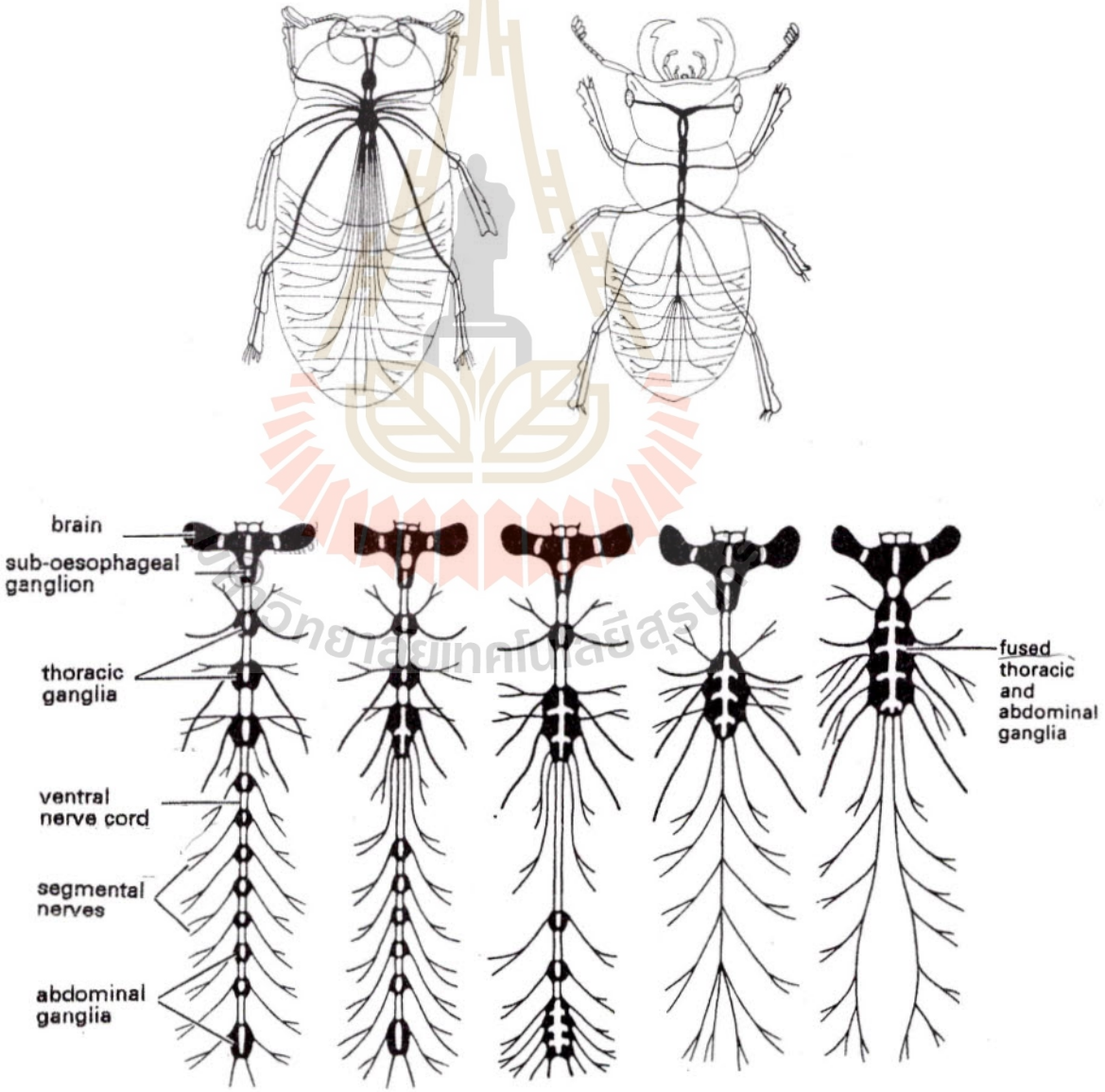
(Borror *et.al.* 1989)

2.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของ Visceral nervous system หรือ sympathetic nervous system

ระบบประสาทส่วนนี้ควบคุมระบบการย่อยอาหาร อวัยวะภายในของส่วนท้องและส่วนหาง รวมทั้งควบคุมระบบฮอร์โมน การปิดเปิดของรูหายใจ และระบบการหมุนเวียนของโลหิต ระบบนี้จะอยู่นอกการควบคุมของ CNS

2.3 ส่วนประกอบและหน้าที่ของ Peripheral nervous system

ประสาทส่วนนี้มีหน้าที่ต่อเซลล์ประสาทในระบบต่าง ๆ กับ CNS. เช่น ควบคุมประสาทของระบบกล้ามเนื้อต่อกับกระเพาะอาหารเพื่อควบคุมการย่อยอาหาร, ต่อกับ cuticle และประสาทที่ผิวหนังเพื่อรับความรู้สึกของอุณหภูมิ, สารเคมี และสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 6.7 แสดงระบบประสาทของแมลงชนิดต่าง ๆ

2.4 การสื่อสารของ Neuron (Synaptic Transmission)

Synaptic transmission เป็นชื่อเรียกการสื่อสารของ cell ประสาท (neurons) ในแมลงซึ่งมีลักษณะเหมือนกับสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ คือ เมื่อ cell ประสาท 2 cells มาต่อกัน cell แรกเรียกว่า **presynaptic neuron** และ cell ที่ 2 เรียกว่า **postsynaptic neuron** จะมีช่องว่างระหว่างปลายประสาททั้งสองประมาณ 5-25 nm. เรียกว่า **synaptic gap** หรือ **synaptic cleft** ในช่องว่างนี้มีสารประกอบทางเคมีหลายชนิด รวมทั้งสารเคมีเป็นตัวสื่อสารที่เรียกว่า **neurotransmitter** ซึ่งจะมีสารเคมีหลายชนิด (**ตารางที่ 6.1**) การสื่อสารทำโดยการทำให้เกิดการแบ่งตัวของ Ca^{++} เป็นอนุภาคอิสระหลุดออกจากสาร neurotransmitter ด้าน presynaptic neuron ไปจับกับ receptor protein ของด้าน postsynaptic neuron และ neuron ฝ่ายผู้รับ (postsynaptic neuron) จะถูก depolarize กลับมาเป็นสาร neurotransmitter อยู่ใน synaptic gap อย่างเดิม การเปลี่ยนแปลงของ neurotransmitter นี้จะมีอยู่ตลอดเวลาที่แมลงหรือสัตว์มีชีวิตอยู่ สารที่เป็น neurotransmitter ที่สำคัญคือ **Acetylcoline** ซึ่งพบใน cell ประสาทของระบบ CNS Acetylcholine นี้มีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละชนิดของแมลงและสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ (รายละเอียดใน**ตารางที่ 6.2**) โดยปกติแล้วร่างกายจะผลิต enzyme ชื่อ **Acetylcholinesterase** ก่อให้เกิดการสลายตัวของสาร Acetylcholine ตลอดเวลาการทำงานของสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่มของ Organophosphorous และกลุ่ม Carbamate เมื่อเข้าไปสู่ระบบประสาทของแมลงจะเข้าไปที่ synaptic gap เพื่อไปทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับ enzyme Cholinesterase ทำให้เกิดการคั่งหรือสะสมของ Acetylcholine ที่ร่างกายผลิตออกมาตลอดเวลาใน synaptic gap ทำให้แมลงมีอาการสั่นกระตุกและตายในที่สุด

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณและชนิดของ neurotransmitter และปริมาณของ Acetylcholine ในระบบ CNS ของแมลงเปรียบเทียบกับสัตว์ชนิดอื่น (Breer 1987)

ตั๊กแตนหนวดสั้น *Locusta migrotoria*

	Acetylcholine	5-Hydroxytryptamine	Dopamine	Noradrenaline
μg/g	111	2.3	1.3	0.2
nmol/g	762	10.6	8.6	1.4

แมลงและสัตว์ชนิดอื่น

Species	nmol/mg protein	μg/g weight
Fly (*Musca*)	9.0	150
Cockroach	8.5	136
Locust	7.7	111
Guinea pig	0.3	4.8
Rat	0.2	3.4

2.5 ต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ (Exocrine and endocrine glands)

1) **ต่อมมีท่อ (Exocrine gland)** เป็นต่อมที่มีจุดกำเนิดมาจากเนื้อเยื่อ ectoderm ต่อมนี้อาจตั้อยู่ที่ผิวหนัง, ลำไส้, ใกล้ฐานปาก ฯลฯ ลักษณะสำคัญของต่อมนี้คือประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ตั้งแต่ 1 ถึง 4 cell มีท่อเปิดเพื่อนำสารที่เซลล์เหล่านี้สร้างขึ้นมาออกมาที่อวัยวะนั้น และต่อมเหล่านี้อยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาททั้งที่เป็นระบบส่วนกลาง (CNS), peripheral และ visceral nervous system

หน้าที่ของ Exocrine gland

(1) ป้องกันตัว (Defense) เช่น ต่อมกลิ่น (scent gland) ในพวกมวน ตั้งอยู่ที่ปล้องอกปล้องที่ 3 ด้านล่าง (metepisternum) หรือด้านหลังของส่วนท้อง สร้างกลิ่นฉุนพวก Hydrocarbon derivatives เพื่อไล่ศัตรู ปลวกทหารพวก *Nasutitermes* สามารถที่จะสร้างสารไล่ศัตรูเป็นสารเหนียวกลิ่นแรงมาจากต่อมชื่อ frontal gland ที่อยู่ด้านหน้าของหัว หรือผี้เสื้อหนอนส้มที่สร้างสารฉุนออกมาจากท่อ osmeterium เมื่อตกใจ หรือด้วงดินหลายชนิดที่มีต่อมชื่อ pygidial gland ตรงปลายสุดของท้อง ในแมลงกลุ่ม ผึ้ง ต่อ แตน (O. Hymenoptera) ที่มีเหล็กไนและมีต่อมพิษ (poison gland) อยู่ตรงปลายสุดของท้อง เมื่อต่อยศัตรูก็จะมีกลิ่นเฉพาะตัว ที่เตือนให้พรรคพวกรู้ว่ามีอันตรายและจะรวมตัวกันเข้ารุมทำร้ายศัตรู

(2) สื่อสารเฉพาะกลุ่ม (Intraspecific communication)

แมลงมีการสื่อสารระหว่าง species หรือภายใน species เดียวกันโดยใช้กลิ่นสารเคมี เช่น pheromone ในผีเสื้อ หรือ "สารของราชินี" (queen substance หรือ queen pheromone) ที่ขับออกมาจากต่อมที่กรามฟันของราชินีผึ้ง ซึ่งเมื่อผึ้งงานไปป้อนอาหารให้ราชินีก็จะได้รับสารนี้เพื่อเป็นสื่อว่ายังไม่ต้องสร้าง cell สำหรับวางไข่ ราชินี (queen cell) ขึ้นมาใหม่เพราะราชินียังมีชีวิตอยู่ และสารนี้กระตุ้นการทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ ด้วย

(3) สร้างลักษณะโครงสร้างพิเศษของแมลง

ต่อมมีท่อพวกนี้อาจสร้างสารที่เป็นประโยชน์ เช่น ผึ้งมีต่อมไข (wax gland) เป็นต่อมอยู่ที่ผิวตั้งอยู่ด้านใต้ของปล้องท้องปล้องที่ 4 ถึง 7 ของผึ้งงานเพื่อผลิตไขทำรังผึ้ง เพลี้ยหอยและแมลงหวี่ขาว สร้าง wax ปกปิดลำตัว ครั่ง (F. Lacciferidae: *Laccifera lacca*) สร้างสารสีแดงที่เรียกว่า lac ซึ่งมีประโยชน์ในอุตสาหกรรม ไหมมีต่อมไหม (silk gland) อยู่ในช่องท้องของตัวอ่อนและสร้างใยไหมมาถักรังเป็นดักแด้หุ้มตัว เป็นต้น

2) ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland)

ปัจจุบันมีการศึกษาเรื่องต่อมไร้ท่อมากมาย จนมีสาขาวิชาแยกออกมาเรียกว่า Insect Endocrinology ขึ้นมา ปัจจุบันนี้ได้มีการแยกชนิดของ peptide hormone โดยการทำ sequence เพื่อศึกษาชนิดของ hormone ที่สร้างโดยแมลงหลายหลากชนิด ต่อมไร้ท่อนี้เป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า neurosecretory cells (NSC) ซึ่งอยู่ในสมองส่วนที่เรียกว่า protocerebrum, corpora cardiaca และ corpora allata และพบใน suboesophageal ganglion และ ventral nerve ganglia ทั่วไป สารเคมีที่สร้างจากต่อมไร้ท่อนี้เรียกว่า hormone ซึ่งมีหลายชนิดและจะถูกปล่อยเข้าไปในวงจรโลหิต (haemolymph) ซึ่งอยู่ในช่องว่างของลำตัว (haemocoel) เพื่อกระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ส่วนของร่างกายที่ผลิตฮอร์โมนที่สำคัญพร้อมหน้าที่ของฮอร์โมนมีดังนี้

(1) NSC ที่อยู่ที่ต่อมของอกปล้องแรก (prothoracic gland) สร้าง prothoracicothrophic hormone (PTTH) เป็นสาร steroid ชื่อ ecdysone หรือ acdysiotropin หรือที่นิยมเรียก ecdyteroid ซึ่งเป็นฮอร์โมนในการลอกคราบ

(2) NSC ที่อยู่ที่ copra allata ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสมองสร้างฮอร์โมนในการเจริญเติบโตของแมลงเรียก jurvenile hormone (JH)

(3) NSC ที่อยู่ในระบบประสาท มีหน้าที่สร้าง hormone ชื่อ neuropeptide ช่วยให้ cell ประสาททั้งระบบเจริญอยู่ได้

การส่ง hormone ไปยังส่วนต่าง ๆ ของแมลงนี้ส่งไปโดยใช้น้ำเลือด (haemolymph) ซึ่งอยู่ในช่องว่างของลำตัว (haemocoel)

รายละเอียดฮอร์โมนชนิดอื่น ๆ จุดกำเนิดหน้าที่และอวัยวะที่เป้าหมายของฮอร์โมนแต่ละชนิดได้สรุปไว้ในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 แสดงชนิด อวัยวะที่เป็นจุดกำเนิด อวัยวะที่ส่งไปเลี้ยงและหน้าที่ของฮอร์โมนชนิดต่างๆ ของแมลง (Romoser and Stoffalano 1994)

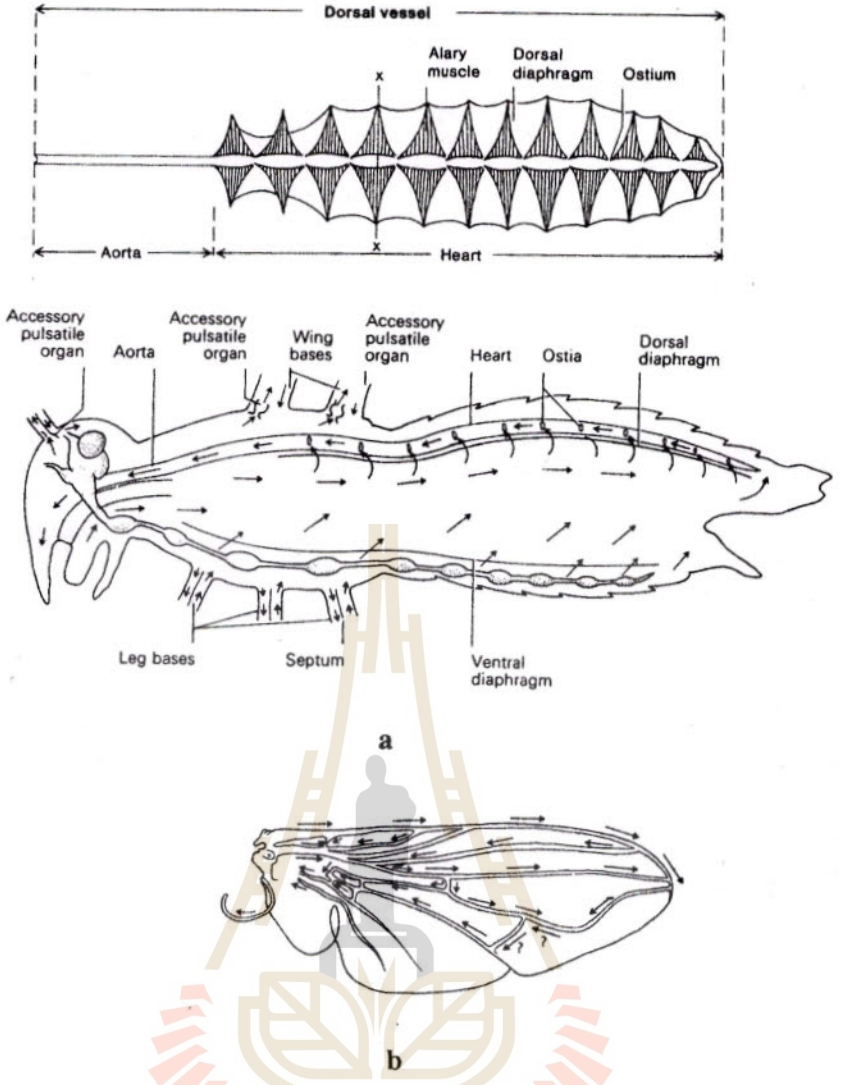
ชนิด	อวัยวะที่เป็นจุดกำเนิด	อวัยวะที่ส่งไปเลี้ยง	หน้าที่
I. Nonneural hormones			
A. *Immature insects*			
Ecdysone (molting hormone)	ecdysial gland	epidermis	initiates molt
Juvenile hormone	corpora allata	epidermis	controls or directs fate of metamorphosis at molt
B. *Adult insects*			
Ovarian hormone (=ecdysone)	overian tissue and probably follicle cells	fat body	initiates and regulates production of vitellogenin
Juvenile hormone	corpora allata	fat body	primes the fat body to become competent to produce vitellogenin
Juvenile hormone	corpora allata	accessory reproductive glands	affects development and production of glandular secretion
Juvenile hormone	corpora allata	follicle cells	activates patency and uptake of vitellogenin by follicle cells
II. Neural hormones and peptide hormones			
Ecdysiotropin (=prothoracicotropic hormone)	brain (protocerebrum)	ecdysial glands	developmental-stimulates and regulates production and release of ecdysone
Bursicon	MNSC and thoracico-abdominal ganglion	epidermins	developmental-stimulates sclerotization and melanization of cuticle
Eclosion hormone	brain of pre-ecdysis moths	abdominal ganglia	behavioral-synchronization of eclosion with photoperiod
Allatotropin	brain	corpora allata	developmental/behavioral/ and homeostasis-stimulates JH production and release homeostasis
Diuretic hormone	thoracic ganglia	Malpighian tubules and rectum	controls diuresis or fluid secretion
Mating inhibition hormone	accessory reproductive glands of male	brain	behavioral-prevents remating
Oviposition initiation hormone	accessory reproductive glands of male	oviduct?	behavioral-initiates egglaying
Cardioaccelerator hormone	brain/corpora cardiaca	myocardium	homeostasis-increase in frequency and amplitude of muscle contraction
Proctolin	corpora cardiaca	hindgut and possible visceral muscle in general (heart and oviduct)	homeostasis-muscle contraction, defecation egg-laying, and heartbeat

3. ระบบหมุนเวียนโลหิต (Circulatory System)

เลือดของแมลง (haemolymph) เป็นของเหลวในลำตัวของแมลงที่ไหลวนอย่างเป็นอิสระอยู่ภายในช่องตัว ในตัวอ่อนแบบ larva จะมีปริมาณเลือดประมาณ 20-40% ของน้ำหนักลำตัว ในขณะที่ตัวอ่อนแบบ nymph และตัวเต็มวัยจะมีปริมาณเลือดต่ำกว่า 20% ของน้ำหนักตัว

ท่อเลือดหรือเส้นเลือด (**aorta**) ของแมลงอยู่ด้านหลัง (dorsal) ของลำตัว มีลักษณะเป็นท่อเปิดหัวท้ายและมีรูเปิดของท่อปล้องละ 1 คู่ เรียกว่า ostia มีกล้ามเนื้อยึดท่อเลือดกับลำตัวเรียก diaphragm การไหลของเลือดเกิดขึ้นโดย diaphragm ส่วนท้องหดตัวบีบ **aorta ที่ปล้องแรก (heart)** ทำให้เลือดไหลไปตามท่อด้านหน้าของลำตัว แล้วออกจากปลายเปิดในส่วนหัวไปเลี้ยงส่วนของร่างกายในช่วงลำตัว แล้วไหลกลับเข้าท่อโลหิตทาง ostia โดยแรงดันจากกล้ามเนื้อที่อยู่ที่ฐานของหนวดและที่ขา การเคลื่อนที่ของเลือดภายในเส้นปีกจะต่างจากในอวัยวะ ส่วนอื่นเพราะใช้แรงอัดของอากาศที่อยู่ในเส้น vein ของปีก **(ภาพที่ 6.8)**

เลือดสามารถป้องกันแมลงให้พ้นจากภัยหรือระบบต่อต้านภัยเช่น โรคจุลินทรีย์ ตัวเบียนและตัวห้ำของแมลง เช่น เม็ดเลือดสามารถกลืนกินจุลินทรีย์ได้ หรือสร้างสารมีกลิ่นออกมาไล่ศัตรูได้ เลือดของแมลงมี 2 ส่วนคือ ส่วนของน้ำเลือด (plasma) และส่วนของเม็ดเลือด (blood corpuscle หรือ haemocyte) ซึ่งมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ประมาณ 20-30 ชนิด เช่น เป็นรูปดาว รูปกลม รูปรี ฯลฯ



ภาพที่ 6.8 แสดงระบบหมุนเวียนโลหิตในลำตัวแมลง a) และ ในปีกของแมลงวันบ้าน b) (West 1951)

4. ระบบหายใจ (Respiratory System)

แมลงมีการแลกเปลี่ยนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นของเสียที่ต้องการขับออกจากร่างกายกับก๊าซออกซิเจนเหมือนสัตว์ทุกชนิด อากาศภายนอกเข้าสู่ร่างกายทางรูหายใจด้านข้างลำตัว (spiracles) ซึ่งมีปล้องละ 1 คู่ ในตัวอ่อนของแมลงชนิดที่อยู่ในน้ำอาจมีเหงือก (gills) ช่วยหายใจเช่น gills ที่ปล้องท้อง (abdominal gills) ของแมลงชีปะขาวอากาศจะเข้าทางรูเปิดของ spiracle แล้วเข้าไปทางท่ออากาศใหญ่ (trachea) แล้วแยกไปตามกิ่งก้านสาขาของท่ออากาศที่เรียกว่า tracheole ซึ่งจะกระจายไปยังอวัยวะต่าง ๆ

4.1 ส่วนประกอบของระบบหายใจ

ส่วนประกอบของระบบหายใจที่สำคัญมีดังนี้คือ **(ดูภาพที่ 6.9 และ 6.10)**

1) **ท่ออากาศใหญ่** (Main tracheal trunks) เป็นท่อต่อจาก spiracles ขนานไปด้านข้างของลำตัวทั้ง 2 ข้าง

2) **Trachea** คือ ท่ออากาศที่แยกจากท่ออากาศใหญ่ไปตามส่วนต่าง ๆ มีชื่อเรียกต่างกันตามส่วนของอวัยวะที่ท่ออากาศนั้น ๆ ไปปรากฏอยู่ดังนี้คือ

(1) Dorsal tracheal trunk เป็นท่ออากาศที่แยกขึ้นไปด้านหลังของลำตัว เพื่อไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและหัวใจ

(2) Visceral tracheal trunk เป็นท่ออากาศที่แยกไปเลี้ยงอวัยวะภายในช่องตัวของแมลง เช่น กระเพาะอาหาร ระบบสืบพันธุ์ และกล้ามเนื้อยึดอวัยวะต่าง ๆ

(3) Ventral tracheal trunk เป็นท่ออากาศที่แยกไปเลี้ยงอวัยวะด้านท้องของลำตัว เช่น ระบบประสาท และกล้ามเนื้อด้านท้อง

3) **Tracheole** คือท่ออากาศขนาดเล็กที่แยกจาก trachea ไปตามส่วนต่าง ๆ ตรงปลาย tracheole จะมีน้ำใส ๆ เป็นที่แลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ tracheole จะเป็นที่เก็บอากาศ (air sac) ซึ่งแมลงบางชนิดจะใช้อากาศใน airsac ทำให้ตัวเบาและบินได้เร็วขึ้น

4) **Spiracles** (รูหายใจ) มีปล้องละ 1 คู่ รูหายใจด้านข้างลำตัวของแมลง มีลักษณะแตกต่างกันทำให้สามารถจำแนกระบบหายใจของแมลงออกเป็นกลุ่มตามลักษณะของรูหายใจ

4.2 ประเภทของระบบหายใจ (Types of respiratory system)

1) **Open tracheal system** หรือรูหายใจเปิด พบในแมลงทั่วไป คือ จะมีรูหายใจที่อกปล้องกลางและอกปล้องที่ 3 ปล้องละ 1 คู่ รวม 2 คู่ และมีรูหายใจที่ปล้องท้อง 8 คู่ **(ภาพที่ 6.9, 6.10)**

2) **Close tracheal system** หรือ apneustic system พบในแมลงที่อยู่ในน้ำ เช่น ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว หรือ ตัวอ่อนของแมลงปอ แมลงกลุ่มนี้จะหายใจโดยใช้เหงือก (gills) หรือผนังลำตัว เหงือกของแมลงอาจอยู่ที่อกเรียก thoracic gills หรืออยู่ที่ท้องเรียก abdominal gills

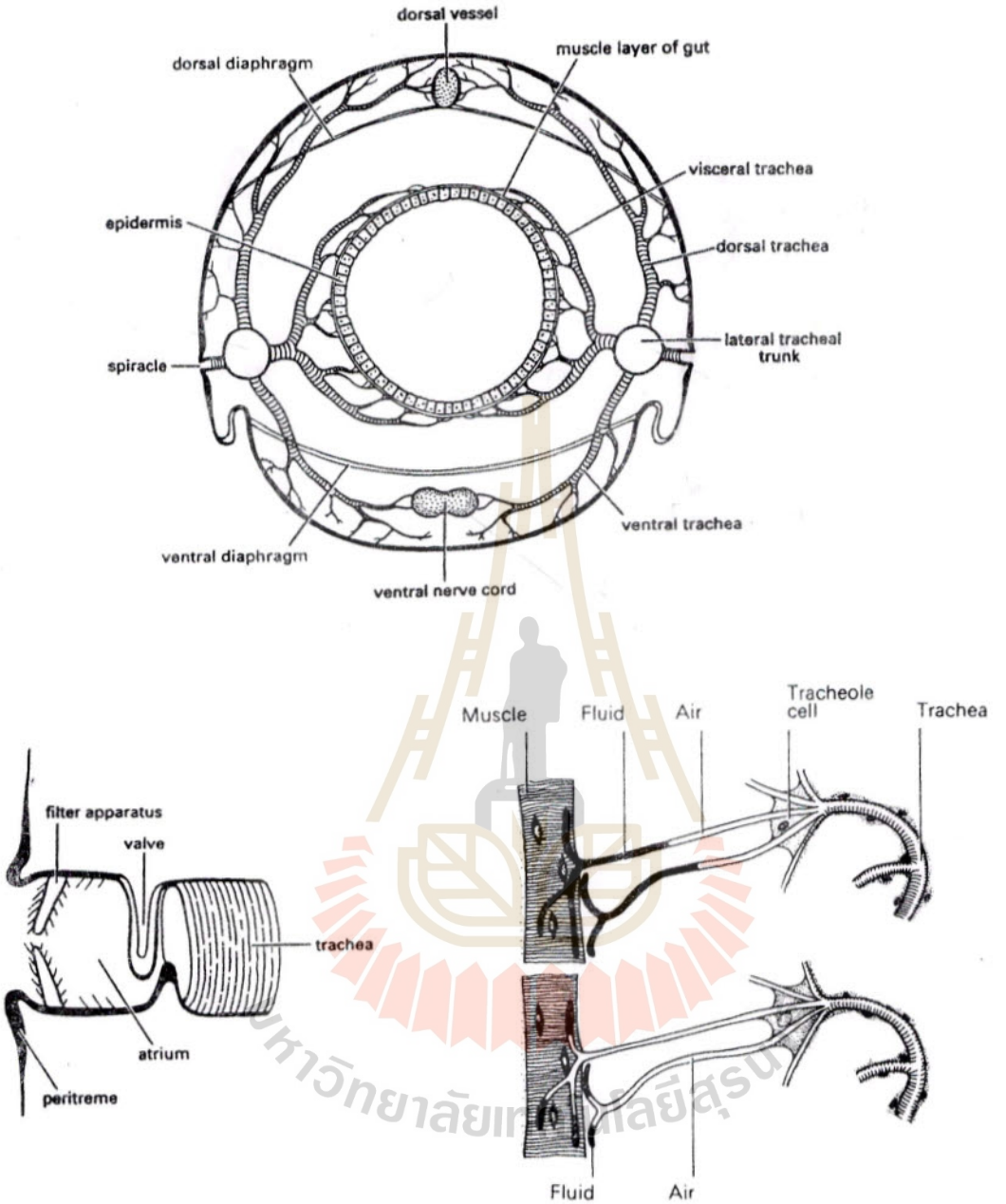
3) **Hemineustic system** คือรูหายใจปิดบ้างเปิดบ้าง เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะแมลงต้องการรักษาความชื้นในลำตัวและจะต้องปรับปให้สมดุลย์กับความต้องการของออกซิเจน สามารถจำแนกแมลงที่มีการหายใจ โดยมีจำนวนรูหายใจปิดเปิดไม่เหมือนกันได้ดังนี้คือ

a) Perineustic spiracle มีรูหายใจ (spiracle) เปิด 1 คู่ นอกนั้นปิดทั้งหมดได้แก่ หนอนด้วงแรดมะพร้าว

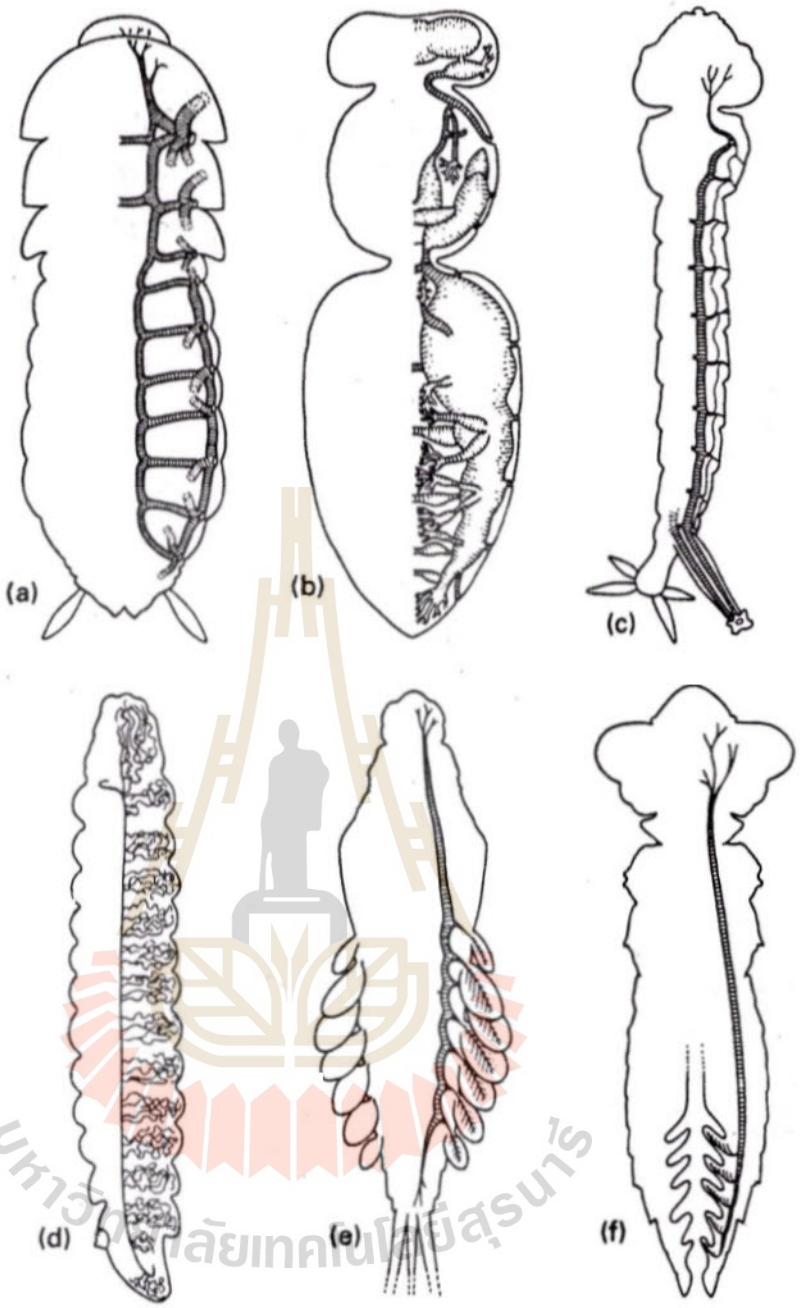
b) Amphineustic spiracle มีรูหายใจ (spiracles) ที่อกเปิด 1 คู่ และที่ท้องเปิด 1 คู่ เช่น หนอนแมลงวัน

c) Proneustic spiracle มีรูหายใจ (spiracles) เปิดที่อกเท่านั้น นอกนั้นปิดหมด เช่น ดักแด้ยุง (ไอ้โม่ง)

d) Metaneustic spiracles มีรูหายใจ (spiracles) เปิดที่ท้องเท่านั้น นอก นั้นปิดหมด พบในลูกน้ำยุง



ภาพที่ 6.9 แสดงระบบหายใจของแมลงโดยผ่านทางรูหายใจแบบ open system



ภาพที่ 6.10 แสดงระบบหายใจของแมลงต่าง ๆ

a - b แบบเปิด (open system)

d - f แบบปิด (close system)

5. ระบบย่อยอาหาร (Digestive System)

ระบบย่อยอาหารของแมลงแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน (**ภาพที่ 6.11**) คือ

5.1 ส่วนหน้า (Foregut หรือ stomodeum) เป็นส่วนหน้าสุด มีหน้าที่กลืนกินอาหาร , เป็นที่พักอาหาร บดอาหารเพื่อส่งต่อไปยังส่วนที่ 2 ส่วนประกอบของ foregut ที่สำคัญมี 5 ส่วนคือ

1) ต่อมน้ำลาย (Salivary gland) เป็นต่อมที่ผลิตน้ำลาย บางครั้งเรียก labial gland ต่อมมีลักษณะคล้ายใบไม้ หรือช่อดอกไม้สีขาว ตั้งอยู่บริเวณด้านใต้ของ oesophagus มีปลายเปิดสู่ช่องปาก น้ำลายจะออกมาคลุกเคล้าอาหาร เพื่อสะดวกแก่การกลืน และทำให้อาหารอ่อนตัวลง

2) Pharynx ช่องคอ

3) Oesophagus คอ

4) Crop เป็นส่วนของกล้ามเนื้อที่ขยายใหญ่ เพื่อเป็นที่พักอาหาร และบดอาหาร มีลักษณะเป็นถุง

5) Proventriculus (gizzard) กึ๋น เป็นลิ้นปิดเปิดเพื่อลำเลียงอาหารไปสู่ลำไส้ส่วนกลางลำไส้ส่วนหน้านี้ต้องการความแข็งแรง จึงมีเนื้อเยื่อบุรองเสริมความแข็งแรงอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า cuticular layer

5.2 ส่วนกลาง (Midgut หรือ mesenteron) ส่วนนี้มีการสร้างน้ำย่อยเพื่ออาหารที่ส่งมาจาก foreget มีการดูดซึมของอาหารที่ย่อยแล้ว ส่วนประกอบของ midgut ที่สำคัญมี 3 ส่วน คือ

1) Gastric cacae (ติ่งน้ำย่อย) เป็นส่วนต่อจาก proventriculus มีลักษณะเป็นติ่งยื่นออกมา มีหน้าที่ผลิตน้ำย่อยเข้าสู่ส่วนกลาง ในแมลงสาบมีติ่งน้ำย่อย 8 คู่ น้ำย่อยมี pH 6-7.5 และ อาจสูงถึง 9-12 ในแมลงที่ย่อย hemicellulose เช่นปลวก

2) Ventricles คือลำไส้ส่วนกลางทั้งหมด มีหน้าที่ย่อยอาหารและดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วเข้าทางผนังลำไส้ ซึ่งมีเนื้อเยื่อลำไส้สำหรับดูดอาหารชื่อ peritroplic membrane ส่วนนี้ไม่มี cuticular layer.

3) Malpighian tubules เป็นท่อขับถ่ายของเสียที่เป็นของเหลว มีลักษณะเป็นติ่งหรือเส้นยาวเป็นกระจุกตั้งอยู่ถัดจากส่วน ventriculus ของเสียที่เป็นของเหลว จะถูกลำเลียงส่งไปยังระบบย่อยอาหารส่วนสุดท้าย malpighian tubules ไม่พบในเพลี้ยอ่อน

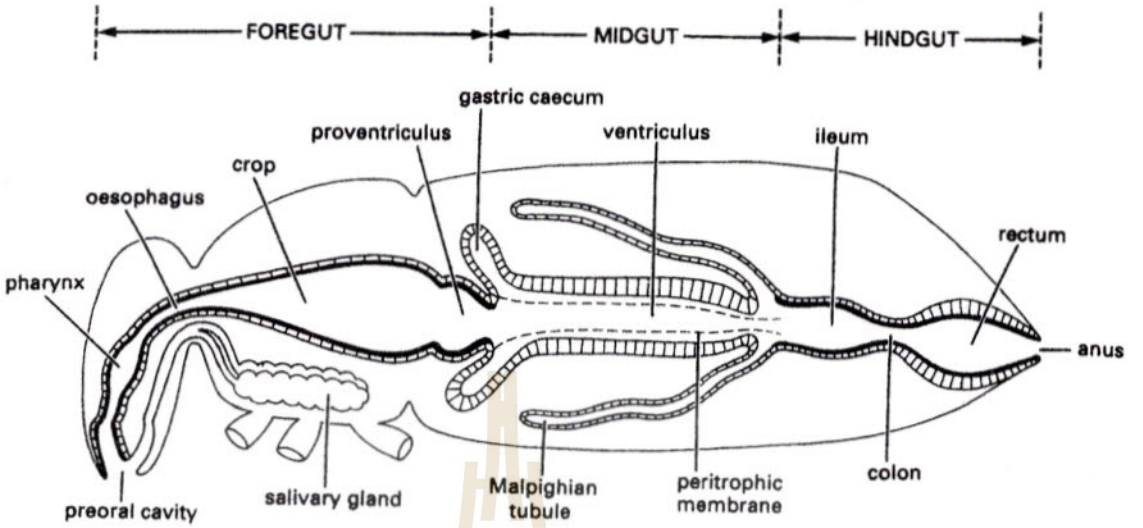
5.3 ส่วนหลัง (Hindgut หรือ proctodeum) มีหน้าที่รับภาระอาหารที่เหลือจากการย่อยแล้ว รวมทั้งของเสียที่เป็นของเหลวเข้ามาเพื่อดูดซับเอาน้ำ เกลือแร่ และธาตุอาหารบางชนิดที่ปะปนอยู่กับของเสียเข้าสู่ร่างกาย แล้วปล่อยกากอาหารที่เหลือทั้งหมดออกภายนอกลำตัว ส่วนประกอบของลำไส้ส่วนท้ายมี cuticular layer และแบ่งได้เป็น 4 ส่วนคือ

1) ileum มีการดูดซึมของน้ำและแร่ธาตุ

2) colon มีการดูดซึมของน้ำและแร่ธาตุ

3) rectum (ลำไส้ตรง) เป็นที่พักกากอาหาร

4) anus (ทวาร) เป็นรูเปิดของท่อลำไส้ออกนอกลำตัวเพื่อถ่ายมูล (frass)



ภาพที่ V6.I-11 แสดงระบบย่อยอาหารของแมลง

ไขมันในช่องท้อง (fat body) ที่ปรากฏอยู่ในช่องท้องและมีผังผืดยึดติดกับลำไส้ มีความสำคัญที่น่าสนใจคือเป็นแหล่งผลิต protien และ amino acid ที่สำคัญ เช่น Calliphorin เข้าไปในเลือด (haemolymph) ของแมลง สารดังกล่าวมีสูงในเลือดเมื่อแมลงจะเข้าสู่ระยะเป็นดักแด้ ในแมลงวันพบว่ามีสูงถึง 75% ของ protien ใน haemolymph ทั้งหมด และลดเหลือประมาณ 3 mg. เมื่อเป็นดักแด้และเหลือเพียง 0.03 mg เมื่อฟักออกเป็นตัวเต็มวัย เข้าใจว่าสารชนิดนี้ ช่วยในขบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง ใน fat body มี cell อยู่ 2 ชนิดคือ

1. urocyte ในความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเก่าเชื่อว่า urocyte มีหน้าที่เก็บของเสียที่เป็น uric acid เท่านั้น แต่ปัจจุบันนี้พบว่า urocyte เป็นเซลล์ที่มีหน้าที่สะสม urea และuric acid และ มีหน้าที่ recycle สารเหล่านั้นกลับเป็นสารประกอบไนโตรเจนกลับเข้าสู่เม็ดเลือด

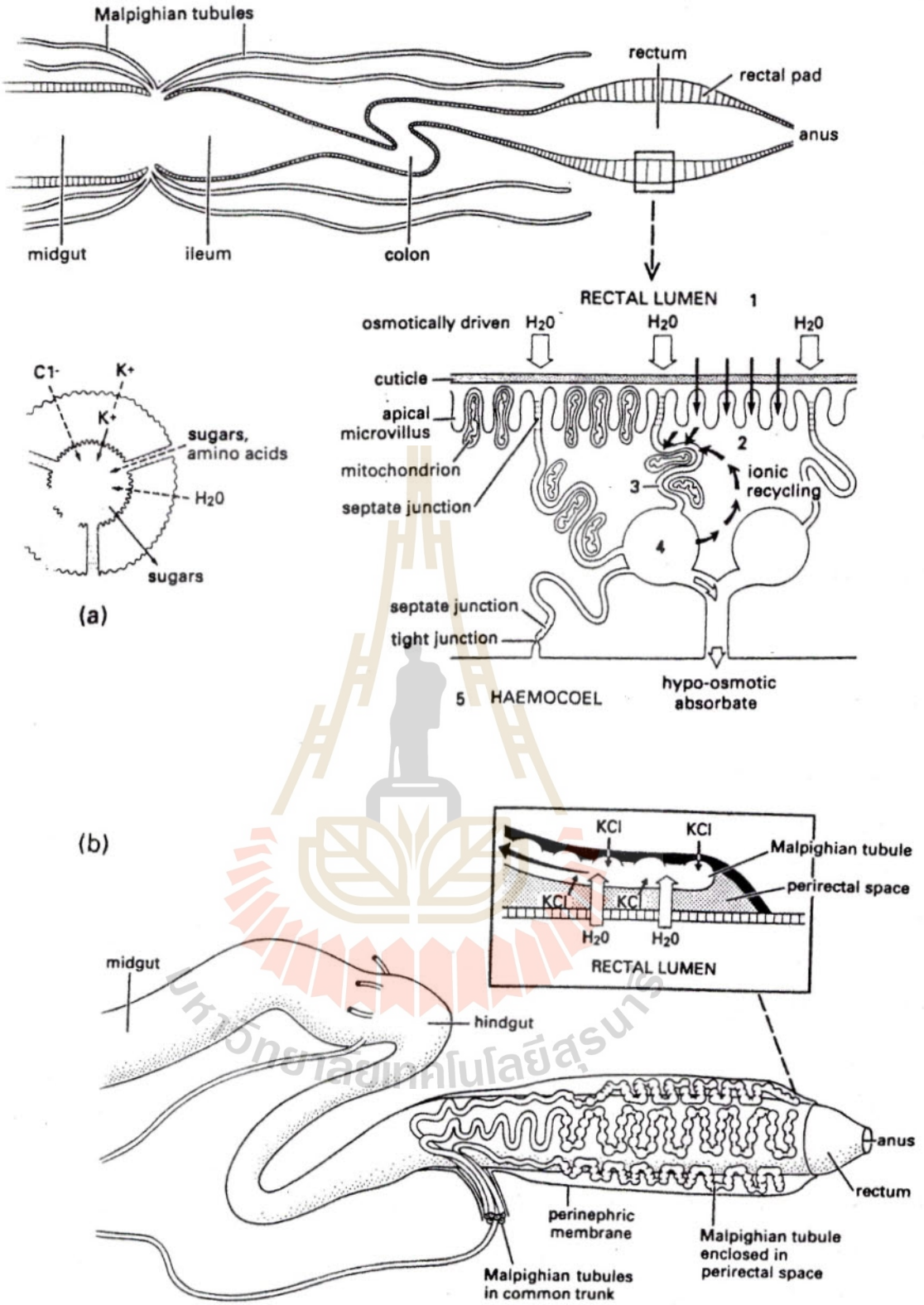
2. mycetocyte เป็นเซลล์ที่มีจุลินทรีย์ symbionts อาศัยอยู่ใน intracellular space ในลักษณะของ symbiotic organism symbionts ที่พบเป็นพวก bacteria, yeast, fungi, protozoa มีหน้าที่สร้างสารสำคัญบางชนิดที่แมลงสร้างไม่ได้ ได้แก่ carotenoid ซึ่งเป็นเม็ดสี ทำให้แมลงมองเห็น หรือพวก sterol, vitamin และ amino acid บางชนิดที่แมลงต้องการ ส่วนจุลินทรีย์ที่มาอาศัยอยู่ก็ได้อาหารและที่อยู่อาศัยจากแมลง ในแมลงบางชนิดจุลินทรีย์จะมีจำนวนมากจนจับกลุ่มเป็นเนื้อเยื่อเรียกว่า mycetome อยู่ใกล้กับรังไข่ เมื่อแมลงไข่ออกมาจุลินทรีย์เหล่านี้จะติดมาด้วย และจะเจริญควบคู่กับแมลงชนิดนั้น ๆ ตลอดไป การถ่ายทอดจุลินทรีย์ทางไข่นี้เรียกว่า transovarial transmission

6. ระบบขับถ่าย (Excretory System)

ระบบขับถ่ายในที่นี้มิได้หมายถึงเฉพาะแต่การขับถ่ายกากอาหารเป็นมูล (frass) ออกมาจากทวาร (anus) เท่านั้น แต่หมายถึงการขับหรือการเปลี่ยนสภาพของเสียให้นำมาใช้ประโยชน์ต่อร่างกายได้ด้วย แมลงบางชนิดโดยเฉพาะแมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำ จะต้องมีระบบขับถ่ายพิเศษ ที่สามารถทำให้แร่ธาตุที่จำเป็นเช่น sodium (Na^+) potassium (K^+) และ chloride (Cl^-) ซึ่งสามารถละลายไปกับน้ำโดยง่ายออกจากลำตัวไปและอาจทำให้ร่างกายเสียสมดุลย์คงสภาพอยู่ในร่างกายอย่างสมดุลย์ได้ ขบวนการขับถ่ายพิเศษที่พบในแมลงกลุ่มนี้เรียกว่า osmoregulation และ cryptonephric system **(ดูภาพที่ 6.12)**

6.1 Osmoregulation เป็นระบบขับถ่ายที่เกิดขึ้นที่ malpighian tubules โดยการพยายามปรับ osmotic pressure ของสารละลายและแร่ธาตุอันได้แก่ K^+ Na^+ และ Cl^- ขึ้นในท่อของ malpighian tubules ซึ่งจะลอยไปมาอย่างอิสระในช่องลำตัว (haemocoel) ให้เท่ากันกับแรง osmotic pressure ใน haemocoel จะทำให้น้ำถูกดูดเข้ามาเพื่อสร้างสารละลายที่เข้มข้นน้อยลง สารละลายเหล่านี้จะไหลเข้าสู่ลำไส้ส่วนหลัง (Proctodeum) โดยผ่านทาง ileum, colon และ rectum ที่ผนังของ proctodeum นี้น้ำจะถูกดูดซับเข้ามาที่ส่วนของผนังลำไส้ และก่อให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุภายในผนังลำไส้ในผนังลำไส้ส่วนนี้ mitochondria จะเป็น cell ให้พลังงานหมุนเวียนขนย้ายของเหลวเหล่านี้จากเซลล์หนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่ง (เรียก active transport) เมื่อมี osmotic pressure ในผนังลำไส้ส่วนนี้เนื่องจากความเข้มข้นของ K^+ Na^+ และ Cl^- ใน cell สูงขึ้น ก็จะดึงเอาน้ำจากใน proctodeum เข้ามามากขึ้น โดยมี septate junction เป็นกลไกที่ควบคุมการนำเข้าของน้ำ การไหลเข้าของน้ำตอนนี้เรียกไปโดย passive transport และสุดท้าย น้ำก็จะถูกปล่อยออกพร้อมแร่ธาตุสู่ช่องลำตัวโดยแรงดันที่สูงกว่า เมื่อน้ำและแร่ธาตุเหล่านี้ออกสู่ช่องลำตัว ก็จะถูกดูดกลับเข้าไปโดย malpighian tubules วนเวียนกันอย่างนี้ และส่วนเกินของธาตุอาหารที่ไม่ต้องการก็จะเหลืออยู่ใน rectum ของ protodeum ซึ่งพร้อมที่จะขับถ่ายออกนอกร่างกายต่อไป ระบบขับถ่ายแบบนี้พบในตั๊กแตนและแมลงสาบ และแมลงส่วนใหญ่ทั่วไป

6.2 Cryptonephric system เป็นระบบขับถ่ายที่พบในแมลงที่อยู่ในที่แห้งแล้งเช่น อยู่ทะเลทราย หรือแมลงที่อาศัยอยู่ในที่ความชื้นต่ำเช่น ในเมล็ดพันธุ์เก็บแห้ง เช่น มอดแป้ง เป็นต้น แมลงกลุ่มนี้จะมีการใช้น้ำในร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบที่วิวัฒนาการมาจากแบบ 6.1 ในระบบนี้ malpighian tubules จะไม่อยู่อย่างอิสระ ในช่องลำตัว (haemocoel) แต่จะถูกดึงเข้าไปอยู่ภายในลำไส้ในส่วนที่เรียกว่า rectum ปลายของ malpighian tubules จะเกาะแน่นอยู่กับผนังของ rectum โดยมีเนื้อเยื่อ perinephric membrane มาห่อหุ้ม แร่ธาตุ, น้ำ และความชื้นในลำไส้จะถูกดูดซึมเข้าโดยตรงจากผนังของ rectum เข้าสู่ malpighian tubules โดย osmotic pressure ความเข้มข้นของแร่ธาตุ (พบส่วนใหญ่เป็น KCl) ใน malpighian tubule เอง จากนั้นน้ำและแร่ธาตุก็จะถูกนำเข้าสู่โลหิต และส่วนเกินจะถูกทิ้งให้อยู่ใน rectum เพื่อถ่ายออกนอกลำตัวต่อไป



ภาพที่ 6.12 แสดงระบบขับถ่ายแบบ osmoregulation (a) และ crytonephric system (b)

7. ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive System)

7.1 ระบบสืบพันธุ์ของเพศเมีย (Female reproductive system) มีส่วนประกอบที่สำคัญ **(ภาพที่ 6.13)** คือ

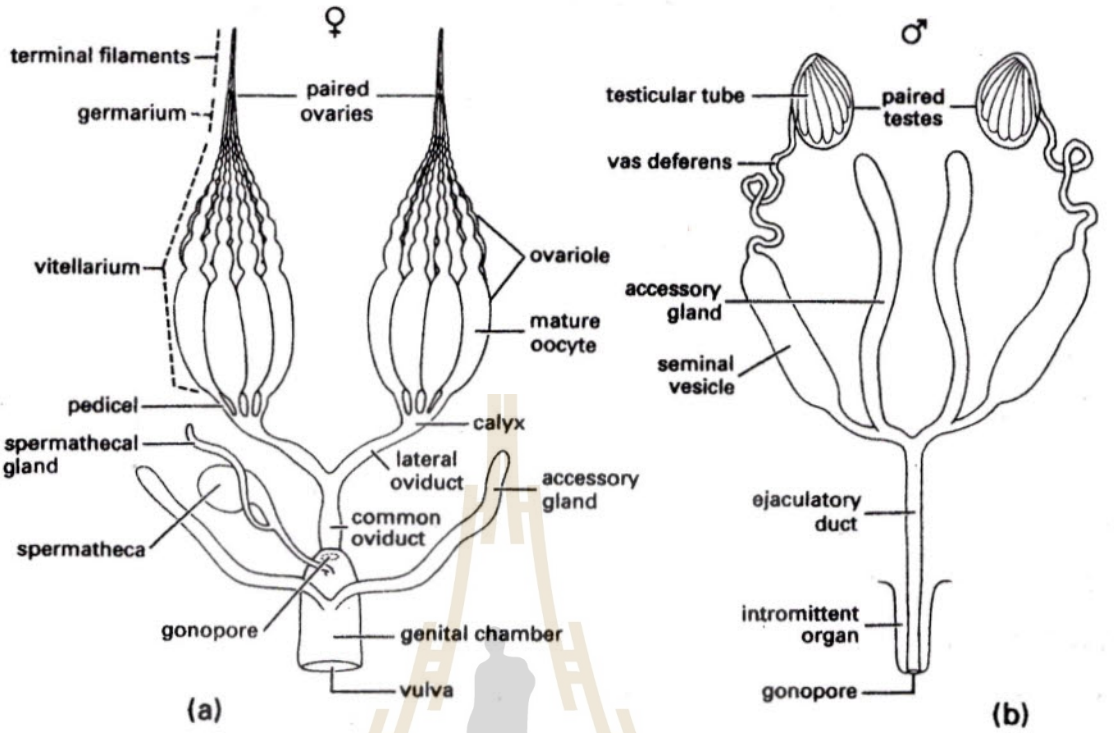
อวัยวะที่ผลิตไข่คือ รังไข่ (ovaries) มี 1 คู่ รังไข่แต่ละข้าง ประกอบด้วย ovarioles หลายๆ อันมาประกบกัน ส่วนปลายของ ovariole มีสายใยบาง ๆ เรียกว่า terminal filament ซึ่งจะมารวมกันทำให้ ovary มีลักษณะเรียวแหลม ใน ovariole จะมี cell สร้างไข่ (oocyte) ซึ่งจะสร้าง ไข่ (egg) ไข่เหล่านี้เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะดันให้ผนัง ovariole พองออกและไข่จะถูกปล่อยออกมาทางท่อที่เรียกว่า pedicel หลาย ๆ pedicel มารวมกันเรียกว่า calyx จาก calyx จะมีท่อรังไข่ เรียกว่า oviduct หรือ lateral oviduct ซึ่งในแมลงตัวหนึ่ง ๆ จะมี 2 ท่อ (ซ้ายและขวา) มารวมกัน เรียก common oviduct มาเปิดออกที่รูเปิดเรียกว่า gonopore ไปสู่ genital chamber ซึ่งเป็นที่รองรับอวัยวะเพศผู้ที่ genital chamber นี้จะมีถุงเก็บสะสม sperm ของเพศผู้ 1 ถุง เรียกว่า spermatheca เมื่อไข่ถูกปล่อยออกมาอยู่ใน genital chamber spermatheca ก็จะปล่อย sperm ของเพศผู้ออกมาผสม ก่อนที่ไข่จะถูกปล่อยออกนอกลำตัวทาง vulva ที่ spermatheca จะมีต่อมอีกชนิดหนึ่งมีหน้าที่เลี้ยง sperm (หรือ spermatozoa) ทำให้ sperm มีชีวิตยืนยาวสำหรับการผสมพันธุ์ ต่อมดังกล่าวมีชื่อว่า spermathecal gland spermathecal gland มีลักษณะเป็นติ่งเล็ก ๆ ห้อยติดอยู่กับ spermatheca นอกจาก spermatheca และ spermathecal gland แล้ว ยังมีต่อมมีลักษณะเป็นติ่งยาว 1 คู่ เปิดออกที่ genital chamber เรียกว่า accessory gland หรือ colleterial gland หรือ cement gland มีหน้าที่ผลิตสารเหนียวออกมาหุ้มไข่ เพื่อป้องกันอันตรายและสารเหนียวสำหรับยึดไข่ให้ติดกับใบพืชหรือผิวเมล็ดพืชที่เป็นอาหารของตัวอ่อน

7.2 ระบบสืบพันธุ์ของเพศผู้ (Male reproductive system) มีส่วนประกอบที่สำคัญ **(ภาพที่ 6.13)** คือ

อวัยวะที่ผลิต sperm คือ testis มี 1 คู่ (พหูพจน์เรียก testes) testis แต่ละข้างประกอบด้วย follicles ซึ่งมีหน้าที่ผลิต sperm sperm ที่ผลิตแล้วจะถูกส่งมายังท่อส่ง เรียกว่า vas deferens มาพักที่ท่อพักเรียกว่า seminal vesicle ที่ seminal vesicle จะมีท่อออกร่วมมาจากต่อมชื่อ accessory gland ซึ่งมีหน้าที่ผลิตอาหารเลี้ยง sperm บางครั้ง accessory gland จะมีมากกว่า 2 และจับกลุ่มกันเป็นกระจุกหรือเป็นช่อเรียก mushroom body จากนั้น sperm จะถูกปล่อยลงมารวมกัน (จากท่อซ้ายและขวา) ที่ ejaculatory duct ซึ่งจะฉีด sperm ออกนอกร่างกายทางรูเปิดที่เรียกว่า gonopore.

ระบบการสืบพันธุ์ของแมลงขึ้นอยู่กับความพร้อมของการเจริญเติบโตของระบบที่เจริญเต็มที่ (sexual maturity) หรือไม่ โดยทั่ว ๆ ไป แล้วเพศผู้จะต้องใช้เวลาหลังจากการออกจากดักแด้ 1-2 วัน และเพศเมียอาจนาน หรือน้อยกว่านั้นแล้วแต่ชนิดของแมลง การผสมพันธุ์ (mating) มักจะมีก่อนที่ไข่ (egg) ในรังไข่ (ovary) จะเจริญเติบโตเต็มที่ เพศเมียจะเก็บ sperm (spermatozoa) ของเพศผู้ไว้ใน

spermatheca แมลงบางชนิดเช่น ชีปะขาว เพศเมียจะพร้อมที่จะผสมพันธุ์ หลังจากฟักออกจากดักแด้เพียง 2-3 ชั่วโมง ในผีเสื้อหนอนไหมจะสามารถผสมพันธุ์กันทันทีที่ฟักออกจากดักแด้ และขยับปีกได้



ภาพที่ 6.13 แสดงระบบสืบพันธุ์ของเพศเมีย (a) และเพศผู้ (b)

7.3 ชนิดและแบบของการสืบพันธุ์ (Types of reproduction)

ในแมลงทั่ว ๆ ไป จะพบชนิดหรือแบบของการสืบพันธุ์ 4 แบบ คือ

1) Paedogenesis คือการสืบพันธุ์ชนิดที่แมลงที่เป็นตัวอ่อนสามารถออกลูกเป็นตัวได้ หรือตัวอ่อนมีอวัยวะสืบพันธุ์ที่เจริญเต็มที่และวางไข่ ที่ฟักเป็นตัวอ่อนได้ เช่น พวกริ้น ชนิด *Miaster spp.* หรือดักแด้ของริ้นชนิด *Tanytarsus spp.* สามารถที่จะวางไข่ได้ หรือด้วงชนิด *Micromatthus debilis* ก็สามารถวางไข่ในระยะตัวอ่อนได้ แมลงพวกนี้ไม่สามารถนับช่วงวัยการเจริญได้ เรียกว่าเป็นแมลงพวก neoteneous (เป็นคำนามคือ neoteny)

2) Parthenogenesis คือการสืบพันธุ์ชนิดที่แมลงสามารถมีลูกหรือวางไข่ได้โดยไม่ต้องมีการผสมของ sperm เช่น เพลี้ยอ่อน (aphid) หรือ แตนชนิด sawfly เป็นต้น

3) Oviparity คือการสืบพันธุ์ชนิดที่เพศเมียจะผสมพันธุ์กับเพศผู้ เมื่อเป็นตัวเต็มวัย มีการผสมของ sperm กับไข่ และมีการวางไข่ออกนอกลำตัวของตัวเต็มวัยเพศเมีย การวางไข่อาจเป็นฟองเดี่ยว ๆ (single egg) เช่น ไข่ผีเสื้อหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน หรือเป็นกลุ่ม (mass) เช่น ด้วงเต่าลาย *Chilomenes spp.* หรือ รวมอยู่ในฝักไข่ (ootheca) เช่นในตั๊กแตนตำข้าวหรือแมลงสาบ เป็นต้น

4) **Ovoviviparity** คือการสืบพันธุ์ชนิดที่ไข่ ซึ่งมีไข่แดง (yolk) อยู่ภายในไข่ที่ผสมแล้วจะอยู่ภายในตัวแม่และจะออกมาจากแม่เมื่อฟักออกเป็นตัวอ่อน พบใน เพลี้ยไฟ (O.Thysanopthera), แมลงสาบบางชนิด, แมลงวันหัวเขียว (F. Calliphoridae) และแมลงวันก้นขน (F. Tachinidae)

5) **Viviparity** คือการสืบพันธุ์ชนิดไข่เจริญอยู่ภายในตัวแม่เหมือนข้อ 4 แต่ไข่ดังกล่าวไม่สมบูรณ์ไม่มีไข่แดง เมื่ออยู่ในรังไข่ จำเป็นต้องมีเนื้อเยื่อส่วนอื่น หรือสารที่ผลิตจากร่างกายส่วนอื่นของแม่ มาเลี้ยงตัวอ่อนที่ฟักออกใหม่ ๆ ซึ่งจะเจริญเติบโตโดยอาศัยสารเหล่านี้ แล้วออกมาเป็นตัวอ่อนที่สมบูรณ์ viviparity มีหลายประเภทตามตำแหน่งของตัวอ่อนที่อาศัยในตัวแม่ดังนี้คือ

(1) **pseudoplacental viviparity** คือตัวอ่อนเมื่อฟักออกจากไข่ จะอยู่ในท่อรังไข่ ซึ่งผนังของท่อจะมีเนื้อเยื่อมีลักษณะคล้ายรกส่งอาหารไปเลี้ยงตัวอ่อนให้สมบูรณ์เต็มที่ แล้วจึงค่อยออกมานอกลำตัวของแม่ พบในเหาหนังสือ (O. Psocoptera), แมลงหางหนีบ (O. Dermaptera) บางชนิด

(2) **haemocoelous viviparity** ตัวอ่อนเมื่อฟักออกมา จะอาศัยอยู่ในน้ำเลือด (haemolymph) เพื่อดูดซึม (osmosis) ธาตุอาหารจากเลือด พบในพวกแมลงปีกบิด (O.Strepsiptera) พวกบัว (O. Diptera , F. Cecidomyiidae)

(3) **adenotrophic viviparity** ตัวอ่อนเมื่อฟักออกมาแล้วจะถูกปล่อยออกมาอยู่ในมดลูก และแม่จะผลิตอาหาร หรือที่เรียกว่าน้ำนม (milk) ออกมาโดยต่อม adrenal ใต้สมองเพื่อเลี้ยงลูก ลูกก็จะกินน้ำนมเป็นอาหาร จนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่จะถูกปล่อยออกมานอกลำตัว และส่วนใหญ่จะเข้าดักแด้ทันที พบในแมลงวันบางชนิดเช่น tsetse flies (F. Glossinidae) เหาวัว (F. Hippoboscidae) เป็นต้น

6) **Hermaphrodism** หรือการเป็นกระเทย คือ แมลงจะมีระบบสืบพันธุ์ที่เรียกว่า **ovotestis** คือมีทั้ง **ovary** และ **testis** อยู่ในแมลงตัวเดียวกัน พบในพวกเพลี้ยหอยชนิด *Icerya purchasi* แมลงที่มีการสืบพันธุ์แบบนี้จะเป็นแบบที่มีการระบาดได้รวดเร็วที่สุด ถึงแม้จะติดไปกับพืชเพียงตัวเดียวก็สามารถที่จะขยายพันธุ์ได้

แมลงแตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่น โดยที่มีขบวนการ polyembryony คือการที่ cell ไข่ฟองเดียวสามารถแบ่งเซลล์ออกได้เป็นไข่หลาย ๆ ฟอง ส่วนใหญ่จะเป็นแมลงที่เป็นตัวเบียนของแมลงชนิดอื่น พบใน O. Hymenoptera (พวกต่อแตน)

บทที่ 7 ลักษณะอาการในพืชเนื่องจากการทำลายของแมลง

Chapter 7 Plant Injury Symptoms caused by Insects

7 ลักษณะอาการในพืชเนื่องจากการทำลายของแมลง
Plant Injury Symptoms caused by Insects

ในการศึกษาเรื่องแมลงศัตรูพืช มีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงอาการในพืชที่เป็นลักษณะอาการเนื่องจากการทำลายของแมลง เพื่อที่จะแยกออกจากการทำลายของโรคหรือสัตว์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อประโยชน์ในการประเมินระดับความเสียหายและถ้าจำเป็นต้องป้องกันกำจัดก็จะได้ดำเนินการได้อย่างไม่ผิดพลาด

อาการที่แมลงทำลายพืชแบ่งตามลักษณะการทำลายเป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับอุปนิสัยการกินและลักษณะของปากแมลงแต่ละชนิด เราสามารถแบ่งความเสียหายตามลักษณะอาการและส่วนของพืชที่ถูกแมลงทำลายได้ดังนี้

1. อาการที่ใบ

การกัดกิน (chewing) ใบพืชจะเป็นรอยเว้าแหว่ง เนื่องจากแมลงที่ปากแบบกัด เช่น ตั๊กแตน, หนอนกระทู้ต่าง และด้วงชนิดต่าง ๆ ซึ่งลักษณะการกัดกินใบพืชมีหลายประเภท (อินทวัฒน์ 2537) คือ

1.1 ขอบใบเว้าอย่างมีระเบียบ

อาจพบมูลของแมลงเป็นก้อนเล็ก ๆ มักจะเป็นการทำลายของด้วงงวง (F. Curculionidae) เช่นแมลงค่อมทอง อาจพบตัวอยู่บนใบพืชด้วย (ภาพที่ 7.1a)

1.2 ใบถูกตัดเป็นวงกลม

รอยตัดมีขอบเรียบ เกิดจากแมลงกลุ่มเดียวกันกับผึ้งคือ ผึ้งกัดใบ (leaf cutting bee F. Megachilidae) ผึ้งชนิดนี้กัดใบนำไปทำรังตัวอ่อน (ภาพที่ 7.1b)

1.3 ใบแหว่งไม่สม่ำเสมอ

เป็นลักษณะกัดกินใบที่พบมากที่สุด เกิดจากการทำลายของหนอนผีเสื้อแทบทุกชนิด และด้วงเต่าแตง มีลักษณะเหมือนหอยทากเข้าทำลาย แต่หอยทากจะมีคราบเมือกเป็นทางสะท้อนแสงวาวให้เห็น หากมีการระบาดมากเนื้อที่ใบจะถูกกัดกินจนหมด เหลือแต่โครงด้านใน ที่เรียกว่า skeletonized (ภาพที่ 7.1c)

1.4 ใบมีการชอนไช (Mining)

การชอนไช (mining) พบในใบไม้ แมลงโดยเฉพาะตัวอ่อนของแมลงจะเจาะชั้น cuticle ของพืชลงไปในชั้น palisade cells แล้วกินเนื้อเยื่อเพื่อส่วนนี้โดยไม่ทำลาย cuticle ทั้งชั้นบนและชั้นล่างของใบจึงเกิดเป็นท่อโปร่งใส บนใบ แมลงส่วนใหญ่จะเข้าดักแด้ในท่อดังกล่าว และเจริญเป็นตัวเต็มวัยโดยฟักออกจากดักแด้ ส่วนใหญ่เป็นพวกแมลงวัน เช่น Family Agromyzidae, พวกผีเสื้อเช่น Family

Gracillariidae เช่น หนอนชอนใบมะม่วงหิมพานต์ (*Acrocercops sp.*) หนอนชอนใบถั่ว (*Aproaerema midicella* F. Gelechiidae) หนอนชอบใบส้ม (*Phylloconistis citrella* F. Leonetiidae) **(ภาพที่ 7.1d)**

1.5 ใบเป็นรูปพรุนขนาดเล็ก

มักจะพบในใบพืชตระกูลคะน้าหรือกะหล่ำ ถ้ารูพรุนมีมากมายมักเกิดจากการกินของด้วงหมัด (flea beetles) เช่น ด้วงหมัดผัก *Phyllotetra spp.* แต่ถ้ารูพรุนมีไม่มากอาจเกิดจากด้วงชนิดอื่น เช่น ด้วงเต่าทอง (F Chrysomellidae) หรือหนอนผีเสื้อ

1.6 ใบเป็นรูแต่อีกด้านหนึ่งยังมี cuticle (leaf windowed)

เป็นลักษณะเฉพาะคือเนื้อใบจะถูกกัดกินหมดด้านหนึ่งและเหลือ cuticle ของด้านหนึ่งไว้ มีลักษณะใส เหมือนช่องหน้าต่างบุด้วยกระจก มักเกิดจากการทำลายของหนอนผีเสื้อในวัยแรก ๆ เช่น หนอนไยผัก (*Plutella xylostella*) เป็นต้น **(ภาพที่ 7.1e)**

1.7 ใบถูกกรีดหรือตัดขาดตามขวาง

พบในมะม่วงหรือมะม่วงหิมพานต์ในระยะแตกใบเพสลาด ใบจะถูกกัดขาดเป็นรอยเหมือนถูกใบมีดกรีดขาดเหลือครึ่งใบ เกิดจากการกินตัดใบของด้วงงวงกัดใบ (*Deporaus marginatus*) หรือใบมะพร้าวที่เกิดจากการกัดกินของด้วงแรดมะพร้าว (*Oryctes spp.*) ทำให้ใบมีลักษณะเป็นรอยตัดรูปตัว V ด้านข้างของแกนใบเท่ากันทั้ง 2 ด้าน **(ภาพที่ 7.1f)**

1.8 ใบถูกตัดแล้วม้วนเป็นหลอด

เป็นลักษณะการทำลายของหนอนม้วนใบ (leaf rollers) เช่น หนอนม้วนใบกล้วย ซึ่งเป็นผีเสื้อบินเร็ว (*Erionota thrax thrax* ใน F. Hesperiidae) หรือผีเสื้อม้วนใบส้ม (F. Totricidae) **(ภาพที่ 7.1g)**

1.9 ใบเหี่ยว ม้วนงอ และขอบใบไหม้ (Leaf curled and burn)

เกิดจากการทำลายของพวกเพลี้ย เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น แมลงหวีขาว ขอบใบพืชจะม้วนงอ มีสีน้ำตาล หรือแดง อาการเกิดจากเพลี้ยจักจั่น *Empoasca sp.* พบใน ปอ ฝ้าย เรียกอาการนี้ว่า Hopper burn แมลงกลุ่มที่เป็นสาเหตุมีปากเป็นท่อ เจาะเข้าไปในเซลล์พืช แล้วดูดกินน้ำเลี้ยงทำให้ cell ตาย (sap sucking and deformation) ถ้ากินใบ ใบจะหงิก บิดงอ ถ้ากินผล ผลจะบิดเบี้ยวเสียรูป ช่อดอกทำให้ดอกร่วง ไม่ติดผลหรือผลร่วง **(ภาพที่ 7.1h)**

1.10 ใบม้วนห่อ ใบย่นเป็นคลื่น

เป็นลักษณะการทำลายของเพลี้ยไฟ (Thrips) เช่นเพลี้ยไฟถั่ว (F. Phlaeothripidae) ใบจะม้วนย่นเป็นคลื่น เนื้อเยื่อที่ถูกดูดกินจะตายทำให้ใบแห้ง **(ภาพที่ 7.1i)** แต่ถ้าพบในข้าว ใบข้าวจะห่อเป็นหลอดเหมือนหลอดหอมเป็นอาการเนื่องจากการทำลายของแมลงบั่ว (F. Cecidomyiidae)

1.11 ใบเหลืองซีด และพืชตายเป็นหย่อม

เป็นลักษณะการทำลายของเพลี้ยไฟหรือไรแดง พบในข้าวระยะกล้าหรือปักดำใหม่ ๆ หรือหอม ทำให้ใบซีดเหลือง และต้นจะตายเหมือนกันเป็นหย่อม ๆ มักจะพบในช่วงหน้าแล้งหรือช่วงฝนทิ้งช่วง ถ้าเป็นใบหอม ใบจะม้วนพัก แห้ง และหงิกงอ **(ภาพที่ 7.1j)**

1.12 ใบเป็นปุ่มปม (gall)

การทำให้เกิดปุ่มปม (gall) มักกัดกินใบหรือส่วนต่าง ๆ ของพืช และน้ำลายของแมลงกลุ่มนี้จะกระตุ้นให้พืชสร้างเซลล์มากมาย จนเป็นกลุ่มเหมือนหูดหรือปม และแมลงอาจจะอาศัย หรือไม่อาศัยอยู่ในปุ่มดังกล่าวได้ เช่น เพลี้ยงไก่ฟ้า หรือเพลี้ยไก่แจ้ (F. Psyllidae) มีประมาณ 350 species ที่สามารถสร้างปุ่มได้, มีเพลี้ยอ่อนประมาณ 700 species และพวกแมลงวันซึ่งสามารถสร้างปุ่มปมพืชได้มากที่สุด แมลงชนิดที่ทำความเสียหายให้แก่เศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่งในกลุ่มแมลงวันคือ แมลงบั่ว (*Orseolia oryzae* F. Cecidomyiidae)

อาจพบปุ่มปมทั้งบนและล่างของใบ หรือกระจัดกระจายทั่วไป หรือ 1-2 หรือ 3 ปม ต่อ 1 ใบ ทำลายของแมลงในกลุ่มต่อ แตน หรือแมลงวัน **(ภาพที่ 7.1k)** ที่พบมากคือ ปมสีดำในมะม่วง เกิดจากหนอนแมลงวัน มีไร F. Eriophycidae ที่อาจสร้างปมได้เช่นเดียวกัน

2. อาการที่ยอด

2.1 ยอดมีรอยเจาะ แห้งตาย เกิดจากการดูดน้ำเลี้ยงของมวนเป็นส่วนใหญ่ เช่น มวนยุงในมะม่วงหิมพานต์ (*Helopeltis antonii*) ทำให้ก้านยอดเป็นแผลและแห้งตาย

2.2 ยอดกุดห่อหุ้มด้วยไย เกิดจากหนอนผีเสื้อเป็นส่วนใหญ่ที่กินใบยอด และถักไยหุ้มตัวไว้ พบในพวกผีเสื้อ F. Tortricidae

3. อาการที่ดอก

3.1 กลีบดอกเป็นรู หรือเว้าแหว่งไม่เป็นระเบียบ เกิดจากการกัดกินของด้วง หรือหนอนผีเสื้อ เช่น หนอนกระทู้ผัก หรือหนอนผีเสื้ออื่น ๆ

3.2 กลีบดอกแห้งสีน้ำตาลและร่วง เกิดจากการกัดกินของเพลี้ยไฟ ซึ่งมีปากแบบเขี่ยดูด แผลจะถูกเขี่ยโดยกรามข้างซ้าย และเพลี้ยไฟจะดูดน้ำเลี้ยงที่ออกมาจากรอยแผลนั้น พบในดอกไม้แทบทุกชนิด เห็นชัดในกุหลาบ ถ้าพบในกล้วยไม้ จะปรากฏเป็นทางสีขาว โดยที่สีกล้วยไม้จะหายไปตามทางรอยกินนั้น ชาวบ้านมักจะเรียกเพลี้ยไฟว่า "ตัวกินสี" ต่อมาทางสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

3.3 กลีบดอกเป็นรูกลม

พบในกุหลาบที่ถูกหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera*) กัดกิน หนอนชนิดนี้จะเจาะกุหลาบในช่วงดอกตูม เห็นเป็นรูกลมชัดเจน เมื่อกลีบดอกคลี่ออกจะเห็นรูกลมขนาดเท่ากันกระจายไปตามกลีบนั้น ๆ กลีบละ 1 รู

3.4 หนอนกินช่อดอก

ช่อดอกจะถูกกินเว้าแหว่ง หรือกุดหมดทั้งช่อในกรณีที่มีการระบาด มักเป็นหนอนผีเสื้อ เช่น หนอนกินช่อดอกเงาะ (*Eublemma abrupta*)

4. อาการที่ผลและเมล็ด

4.1 ฝักถูกเจาะเป็นรู

พบมากโดยแมลงจะเจาะเข้าไปกินอยู่ข้างในฝักหรือผลหรือเมล็ด อาจพบรอยมูลของแมลงผลจะเน่า เกิดจากแมลงพวกด้วงและหนอนผีเสื้อเป็นส่วนใหญ่ เช่น หนอนผีเสื้อเจาะถั่วฝักยาว (*Maruca testualis*) หรือหนอนเจาะฝักข้าวโพด (*Heliothis armigera*) **(ภาพที่ 7.1l)**

4.2 ผลหลุดร่วง

มักจะพบในผลอ่อน เช่น เงาะ ลำไย มักเกิดจากแมลงปากดูด เช่น มวน และเพลี้ย (รวมทั้งเพลี้ยไฟ) เป็นส่วนใหญ่ แมลงเหล่านี้จะใช้ปากเจาะหรือกัดดูดน้ำเลี้ยงจากขั้วผล หรือผลทำให้ผลแห้งและร่วงจากต้น เช่น หนอนเจาะขั้วผลเงาะ (*Conopomopha camerella*) หรือผีเสื้อมวนหวาน (*Oraesia emarginata* F. Noctuidae)

5. อาการที่ลำต้น

5.1 ยอดแห้ง หรือ ยอดเหี่ยว (dead heart หรือ white head)

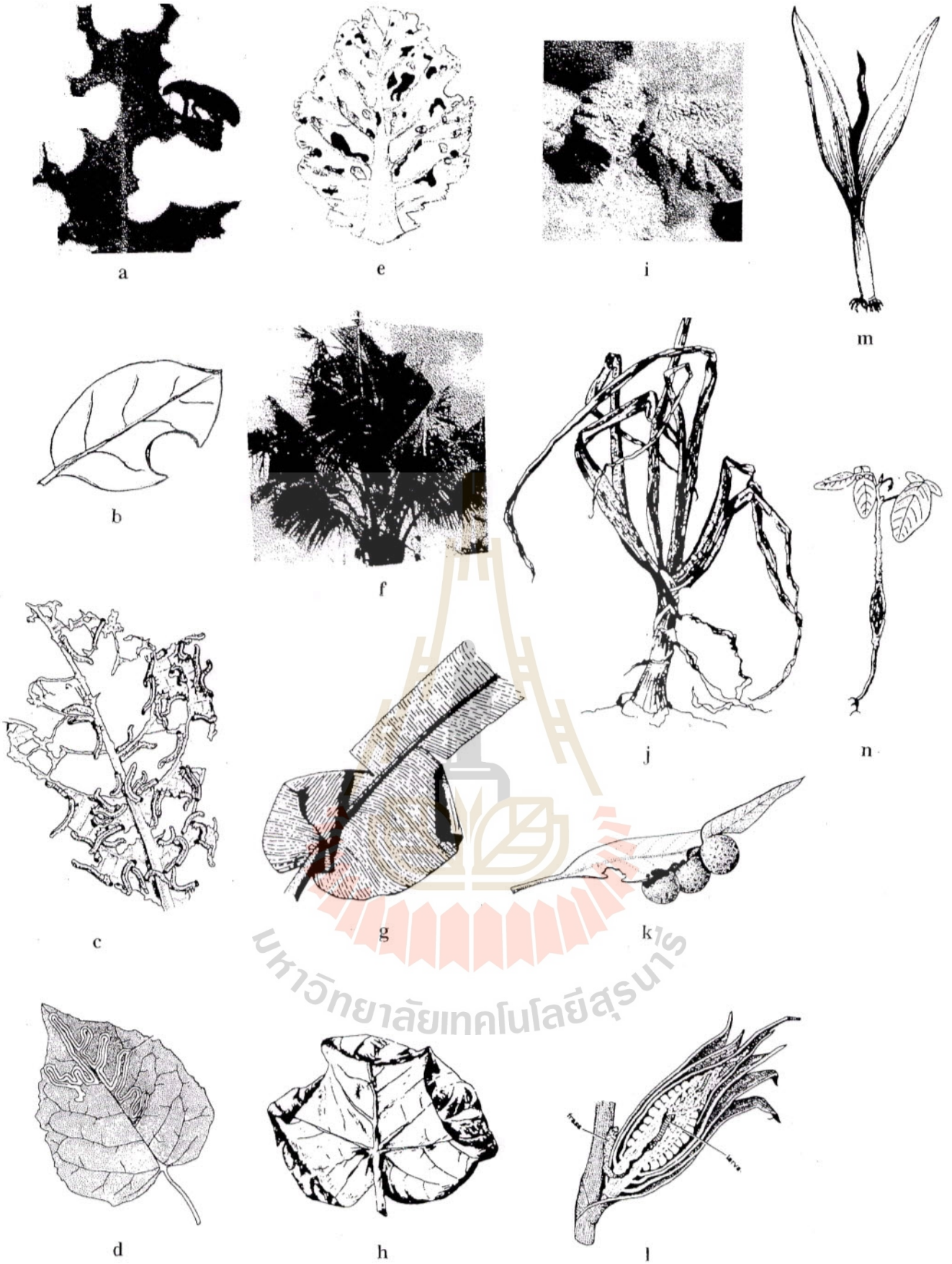
มักพบในพืชตระกูล Graminae หรือ ธัญญพืช เนื่องจากหนอนเจาะลำต้นที่เรียกว่า (F. Pyralidae) เช่น หนอนกอข้าว *Chilo spp.* หรือ *Sesamia spp.* เจาะลำต้นเข้าไปกินอยู่ที่ส่วนของจุดเจริญของใบยอด ทำให้ใบยอดแห้งตาย ถ้าเกิดในระยะออกรวง ทำให้รวมแห้งลีบเป็นสีขาว เรียกว่า "ข้าวหัวหงอก" (white head) อาการนี้อาจพบในพืชอื่น เช่น อ้อย ตะไคร้ ฯลฯ **(ภาพที่ 7.1m)**

5.2 เจาะต้น หรือ เจาะเถา หรือ เจาะกิ่ง

เถาหรือลำต้นจะถูกเจาะ ทำให้ต้นตายโดยเฉพาะต้นอ่อน เช่น แมลงวัน หนอนเจาะลำต้นถั่ว (*Melanagromyza phaseoli* หรือ *Ophiomyia phaseoli*, F. Agromyzidae) **(ภาพที่ 7.1n)** ในกิ่งจะเจาะกิ่งหรือลำต้นเป็นรู แล้วตัวอ่อนกัดกินเนื้อเยื่อภายในลำต้น ทำให้กิ่งหรือลำต้นตาย เช่น ด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นนุ่น (*Aegosoma marginale* F. Cerambycidae) ด้วงเจาะผลขนุน (*Araecerus fasciculatus* F. Antribidae)

5.3 ต้นกล้าถูกกัดขาด

กล้าผักหรือกล้าอ่อนของพืช ถูกกัดขาด มักเป็นการทำลายของหนอนผีเสื้อที่เรียกว่า cut worm หรือ ตั๊กแตน หรือจิ้งหรีด หรือปู และหนูนาข้าว แต่ลักษณะการทำลายของปูและหนูจะต่างจากแมลงคือ ปู จะมีรอยคีมก้ามปูตัดหรือเลื่อย และรอยกัดของหนูจะเป็นรอยแผลแทยง



ภาพที่ 7.1 แสดงลักษณะการทำลายพืชโดยแมลง

(อินทวัฒน์ 2537 และ Gullan and Cranston 1994)

บทที่ 8 สาเหตุการระบาดและระดับการทำลายของแมลงศัตรูพืช

Chapter 8 Causes of Insect Outbreaks and Levels of Damages

8 สาเหตุการระบาดและระดับการทำลายของแมลงศัตรูพืช
Causes of Insect Outbreaks and Levels of Damages

เมื่อปรากฏการระบาดของแมลงศัตรูพืช ปัญหาทั่วไปที่ทุกคนตั้งคำถามคือ แมลงเหล่านี้มาจากไหน? ทำไมหรือสาเหตุใดจึงเกิดระบาด? และระบาดเสียหายพอที่จะทำการป้องกันกำจัดหรือไม่? ดังนั้นจึงควรที่จะทราบในเรื่องข้อมูลพื้นฐานในเรื่องดังกล่าว เพื่อจะได้ใช้เทคโนโลยีการป้องกันกำจัด และการบริหารศัตรูพืชที่ถูกต้อง ดังจะกล่าวในบทที่ 9 ต่อไป

1. แหล่งที่มาของศัตรูพืช (Sources of Insect Pests)

(1) โดยการนำเข้ามาจากต่างประเทศ

(2) โดยการเคลื่อนย้ายเข้ามาจากบริเวณใกล้เคียงอาจเป็นภายในประเทศหรือประเทศเพื่อนบ้าน

(3) เกิดขึ้นภายในประเทศ เพราะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศบางอย่างให้เหมาะสมแก่การระบาด

ในระบบนิเวศน์ที่มีความสมดุล ความหนาแน่นของประชากรแมลงและศัตรูธรรมชาติจะอยู่ในสมดุล (natural balance) แต่เมื่อมีสาเหตุของการเสียสมดุลก็จะมีการระบาดของแมลงศัตรูพืช โดยทั่วไปแมลงที่พบในพื้นที่เพาะปลูกมี 2 ประเภทคือ Agricultural insect และ Economic insects

Agricultural Insects คือแมลงทั่ว ๆ ไปที่ปรากฏอยู่ในเขตที่ทำการเกษตรกรรม ทั้งนี้รวมทั้งแมลงที่ให้โทษและให้ประโยชน์ด้วย

Economic Insects คือ แมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ อาจเป็นแมลงที่มีผลในทางดีหรือเสียก็ได้

การระบาดของแมลงศัตรูพืช (Insect outbreak) คือความเสียหายที่เกิดจากความหนาแน่นของประชากรของแมลงที่มากกว่าระดับที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจระดับนี้แมลงจะเกิดการระบาดขึ้น

2. ประเภทของการระบาด (Types of Outbreaks)

การระบาดของแมลงมี 2 ประเภทคือ

2.1 Sporadic outbreak คือการระบาดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เกิดจากแมลงที่อาศัยอยู่ในถิ่นนั้นมาก่อนหรือแมลงที่เคลื่อนย้ายมาจากถิ่นอื่น แต่แมลงดังกล่าวไม่เคยเป็นศัตรูที่สำคัญ แต่กลับทำลายพืชขึ้นมาจากสูงกว่าระบบเศรษฐกิจ การระบาดเช่นนี้มีไม่ประจำทุกปี เช่น การระบาดของ ตั๊กแตน *Patanga succincta* ในไร่ข้าวโพด เป็นต้น

2.2 Chronic outbreak คือการระบาดที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี เกิดจากแมลงในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น การระบาดของหนอนกอข้าว หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน หนอนกระทู้ผัก ฯลฯ

3. สาเหตุของการระบาดของศัตรูพืช (Causes of Insect Outbreaks)

มีหลายปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบดังนี้คือ

3.1 เป็นสัญชาตญาณของแมลงเองที่จะต้องเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปอยู่อีกที่หนึ่ง (migration)

3.2 ที่อยู่เดิมมีปริมาณมากเกินไป (overcrowding) จึงต้องมีการกระจายตัวเพื่อหาที่อยู่ใหม่ หรือ มีขยายพื้นที่อาศัยให้มีบริเวณกว้างขวางขึ้น

3.3 มีการเพิ่มอาหารโดยไม่จำกัด เช่น การปลูกพืชชนิดเดียวกันในพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้แมลงสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว และมีปริมาณมาก

3.4 มีการทำลายแมลงหรือสัตว์ที่เป็นประโยชน์ (beneficial species) ในการช่วยกำจัดศัตรูพืชให้ลดน้อยลง หรือหมดไป ทำให้ศัตรูพืชมีชีวิตอยู่รอดเพื่อขยายพันธุ์ได้มากขึ้น

3.5 มีการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศให้เหมาะแก่การขยายพันธุ์ของศัตรูพืช

4. ทฤษฎี Density dependent factors (ปัจจัยไม่อิสระ) และ density independent factors (ปัจจัยอิสระ)

เป็นทฤษฎีของ Van Emden (1974) รายละเอียดของทฤษฎีนี้ พอสรุปอธิบายได้ดังนี้คือ

4.1 Density dependent factor หมายถึงปัจจัยไม่อิสระที่มีผลโดยตรงหรือย่างยิ่ง กับปริมาณความหนาแน่นของแมลง ปัจจัยนี้หมายถึงศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืช (natural enemies) หรือแมลงที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ศัตรูตัวห้ำ (predators) ศัตรูตัวเบียน (parasites) และโรค (pathogens) ซึ่งในสภาวะปกติ หรือในสมดุลของธรรมชาติแล้ว ศัตรูธรรมชาเหล่านี้ จะเป็นผู้ควบคุมปริมาณความหนาแน่นของแมลง แต่ในสภาวะที่มีการระบาดของแมลงศัตรูแล้วศัตรูธรรมชาติเหล่านี้มีปริมาณน้อยมากและน้อยเกินไปที่จะสามารถควบคุมปริมาณของศัตรูพืชให้ต่ำกว่าระดับสมดุลย์ของธรรมชาติได้

สาเหตุที่ทำให้ศัตรูธรรมชาติมีปริมาณน้อย

1) แมลงศัตรูพืชหลายชนิดถูกนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ศัตรูธรรมชาติไม่ได้นำเข้ามาด้วย หรือถึงแม้จะเข้ามาด้วยก็ไม่สามารถที่จะเจริญแพร่พันธุ์ในท้องที่นั้นๆ ได้ เช่น Wooly aphid (*Eriosoma lanigerum*) จากอเมริกามาที่ประเทศอังกฤษนั้น parasite คือ *Aphelines mali* ไม่สามารถที่จะมีชีวิตรอดในฤดูหนาวของประเทศอังกฤษได้

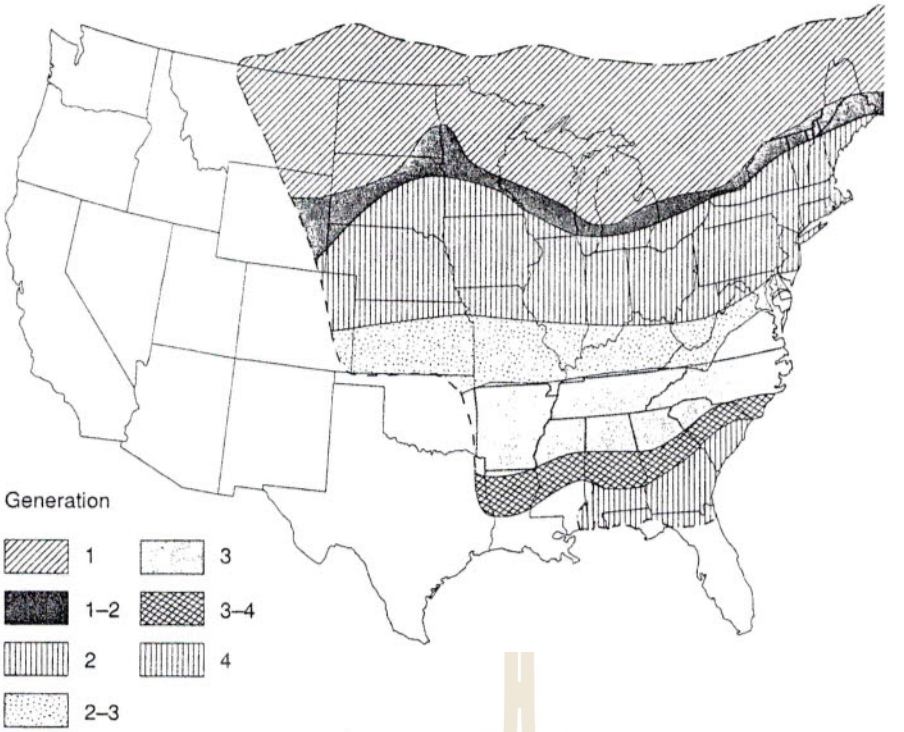
2) การใช้สารพิษ เช่น ยาฆ่าแมลง ส่วนใหญ่จะฆ่าทั้งแมลงศัตรูพืชและแมลงที่เป็นประโยชน์ แต่โดยทั่วไปแล้วแมลงที่เป็นประโยชน์จะอ่อนแอต่อยามากกว่าแมลงศัตรูพืช และจะตายก่อนแมลงศัตรูพืช

3) การมีแมลงเหยื่อ (prey) (หรือแมลงศัตรูพืชที่เป็นเหยื่อ) หลายชนิดและมีพืชหลายชนิดอยู่อย่างถาวรในพื้นที่รกร้างที่ไม่ทำการเกษตร ทำให้มีศัตรูธรรมชาติอยู่ในพืชที่รกร้างมากกว่าที่จะอยู่ในที่ ๆ ทำการเกษตรกรรม ดังนั้นการปลูกพืชใหม่ในเขตเกษตรกรรมอาจจะพบว่าไม่มีแมลงศัตรูระบาด แต่ถ้าเหยื่อของศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ลดลงในธรรมชาติดังกล่าว ศัตรูธรรมชาติก็จะย้ายมาหาเหยื่อที่พืชที่ปลูกทันที หรือศัตรูธรรมชาติจะคอยจนกว่ามีศัตรูพืชหนาแน่นมากถึงระดับหนึ่งที่จะดึงดูดใจให้มันเข้ามาจับเหยื่ออยู่ในพื้นที่ที่เราปลูกพืชได้

4) natural enemies มักจะต้องการ alternate prey หรือ adult food ในระยะหนึ่งของการเจริญเติบโต ซึ่งส่วนใหญ่มักจะไม่มีในเขตที่ทำการเขตเกษตรกรรม จึงเป็นการทิ้งให้แมลงศัตรูพืชขยายพันธุ์อย่างเต็มที่ในระยะนั้น

4.2 Density independent factor หมายถึงปัจจัยอิสระที่มีผลต่อแมลงศัตรู นั่นคือ สภาพสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ เช่น อาหารของพืช หรือความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร ภูมิอากาศ ฯลฯ

ในสภาพดินฟ้าอากาศเช่น อุณหภูมิ มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตหรือวงจรชีวิต และเขตการแพร่กระจายของแมลง เช่น European Corn borer (*Ostrinia nubilaris*) ซึ่งพบว่าแตกต่างกันไปตั้งแต่ 1 ถึง 4 ช่วงอายุขัย (generations) ต่อปี ขึ้นอยู่กับเขตอุณหภูมิ (climatic zone) ตามเส้นรุ้งและเส้นแวงของพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด (**ภาพที่ 8.1**)



ภาพที่ 8.1 แสดงความแตกต่างของช่วงอายุขัย (generations) ของ ***Ostrinia nubilaris*** ในแถบต่าง ๆ ของประเทศอเมริกา (Hickman *et al.* 1990)

ในธรรมชาติแล้วปัจจัยทั้ง 2 คือ density dependent และ density independent factors มีบทบาทในธรรมชาติดังไดอาแกรมใน ภาพที่ 8.2 ต่อไปนี้

ภาพที่ 8.2 แสดงปัจจัยที่เป็นสาเหตุการระบาดของศัตรูพืช (Van Emden 1974)

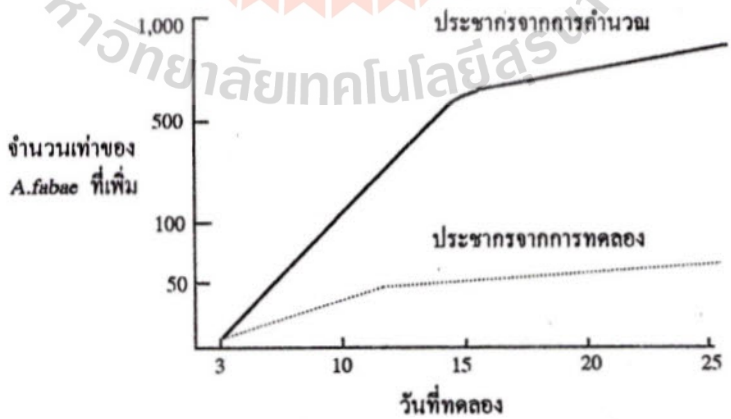
จะเห็นได้ว่า density dependent factor นั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับ "การแข่งขัน" ของแมลงศัตรูพืช ซึ่งรวมทั้งแมลงศัตรูธรรมชาติด้วย ส่วน density independent factor นั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับภูมิอากาศ ซึ่งมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อศัตรูพืช

ตัวอย่างการทดลองที่แสดงถึงการแข่งขันระหว่าง species ของแมลง เช่น การทดลองว่าจำนวนเพลี้ยอ่อนชนิด *Aphis fabae* กี่ตัวต่อต้นถั่ว 1 ต้น จึงจะให้ผลผลิตของเพลี้ยอ่อนจำนวนสูงที่สุด จากการทดลองเลี้ยงเพลี้ยอ่อนโดยไม่ให้มีศัตรูธรรมชาติรบกวน ผลสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 8.1 แสดงการเพิ่มของประชากรของเพลี้ยอ่อนถั่ว เมื่อใช้จำนวนเริ่มต้นที่ระดับต่าง ๆ กัน (Way 1971)

จำนวนตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อนไม่มีปีกต่อต้น	อัตราการเพิ่มของประชากร (จำนวนเท่า) ในช่วงวันต่าง ๆ		
	9 - 16 วัน	17 - 23 วัน	24 ถึง 33 - 34 วัน
2	29	20	17
4	41	22	6
8	46	15	3
16	36	11	2
32	27	7	2

จึงสรุปว่า ถ้ามีเพลี้ยอ่อนจำนวน 18 ตัวต่อต้น หรือต่ำกว่าถือว่าไม่หนาแน่นแต่ถ้ามีจำนวน 18 - 500 ตัวต่อต้น ถือว่าพอเหมาะและจำนวน 50 ตัวต่อต้นขึ้นไปถือว่าหนาแน่นเกินไป และพบว่าประชากรของเพลี้ยอ่อนจากการทดลองไม่ได้เป็นไปโดยทฤษฎีการคำนวณแต่เป็นไปตามทฤษฎีของการแข่งขันของประชากร (**ภาพที่ 8.3**) (Way 1971)



ภาพที่ 8.3 แสดงความแตกต่างของประชากรของ *A. fabae* จากการคำนวณและการทดลอง (Way 1971)

5. ทฤษฎี Abiotic และ Biotic factors ซึ่งเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับสาเหตุการระบาดของแมลง

มีรายละเอียดดังนี้

5.1 ปัจจัยอันเกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic factors) หรือปัจจัยอิสระที่มีผลโดยตรงต่อความหนาแน่นของประชากรของแมลง ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร, อุณหภูมิ, ความชื้น, แสง, ลม หรือ สภาพแวดล้อมเนื่องจากธรรมชาติ ตัวอย่าง คือ หนอนชอนใบแอปเปิ้ล, *Lithocolletis spp.* ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญของแอปเปิ้ลในตอนเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา และรัฐควีเบคในประเทศแคนาดา พบว่า ในระยะดักแด้จะอยู่ในใบแอปเปิ้ลที่ร่วงหล่น ถ้ามีฝนตกชุก และน้ำท่วมใบเหล่านั้นจะทำให้ดักแด้ในใบรอดตายเพียง 2 - 11 % ในขณะที่สภาพแห้งแล้งที่เหมาะสมกับการฟักตัวของดักแด้ชนิดนี้มีการรอดตายในธรรมชาติเท่ากับ 56 - 29 % หรือในฤดูหนาวเมื่อน้ำค้างแข็งตัวจะฆ่าแมลงชนิดนี้ได้ถึง 78 % หรือในกรณีของเพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง หรือเพลี้ยไฟ จะเห็นได้ว่าเพลี้ยเหล่านี้จะมีการเพิ่มประชากรสูงมากในช่วงเดือน ต.ค.-มี.ค. ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือ มีลม ไม่มีฝนซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการแพร่กระจาย การดำรงชีพ และการขยายพันธุ์ เป็นต้น ปัจจัยข้อนี้เหมือนกับ Density independent factorใน ข้อ 4.2

ผลทางอ้อมของภูมิอากาศต่อประชากรของแมลงศัตรู คือความอุดมสมบูรณ์ของพืชอาหาร เช่น ในฤดูฝนจะมีการปลูกข้าวมาก แมลงศัตรูข้าวก็จะมีการระบาด เพราะมีอาหารอุดมสมบูรณ์มีการขยายพันธุ์ของแมลงอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงฤดูแล้งซึ่งเป็นฤดูกาลของการปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย ข้าวโพด ฯลฯ ก็จะมีศัตรูของพืชดังกล่าวระบาด จะเห็นว่า **พืชอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดขอบเขตพื้นที่การระบาดกำหนดเวลา และชนิดศัตรูพืชที่ปรากฏในท้องถิ่นนั้น ๆ**

5.2 ปัจจัยอันเกิดจากสิ่งที่มีชีวิต (Biotic factors) หรือ ปัจจัยของสิ่งมีชีวิตที่มีผลโดยตรงกับความหนาแน่นของประชากรของแมลง หมายถึง ปัจจัยตรงที่มีผลอย่างยิ่งต่อจำนวนประชากรของแมลง ในที่นี้หมายถึงศัตรูธรรมชาติ และการแข่งขันของแมลงในเรื่องของประชากร ความหมายในข้อนี้เหมือนกับ Density dependent factor ในข้อ 3.1

ศัตรูธรรมชาติ (natural enemies) หมายถึงศัตรูของแมลงศัตรูพืชที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เป็นแมลงที่มีประโยชน์ต่อกเษตรกร (beneficial insects) อันได้แก่ ตัวห้ำ (predator) ตัวเบียฬ (parasite) และโรค (pathagen) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งได้แก่ เชื้อรา (fungi) บักเตรี (bacteria) วิสา (virus) และโปรโตซัว (protozoa) ถ้าสิ่งมีชีวิตอยู่ในสภาพสมดุลแล้ว ศัตรูธรรมชาติเหล่านี้จะควบคุมปริมาณของศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายถึงระดับเศรษฐกิจ(Economic threshold) แต่เนื่องจากการที่ศัตรูธรรมชาติเหล่านี้มีปริมาณลดลงอย่างมาก ทำให้ไม่สามารถควบคุมประชากรของศัตรูพืชได้ศัตรูพืชจึงมีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ๆ จนถึงขั้นระบาด **(ภาพที่ 8.3)**

ในลักษณะนี้ศัตรูธรรมชาติ และแมลงศัตรูพืชจะมีประชากรเป็นปฏิภาคตรงต่อกัน เนื่องจากศัตรูธรรมชาติจะกินแมลงศัตรูเป็นอาหาร และจะมีปริมาณมากเมื่อแมลงศัตรูมีปริมาณมาก และจะมีปริมาณลดลงเมื่อแมลงศัตรูลดลง

6. ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อการระบาดของแมลง

6.1 การใช้สารเคมีฆ่าแมลงอย่างไม่ถูกวิธี

สารเคมีที่ใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชมักจะมีฤทธิ์ตกค้างนาน ซึ่งนอกจากจะทำลายแมลงที่เราต้องการจะควบคุม (target pests) แล้วยังทำลายแมลงอื่น ๆ (non - target insects) ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีประโยชน์และให้โทษ ในสภาพธรรมชาติแล้ว แมลงที่มีประโยชน์จะอ่อนแอต่อสารเคมีมากกว่าแมลงที่เป็นศัตรูพืช ดังนั้นเมื่อมีการพ่นสารฆ่าแมลง แมลงที่เป็นประโยชน์จะตายในปริมาณที่มากกว่า และจะค่อย ๆ หมดไปถ้ามีการใช้สารฆ่าแมลงมากขึ้น

6.2 การที่ศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมี

วิธีการหนึ่งของการใช้สารเคมีฆ่าแมลงอย่างไม่ถูกวิธีคือ เกษตรกรพ่นสารเคมีบ่อยครั้งเกินความจำเป็น ใช้ความเข้มข้นสูง และผสมสารเคมีหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันในการพ่นสารเคมีแต่ละครั้ง วิธีการนี้ทำให้แมลงบางชนิดที่รอดตายปรับตัวเพื่อการอยู่รอด และสร้างภูมิต้านทานต่อสารเคมี ตัวอย่างที่พบเรื่องศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมีในประเทศไทย คือ หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน (*Heliothis armigera*) ซึ่งมีการใช้สารเคมีสูงสุด เมื่อเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่น ๆ และมีการใช้หลายกลุ่ม ตั้งแต่กลุ่ม ออร์กาในคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาร์เมท และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มไพรีทรอยสังเคราะห์ และการใช้จุลินทรีย์ จากการศึกษาสารกลุ่มไพรีทรอยสังเคราะห์ เช่น fenvalerate deltametrin และ cypermethrin ในสภาพไร่ตั้งแต่ปี 2529-2533 พบว่า หนอนเจาะสมอฝ้ายแสดงการต้านทานสารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ ระหว่าง 5-71.2 เท่า และจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการคัดเลือกหนอนเจาะสมอฝ้ายด้วยสารฆ่าแมลง fenvalerate จนถึงหนอนรุ่นที่ 6 พบว่า ค่า LD_{50} ของสารฆ่าแมลงมีสูงขึ้น จากกลุ่มหนอนก่อนการคัดเลือกด้วยสารฆ่าแมลง โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเป็น 32, 15.8, 2.4 และ 3.3 เท่าต่อสาร fenvalerate, deltametrin (กลุ่มไพรีทรอยสังเคราะห์) sulprofos และ endosulfan (กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต) ตามลำดับ สำหรับก่อนคัดเลือกนั้น อัตราการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเหล่านี้ มีค่าเท่ากับ 4.15, 2.8, 0.87 และ 0.48 เท่าตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า หนอนเจาะสมอฝ้าย ยังสามารถพัฒนาต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาในคลอรีนอีกด้วย (กนกพร 2535)

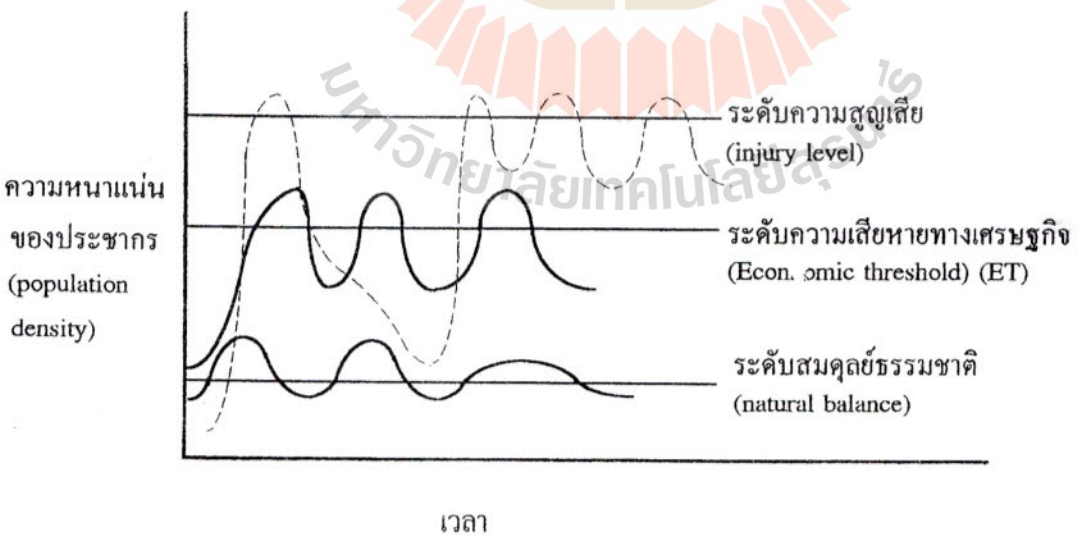
ในเรื่องของข้าวนั้น ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2533 พบการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) อย่างรุนแรงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ทำให้มีการใช้สารฆ่าแมลงอย่างหนัก มีการทดลองพ่นสารเคมี 5 ชนิด ในปี 2534 พบว่า หลังจากพ่นสารครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 แล้ว แปลงทดลองที่พ่นด้วยสารพอส์ซ 20 EC และฟาสแทค-ดี 41 EC มีปริมาณเพลี้ยกระโดดมากกว่าแปลงที่พ่นด้วยสารทรีบอน 10 EC มิพซิน 50 WP และนิมบอนเอ โดยผู้ทดลองได้

สรุปว่า เนื่องจากสาร 2 ชนิด แรกนั้นทำให้ปริมาณของแมงมุมศัตรูธรรมชาติคือ *Lycosa pseudoannulata* ลดลงต่ำกว่าสาร 3 ชนิดหลัง และพบว่า เมื่อทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทดสอบสารพอส์ซ และ ฟาสแทค-ดี ในระดับความเข้มข้นต่ำ ที่ไม่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายคือเป็น sublethal dose และพบว่า เพศเมียรุ่นถัดไปสามารถมีชีวิตได้ยาวนานกว่ากลุ่มแมลงที่ไม่ได้รับสาร จึงคิดว่าเป็นสาเหตุ 2 ประการที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำความต้านทาน หรือชักนำให้เกิดการระบาดใหม่ (inducing resurgence) ของแมลงชนิดนี้ (วันทนาและเรวัติ 2537)

7. ระดับความหนาแน่นของแมลงศัตรูพืช หรือระดับการทำลายพืช

7.1 ระดับสมดุลย์ธรรมชาติ หรือระดับสมดุลย์ทั่วไป (รสท) (general or natural equilibrium or balance)

ความสัมพันธ์ของแมลงกับพืชอาหาร และปัจจัยที่เป็นสาเหตุการระบาดมีวิวัฒนาการร่วมกันมานานมาก หากไม่มีปัจจัยเอื้ออำนวยต่อการเพิ่มปริมาณของแมลง หรือสาเหตุการระบาดดังกล่าวมาแล้ว เชื่อว่าความหนาแน่นของแมลงศัตรูพืชอยู่ ในระดับสมดุลย์ (general equilibrium) คือมีสิ่งแวดล้อมและปริมาณพืชอาหารพอเพียงให้แมลงจำนวนหนึ่งมีชีวิตอยู่ และแมลงที่มีชีวิตอยู่เหล่านี้ มีปริมาณพอที่จะเป็นเหยื่อเพื่อการดำรงชีพและแพร่พันธุ์ของ predators parasites หรือ pathogens ของแมลงรวมทั้งเหลือพอที่จะแพร่พันธุ์อยู่ในวัฏจักรของอาหาร โดยไม่ทำความเสียหายให้แก่พืชถึงระดับเศรษฐกิจ สภาวะสมดุลย์ดังกล่าว มีกำหนดอยู่ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เขียนเป็นกราฟได้ (เตือนจิตต์ และสาทร 2535) ดังภาพที่ 8.4



ภาพที่ 8.4 แสดงชนิดของระดับความเสียหายของพืช เนื่องจากระดับความหนาแน่นของประชากรของศัตรูพืชที่ต่าง ๆ กัน

ต่อจากระดับ general (natural) equilibrium หรือ natural balance หรือระดับสมดุลธรรมชาติที่กล่าวแล้ว จะเป็นระดับที่เสียสมดุลของธรรมชาติอีก 2 ระดับคือ

7.2 ระดับเศรษฐกิจ (รศ.) (Economic Threshold Level ET หรือ ETL) คือระดับความหนาแน่นของแมลงศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ เกษตรกรต้องให้มีประชากรของแมลงศัตรูพืช ต่ำกว่าระดับนี้ จึงจะได้ผลตอบแทนในการลงทุน หากปล่อยไว้โดยไม่มีมาตรการในการป้องกันกำจัด ความหนาแน่นของแมลงจะสูงขึ้นจนถึงระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ (EI หรือ EIL ได้)

7.3 ระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ (รสท) (Economic Injury Level EI หรือ EIL) คือระดับความหนาแน่นของแมลงศัตรูพืชที่ต่ำที่สุด ที่มากพอที่ก่อให้ถึงความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ (Stern 1965) **หรือคือระดับความหนาแน่นของศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายเท่ากับค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัด** (National Academy of Science 1969) นั่นก็คือ **เป็นระดับที่เกษตรกรขาดทุน** เพราะเท่ากับเสียเวลาและโอกาสในการปลูกโดยไม่ได้รับผลตอบแทนเลย ระดับนี้เป็นระดับที่สูงกว่าระดับเศรษฐกิจ (ET)

8. แมลงศัตรูพืชที่จำแนกตามการระบาด

เมื่อพิจารณาระดับการทำลายต่าง ๆ ดังกล่าวของแมลงสามารถจำแนกแมลงศัตรูพืชออกได้เป็น 4 ประเภท (เตือนจิตต์และสาทร 2535 และ Romoser and Stoffolano 1994)

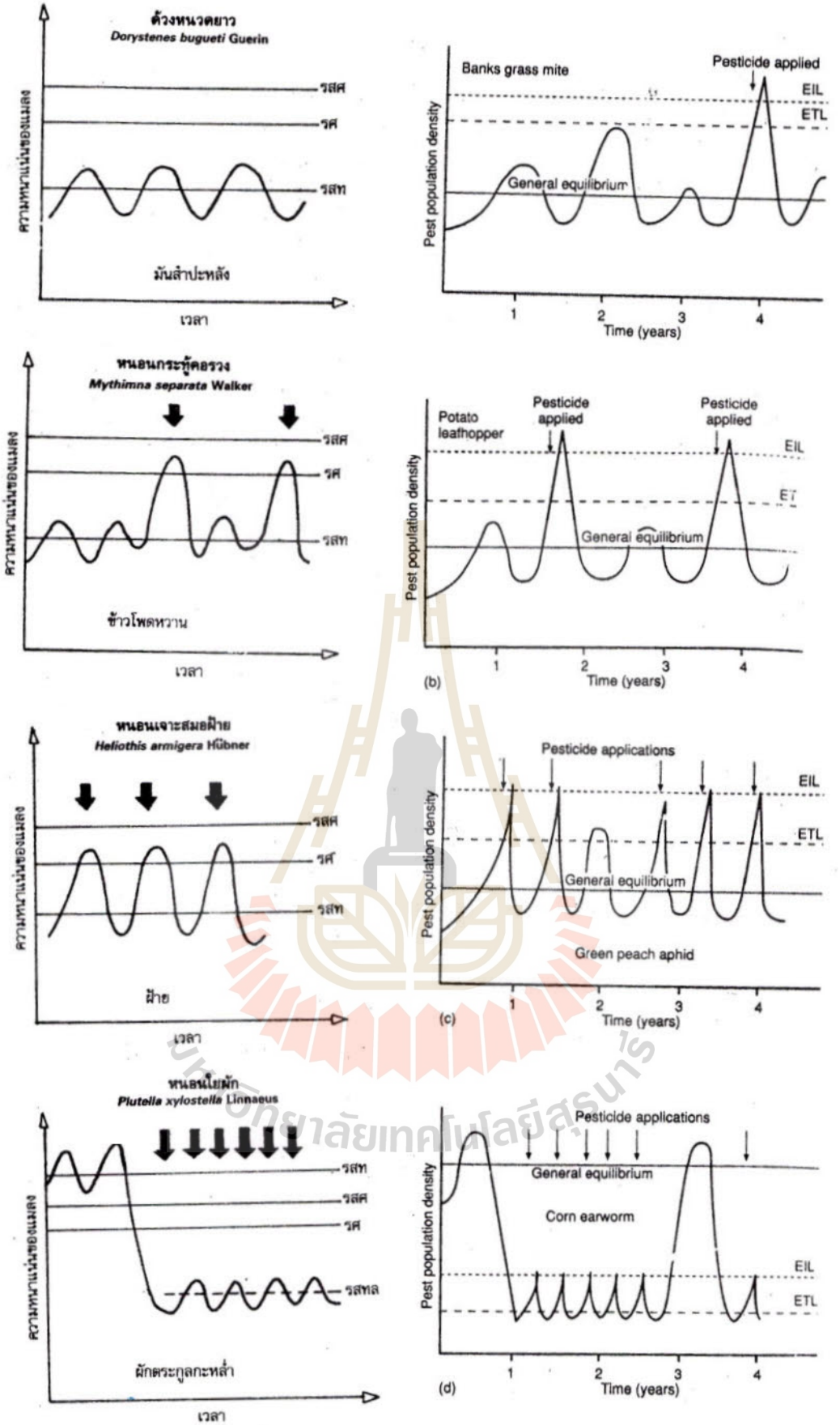
8.1 แมลงที่เป็นศัตรูพืชที่ไม่เคยทำความเสียหายถึงระดับเศรษฐกิจเลย จะพบเพียงบางครั้งบางคราวในแปลงพืชเท่านั้น แมลงชนิดนี้ได้แก่ ด้วงหนวดยาว *(Dorystenes bugueti Gugrin)* ซึ่งพบในพืช เช่น มันสำปะหลัง และ Bank grass mite **(ภาพที่ 8.5a)**

8.2 แมลงที่เกิดระบาดและมีจำนวนมากถึงระดับที่จะทำความเสียหายทางเศรษฐกิจแก่พืชได้เป็นครั้งคราว เช่น หนอนกระทู้ข้าวโพด หรือหนอนกระทู้คอรวง *(Mythimna separata Walker)* โดยหนอนจะกัดกินใบข้าวโพด และ Potato leafhopper **(ภาพที่ 8.5b)**

8.3 แมลงที่มีการระบาดสูงกว่าระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจอยู่เสมอ ๆ เช่น ในการปลูกฝ้ายมักจะพบหนอนเจาะสมอฝ้าย *(Heliothis armigera Hubner)* และ Green peach aphid ซึ่งระบาดเป็นประจำในการป้องกันกำจัด เกษตรกรจะต้องใช้สารฆ่าแมลงอยู่ค่อนข้างสม่ำเสมอ **(ภาพที่ 8.5c)**

8.4 แมลงที่มีปริมาณเกินระดับสมดุลทั่วไปอยู่ตลอดเวลา เช่น ในการปลูกผักตระกูลกะหล่ำปลี จะพบหนอนใยผักระบาดเป็นประจำ นอกจากนี้ตลาดยังต้องการกะหล่ำปลีที่มีคุณภาพสูง คือ ไม่มีรอยทำลายโดยแมลงเลย ในการปลูกพืชจำพวกนี้เกษตรกรพ่นสารฆ่าแมลงเป็นประจำ เช่นเดียวกันกับการปลูกข้าวโพดที่มีการระบาดของหนอนเจาะฝักข้าวโพด (corn earworm) เป็นประจำและผู้บริโภคต้องการฝักข้าวโพดที่สะอาด ปราศจากหนอนหรือแม้แต่ร่องรอยของหนอนที่ทำลายฝัก **(ภาพที่ 8.5d)**

ถ้าหากนักวิชาการสามารถหาระดับเศรษฐกิจ ระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ และระดับสมดุลทั่วไปของแมลงศัตรูพืชได้ การใช้สารฆ่าแมลงก็จะลดน้อยลง เนื่องจากการใช้สารเคมีฆ่าแมลงก็ใช้ต่อเมื่อมีแมลงศัตรูระบาดเท่านั้น ผิดกับการใช้สารเคมีเป็นประจำ ซึ่งไม่ว่าจะมีหรือไม่มีแมลงระบาดก็ใช้สารเคมีฉีดพ่นป้องกันฆ่าแมลงไว้ก่อน



ภาพที่ 8.5 แมลงศัตรูพืชทั้ง 4 ประเภทจำแนกตามระดับการทำลาย

(เตือนจิตต์และสาทร 2535 และ Romoser and Stoffolano 1994)

บทที่ 9 เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดและการบริหารแมลงศัตรูพืช

Chapter 9 Insect Pest Control and Integrated Pest Management Technology

9 เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดและการบริหารแมลงศัตรูพืช

Insect Pest Control and Integrated Pest Management Technology

แมลงมีทั้งความเป็นประโยชน์และเป็นโทษต่อมนุษย์ ในด้านการผลิตพืช แมลงมีประโยชน์ในการผสมเกสร ทำให้พืชติดผล ช่วยการกระจายและอนุรักษ์พันธุ์พืช แต่ในด้านความเป็นโทษ แมลงเป็นศัตรูพืชที่ทำลายผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นอาหารของมนุษย์ มนุษย์จึงจำเป็นที่จะต้องป้องกันและกำจัด "คู่แข่ง" ที่บริโภคผลิตผลดังกล่าว

วิธีการที่ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชมีหลายวิธี ซึ่งกล่าวโดยสรุป ดังนี้คือ

1. วิธีเขตกรรม (Cultural Control)

วิธีป้องกันกำจัดโดยวิธีทางเขตกรรม เช่น การพรวนดิน การไถดิน การตัดแต่งกิ่ง การกำจัดวัชพืช หรือการปลูกวัชพืชบางชนิดเพื่อเป็นที่อาศัยของแมลงตัวห้ำ และตัวเบียน การปลูกพืชล่อแมลง การไขน้ำท่วมแปลง การปล่อยน้ำออกจากแปลง การทำความสะอาดแปลง การพูนดิน การกลบดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชสลับ การเลื่อนเวลาปลูกหรือการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการปลูกพืชและการเก็บเกี่ยวเพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายของแมลง และการใส่ปุ๋ยเพื่อลดการทำลายของแมลง เป็นต้น

การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการเพิ่มหรือลดการแพร่พันธุ์ของประชากรแมลงศัตรูพืชได้พัฒนามานานแล้ว ดังตัวอย่างการปลูกพืชสลับ (intercrop) พืชหลายชนิด หรือที่เรียกว่า multiplecropping system เพื่อป้องกันการระบาดของแมลงศัตรูพืช ในประเทศแถบลาตินอเมริกา 5 ประเทศ ในตารางที่ 9.1

ในปัจจุบันนี้ นักวิทยาศาสตร์คิดว่าการขจัดวัชพืชให้สูญพันธ์ไปจากแปลงปลูกนั้นเป็นการเพิ่มปัญหาแมลงศัตรูพืช จึงได้ทำการทดลองปลูกชนิดต่าง ๆ ควบคู่กับการปลูกวัชพืชเพื่อดูผลที่เกิดกับการระบาดของแมลงศัตรูพืช และได้พิสูจน์แล้วว่าทำให้แมลงศัตรูพืชลดลงในประเทศที่ทำการทดลองถึง 5 ประเทศ (ตารางที่ 9.2)

ตารางที่ 9.1 ตัวอย่างของระบบการปลูกพืชแบบ multiple cropping เพื่อป้องกันการระบาดของแมลงศัตรูพืช (Altieri 1997)

Multiple cropping System	Pest(s) regulated	Factor(s) involved	Country
Cassava intercropped with cowpeas	Whiteflies *Aleurotrachelus socialis* and *Trialeurodes variabilis*	Changes in plant vigour and increased abundance of natural enemies	Colombia
Corn intercropped with beans	Leafhoppers (*Empoasca kraemeri*), leaf beetle (*Diabrotica balteata*) and fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*)	Increase in beneficial insects and interference with colonisation	Colombia
Corn intercropped with beans	Corn leafhopper (*Dalbulus maidis*)	Interference with leaf-hopper movement	Nicaragua
Cucumbers intercropped with mize and broccoli	Flea beetles (*Acalymma vitata*)	?	Costa Rica
Corn-bean-squash	Caterpillar (*Diaphania hyalinata*)	Enhanced parasitisation	Mexico
Corn-beans	Stalk borer (*Diatraea lineolata*)	?	

ตารางที่ 9.2 แสดงตัวอย่างของการปลูกพืช และวัชพืชร่วมกันเพื่อการลดปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูพืช (Altieri 1997)

Crop	Weed species	Pest(s) regulated	Factor(s) involved	Country
Beans	Goosegrass (*Eleusine indica*) and red sprangle-top (*Leptochloa filiformis*)	Leafhoppers (*Empoasca kraemeri*)	Chemical repellence or masking	Colombia
Brussels sprouts	Natural weed complex	Imported cabbage butterfly (*Pieris rapae*) and aphids (*Brevicoryne brassicae*)	Alteration of colonisation background and increase of predators	Chile
Corn	Natural weed complex	*Heliothis zea, Spodoptera frugiperda*	Enhancement of predators	Colombia
Corn	Natural weed complex	*Dalbulus maidis*	Interference with leafhopper movement	Nicaragua
Soybean	Broodleaf weeds and grasses	*Epilachna varivestis*	Enhancement of parasites	Mexico, Colombia
Soybean	*Cassia obtusifolia*	*Nezara viridula, Anticarsia gemmatalis*	Increased abundance of predators	Brazil
Soybean	Crotalaria usaramoensis	*Nezara viridula*	Enhancement of Tachinid parasite (*Trichopoda sp.*)	Brazil
Sweet potatoes	Morning glory *Ipomoea asarifolia*	Argus tortoise beetle (*Chelymorpha cassidea*)	Provision of alternate hose for the parasite *Emersonella* sp.	Costa Rica
Vineyards	Natural weed complex	Grape mealy bug *(Pseudococcus affinis)*	Enhance natural enemies	Chile

ตัวอย่างของเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโดยใช้วิธีการเขตกรรมในประเทศไทยที่ใช้ได้ผลคือ ในข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ผัก ถั่ว และยาสูบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ข้าว

1) การเตรียมดินและการเผาตอซัง การเตรียมดินโดยการไถสามารถกลับตอซังซึ่งมีดักแด้ของหนอนกอข้าวขึ้นมาบนดินเพื่อเป็นเหยื่อของศัตรูอื่น เช่น นก คางคก จิ้งเหลน หรือถูกแดดเผาหรือฟักเป็นตัวเต็มวัยในขณะที่ยังไม่มีพืชอาหาร ทำให้ประชากรของแมลงดังกล่าวลดลง นอกจากนั้นการเผาตอซังจะช่วยทำลายแมลงที่อาศัยอยู่ตามตอซัง

2) การเลื่อนเวลาการปลูก แมลงศัตรูข้าวบางชนิด เช่น แมลงบั่ว ซึ่งระบาดประมาณเดือนมิถุนายน ในภาคเหนือ เช่น ที่จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีการปลูกข้าวในฤดู (นาปี) ถ้าเลื่อนเวลาปลูกออกไป พบว่าข้าวที่ปลูกว่าจะมีการทำลายของแมลงบั่วน้อยกว่าข้าวที่ปลูกตามปกติหรือปลูกเร็วกว่าปกติ (Hidaka *et al*. 1974)

3) การควบคุมระดับน้ำในนาข้าว ระดับน้ำในนาข้าวมีผลต่อปริมาณของแมลงศัตรูข้าวบางชนิด จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกแช่อยู่ในน้ำตั้งแต่ 6 วันขึ้นไปจะฟักออกเป็นตัวอ่อนน้อยลง (นิภา 2534 ก) ดังนั้น การควบคุมระดับน้ำในนาข้าวให้ท่วมกลุ่มไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่บริเวณโคนกอข้าว จึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดปริมาณของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงได้ นอกจากนั้นแมลงบางชนิด เช่น เพลี้ยไฟ ในสภาพที่ข้าวขาดน้ำและแห้งแล้วจะระบาดเพิ่มขึ้น การจัดการให้น้ำมีเพียงพอและใส่ปุ๋ยช่วยให้ข้าวเจริญเติบโตจะลดการระบาดของเพลี้ยไฟได้ ในกรณีของหนอนปลอกการควบคุมให้น้ำมีปริมาณน้ำหรือสภาพที่น้ำในนาแห้งจะช่วยลดการแพร่ระบาดของหนอนปลอก ซึ่งแมลงดังกล่าวจะระบาดเป็นหย่อม ๆ ในบริเวณที่ลุ่ม และอาศัยน้ำช่วยพาตัวหนอนซึ่งห่อหุ้มด้วยใบข้าวลอยไปทำลายข้าวบริเวณอื่น สภาพน้ำในนาแห้งสามารถหยุดการแพร่ระบาดของหนอนปลอกในบริเวณนาข้าวนั้นได้

1.2 ข้าวโพด

1) การเลือกและเลื่อนระยะเวลาปลูก ในที่ ๆ มีมอดดิน (*Calomycterus sp*) ระบาดกัดกินกล้าข้าวโพดเสียหาย ให้ปลูกข้าวโพดรุ่น 2 เร็วขึ้นกว่าปกติ คือประมาณเดือนกรกฎาคม เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงระบาดสูงสุดคือเดือนสิงหาคมและกันยายน และใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง (อรนุช และวัชรา 2535)

2) ทำการขจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัย ในการไถเตรียมดิน ควรขจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของมอดดินคือ ขี้กา (*Trichosanthes sp*) ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens*), หญ้าตีนติด (*Brachiaria reptans*) และหญ้าขจรจบดอกเล็ก (*Pennisetum polystachyon*) (วัชราและคณะ 2521 และ 2531 ข)

3) การปลูกพืชสลับ วิธีการเขตกรรมที่ดีสามารถสร้างระบบนิเวศน์ที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกเช่น การปลูกข้าวโพดสลับถั่วต่าง ๆ (multiple cropping) ทำให้มีกลุ่มไข่ของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดน้อยกว่าการปลูกข้าวโพดเพียงชนิดเดียว (monocropping) และพบว่าการปลูกพืชสลับนี้ทำให้พบแตนเบียนไข่เข้าทำลายไข่หนอน ประมาณ 41-47% ในขณะที่ปลูกข้าวโพดชนิดเดียว มีแตนเบียนไข่เข้าทำลายไข่หนอนเพียง 8-16% (อรนุช และคณะ 2531)

1.3 ข้าวฟ่าง

1) กำหนดวันปลูกเพื่อเลี่ยงการเข้าทำลาย เนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวฟ่างเพียงปีละครั้งในปลายฤดูฝน การทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง (*Atherigona soccata*) จึงไม่รุนแรงมากนัก เกษตรกรสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นโดยใช้เมล็ดพันธุ์ให้มากขึ้น เพื่อชดเชยต้นที่ถูกทำลาย และกำหนดวันปลูกให้ใกล้เคียงกัน ข้าวฟ่างที่ปลูกล่าจะถูกแมลงรุ่นที่สองทำลายอย่างรุนแรง (มาลี และคณะ 2520)

2) ทำการขจัดวัชพืชอาศัย วัชพืชอาศัยของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง (*A. soccata*) คือ หญ้าตีนนก หญ้าตีนติด หญ้าตีนกา หญ้าขจรจบดอกใหญ่ และดอกเล็ก พบว่าการเผาตอซังข้าวฟ่างและวัชพืชเป็นการทำลายแมลงชนิดนี้

3) ระยะปลูก การปลูกข้าวฟ่างเป็นแถวแล้วถอนแยกเมื่ออายุ 3-5 วัน ระยะระหว่างต้น 10 เซนติเมตร จะถูกทำลายน้อกว่าการปลูกระยะระหว่างต้น 15 หรือ 20 เซนติเมตร เนื่องจากระยะวิกฤตการทำลายของแมลงชนิดนี้อยู่ในช่วงข้าวฟ่างอายุ 1-3 สัปดาห์ การถอนต้นที่ถูกทำลายทิ้งเมื่ออายุ 2 สัปดาห์ จะเปิดโอกาสให้ต้นที่เหลือสามารถแตกแขนงที่ให้ผลผลิตได้มากขึ้น (มาลี และคณะ 2523 และ 2524)

4) การให้ปุ๋ย หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างจะชอบทำลายข้าวฟ่างที่ใส่ปุ๋ยมากกว่าไม่ใส่ปุ๋ย ชอบทำลายข้าวฟ่างที่ปลูกเป็นแถวมากกว่าเป็นหลุม ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ควรปลูกเป็นแถว ส่วนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำควรปลูกเป็นหลุม ดังนั้น ในแหล่งที่ปลูกข้าวฟ่างตลอดทั้งปีเพื่อการค้นคว้าทดลอง การทำลายค่อนข้างรุนแรง ควรใส่ปุ๋ยและสารฆ่าแมลงชนิดเม็ดตอนปลูกข้าวฟ่างจะสามารถป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ได้ดีที่สุด (เกรียงไกร และคณะ 2525 และวัชรา 2525)

1.4 ผัก

1) ไถตากดินและปลูกพืชอื่น ในท้องที่ ๆ มีการระบาดของด้วงหมัดผัก (*Phyllotetra spp.*) เมื่อเก็บเกี่ยวผักแล้วควรรื้อแปลง เก็บเศษผักออก ไถดินเพื่อตากทิ้งไว้เพื่อให้ดักแด้และตัวอ่อนที่อยู่ในดินตาย วิธีนี้จะสามารถฆ่าดักแด้ของหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) ได้ด้วย

1.5 ถั่วเหลือง

1) การเลือกเวลาปลูก การปลูกถั่วเหลืองในฤดูแล้ง ควรปลูกระหว่างกลางเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนมกราคมเพราะเป็นช่วงที่มีแมลงวันหนอนเจาะลำต้น (*Ophiomyia phaseoli*, *O. centrosematis* และ *Melanagromyza sojae*) น้อยที่สุด และถั่วจะให้ผลผลิตสูงสุด (สุชาติ และคณะ 2531)

1.6 ยาสูบ

1) เลือกช่วงเวลาปลูก กำหนดช่วงเวลาปลูกที่มีแมลงหวี่ขาว (*Bemesia tabaci*) ต่ำที่สุด โดยในช่วงฤดูฝนควรปลูกยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนียในเดือนกรกฎาคม และช่วงฤดูแล้ง (กลางพฤศจิกายน) ควรปลูกยาสูบพันธุ์เบอร์เล่ย์ (อรุณี 2533)

2. วิธีกลและวิธีกายภาพ (Mechanical and Physical Control)

วิธีป้องกันกำจัดวิธีนี้ได้แก่ การใช้ความร้อน การใช้ความเย็น ใช้แสงล่อแมลง ใช้กับดัก ใช้เสียง ใช้บรรยากาศเช่น ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้ตะแกรงร่อน ตลอดจนการใช้มือหยิบหรือทำลายแมลง หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ทำลายโดยตรง เช่น เครื่องดูดแมลง และยังรวมไปถึงการใช้เครื่องกีดขวางเช่น มุ้งลวดหรือตาข่ายกันแมลง เป็นต้น

2.1 โรงเก็บผลิตผลการเกษตร

1) การใช้ความร้อนและความเย็น การใช้ความร้อนจัดที่อุณหภูมิ 42°C ตลอดเวลาจะทำให้แมลงบางชนิดตาย และบางชนิดหยุดการเจริญเติบโต และที่ 55 - 60°C เป็นเวลา 12 ชม. หรือ 65°C เป็นเวลา 15 นาที จะทำให้แมลงตายหมด ส่วนการใช้ความเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12°C จะทำให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ (ชูวิทย์ และคณะ 2535)

2) การใช้บรรยากาศ การนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รมหรืออบผลิตผลการเกษตาได้ผลดีมาก เพราะเป็นก๊าซที่ไม่เป็นอันตราย ฆ่าแมลงได้ทุกวัน ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปริมาณของก๊าซที่ได้ผลดีคือคาร์บอนไดออกไซด์ 60% รมเป็นเวลา 4 วัน หรือ 35% เป็นเวลา 10 วัน อัตราใช้ 2 กก. ต่อเมล็ดพืช 1 ตัน เมื่อรมแล้วไม่จำเป็นต้องเปิดผ้าคลุมออกสามารถรักษาผลผลิตได้ 1 ปี โดยไม่สูญเสียคุณภาพ และไม่มีการทำลายของแมลง (Suprakarn *et.al* 1989)

2.2 ปาล์มน้ำมัน

1) การใช้กับดักแสงไฟ ในการกำจัดหนอนหน้าแมว (*Darna furva*) กินใบปาล์ม พบว่าการใช้แสงไฟนีออน black light หรือหลอดนีออนธรรมดาวางพาดบนกะละมัง ซึ่งบรรจุน้ำผสมผงซัก

ฟอก ให้หลอดไฟอยู่เหนือน้ำประมาณ 5-10 ซม. วางล่อผีเสื้อเวลา 18.00-19.00 น. สามารถช่วยกำจัดตัวเต็มวัยได้ (ทวีศักดิ์ และคณะ 2528)

2) **เก็บทำลาย** จับดักแด้ที่อยู่ตามซอกโคนทางใบรอบลำต้น และจับตัวเต็มวัยที่เกาะนิ่ง ๆ ตามใบหรือซอกทางใบในตอนกลางวันทำลายเสีย (ทวีศักดิ์ 2535)

2.3 ข้าวฟ่าง

1) **กับดักเหยื่อล่อ** จากการพบว่าแมลงวันหนอนเจาะยอดข้าวฟ่าง ซึ่งเป็นศัตรูที่ร้ายแรงของกล้าข้าวฟ่างนั้นดึงดูดต่อวัสดุมีกลิ่นทุกชนิด จึงมีการนำกับดักปลาป่น (อาหารไก่) ใส่ในกับดัก ซึ่งเป็นกล่องพลาสติกใส เส้นผ่าศูนย์กลาง 23 ซม. สูง 10 ซม. เจาะรูด้านข้างเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. จำนวน 6 รู ใส่น้ำผสมผงซักฟอก พบว่ามีประสิทธิภาพสูงมาก สามารถดักจับตัวเต็มวัยได้ถึง 295 ตัว/กับดัก/วัน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ประหยัด ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูง และแมลงที่จับได้ 90% เป็นเพศเมีย (มาลี และบุญสม 2524)

2.4 มะม่วง

1) **กับดักเหยื่อล่อปนสารพิษ** การป้องกันกำจัดแมลงวันทองตัวเต็มวัยที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งคือใช้สารล่อ methyl eugenol ผสมสารฆ่าแมลงใส่ในกับดัก หรือใช้ protein hydrolysate หรือ molas 200 cc ผสมสารฆ่าแมลง แล้วฉีดต้นมะม่วงเป็นจุด แมลงจะมากินอาหารหรือสารล่อแล้วจะตาย

2.5 ผักตระกูลกะหล่ำ

1) **การใช้กับดักแมลงชนิดต่าง ๆ**

(1) **กับดับแสงไฟ** หลอดสีน้ำเงิน 20 วัตต์ เป็นหลอดเรืองแสงที่เหมาะสมในการใช้จับผีเสื้อหนอนใยมากที่สุด สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักได้มากพอสมควร มีราคาถูกกว่าหลอด Blacklight-blue 20 วัตต์ ซึ่งจับผีเสื้อได้มากที่สุดและหลอดสีน้ำเงินไม่มีอันตรายจากแสงอุลตราไวโอเลต (ศรีสุดา และคณะ 2530)

(2) **กับดักกาวเหนียวสีเหลือง** กับดับสีเหลืองทรงกระบอกหรือกระป๋อง ทาด้วยกาวเหนียว (Polybutane) ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลาย Hexane ประมาณ 10-15 วันครั้ง สามารถจับผีเสื้อหนอนใยผักได้เฉลี่ย 16 ตัวต่อวันต่อกับดับ โดยจับผีเสื้อเพศเมีย : เพศผู้ ได้ 0.79 : 1 และเมื่อติดตั้งกับดักกาวเหนียวสีเหลืองชนิดนี้จำนวน 80 กับดักต่อไร่ สามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (วินัย 2531 และ 2533 ก)

2) **การใช้โรงเรือนตาข่ายไนล่อน (ผักกางมุ้ง)** ได้ศึกษาการปลูกผักคะน้า กวางตุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดเขียวปลี ผักนวลจันทร์ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอกและบรอคคอรี่ ในโรงเรือนขนาด 4x2.50 เมตร คลุมด้วยตาข่ายไนล่อนสีขาวขนาด 16 ช่องต่อตารางนิ้ว พบว่าผักที่ทดลองทุกชนิดมีการเจริญเติบโตได้อย่างปกติ สามรถป้องกันแมลงศัตรูพวกหนอนผีเสื้อได้เด็ดขาด (พบด้วงหมัดผัก เพลี้ย

อ่อนบ้างเล็กน้อย) ทั้งนี้โรงเรือนตาข่ายไนล่อนต้องปิดอย่างมิดชิดตลอดเวลา เพื่อป้องกันแมลงที่อาจเล็ดลอดเข้าไป (อนันต์ และคณะ 2532)

นอกจากผักตระกูลกะหล่ำที่สามารถปลูกได้ในโรงเรือนตาข่ายไนล่อนแล้ว ถั่วฝักยาวก็สามารถปลูกได้ดีเช่นกัน และป้องกันผีเสื้อหนอนเจาะฝักถั่ว อีกทั้งลดการระบาดของแมลงวันเจาะต้นถั่วได้ดีอีกด้วย (วินัย 2533 ข)

3. การใช้พันธุ์พืชต้านทาน (Plant Resistance)

วิธีนี้คือการใช้พันธุ์พืชที่เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อการทำลายของศัตรูพืช อาจเป็นพืชที่แมลงไม่ชอบอาศัยอยู่ เป็นพืชที่แมลงอาศัยอยู่ได้แต่เมื่อแมลงกินเข้าไปแล้วมีผลกับการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงวงจรชีวิต หรือเป็นอันตรายต่อระบบการทำงานของร่างกายหรือเป็นพืชที่ทนทานต่อการทำลาย ปัจจุบันนี้ศาสตร์ทางวิศวพันธุกรรม (genetic engineering) ได้เจริญมาก ได้นำเอาพืชที่มียีนต้านทานหรือเป็นพิษต่อแมลงเข้ามาเริ่มทดลองปลูกหลายชนิด เรียกว่า transgenic plant (ดังกล่าวแล้วในบทที่ 1)

3.1 อ้อย

พบว่าอ้อยพันธุ์ F156 และ F140 เป็นอ้อยที่มีลักษณะต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนกออ้อย (*Chilo infuscatellus*) และได้แนะนำให้แกษตรกรปลูก (Attajarusit 1990)

3.2 ข้าวฟ่าง

ในสภาพไร่ที่มีการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างอย่างรุนแรง (ประมาณ 83-100 เปอร์เซ็นต์) มีรายงานว่าข้าวฟ่าง 8 สายพันธุ์ คือ PS 19794, PS 19230, PS 14454, PS 18817-2, PS 20092, PS 18822-4, PS 14093 และ PS 21112 มีกลไกต้านทานต่อการทำลาย 3 แบบ คือ ความไม่ชอบในการวางไข่ การต่อต้านระบบชีวภาพ และการแตกแขนงชดเชยการทำลายที่สามารถให้ผลผลิตได้ ปัจจุบันการปรับปรุงและคัดเลือกข้าวฟ่างสายพันธุ์ดังกล่าวถึงชั่วที่ 6 คาดว่าจะได้ข้าวฟ่างพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ลักษณะทางเกษตรกรรมดีและต้านทานต่อการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง สามารถแนะนำปลูกในอนาคตอันใกล้นี้ (มาลี และคณะ 2530)

3.3 ข้าวโพด

ในการปลูกข้าวโพดไร่ ควรใช้พันธุ์สุวรรณ1 สุวรรณ 2 และ Thai DMR #6 ถ้าข้าวโพดฝักอ่อนให้ใช้พันธุ์สุวรรณ 2 และ Baby Thai Composite #1 DMR ซึ่งต้านทานต่อหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (อรนุช และวัชรา 2535)

3.4 ข้าว

ในประเทศไทยเรามีการทดสอบและพยายามสร้างพันธุ์ข้าวพันธุ์ใหม่ขึ้นมาเพื่อเผยแพร่ให้เกษตรกรใช้ และมีรายงานทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ส่งเสริมที่นิยมปลูกกับแมลงศัตรูข้าว 4 ชนิด สรุปไว้ในตารางที่ 9.3 (นิภา 2534ข)

ตารางที่ 9.3 ข้าวพันธุ์ส่งเสริมของไทยที่ต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ
(สถาบันวิจัยข้าว 2528, 2531 และนิภา 2534 ข)

พันธุ์ข้าว	คู่ผสม	ปฏิกิริยาต่อแมลง				ปีที่ส่งเสริม
		เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	เพลี้ยจักจั่นสีเขียว	หนอนกอข้าว	แมลงบั่ว	
เหมยนอง 62 เอ็ม		-	-	-	ต้านทาน	2502
กข 1	LT/IR8	อ่อนแอ	อ่อนแอ	-	อ่อนแอ	2512
กข 4	LT/IR8/W1252///RD2	ต้านทาน	ต้านทาน	อ่อนแอ	ต้านทาน	2516
กข 9	CNT3176/W1256//RD2	ต้านทาน	ต้านทาน	อ่อนแอ	ต้านทาน	2518
กข 21	KDML105/Nahng Mon S-4//IR26	อ่อนแอ*	ค่อนข้างต้านทาน	-	อ่อนแอ	2524
กข 23	RD7/IR32//RD1	ต้านทาน	ค่อนข้างต้านทาน	-	อ่อนแอ	2524
กข 25	KDML105/IR2061-214-2-3-3//KDML105/IR26	ต้านทาน	-	ค่อนข้างต้านทาน	-	2524
สุพรรณบุรี 60	LT/C4-63//IR48	อ่อนแอ*	ค่อนข้างต้านทาน	อ่อนแอ	อ่อนแอ	2530
สุพรรณบุรี 90	RD21/IR4422-98-3-6-1//RD23	ต้านทาน	ค่อนข้างต้านทาน	อ่อนแอ	อ่อนแอ	2534

* ปฏิกิริยาเปลี่ยนจากต้านทานเป็นอ่อนแอหลังจากเผยแพร่ 2-3 ปี

3.5 ฝ้าย

การใช้พันธุ์ฝ้ายต้านทานปลูกเป็นการป้องกันการทำลายของแมลง นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิต ลดพิษภัยจากการใช้สารฆ่าแมลงแล้ว พันธุ์ต้านทานยังช่วยให้การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีอื่น ๆ ได้ผลดียิ่งขึ้น และเกษตรกรยอมรับพันธุ์ต้านทานได้ง่ายกว่าเทคโนโลยีในด้านการป้องกันกำจัดศัตรูฝ้ายวิธีอื่น ๆ อีกด้วย

ในการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย มีรายงานว่าพันธุ์ฝ้ายที่ไม่มีต่อมน้ำหวานหรือมีขนน้อย หรือมีสารพวก terpenoid ได้แก่ gosssypol และ heliocide หรือมีสารพวก tannins (พวก flavanoid) ในปริมาณสูง จะต้านทานต่อหนอนในสกุล *Heliothis* ในการคัดเลือกพันธุ์ฝ้ายต้านทานต่อแมลงจำพวกปากดูดนั้น มีรายงานว่า พันธุ์ที่มีสารพวก terpenoid จะต้านทานต่อเพลี้ยอ่อน ในขณะที่ฝ้ายที่มีขนมาก และไม่มีต่อมน้ำหวานจะต้านทานต่อเพลี้ยจักจั่น ส่วนพันธุ์ที่มีใบแฉก (okra leaf) จะต้านทานต่อแมลงหวี่ขาว (Leigh 1975, Niles *et.al* 1974 and Renolds *et.al.* 1982)

อย่างไรก็ตาม ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ฝ้ายให้ต้านทานต่อแมลงศัตรูอย่างสมบูรณ์คงจะกระทำได้ยาก และมักจะมีลักษณะไม่ดีปรากฏอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตจะต่ำ หรือคุณภาพเส้นใยไม่ดี ดังนั้น พันธุ์ฝ้ายต้านทานต่อแมลงศัตรูในประเทศไทยเรายังไม่ได้มีการเผยแพร่อย่างเป็นทางการ จากการคัดเลือกพันธุ์ฝ้ายแนะนำ ได้แก่ ศรีสำโรง 2 ศรีสำโรง 3 นครสวรรค์ 1 และพันธุ์ศรีสำโรง 60 เป็นพันธุ์มาตรฐานเปรียบเทียบ พบว่า พันธุ์พื้นเมืองเหล่านี้มีความต้านทานต่อเพลี้ยจักจั่น (มานพ และคณะ 2531 ลักขณา และคณะ 2526)

สำหรับพันธุ์ฝ้ายที่แนะนำให้ปลูกและมีคุณภาพเส้นใยดี ให้ผลผลิตสูงนั้น ทุกพันธุ์จะมีความต้านทานต่อโรคใบหงิก และพันธุ์มาตรฐานเหล่านี้ (ศรีสำโรง 2 ศรีสำโรง 3 ศรีสำโรง 60 และนครสวรรค์ 1) มีลักษณะดีที่ต้านทานแมลงอยู่ด้วย กล่าวคือ ทุกพันธุ์เป็นฝ้ายที่มีใบเรียบ ซึ่งจากการวิจัยพบว่า จำนวนเพลี้ยอ่อนฝ้าย เพลี้ยไฟฝ้าย แมลงหวี่ขาวยาสูบ และไข่ของผีเสื้อหนอนเจาะสมอฝ้ายมีน้อยกว่าพันธุ์ฝ้ายที่ใบมีขนค่อนข้างมาก นอกจากนี้ทุกพันธุ์ทรงต้นจะโปร่งซึ่งเป็นข้อดีคือ ทำให้การพ่นสารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพดีขึ้น อย่างไรก็ตามพันธุ์เหล่านี้ก็มีข้อเสียบางประการเช่น พันธุ์ศรีสำโรง 2 ดอกและสมอจะร่วงง่ายในระยะที่มีฝนตกชุกหรือความชื้นในอากาศสูง พันธุ์นครสวรรค์ 1 ทรงต้นแม้จะโปร่งแต่ค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทำให้พ่นสารฆ่าแมลงไม่สะดวก ส่วนพันธ์ศรีสำโรง 60 มีข้อเสียคือ ใบค่อนข้างใหญ่ และทรงพุ่มกว้างซึ่งอาจมีผลทำให้การพ่นสารฆ่าแมลงทำได้ลำบาก

3.6 พืชจำลองพันธุ์ (Transgenic plant)

พืชจำลองพันธุ์ หมายถึง พืชที่ได้รับการตัดต่อทางพันธุกรรม (transgenic plant) ปัจจุบันมี 2 ชนิด ที่กำลังอยู่ระหว่างการทดลองปลูกไปในเขตต่าง ๆ ทั่วโลก และได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์แล้ว คือ

1) **พืชสกัดน้ำมัน Canola จำลองพันธุ์** จากประเทศคานาดา โดยเรียกว่า transgenic Canola มีชื่อการค้าว่า Liberty Link® มียีนต้านทานสารเคมีชื่อ glyphosate ammonium ซึ่งเป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชทุกชนิดและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก ในประเทศอังกฤษมี transgenic Canola เช่นกันแต่มียีนต้านทาน glufosinate ammonium (อาพันชนิด 2539)

2) **ฝ้ายจำลองพันธุ์** มียีนของแบคทีเรียควบคุมศัตรูฝ้ายใน Order Lepidoptera เรียกว่า *Bt*. Cotton นำเข้ามาประเทศไทยโดยบริษัทมอนซานโต้และกำลังทดลองปลูกโดยกรมวิชาการเกษตร และได้รับการต่อต้านจากกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้ง เนื่องจากผู้เลี้ยงผึ้งกล่าวว่าทำให้ผึ้งที่ไปดูดน้ำหวานจากดอกฝ้าย ตายเป็นจำนวนมากและทำความเสียหายต่ออุตสาหกรรมเลี้ยงผึ้ง

4. วิธีการทำหมัน (Sterility หรือ Autocidal Method)

วิธีการทำหมันนี้ทำได้ทั้งแมลงศัตรูพืชเพศผู้ และเพศเมีย อาจโดยใช้วิธีฉายรังสี (radiation) หรือใช้สารเคมี (chemosteritant) แล้วปล่อยแมลงที่เป็นหมันแล้วออกไปในธรรมชาติในปริมาณมาก เพื่อแก่งแย่งการผสมพันธุ์ เพื่อจะได้ไม่มีลูกในรุ่นต่อไป

การทำหมันแมลงทำสำเร็จเป็นครั้งแรกในปี 1948-89 โดย Bushland ทำหมันแมลงวันศัตรูปศุสัตว์ชื่อ screw worm (*Cochliomyia hominivorax*) โดยใช้รังสี X-ray ทำหมันแมลงวันเพศผู้ แล้วปล่อยไปในอัตรา 100 ตัว/ตร.ไมล์/สัปดาห์ เพื่อผสมพันธุ์กับเพศเมียในธรรมชาติ ซึ่งมีประชากรเพศผู้และเมีย ประมาณ 10 ตัวต่อตร.ไมล์ ที่เกาะ Senibel (ทางตะวันตกของรัฐฟลอริดา) หลังจากการปล่อยไป 2 สัปดาห์พบว่าไข่แมลงวันที่วางใหม่นั้นเป็นหมันถึง 20% การทดลองนี้ประสบผลสำเร็จและทำซ้ำที่เกาะการากัว ก็ประสบผลสำเร็จเช่นกัน นอกจากนั้นการทำหมันแมลงมีความสำเร็จกับแมลงอีกหลายชนิดเช่น Tsetse fly (*Glossinia palpalis*) นำโรคเหงาหลับ (Sleeping sickness) หนอนผีเสื้อ *Lasioderma cerricorne* Olive fly (*Dacus olae*) และแมลงหวี่ และในช่วงปี ค.ศ. 1990-1997 การทำหมันแมลงวันผลไม้ Mediteranean fruit fly ประสบผลสำเร็จที่หมู่เกาะ Okinawa ประเทศญี่ปุ่น

วิธีนี้มีข้อจำกัดหลายอย่างคือ ลักษณะพื้นที่ที่จะทำการป้องกันกำจัด ค่าใช้จ่ายที่สูงมาก และการศึกษาชนิดรวมทั้งนิเวศน์วิทยาของแมลงชนิดที่จะกำจัดที่จะต้องมีความรู้ในรายละเอียดมากมาย รวมทั้งปัจจัยผันแปรอื่น ๆ ที่ทำให้การใช้วิธีนี้มีกรณีประสบผลความสำเร็จน้อย

5. วิธีการทางกฎหมาย (Legal Control)

เป็นวิธีการป้องกันและกำจัดแมลงโดยใช้กฎหมายควบคุม อาจเป็นการควบคุมเขตระบาดภายในประเทศ หรืออาจเป็นระหว่างประเทศใช้กฎหมายที่มีชื่อเรียกว่า กฎหมายควบคุมและกักกันพืชระหว่างประเทศ (International Plant Quarantine Law) ในประเทศไทยเราขณะนี้ใช้พระราชบัญญัติกักพืชพ.ศ. 2507 ภายใต้การควบคุมดูแลของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผ่านอธิบดีกรมวิชาการเกษตร และผู้อำนวยการกองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร

ในพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 นี้ มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 20 มิถุนายน 2507 ประกอบด้วยกฎกระทรวง 4 ฉบับ (ฉบับสุดท้าย พ.ศ. 2526) และประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ไม่น้อยกว่า 14 ฉบับ และประกาศกรมวิชาการเกษตรไม่น้อยกว่า 8 ฉบับ ตามพระราชบัญญัตินี้ มีข้อความที่สำคัญดังนี้

"พืช" หมายความว่า พรรณพืชทุกชนิดและส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช เช่น ต้น ตอ หน่อ กิ่ง ใบ ราก หัว ดอก ลูกเมล็ด ไม่ว่าที่ยังใช้ทำพันธุ์ได้หรือตายแล้ว

ความมุ่งหมายในการประกาศใช้พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 ก็เพื่อป้องกันศัตรูพืชที่สำคัญ และร้ายแรงจากต่างประเทศไม่ให้ระบาดเข้ามาในราชอาณาจักร และป้องกันไม่ให้ศัตรูพืชภายในประเทศที่สำคัญและร้ายแรงระบาดจากถิ่นหนึ่งไปยังอีกถิ่นหนึ่ง นอกจากนี้ยังเป็นการให้ความร่วมมือต่อประเทศภาคีในอนุสัญญาป้องกันศัตรูพืชระหว่างประเทศ ซึ่งประเทศไทยเป็นสมาชิกร่วมอยู่ด้วย

การกักกันพืชและการควบคุมการเคลื่อนย้ายพืช และผลิตผลพืชตามพระราชบัญญัติฉบับใหม่กำหนดพืชออกไป 3 ประเภทคือ

1. สิ่งต้องห้าม (Prohibited materials) เป็นพืชที่มีความสำคัญในทางเศรษฐกิจของประเทศและเป็นที่ทราบแน่ชัดว่า มีศัตรูพืชที่ร้ายแรงในแหล่งที่ระบุไว้ ฉะนั้น จะนำสิ่งต้องห้ามเข้ามาในราชอาณาจักรไม่ได้ เว้นแต่เฉพาะเพื่อประโยชน์ในการทดลองหรือการวิจัยเท่านั้น ซึ่งต้องได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมวิชาการเกษตรก่อน สิ่งต้องห้ามดังกล่าวนี้ต้องมีใบรังรองปลอดศัตรูพืชของเจ้าหน้าที่ของประเทศที่ส่งสิ่งต้องห้ามกำกับมา หรือสำหรับประเทศที่ไม่มีการออกใบรับรองปลอดศัตรูพืชของเจ้าหน้าที่ของประเทศที่ส่งสิ่งต้องห้ามกำกับมาด้วยเช่นเดียวกัน สิ่งต้องห้ามดังกล่าวจะมีพืชชนิดใดบ้างนั้น กระทรวงเกษตรจะได้ประกาศกำหนดในประกาศของกระทรวงเกษตรในราชกิจจานุเบกษาเป็นคราว ๆ ไป ตลอดทั้งข้อยกเว้นและเงื่อนไข ส่วนพิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเข้าหรือนำผ่านราชอาณาจักรจะได้กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

2. สิ่งกำกัด (Restricted materials) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ หรืออาจจะมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอนาคต กับทั้งเป็นพาหะหรือเป็นพืชอาศัย (alternate host) ของศัตรูพืชที่ร้ายแรงของพืชเศรษฐกิจของประเทศ ฉะนั้น จะนำเข้ามาในหรือนำผ่านราชอาณาจักรได้เฉพาะทางด่านตรวจพืชที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรได้ประกาศกำหนดไว้ และต้องมีใบรับรองปลอดศัตรูพืชของเจ้าหน้าที่ของประเทศสซึ่งสิ่งกำกัดนั้นกำกับมาด้วย หรือสำหรับประเทศที่ไม่มีการออกใบรับรองปลอดศัตรูพืชก็จะต้องมีหนังสือสำคัญอย่างอื่นอันเป็นที่เชื่อถือได้กำกัดมาด้วยเช่นเดียวกัน สิ่งกำกัดจะมีพืชนิดใดบ้างนั้น กระทรวงเกษตรจะได้ประกาศกำหนดในประกาศของกระทรวงเกษตรในราชกิจจานุเบกษาเป็นคราว ๆ ไป ตลอดจนข้อยกเว้นและเงื่อนไข ส่วนพิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเข้าหรือนำผ่านราชอาณาจักรจะได้กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

3. สิ่งไม่ต้องห้าม (Non-prohibited materials) เป็พืชที่ไม่เป็นสิ่งต้องห้ามหรือสิ่งกำกัด ซึ่งยังไม่มีความสำคัญในทางเศรษฐกิจของประเทศ และไม่มีศัตรูพืชที่ร้ายแรงในต่างประเทศ แต่อาจจะเป็นพาหะหรือเป็นพืชอาศัย (alternate host) ของศัตรูพืช จึงจำเป็นต้องให้ผู้นำเข้าหรือนำผ่านราชอาณาจักร ซึ่งสิ่งไม่ต้องห้ามแจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ ที่ด่านศุลากากรหรือที่ด่านตรวจพืชตามระเบียบและวิธีการที่จะได้กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

"**ศัตรูพืช**" หมายความว่า สิ่งซึ่งเป็นอันตรายแก่พืช เช่น แมลง สัตว์ หรือ พืชที่อาจก่อความเสียหายแก่พืช และเชื้อโรคพืช

"**พาหะ**" หมายความว่าเครื่องปลูก ดิน ทราย ภาชนะ หรือสิ่งอื่นที่ใช้ห่อหุ้มมาพร้อมกับพืช ปุ๋ย อินทรีย์ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่อาจเป็นสื่อนำศัตรูพืช

"**นำเข้า**" หมายความว่า การนำเข้ามาหรือสั่งให้ส่งเข้ามาในราชอาณาจักรไม่ว่าด้วยวิธีใด ๆ

"**นำผ่าน**" หมายความว่า การนำหรือส่งผ่านราชอาณาจักรโดยมีการขนลงหรือขนถ่ายพาหนะ

"**ด่านตรวจพืช**" หมายความว่า ด่านสำหรับตรวจสิ่งต้องห้ามและสิ่งกำกัดที่ที่จะนำเข้าหรือนำผ่าน ซึ่งรัฐมนตรีประกาศกำหนดในพระราชกิจจานุเบกษา

(มีประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดท่าเรือ ท่าอากาศยาน หรือสภานที่แห่งใด เป็นด่านตรวจพืช หรือสถานกักพืช แล้วแต่กรณี)

"**สถานกักพืช**" หมายความว่า สถานที่ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดในพระราชกิจจานุเบกษาเป็นที่สำหรับกักพืช เป็นสิ่งต้องห้ามเพื่อสังเกตและวิจัย

"**เขตควบคุมศัตรูพืช**" หมาความว่าท้องที่อธิบดีประกาศกำหนดให้เป็นเขตป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืช

ในการนำพืชจากต่างประเทศเข้ามาในราชอาณาจักร มีมาตราที่ 6, 7, 13, 14, และ 16 รองรับการปฏิบัติดังนี้

มาตรา 6 เมื่อมีกรณีจำเป็นจะต้องป้องกันศัตรูพืชอย่างหนึ่งอย่างใดมิให้ระบาดเข้ามาในราชอาณาจักร ให้รัฐมนตรีมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษากำหนดชื่อพืช ศัตรูพืชหรือพาหะชนิดใดเป็นสิ่งต้องห้ามหรือสิ่งกำกัดตามพระราชบัญญัตินี้ แล้วแต่กรณี และในประกาศนั้น จะระบุกำหนดชื่อพืช ศัตรูพืชหรือพาหะชนิดใดจากแหล่งใด หรือจะกำหนดข้อยกเว้นหรือเงื่อนไขใด ๆ ไว้ด้วยก็ได้

สิ่งต้องห้ามหรือสิ่งกำกัดดังกล่าวในวรรคหนึ่ง เมื่อหมดความจำเป็นแล้วให้ประกาศราชกิจจานุเบกษาเพิกถอนเสีย

มาตรา 7 ให้รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษากำหนดท่าเรือ ท่าอากาศยาน หรือสถานที่แห่งใดอันมีเขตกำหนดเป็นด่านตรวจพืชหรือสถานที่กักพืช แล้วแต่กรณี

มาตรา 13 เพื่อป้องกันศัตรูพืชมิให้ระบาดเข้ามาในราชอาณาจักรให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจปฏิบัติการกับพืช สิ่งต้องห้าม สิ่งกำกัดที่นำเข้าหรือนำผ่าน ดังต่อไปนี้

(1) รมยา พ่นยา หรือใช้วิธีการอื่นใดตามที่เห็นจำเป็น โดยเจ้าของเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย

(2) ยึดหรือกักไว้ ณ สถานกักพืช หรือ ณ ที่ใด ๆ ตามกำหนดเวลาที่เห็นจำเป็น

(3) ทำลายเท่าที่เห็นจำเป็น ในกรณีที่มีเหตุอันควรเชื่อว่ามีศัตรูพืช

มาตรา 14 ห้ามมิให้บุคคลใดนำพืช สิ่งต้องห้าม สิ่งกำกัด ออกไปจากด่านตรวจพืช สถานกักพืช หรือยานพาหนะในกรณีนำผ่านราชอาณาจักร หรือจากที่ใดซึ่งพนักงานเจ้าหน้าที่ได้สั่งยึดหรือกักไว้ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากพนักงานเจ้าหน้าที่

มาตรา 15 บุคคลใดประสงค์จะขอใบรับรองซึ่งแสดงว่าพืชหรือผลิตผลของพืชที่จะส่งออกนอกราชอาณาจักรนั้นปลอดศัตรูพืช ให้ยื่นคำขอต่อพนักงานเจ้าหน้าที่เพื่อตรวจ โดยปฏิบัติตามเงื่อนไขและเสียค่าธรรมเนียมตามที่กำหนดในกฎกระทรวงและจ่ายค่าพาหนะเดินทางให้แก่พนักงานเจ้าหน้าที่ค่าใช้จ่ายในการกำจัดศัตรูพืชและค่าบรรจุหีบห่อเท่าที่จำเป็นและใช้จ่ายไปจริง

มาตรา 16 บุคคลใดประสงค์จะให้พนักงานเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้ในวันหยุดราชการหรือนอกเวลาราชการ หรือนอกสถานที่ราชการไม่ว่าในหรือนอกเวลาราชการจะต้องเสียค่าธรรมตามที่กำหนดในกฎกระทรวง และจ่ายค่าพาหนะเดินทางให้แก่พนักงานเจ้าที่เท่าที่จำเป็นและใช้จ่ายไปจริง

ในกรณีของการเคลื่อนย้ายพืชจากท้องที่หนึ่งที่มีปัญหาศัตรูพืชไปยังท้องที่อื่นภายในราชอาณาจักร มีมาตรา 17, 18, 19, 20 และ 21 รองรับดังนี้

มาตรา 17 เมื่อมีศัตรูพืชชนิดที่อาจก่อความเสียหายร้ายแรงปรากฏขึ้นในท้องที่ใด หรือมีเหตุอันสมควรควบคุมศัตรูพืชในท้องที่ใด ให้อธิบดีมีอำนาจประกาศกำหนดท้องที่นั้นเป็นเขตควบคุมศัตรูพืชและประกาศระบุชื่อ ชนิดของพืช ศัตรูพืชและพาหะที่ควบคุม และให้กำหนดสถานตรวจพืชเฉพาะถิ่นขึ้นเท่าที่จำเป็น ประกาศดังกล่าวให้ปิดไว้ ณ ศาลากลางจังหวัด ที่ว่าการอำเภอ ที่ทำการของกำนันและที่ทำการของผู้ใหญ่บ้านในท้องที่นั้น

มาตรา 18 เมื่อได้ประกาศกำหนดเขตควบคุมพืชตามมาตร 17 แล้ว ห้ามมิให้บุคคลใดนำพืช ศัตรูพืชหรือพาหะออกไปนอก หรือนำเข้ามาในเขตควบคุมศัตรูพืช ตามที่ประกาศระบุไว้ เว้นแต่จะได้ผ่านการตรวจและได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากพนักงานเจ้าหน้าที่

มาตรา 19 บทบัญญัติในมาตรา 12 และมาตรา 13 ให้ใช้บังคับในกรณีพืช ศัตรูพืชและพาหะตามที่ระบุไว้ในมาตร 17 ภายในแขตควบคุมศัตรูพืช หรือที่จะนำออกไปนอกหรือนำเข้ามาในเขตควบคุมศัตรูพืชโดยอนุโลม

ในกรณีที่มีศัตรูพืชชนิดที่อาจก่อความเสียหายร้ายแรงมาก ซึ่งหากไม่รีบทำลายเสียอาจระบาดลุกลามทำความเสียหายได้มาก พนักงานเจ้าหน้าที่จะสั่งให้เจ้าของทำลายพืช ศัตรูพืชและพาหะนั้นเสีย หรือพนักงานเจ้าหน้าที่จะจัดการทำลายเสียเองก็ได้

มาตรา 20 เมื่ออธิบดีเห็นว่าศัตรูพืชที่ประกาศตามมาตรา 17 ถูกทำลายหมดสิ้นแล้ว หรือเห็นว่าหมดความจำเป็นแล้ว ให้อธิบดีประกาศเพิกถอนประกาศตามมาตรา 17 นั้นเสีย

มาตรา 21 ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 8, 9, 10, 14 หรือ 18 ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 6 เดือน หรือปรับไม่เกินสองพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

การนำเข้าสิ่งต้องห้าม

กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 81 ตอนที่ 54 วันที่ 19 มิถุนายน 2507) มีใจความสำคัญดังนี้

ข้อ 1 **การนำเข้าซึ่งสิ่งต้องห้าม** ให้ปฏิบัติตามเงื่อนไขและข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

(1) นำเข้าทางด่านตรวจพืชต่อไปนี้

ก. ด่านตรวจพืชท่าเรือกรุงเทพฯ

ข. ด่านตรวจพืชท่าอากาศยานกรุงเทพฯ

ค. ด่านตรวจพืชไปรษณีย์กลางกรุงเทพฯ

(2) ที่หีบห่อสิ่งต้องห้ามต้องมีบัตรอนุญาตให้นำเข้าของอธิบดีกรมวิชาการเกษตร

(3) ต้องส่งสิ่งต้องห้ามโดยตรงถึงอธิบดีกรมวิชาการเกษตร ถ้าเจ้าของนำสิ่งต้องห้ามเข้ามาด้วยตนเอง ให้ส่งมอบแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ ณ ด่านตรวจพืช

ข้อ 2 การนำผ่านราชอาณาจักรซึ่งสิ่งต้องห้าม ให้ติดบัตรอนุญาตให้นำผ่านของอธิบดีกรมวิชาการเกษตรที่หีบห่อสิ่งต้องห้าม

ข้อ 3 การนำเข้าหรือนำผ่านราชอาณาจักรซึ่งสิ่งกำกัด เมื่อมาถึงด่านตรวจพืช ให้เจ้าของแจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ ด่านตรวจพืชแห่งนั้นตามแบบใบแจ้งของกรมวิชาการเกษตร

ข้อ 4 การนำเข้าหรือนำผ่านราชอาณาจักร ซึ่งสิ่งไม่ต้องห้าม ให้เจ้าของแจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ ด่านตรวจพืช หรือด่านศุลกากร ตามแบบท้ายกฎกระทรวงนี้

ข้อ 5 ให้กำหนดค่าธรรมเนียมตามอัตราค่าธรรมเนียมท้ายกฎกระทรวงนี้

ข้อ 6 ให้ยกเว้นค่าธรรมเนียมตามข้อ 5 แก่พระมหากษัตริย์ กระทรวง ทบวง กรม เทศบาล และสภากาชาดไทย

ในปัจจุบันความก้าวหน้าในงานวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ โดยเฉพาะเทคโนโลยีการตัดต่อสารพันธุกรรมได้รุดหน้าไปอย่างมาก ทั้งด้านเกษตรอุตสาหกรรมและการแพทย์ ผลงานวิจัยในการตัดต่อสารพันธุกรรมในพืช สัตว์ และจุลินทรีย์บางชนิดได้ถูกนำมาใช้บ้างแล้ว หลังจากมีการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพเป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพนี้ก่อให้เกิดความกังวลในหมู่สาธารณชนและนักวิจัยในเรื่องความปลอดภัยในการควบคุมภยันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้น เช่น พืชที่ได้รับการตัดต่อสารพันธุกรรมโดยมีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชเข้าเกี่ยวข้อง หรือการตัดต่อสารพันธุกรรมจากจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตสารทำลายแมลงชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าไปในพืช หากไม่มีการตรวจสอบและวิจัยที่แน่นอน พืชดังกล่าวอาจจะผลิตสารขึ้นมาทำลายแมลงชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้เป็นศัตรูพืช หรืออาจจะมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมปัจจุบันเหล่านี้เป็นต้น เพื่อป้องกันภยันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องวางมาตราการเพื่อควบคุมการนำเข้าพืชซึ่งได้รับการตัดต่อสารพันธุกรรม

การจะนำพืชส่งออกนอกราชอาณาจักร ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2507) ให้ปฏิบัติดังนี้

1. บุคคลใดประสงค์จะขอใบรับรองเพื่อแสดงว่าพืชหรือผลิตผลของพืชที่จะส่งออกนอกราชอาณาจักรนั้นปลอดศัตรูพืช ให้ยื่นคำขอใบรับรองแสดงการปลอดศัตรูพืชตามแบบของกรมวิชาการเกษตรต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ ด่านตรวจพืช หรือที่แผนกตรวจและกักกันโรคพืช กองพืชพันธุ์ กรมกสิกรรม

2. ให้เจ้าของปฏิบัติการแก่พืชหรือผลิตผลของพืชที่จะส่งออกนอกราชอาณาจักรตามคำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่ เช่น

(1) รมยา พ่นยา หรือใช้วิธีการอื่นใดตามที่เห็นจำเป็นในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

(2) บรรจุในหีบห่อหรือใช้สิ่งห่อหุ้มที่เหมาะสม

3. ให้กำหนดค่าธรรมเนียมตามอัตราค่าธรรมเนียมท้ายกฎกระทรวงนี้

4. ให้ยกเว้นค่าธรรมเนียมตามข้อ 3 แก่พระมหากษัตริย์ กระทรวง ทบวง กรม เทศบาล และสภากาชาดไทย

สิ่งต้องห้ามล่าสุดที่ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 111 ตอนที่ 45 ง วันที่ 7 มิถุนายน 2537 **เกี่ยวกับพันธุ์พืชที่ได้รับการตัดต่อสารพันธุกรรม โดยมีแหล่งห้ามนำเข้าจากทุกแหล่ง ยกเว้นอาหารสำเร็จรูปที่ประกอบจากพืชนั้น ๆ พืชดังกล่าวมี 40 ชนิด** (โสภิดา และสมศักดิ์ 2539) คือ

1. ข้าว *Oryza sativa* L.
2. ข้าวโพด *Zea mays* L.
3. พืชในสกุลกอซซิปเปียม *Gossypium* spp.
4. พืชในสกุลลินั่ม *Linum* spp.
5. ถั่วเหลือง *Glycine max* L.
6. พืชในสกุลฮีแลนธัส *Helianthus* spp.
7. ผักกาดก้านขาว *Brassica napus* L.
8. มันฝรั่ง *Solanum tuberosum* L.
9. หน่อไม้ฝรั่ง *Asparagus officinalis* Linn.
10. แบลคเคอเร้น *Ribes* nigrum L.
11. พืชในสกุลบราสสิคา *Brassica spp.*
12. แครอท *Daucus carota* L.
13. กะหล่ำดอก *Brassica oleracea var. botrytis* L.
14. คื่นช่าย *Apium graveolens var. dulce* (Mill.) D.C.
15. แตงกวา *Cucumis sativus* L.
16. มะเขือยาว *Solanum melongena* L.
17. พืชในสกุลวิตีส *Vitis spp.*
18. กีวี *Actinidia chinensis* Plandon
19. ผักกาดหอม *Lactuca sativa* L.
20. แตงไทย *Cucumis melo* L.
21. ถั่วลันเตา *Pisum sativum* L.
22. พืชในสกุลรูบัส *Rubus spp.*
23. พืชในสกุลแฟรกกาเรีย *Fragaria spp.*
24. พืชในสกุลคูเคอบิต้า *Cucurbita spp.*
25. ชูก้า บีท *Beta vulgaris* L.
26. ยาสูบ *Nicotiana tabacum* L.
27. มะเขือเทศ *Lycopersicon esculentum* Miller
28. คาเนชั่น *Dianthus caryophyllus* L.
29. พืชในสกุลคริสแซนธิมั่ม *Chrysanthemum spp.*
30. พืชในสกุลอิโปเมีย *Ipomoea spp.*
31. พืชในสกุลพิทูเนีย *Petunia spp.*
32. ฮอส แรดิส *Armoracia rusticana* P. Gaertner
33. อัลฟัลฟ่า *Medicago sativa* L.
34. พืชในสกุลอะเมลแลนเซียร์ *Amelanchier spp.*
35. สไตโลแซนเธส *Stylosanthes spp.*
36. แอปเปิ้ล *Pyrus malus* Linn.
37. มะละกอง *Carica papaya* L.
38. พืชในสกุลพอปพูลัส *Populus spp.*
39. แพร์ *Pyrus communis* L.
40. พืชในสกุลจักแกลนส์ *juglans spp.*

1/

ตารางที่ 9.4 พืช ศัตรูพืชหรือพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507

(ปรับปรุงจากโสภิดา และสมศักดิ์ 2539)

พืช ศัตรูพืชหรือพาหะ	แหล่งที่กำหนด	ข้อยกเว้น
พืชในสกุลโอไรซา (*Oryza* spp.) เช่น ข้าวข้าว ข้าวเหนียว ข้าวละมาน ข้าวป่า ฯลฯ	อาฟริกาตะวันตก (West Africa) อเมริกากลาง (Central America) อเมริกาใต้ (Sout America) สหรัฐอเมริกา (United States of America) หมู่เกาะอินเดียตะวันตก (Wst Indies) ญี่ปุ่น (Japan) ฟิลิปปินส์ (Philippines) อินเดีย (India) ลังกา (Ceylon) สาธารณรัฐจีน (Republic of China)	แป้ง อาหารสำเร็จรูปที่ฆ่าเชื้อแล้ว สิ่งประดิษฐ์จากพืชในสกุลโอไรซา (*Oryza* spp.) ที่ผ่านกรรมวิธีซึ่งเจ้าของได้แจ้งให้อธิบดีกรมกสิกรรมทราบก่อนนำเข้าและอธิบดีกรมกสิกรรมได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นการปลอดศัตรูพืช
พืชในสกุลฮีเวีย (*Hevea* spp.) เช่น ยางพารา และพาหะดังต่อไปนี้ น้ำยางสด ยางก้อน ยางเน่า และขี้ยาง	อเมริกากลาง (Central America) อเมริกาใต้ (South America) หมู่เกาะอินเดียตะวันตก (West Indies)	
พืชในสกุลซิตรัส (*Citrus* spp.) เช่น มะนาว มะกรูด และส้มชนิดต่าง ฯลฯ และพืชในสกุลฟอจูเนลลา *Fortunella* spp. เช่น ส้มจี๊ด	อาฟริกา (Africa) อเมริกากลาง (Central America) อเมริกาใต้ (South America) ยุโรป (Europe) ตะวันออกใกล้ (Near East) ประเทศแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean Region) สหรัฐอเมริกา (United States of America) อินเดีย (India) ญี่ปุ่น (Japan) ลังกา (Ceylon) อินโดนีเซีย (Indonesia) ออสเตรเลีย (Australia)	อาหารสำเร็จรูป*

1/ (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 81 ตอนที่ 113 วันที่ 1 ธันวาคม 2507)
(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 96 ตอนที่ 1 (ฉบับพิเศษ) วันที่ 1 มกราคม 2522)
(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 88 ตอนที่ 57 วันที่ 1 มิถุนายน 2514)

เงื่อนไข ในกรณีที่ได้รับอนุญาตให้นำสิ่งต้องห้ามเข้ามาเพื่อการทดลองหรือการวิจัย ต้องกระทำตามวิธีปฏิบัติทางวิชาการที่อธิบดีกรมกสิกรรมเห็นสมควร

ตารางที่ 9.4 (ต่อ)

พืช ศัตรูพืชหรือพาหะ	แหล่งที่กำหนด	ข้อยกเว้น
มะพร้าว (*Cocos nucifera* L.)	อาฟริกาตะวันออก (East Africa) อาฟริกาตะวันตก (West Africa) อเมริกากลาง (Central America) อเมริกาใต้ (South America) หมู่เกาะอินเดียตะวันตก (West Indies) ฟิลิปปินส์ (Philippines) อินเดีย (India) เกาะกวม (Guam)	อาหารสำเร็จรูป* สิ่งประดิษฐ์จากพืช มะพร้าว (*Cocos nucifera* L. ผ่านกรรมวิธีซึ่งเจ้าของได้แจ้งให้อธิบดีกรมกสิกรรมทราบก่อนนำเข้าและอธิบดีกรมกสิกรรมได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นการปลอดศัตรูพืช
มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.)	อาฟริกา (Africa) บราซิล (Brazil) อินโดนีเซีย (Indonesia)	อาหารสำเร็จรูป* แป้ง สาคู
ดิน	ทุกแหล่ง	
ปุ๋ยอินทรีย์	ทุกแหล่ง	ปุ๋ยอินทรีย์จากสัตว์นอกจากมูลสัตว์
ศัตรูพืช เช่น เชื้อโรคพืช แมลงศัตรูพืช ไส้เดือนฝอย หอยทาก ทาก วัชพืช และสัตว์หรือพืชที่ก่อความเสียหายแก่พืช	ทุกแหล่ง	
พืชในสกุลกอสซิปเปียม (*Gossypium spp.*) เช่น ฝ้าย ฝ้ายแดง ฝ้ายตุ่น ฝ้ายซัน ฯลฯ	สหรัฐอมเริกา (United States of America) เม็กซิโก (Mexico) อาฟริกา (Africa) หมู่เกาะอินเดียตะวันตก (West Indies) อเมริกากลาง (Central America) เวเลซูเอล่า (Venezuela)	น้ำมันที่ได้จากการสกัดเมล็ดฝ้าย กากเมล็ดฝ้ายที่เหลือจากสกัดน้ำมันแล้ว ปุยฝ้ายที่นำเข้ามาเพื่อการอุตสาหกรรม กรณีปุยฝ้ายนี้จะต้องมีใบรับรองปลอดศัตรูพืชจากประเทศผู้ส่งออกกำกับมาด้วย
เฟินน้ำซาลวิเน่ย (*Salvinia molesta* Match) สเปนิช มอส์ส (Spanis Mose; *Tillandsia usneoides* Linn.)	ทุกแหล่ง ทุกแหล่ง	

1/

ตารางที่ 9.5 พืช ศัตรูพืชหรือพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507
(ปรับปรุงจากโสภิดา และสมศักดิ์ 2539)

พืชหรือพาหะ	ข้อยกเว้น
พืชในสกุลโอไรซา (*Oryza spp.*) เช่น ข้าวจ้าว ข้าวเหนียว ข้าวละมาน ข้าวป่า ฯลฯ และพาหะดังต่อไปนี้ แป้งน้ำและสิ่งสกัดจากเมล็ดข้าวงอก	อาหารสำเร็จรูป* แป้ง
พืชในสกุลฮีเวีย (*Hevea* spp.) เช่น ยางพารา และพาหะดังต่อไปนี้ น้ำยางสด ยางก้อน ยางแน่า และขี้ยาง	-
พืชในสกุลซิตรัส (*Citrus spp.*) เช่น มะนาว มะกรูด และส้มชนิดต่าง ๆ ฯลฯ และพืชในสกุลฟอจูเนลลา (*Fortunella spp.*) เช่น ส้มจี๊ด	อาหารสำเร็จรูป*
มะพร้าว (*Cocos uncifera* Linn.)	อาหารสำเร็จรูป*
มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta Crant.*)	อาหารสำเร็จรูป*
พืชในสกุลซัคคารัม (*Sacchaarum spp.*) เช่น อ้อย พง แขม ฯลฯ	อาหารสำเร็จรูป*
พืชในสกุลคอฟเฟีย (*Cofffea spp.*) เช่น กาแฟ เข็มขาว สีเลื่อน ยามควาย ฯลฯ	อาหารสำเร็จรูป* เมล็ดกาแฟที่คั่วแล้ว
มันเทศ (*Ipomoca batatas* Lamk)	อาหารสำเร็จรูป* แป้ง
พืชในสกุลกอซซิปเปียม (*Gossypium spp.*) เช่น ฝ้ายแดง ฝ้าย ฝ้ายตุ่น ฝ้ายชัน ฯลฯ	-
ยาสูบ (*Nicotiana tabacum* Linn)	บุหรี่, ยาเส้น, ซิการ์
ข้าวโพด (*Zea mays* Linn.)	อาหารสำเร็จรูป* แป้ง
โกโก้ (*Theobroma cacao* Linn.)	อาหารสำเร็จรูป*
พืชในสกุลมูซา (*Musa spp.*) เช่น กล้วยต่าง ๆ ต้นป่านมนิลา ฯลฯ	กล้วยตาก, เชือก

1/ (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 81 ตอนที่ 54 (ฉบับพิเศษ) วันที่ 19 มิถุนายน 2507)
(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 163 (ฉบับพิเศษ) วันที่ 22 กันยายน 2529)

เงื่อนไข

สิ่งกำกัดที่ได้กำหนดไว้ข้างบนนี้ ถ้านำเข้ามาในราชอาณาจักร เพื่อปลูกก็ดี เพื่อขยายพันธุ์ ต้องกระทำตามวิธีปฏิบัติทางวิชาการที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควร

*** อาหารสำเร็จรูป** คือ อาหารที่ผ่านกรรมวิธีปรุงแต่ใช้รับประทานได้ทันทีและผ่านกรรมวิธีการที่สามารถทำลาย เชื้อโรคและศัตรูพืชแล้ว

ตารางที่ 9.5 (ต่อ)

พืชหรือพาหะ	ข้อยกเว้น	เงื่อนไข
ถั่วเหลือง (*Glycine max* Merr.)	อาหารสำเร็จรูป*	ต้องกระทำตามวิธีปฏิบัติทางวิชาการที่พนักงานเจ้าหน้าที่กำหนด
ถั่วเขียว (*Phascolus aureus* Roxb.)	อาหารสำเร็จรูป*	ต้องกระทำตามวิธีปฏิบัติทางวิชาการที่พนักงานเจ้าหน้าที่กำหนด
ข้าวฟ่าง (*Songhum vulgare* Pers.)	อาหารสำเร็จรูป*	ต้องกระทำตามวิธีปฏิบัติทางวิชาการที่พนักงานเจ้าหน้าที่กำหนด
พืชในวงศ์กล้วยไม้ (Family Orchidaceae) เช่น แวนด้า (*Vanda spp.*) แคทลียา (*Cattleya spp.*) รองเท้านารี (*Paphiopedilum spp.*) เป็นต้น	-	ต้องกระทำตามวิธีปฏิบัติทางวิชาการที่พนักงานเจ้าหน้าที่กำหนด
มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* Linn.)	อาหารสำเร็จรูป*	
ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* Linn.)	อาหารสำเร็จรูป*	
สับปะรด (*Ananas comosus* Merr.)	อาหารสำเร็จรูป*	
พืชในสกุลคาเมลเลีย (*Camellia spp.*) เช่น ชา เมี่ยง ฯลฯ	อาหารสำเร็จรูป* ชาสำหรับชง	
ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.)	-	
มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill)	อาหารสำเร็จรูป*	
มะละกอ (*Carica papaya* Linn.)	อาหารสำเร็จรูป*	
พืชในสกุลอะเลอไรติส (*Aleurites* spp.) เช่น มะเขา รุมยัง โพธิสัตว์ ฯลฯ	-	
เผือก (*Colocasia antiguorum* var. *esculen*)	อาหารสำเร็จรูป*	
ข้าวสาลี (*Triticum vulgare* Vill.)	อาหารสำเร็จรูป*	

6. วิธีชีวภาพหรือชีววิธี (Biological Control)

หมายถึงการกำจัด ควบคุมศัตรูพืชที่เป็นโรค แมลงและวัชพืช โดยอาศัยสิ่งที่มีชีวิต ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวเบียน (parasites) หรือตัวห้ำ (predators) หรือโรค (pathogens) ทำลายศัตรูพืชที่ต้องการกำจัด หรือจะหมายความว่า "การใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมหรือปราบปรามสิ่งมีชีวิต" ก็ได้

การควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติและได้ผลดีในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชเช่น มีผลสำเร็จในปี 1888 ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา คือการใช้ด้วงเต่า (*Vedalia sp.* ควบคุมเพลี้ยแป้งของส้ม (cottony-cushion scale, *Icerya purchasi*) ได้สำเร็จเป็นครั้งแรกของโลก ต่อมาในประเทศออกเตรเลียได้ใช้หนอนผีเสื้อ *Cactoblastis caetorum* และเพลี้ยแป้ง *Dactylopius sp.* กำจัดวัชชพืชพวกตะบองเพชร (*Opuntia sp.*) ในรัฐควีนส์แลนด์ในเนื้อที่ ๆ กว่า 70 ล้านเอเคอร์ ในปัจจุบันนี้เนื้อที่ดังกล่าวได้กลายเป็นทุ่งหญ้าปศุสัตว์ที่ดีที่สุดของประเทศ

วิธีการควบคุมศัตรูพืชทางชีวภาพ

การควบคุมทางชีวภาพอาจจำแนกวิธีการดำเนินงานออกตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การใช้สัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นตัวห้ำ
2. การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและแมลงเป็นตัวห้ำ
3. การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและแมลงเป็นตัวเบียน
4. การใช้เชื้อจุลินทรีย์ และสารจุลินทรีย์ฆ่าแมลง
5. การทำหมันโดยใช้สารกัมมันตภาพรังสี

6.1 การใช้สัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นตัวห้ำ (Predacious vertebrate animals)

ได้แก่การส่งเสริมให้มีการขยายพันธุ์สัตว์ที่อาศัยแมลงเป็นอาหารหลัก ซึ่งจำแนกออกเป็นพวกต่าง ๆ คือ

1) พวกนก (Aves) ที่สำคัญได้แก่ นกหัวขวาน นกนางแอ่น นกกะสาหัวหงอก นกแซงแซว นกตาฟาง นกกระจิบ นกกะปูด นกดุเหว่า นกสาลิกา นกกางเขน ฯลฯ

2) พวกสัตว์เลื้อยคลาน (Reptilia) ที่สำคัญได้แก่ กิ้งก่าธรรมดา กิ้งก่าบิน แย้ ตะกวด ฯลฯ

3) พวกสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibia) ที่สำคัญได้แก่ กบ คางคก อึ่งอ่าง

4) พวกปลา (Pisces) ส่วนใหญ่เป็นปลาขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด เป็นสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารพร้อม ๆ กันกับการช่วยทำลายลูกน้ำของยุง และหนอนของตัวเหลือบดูดเลือดสัตว์

5) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (**Mamalia**) ที่สำคัญได้แก่ ค้างคาวกินแมลง ตัวตุ่น และตัวนิ่ม ฯลฯ

6.2 การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและแมลงที่เป็นตัวห้ำ (Predacious invertebrate animals and insects)

สัตว์ไร้กระดูกสันหลังที่ผ่านการทดลองนำไปใช้กำจัดศัตรูพืชอย่างได้ผลมาแล้ว คือ แมงมุม วงศ์ Lycosidae, Oxyopidae, Salticidae, Lynyphiidae เป็นต้น หอยทากชนิด *Gonaxis kibwoziensis* เป็นหอยทากขนาดเล็ก กินเนื้อเป็นอาหาร สามารถนำไปปราบหอยทากยักษ์ (Giant African snail) ชนิด *Achatina fulica* อย่างได้ผลมาแล้วในหมู่เกาะทะเลใต้ และเกาะฮาวาย

ส่วนพวกแมลงห้ำ ซึ่งมีส่วนช่วยจับแมลงกินโดยตรง มีอยู่มากมายหลายชนิดในอันดับ (Order) และวงศ์ (Family) ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (Shepard *et.al.* 1987)

1) **พวกตั๊กแตน (Order Orthoptera)** ได้แก่ ตั๊กแตนตำข้าว (วงศ์ Mantidae) จิ้งหรีด (วงศ์ Gryllidae) ตั๊กแตนหนวดยาว (วงศ์ Tettigoniidae) กินตัวอ่อนของหนอนผีเสื้อ มวน ฯลฯ

2) **พวกแมลงช้าง (Order Neuroptera)** ตัวอ่อนชอบอาศัยอยู่ตามพื้นทราย, ในถ้ำหรือใต้หลืบหิน ดักจับกินแมลงที่ตกลงไปในหลุมทราย ซึ่งตัวอ่อนทำไว้และฝังตัวเองอยู่ก้นหลุมคอยดักจับกินแมลงที่ตกลงไป

3) **พวกแมลงปอ (Order Odonata)** ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำคอยจับแมลงและสัตว์ขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำ ส่วนตัวแก่จับแมลงขนาดเล็ก เช่น พวกยุงและริ้นเป็นอาหาร แมลงทุกวงศ์ใน Order นี้ เป็น predator เช่น แมลงปอยักษ์ (วงศ์ Aeshinidae) แมลงปอเสือ (วงศ์ Gomphidae) ฯลฯ

4) **พวกแมลงติดหิน (Order Plecoptera)** ตัวอ่อน อาศัยอยู่ตามก้อนหินใต้น้ำ คอยจับตัวหนอน และแมลงขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำเป็นอาหาร

5) **พวกมวน (Order Hemiptera)** ที่สำคัญคือ มวนเพชฌฆาต และมวนพิฆาต ในวงศ์ Reduviidae จิงโจ้น้ำ (วงศ์ Gerridae) มวนหญ้า (วงศ์ Miridae) ซึ่งใช้ปากแบบดูดแทงทะลุผนังลำตัวของศัตรูพืชเช่น ตัวอ่อนของมวนและหนอนผีเสื้อ เพื่อดูดกินอาหารที่อยู่ในลำตัว

6) **พวกแมลงวัน Order Diptera** เช่น แมลงวันโจร (วงศ์ Asilidae) เป็นแมลงวันขนาดใหญ่ แข็งแรงและว่องไว สามารถจับเหยื่อในขณะที่กำลังบินอยู่แล้วใช้ปากแบบดูดฆ่าและดูดกินน้ำในลำตัวเหยื่อ ตัวอ่อนของแมลงวันดอกไม้ (วงศ์ Surphidae) จับเพลี้ยอ่อนกินเป็นอาหาร

7) **พวกด้วงปีกแข็ง (Order Coleoptera)** ที่มีนิสัยเป็นตัวห้ำ ได้แก่ ด้วงเสือในวงศ์ Cicindelidae ด้วงดินในวงศ์ Carabeidae ด้วงเต่าทองในวงศ์ Coccinellidae ด้วงน้ำในวงศ์ Hydrophilidae ด้วงดีดในวงศ์ Elateridae และด้วงเปลือกไม้ในวงศ์ Cucujidae และวงศ์ Cleridae

6.3 การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลั งและแมลงที่เป็นตัวเบียน (Parasitic invertebrate animals and insects)

สัตว์ไร้กระดูกสันหลังซึ่งเป็นตัวเบียนที่สำคัญคือ พวกไส้เดือนฝอยกินแมลง (entomophagous nematodes) เฉพาะที่มีส่วนเกี่ยวพันกับแมลงมีอยู่ทั้งสิ้นประมาณ 750 ชนิด ที่สัมพันธ์กับแมลงศัตรูป่าไม้ ได้แก่ *Aphelenchulus reversus, A. diplogaster, A. tomici* ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยตัวเบียนทำลายมอดเจาะเปลือกไม้สน (*Dendroctonus monticolae, Ips typographus* และ *Pityogenes bidentatus*) ปัจจุบันนี้มีการผลิตไส้เดือนฝอยชนิด *Seinernema carpocapsae* เป็นการค้าเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญเช่น หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนกินใต้เปลือกลองกอง, ลางสาด และด้วงหมัดผัด ได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจมาก

วิธีนี้เป็นวิธีการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) นี้กำลังได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นวิธีที่ลดมลภาวะสารพิษหรือสารเคมีในสิ่งแวดล้อม **วิธีนี้ผู้ใช้จะต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของเหยื่อ (prey) และศัตรูธรรมชาติ (ตัวห้ำ predator) หรือตัวเบียน (parasite) เป็นอย่างดี**

แมลงเบียน (parasitic insects) ได้แก่แมลงที่เป็นศัตรูธรรมชาติซึ่งทำลายแมลงศัตรูพืชโดยจะเกาะกินเหยื่อหรือแมลงอาศัย (prey หรือ host) อยู่ภายนอกและภายใน ทีละน้อยจนตายในที่สุด ที่สำคัญคือ แมลงเบียนในวงศ์ Pipunculidae, Encyrtidae Trichogrammatidae, Tachinidae, Scoliidae, Bethylidae และ Elasmidae (มีรายละเอียดเพิ่มเติมในข้อ 6.4 และบทที่ 8 รายชื่อของแมลงศัตรูธรรมชาติ พร้อมทั้งชื่อของแมลงอาศัยรวบรวมไว้ในภาคผนวกที่ 1

"prey" หรือ "เหยื่อ" ในความหมายของการควบคุมโดยชีววิธีนี้หมายถึงศัตรูพืชที่เราต้องการจะควบคุมและแมลงที่เป็นอาหารของศัตรูธรรมชาติคือ ตัวเบียน (parasites) นั่นเอง ความสัมพันธ์ของ prey และ predator และอาหารได้กล่าวมาบ้างแล้วในเรื่องของ **สาเหตุของการระบาดของแมลงศัตรูพืช** ดังนั้นความสัมพันธ์เบื้องต้นของ predator และ parasite ก็มีในแง่ของการที่ prey เป็นอาหารดังจะอธิบายได้ดังนี้คือ

การเพิ่มจำนวนของเหยื่อ จะทำให้ศัตรูธรรมชาติมีอาหารกินมากและหาอาหารได้ง่าย จำนวนของศัตรูธรรมชาติก็เพิ่มขึ้นและจำนวนเหยื่อที่ถูกทำลายก็มีมากขึ้นจนกระทั่งเหยื่อไม่สามารถที่จะขยายและเพิ่มจำนวนได้ จำนวนของเหยื่อก็เริ่มลดลงจนถึงจุด ๆ หนึ่งที่ศัตรูธรรมชาติเกิดปัญหาขาดแคลนอาหาร จำนวนศัตรูธรรมชาติก็เริ่มลดน้อยลง จนถึงจุดต่ำสุดจุดหนึ่งที่เหยื่อจะสามารถเพิ่มหรือทวีปริมาณได้โดยไม่มีภัยหรือภัยน้อยมากจากศัตรูธรรมชาติและเมื่อมีเหยื่อมากศัตรูธรรมชาติก็เริ่มทวีจำนวนมากขึ้นอีก จนเหยื่อเริ่มลดจำนวนลงเป็นวัฏจักรดังนี้เรื่อยไป ลักษณะดังนี้เป็นปรากฏการณ์ของความสัมพันธ์ของเหยื่อกับศัตรูธรรมชาติหรือ parasite ในสภาพสมดุลทางธรรมชาติ

สิ่งที่จะต้องศึกษาเพื่อให้การควบคุมศัตรูพืชทางชีวภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพคือ ความรู้ด้านนิเวศน์วิทยาของแมลงศัตรูพืช เพื่อหาความเคลื่อนไหวหรือความผันแปรของประชากร (population dynamics)

ในเรื่องความผันแปรของประชากรนี้ จะต้องศึกษาว่าวงจรชีวิตของแมลงศัตรูพืช ในทุกระยะของการเจริญเติบโตนั้นมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง ที่มีผลต่อจำนวนประชากรของแมลงศัตรูพืชนั้น ๆ ปัจจัยดังกล่าวรวมทั้ง Abiotic factor (คือปัจจัยที่ไม่มีชีวิต) เช่น อุณหภูมิ ฝน ความชื้น แสงลม ฯลฯ และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ Biotic factor (คือปัจจัยที่มีชีวิต) เช่น predators, parasites และ pathogens เป็นต้น การศึกษานี้ต้องทราบถึงรายละเอียดของแต่ละปัจจัย และนำมารวบรวมเพื่อคำนวณและสรุปได้ว่า ตลอดระยะการเจริญเติบโตนั้นจะมีประชากรของแมลงศัตรูเหลือมีชีวิตรอดอยู่เท่าไรจากจำนวนเต็มเท่าไร เราเรียกการศึกษานี้ว่าเป็นการศึกษาถึงความเคลื่อนไหวของประชากร (Population dynamics) ส่วนใหญ่แล้วมักจะมีตารางแจงรายละเอียดดังกล่าว ซึ่งเราเรียกว่า Life Table ตัวอย่างของ Life Table ของ *Lithocolletis blancardella* (Lepidoptera: Gracillariidae) ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญของแอปเปิ้ลใน (**ตารางที่ 9.6** Pottinger 1971)

X	=	age interval
N_X	=	no. of individuals alive at the beginning of the age interval
M_xF	=	causative mortality factor within the age interval
M_X	=	no. of individuals attributable to a mortality factor in any age interval
100 M/N	=	M_X as a percentage of N_X
100 M/N.1	=	M_X as a percentage of the initial no. of eggs (N.1)
S_X	=	survival rate within x
N.2	=	no. of eggs observed in the next generation.

ตารางที่ 9.6 แสดง Life Table ของ *Lithocolletis blancadella,* รัฐควีเบคปี 1963 (Pottinger 1971)

X	N_X	M_XF	M_X	100 M/N	100 M/N.1	S_X
Eggs (N.1)	308.0	Predators	1.0	0.3	0.3	
		Other	40.2	13.1	13.1	
		TOTAL	41.2	13.4	13.4	0.866
Sap feeders	266.8	Predators	5.0	1.9	1.6	
(inst. I-III)		Parasites	3.0	1.1	1.0	
		Cannibalism	30.0	11.2	9.7	
		TOTAL	38.0	14.2	12.3	0.858
Tissue feeders	228.8	Predators	50.6	22.0	16.4	
(inst. IV-V)		Chalcids	26.3	11.4	8.5	
		A. orninis hyps. 12.0				
		A. ornigis 120.8				
		Total *A. ornigis*	132.8	57.8	43.1	
		TOTAL	209.7	91.2	68.0	0.083
Pupae	19.1		-	-	-	1.000
Moths.	19.1	Sex(51.4% females)	(-0.54)	(-2.8)	(-0.2)	
NF_2	19.64					
Generation			288.4	93.64	93.6	0.064
Expected eggs		212.1				
Actual eggs (N.2)		215.0				
Increase of moths due to immigration		0.26%				
Index of population trend		69.8%				
Constant mortality rate		90.74%				

6.4 การใช้เชื้อจุลินทรีย์ และสารจุลินทรีย์ฆ่าแมลง (Microbial organisms and Microbial insecticides)

เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโรคทำลายแมลงศัตรูพืช ที่สำคัญมี 5 กลุ่มคือ แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส ไส้เดือนฝอย และโปรโตซัว ดังจะกล่าวอธิบายในรายละเอียดแต่ละกลุ่มดังนี้คือ

1) แบคทีเรีย แบคทีเรียที่ใช้ได้ผลดีมากและผลิตเป็นการค้าแล้วคือ *Bacillus thurigiensis* (Bt.) ซึ่งใช้ควบคุมหนอนผีเสื้อได้แทบทุกชนิด และใช้อย่างกว้างขวางทั่วโลก ในปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในท้องตลาดในรูปผง (dust) และน้ำ (solution) จากผลการทดลองนำมาใช้ปราบแมลงศัตรูป่าไม้ระหว่างปี 2515 - 2517 ปรากฏว่าใช้ได้ผลดีมากสำหรับกำจัดหนอนระบาดกินใบสัก *Hyblaea puera puera* ต่อมาใช้กับหนอนใยผักและหนอนกระทู้ชนิดต่าง ๆ ได้ผลดีมาก นอกจากนี้ยังมี *Bacillus sphaericus* ควบคุมยุง, *B. moritai* ควบคุมแมลงวัน และ *B. larvae* ทำให้เกิดโรค American foulbrood ในผึ้ง พิษของแบคทีเรียนั้นเกิดจากสาร endotoxin ซึ่งเป็นผลึกที่แบคทีเรียสร้างขึ้นภายใน cell เพื่อทำลายผนังลำไส้และระบบย่อยอาหารของแมลงและสารดังกล่าวจะเข้าไปในระบบเลือด สาร endotoxin ที่พบปัจจุบันมี 4 ชนิดคือ α,β,δ endofoxin และ exo-enzyme endotoxin ชนิดที่สำคัญที่สุดคือ δ-endotoxin อย่างไรก็ดีข้อจำกัดการใช้ของสาร *Bt.* คือ

(1) จะต้องให้แมลงกิน Bt เข้าไปเท่านั้น เพราะไม่มีฤทธิ์ถูกตัวตายและจะมีฤทธิ์ฆ่าแมลงเมื่อน้ำย่อยในลำไส้ของแมลงย่อยสลายผลึก endotoxin เท่านั้น

(2) จะสลายตัวเร็ว เมื่อได้รับรังสี UV จากแสงอาทิตย์ จึงต้องพ่นสารในเวลาตอนเย็นหรือค่ำ

(3) มีอายุเก็บสั้นกว่าสารเคมี และสลายตัวเร็วเมื่อถูกความร้อน

(4) ใช้ได้ดีเฉพาะหนอนผีเสื้อ เป็นส่วนใหญ่และไม่สามารถทำลายแมลงชนิดอื่น เช่น เพลี้ยไฟ, เพลี้ยจักจั่น ฯลฯ

(5) เมื่อแมลงได้รับ *Bt.* แล้วไม่ตายทันที แต่จะแสดงฤทธิ์หลังจากกิน 48 ชม. ขึ้นไป ส่วนข้อดี คือไม่เป็นพิษต่อศัตรูธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งผู้บริโภคและสามารถขยายพันธุ์ทำลายแมลงอย่างต่อเนื่องได้เมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสม จากการใช้เพียงครั้งเดียว

2) เชื้อรา เชื้อราที่เป็นโรคของแมลง ส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Entomophthora, Empusa, Hirsutella, Cordyceps, Beauveria, Spicaria, Metarrhizium, Penicillium* etc. ชนิดที่น่าสนใจได้แก่ *Empusa grylli* ซึ่งเป็นโรคระบาดทำลายตั๊กแตนและ *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill ซึ่งเป็นโรคของแมลงหลายชนิด สามารถนำมาเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ได้บนอาหารเทียม เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 27.5°C ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซนต์ สามารถนำไปใช้กำจัดหนอนมอดป่าเจาะไม้สักชนิด *Xyleutes ceramicus* และหนอนผีเสื้อเจาะไม้สักชนิด *Zeuzera indica* ได้

เชื้อราที่เป็นโรคของแมลงที่เก่าแก่และรู้จักกันดีคือ green muscardine fungus (*Entomorphthora anisopliae*) ทำลายผึ้งและควบคุมด้วงงวงกินหัวบีท (Sugar beet Curculio) ได้สำเร็จในสภาพไร่โดยทำลายแมลงได้ถึง 50-80 % และต่อมามีการใช้ *Beauvaria bassiana* ควบคุม Cinchbug ได้สำเร็จในมลรัฐ Kansus การระบาดของเชื้อราที่เป็นโรคของแมลงเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการเจริญเติบโตของเชื้อราในแมลงอาศัยและการแพร่กระจายของประชากรของแมลงอาศัยที่เหมาะสม (มลิวัลย์ 2534)

เชื้อราที่พบเป็นโรคของแมลงมีดังนี้

1) กลุ่ม Phycomycetes เช่น *Coelomomyces spp.*, *Entomorphthora spp.* และ *Massospora spp.*
2) กลุ่ม Ascomycetes เช่น *Cordyceps spp.*
3) กลุ่ม Basidiomycetes เช่น *Septobasidium spp.*
4) กลุ่ม Fungi Imperfecti เช่น *Beauveria spp.*, *Cephalospoium spp.*, *Hirsutella spp.*, *Metarrhizium spp.* และ *Verticillium spp.* เป็นต้น

เชื้อราที่ใช้ได้ผลดีในประเทศไทย ปัจจุบันนี้คือ เชื้อรา *M. anisopliae* ใช้ควบคุมด้วงแรดมะพร้าว และ *Beuveria bassiana* ควบคุมด้วงงวงมันเทศ (กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ 2534)

3) เชื้อไวรัส ที่เป็นโรคของแมลงอยู่ในสกุล *Borrelina*, *Bergoldia*, *Smithia*, *Morator*, *Paillctella* ชนิดที่สำคัญได้แก่ *Borrelina bombycis* ซึ่งทำลายหนอนไหม (*Bombyx mori*) และเชื้อ *Paillotella pieris* ทำลายหนอนกระหล่ำปลีชนิด *Pieris brassicae* ที่สำคัญที่สุดที่ใช้ได้ดีขณะนี้คือ Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) ซึ่งเป็น Baculovirus.

ไวรัส NPV เป็นไวรัสชนิด Baculovirus ซึ่งสามารถทำลายแมลงได้กว้างขวาง เช่น ทำลายหนอนผีเสื้อ ผึ้ง ต่อ แตน ด้วง และแมลงวันเป็นต้น โดยพบว่ามักจะทำลายตัวอ่อนของแมลงเหล่านี้ ปัจจุบันนี้มีการผลิต NPV เป็นการค้าได้สำเร็จหลายชนิด เช่น NPV ของหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Heliothis zea*), ของ gypsy moth (*Lymantria dispar*), douglas tussoc moth (*Orgyia pseudosugata*), หนอนคืบกระหล่ำปลี (*Trichoplusia ni*) และหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*), หนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*) และหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Heliothis armigera*) เป็นต้น

ข้อดีของการใช้ไวรัสนอกเหนือจากข้อดีทั้งหลายจากที่กล่าวในการใช้จุลินทรีย์ทั่ว ๆ ไปแล้ว พบว่าไม่เคยมีรายงานการสร้างความต้านทานของแมลงต่อไวรัสและสามารถแนะนำให้เกษตรกรผลิตใช้เองอย่างต่อเนื่องได้หลังจากการใช้ครั้งแรกแล้ว แต่มีข้อเสียคือต้องใช้เวลา 3-7 วัน แมลงจึงจะตายและเกษตรกรมักไม่ค่อยยอมรับเพราะไม่รวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ สำหรับแมลงที่ใช้ NPV ได้ผลดีและประสบผลสำเร็จแล้วในประเทศไทย (อุทัย 2534) มีดังนี้คือ

1) การควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้าย ในฝ้าย มะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง และใช้ร่วมกับสารเคมี ในการบริหารแมลงศัตรูฝ้ายได้สำเร็จ

2) การควบคุมหนอนกระทู้หอม (หนอนหนังเหนียว)

3) การควบคุมหนอนกระทู้ผัก

4) การควบคุมหนอนคืบกระหล่ำ

4) ไส้เดือนฝอย (Entomopathogenic nematode)

ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Steinernematidae ได้แก่ *Steinernema carpocapsae* และในวงศ์ Heterorhabditidae ได้แก่ *Heterorhabditis sp.* เป็นไส้เดือนฝอยศัตรูธรรมชาติของแมลงทำให้แมลงตายได้ ปัจจุบันได้ใช้ควบคุมศัตรูพืชได้หลายชนิด โดยไส้เดือนฝอยในระยะตัวอ่อนวัยที่ 3 เป็นระยะที่เข้าทำลายแมลง (infectious stage) เข้าสู่แมลงทางช่องเปิดได้ทุกช่องเช่น ทางปาก ทวาร รูหายใจ เมื่อแมลงได้สัมผัสกับไส้เดือนฝอย แล้วจะเข้าสู่ลำไส้ (midgut) เข้าสู่กระแสเลือดของแมลงซึ่งอยู่ใน haemocoel ไส้เดือนฝอยพวกนี้จะมีแบคทีเรียในกลุ่ม *Xanohabdus* เช่น *X. luminescens* และ *X. nematophilus* ซึ่งจะถูกปล่อยออกมาใน haemocoel ของแมลงทำให้เลือดแมลงเป็นพิษ และแมลงจะตายภายใน 24-48 ชั่วโมง

ในการใช้ไส้เดือนย่อย *S. carpocapsae* นี้ พบว่าใช้ได้กับแมลงหลายชนิด เช่น ควบคุมหนอนกินใต้เปลือกลองกองได้ถึง 80% ควบคุมแมลงในดินส่วนใหญ่ได้ดี รวมทั้งหนอนกระทู้หลายชนิด (วัชรี 2534)

ข้อจำกัดของการใช้ไส้เดือนฝอยเหมือนกับการใช้แบคทีเรียและจะใช้ได้ดีในสภาพอากาศชื้นหรือฝนตกเพราะจะถูกน้ำพัดพาไปอย่างรวดเร็ว ไส้เดือนฝอยสามารถทนแรงดันได้สูง จึงใช้ร่วมกันกับหัวฉีดน้ำได้ ปัจจุบันมีการผลิตเป็นการค้า และใช้กันแพร่หลายทั่วโลก

5) เชื้อโปรโตซัว ที่เป็นโรคของแมลงที่สำคัญได้แก่ *Herpetomonas pyraustae* ชอบทำลายหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Mythimna nubialaris*) โรคอมีบาชนิด *Malameba locustae* ทำอันตรายแก่พวกตั๊กแตนหลายชนิด

นอกจากการใช้ตัวเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวข้างต้นโดยตรงแล้ว ยังมีการใช้สารปฏิชีวนะ (Antibiotic) ซึ่งเป็นผลิตผลที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น Streptomycin ใช้กำจัดโรคใบลายของยาสูบ (Tobacco mosaic) Actidione ใช้กำจัดป้องกันโรครัสท์ของไม้สน เช่น white pine blister rust เป็นต้น

6.5 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมทางชีวภาพ (Advantages and disadvantages)

การควบคุมทางชีวภาพมีข้อดีหรือข้อได้เปรียบที่ดีกว่าการใช้ด้วยสารเคมี คือ

1) ไม่มีปัญหากระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์

2) เกิดการสร้างความต้านทานหรือการดื้อยา (resistant effects) ช้ากว่าการใช้ยาเคมี

3) มีผลคุ้มกันต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ในระยะยาว เพราะเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถขยายแพร่พันธุ์ได้เองและเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากร ธรรมชาติ

ส่วนข้อเสียนั้น ได้แก่

1) ศัตรูธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพบางชนิดต้องลงทุนสูงและยากแก่การนำมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ให้ได้จำนวนมาก

2) ให้ผลช้าและต้องรอให้มีจังหวะและมีช่วงเวลาที่เหมาะสมซึ่งหมายถึงปัจจัยทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่เหมาะสมจึงจะใช้งานได้ผลดี

3) ยากแก่การประเมินผล

6.6 องค์การระหว่างประเทศที่มีบทบาทในเรื่องการควบคุมทางชีวภาพ

1) CIBC (The Commonwealth Institute of Biological Control) ซึ่งตั้งขึ้นในปี 1927 มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ประเทศอังกฤษ และมีสาขาห้องปฏิบัติการอยู่ในประเทศสวิสเซอร์แลนด์,ทรินิแดด อินเดีย และปากีสถาน

2) OILB (The Organization Internationale de Lutte Biologique) มีสาขาอยู่ในกลุ่มประเทศทางยุโรปตะวันตก

3) สำหรับประเทศไทยเราเพิ่งได้มีการริเริ่มจัดตั้งศูนย์ทางชีวภาพนี้ขึ้นในปี 2510 โดย CIBC ให้ความร่วมมือผ่านทางองค์การ ส.ป.อ. โดยให้ประเทศไทยเป็นศูนย์ทางการควบคุมโดยชีวภาพในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทั้งหมด ใน 6 - 7 ปีแรกก็เป็นการเสนอหลักการ การดำเนินงานต่อคณะกรรมการและกรมวิเทศสหการเป็นผู้รวบรวมข้อเสนอจากรัฐบาลต่างประเทศปี 2518 จึงกำหนดตั้งศูนย์นี้มีชื่อว่า National Biological Control Research Center, NBCRC) หรือศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ปัจจุบันคณะอนุกรรมการบริหารของศูนย์ NBCRC ขึ้นตรงต่อคณะกรรมการบริหารสภาวิจัยแห่งชาติ และได้งบประมาณดำเนินการจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มีศูนย์ส่วนกลางอยู่ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ และกำแพงแสน จ.นครปฐม) และมีศูนย์ย่อยปฏิบัติงานประจำภาคต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

ศูนย์ส่วนกลาง

ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ส่วนกลาง อาคารศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์/โทรสาร : (02) 5793649

ศูนย์ส่วนภูมิภาค

(1) ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140 โทรศัพท์/โทรสาร (034) 351-881

(2) ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคเหนือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สันทราย เชียงใหม่ 50290 โทรศัพท์/โทรสาร : (053) 498-243

(3) ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002 โทรศัพท์ : (043) 237-602 โทรสาร : (043) 224-474

(4) ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112 โทรศัพท์ : (074) 212-823

7. การควบคุมโดยใช้สารเคมี (Chemical Control)

คือการใช้สารเคมีหรือวัตถุมีพิษหรือยาฆ่าแมลงในการควบคุมและป้องกันศัตรูพืช สารเคมีฆ่าแมลง(insecticide) มาจากคำว่า insect + icide (to kill) การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุด เพราะหาซื้อได้ง่าย ใช้ง่าย ได้ผลเร็ว ทันต่อเหตุการณ์ แต่ปัญหาใหญ่คือราคาแพงมีพิษต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งแมลงสร้างภูมิต้านทานสารเคมี (chemical resistance) และเกิดระบาดของแมลงมากกว่าและเป็นปัญหามากกว่าเดิม (resurgence) และมีปัญหาและผลกระทบต่อแมลงชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช้เป้าหมาย (non-target insects) อย่างไรก็ดี มีการปรับปรุงรูปแบบของสารเคมีฆ่าแมลงมากมาย เช่น มีการใช้ hormone ระงับหรือยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor, GI หรือ growth regulator, GR.) ใช้จุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูธรรมชาติในลักษณะเหมือนการใช้สารเคมี ที่เรียกว่า biopesticide ซึ่งรวมกับการใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา (neem) ไพเรทริน หรือสารสังเคราะห์ที่เลียนแบบสารสกัดจากธรรมชาติ เช่น สารไพรีทรอยสังเคราะห์ (synthetic pyrethroids) เป็นต้น

ยุคการใช้สารเคมี **ยุคแรก** คือ การใช้สารอินทรีย์หรือสารประกอบโลหะหนัก (inorganic compound) คือสารหนูเขียว (Paris green) เพื่อปราบด้วง *Leptinotarsa decemlineata* (Colorado beetle) ในปี 1867 อีก 100 ปี ต่อมามีการใช้พวก น้ำมันก๊าด น้ำมัน และ emulsion ต่าง ๆ ในการป้องกันกำจัดแมลง เพราะมีพิษน้อยกว่าสารหนูเขียวมาก **ยุคที่สอง** ของการใช้ยาฆ่าแมลงเป็นยุคของการใช้พืชในธรรมชาติ เช่น ดอกไพเรทรัม, ใบยาสูบ และโล่ติ๊น **ยุคที่ 3** เริ่มเมื่อมีการใช้สารอินทรีย์สังเคราะห์ เช่น chlorinated hydrocarbons, organophosphates และ carbamates **ยุคที่ 4** หรือยุคปัจจุบันนี้เป็นยุคของการใช้ยาฆ่าแมลงชีวินทรีย์หรือสารอื่น ๆ ซึ่งมีพิษต่อมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารอินทรีย์สังเคราะห์ เช่นการใช้ hormone ระงับหรือยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor GI, หรือ growth regulator GR) หรือสารสกัดจากพืช เช่น สะเดา (neem) และสารไพรีทรอยสังเคราะห์ (synthetic pyrethroid) และ **ยุคที่ 5** (ในทศวรรตที่ 20) คงจะเป็นการใช้สารเคมีหรือจุลินทรีย์กับการใช้พืชจำลองพันธุ์ (transgenic plant)

7.1 คำศัพท์ทางเทคนิค (Technical terminology)

1) LD_{50} (Lethal dose) คือค่าหรือขนาดเฉลี่ยหรือน้ำหนักเฉลี่ยของสารพิษ โดยวิธีวัดสถิติของวัตถุมีพิษ (Median lethal dosage) ที่ทำให้สัตว์ทดลองเสียชีวิตไปครึ่งหนึ่ง (50%) ของน้ำหนักสัตว์ที่ทดลองทั้งหมด ภายในเวลา 24 ชั่วโมง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิลโลกรัม (mg/kg) เราใช้ค่า LD_{50} ในการจัดระดับของความเป็นพิษของวัตถุมีพิษทางการเกษตรดัง**ตารางที่ 9.3** (ประยูร และบัณฑิต 2510)

2) LC_{50} **(Lethal concentration)** คือความเข้มข้นของสารพิษที่ใช้ ณ จุดที่มีค่า LD_{50} มีหน่วยเป็น gm/cc หรือ ppm หรือเปอร์เซ็นต์ หรือ gm/lt.

3) LT_{50} **(Lethal time)** คือระยะเวลานับตั้งแต่เริ่มการทดลอง ไปจนถึงเวลาที่สัตว์ทดลองเสียชีวิตไปครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสัตว์ทั้งหมด มีหน่วยเป็นหน่วยของเวลา

4) I_{50} คือค่าความเข้มข้นของวัตถุมีพิษ คือความเข้มข้นของสารเคมีที่เพียงพอที่จะไประงับการทำงานของ enzyme ได้ 50% ภายในเวลา 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็น ppm

5) PI_{50} คือดรรชนีแสดงค่าของพิษสารเคมีที่ใช้ตรวจค่าได้จากการระงับการทำงานของ Enzyme 50% โดยวัดจาก I_{50}

$$PI_{50} = -\log I \quad \text{และ} \quad \text{ถ้า} \quad I_{50} = 70^{-7}, \qquad PI_{50} = 7$$

6) **Synergism** เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการร่วมทำปฏิกริยาของสาร 2 ชนิด ซึ่งทำให้ผลของปฏิกริยานั้นมีฤทธิ์สูงมากกว่าการใช้ยาอย่างเดียว หรือเป็นผลของปฏิกิริยาร่วมในทางบวก สารที่ร่วมปฏิกริยากันนี้เรียกว่า synergists ตัวอย่างเช่น synergists ของ carbamates คือ Pyrolan กับ Sesamex สาร synergist ที่รู้จักกันดีปัจจุบันนี้ เช่น piperonyl butoxide, sesoxane, และ sesamine oil extracts, sulfoxide และ n-propyl isome.

7) **Antagoinsm** เป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นจากสาร 2 ชนิดที่ทำให้ผลการปฏิกริยาเป็นไปในทางลบ คือมีฤทธิ์ต่ำกว่าการใช้สารอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว เช่น Pyrolan เป็น antagonist ของ Esnine (Phytostigmine)

8) **Analogsynergism** คือปฏิกริยาที่เกิดจากสาร synergists ในกลุ่มเดียวกัน เช่น ใช้ Pyrolan ร่วมกับสาร Carbaryl ฆ่าแมลงสาบและแมลงวัน

ประสิทธิภาพของ Analogsynergism ที่ปรากฏคือ EPN ร่วมกับ Malathion มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเกือบ 100% และ Parthion ร่วมกับ Malathion มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเกือบ 45-50%

9) **Cross Resistance** หรือการต้านทานข้ามกลุ่มวัตถุมีพิษของแมลงหรือสัตว์ทดลอง คือแมลงชนิดหนึ่งอาจต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่มหนึ่งแต่อ่อนแอต่อสารเคมีฆ่าแมลงอีกกลุ่มหนึ่ง เช่น อาจต้านทานต่อสารในกลุ่ม chlorinated hydrocarbons แต่อาจจะอ่อนแอต่อสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphates ก็ได้

10) **Acute toxic** หรือพิษเฉียบพลัน คือพิษที่แสดงออกในสัตว์ทดลองหรือสิ่งที่มีชีวิตหลังจากที่สัตว์ทดลองนั้นได้รับวัตถุมีพิษเข้าไป 1 dose (1 ครั้ง)

11) **Chronic toxic** หรือพิษเรื้อรัง คือพิษที่แสดงออกในสัตว์ทดลองหรือสิ่งที่มีชีวิตหลังจากที่สัตว์ทดลองนั้นได้รับวัตถุมีพิษเข้าไปอย่างสะสมหลาย dose (หลายครั้ง)

12) Dermal LD_{50} คือการทดสอบหา LD_{50} ของสัตว์ทดลองโดยวิธีให้สารพิษซึมผ่านเข้าสู่สัตว์ทางผิวหนัง

13) Oral LD_{50} คือการทดสอบหา LD_{50} ของสัตว์ทดลองโดยวิธีให้สารพิษเข้าสู่ตัวสัตว์ทดลองทางปาก (วิธีกินอาหาร)

14) ชื่อเคมี (Scientific or Chemical name) ชื่อวิทยาศาสตร์หรือชื่อเคมี คือชื่อเรียกทางเคมีของวัตถุมีพิษโดยเรียกตามตำแหน่งและโครงสร้างของ atom หรือ molecule ที่จับอยู่ในโครงสร้างของวัตถุนั้น ๆ

15) ชื่อสามัญ (Comon name) ชื่อสามัญ คือชื่อเรียกที่กำหนดขึ้นสำหรับวัตถุมีพิษแต่ละชนิด อาจเป็นชื่อย่อของ ชื่อเคมี เช่น ชื่อสามัญ BHC มาจากชื่อเคมีว่า 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexachlorocyclohexane หรือ benzene hexachloride และ 0-0-Dimethyl 0-p-nitrophenyl phosphorothioate มีชื่อสามัญว่า parathion ชื่อสามัญเป็นที่ทราบกันดีในหมู่นักวิชาการ

ชื่อสามัญส่วนใหญ่เป็นชื่อที่กำหนดขึ้นโดยหน่วยงานดังต่อไปนี้คือ

BSI = British Standard Institution

IOS = International Organization for Standardization

WSSA = Weed Science Society of America

16) ชื่อการค้า (Trade name)

ชื่อการค้าคือชื่อวัตถุมีพิษที่กำหนดหรือตั้งขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิต อาจพ้องกันกับ common name เช่น DDT หรือต่างกันไปเลยก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตตัวอย่างเช่น

ชื่อเคมี (chemical name) : o-s-Dimthyl phospharamidothioate

ชื่อสามัญ (common name) : Methamidophos

ชื่อการค้า (trade name) : แอสโทรอน 600 โมนิเตอร์ 600 โซนาต้า ทามารอน มอนทานา

บัญชีชื่อสามัญและชื่อการค้าของการฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืช เรียงตามตรรชนีชื่อสามัญได้รวบรวมไว้ในภาคผนวกที่ 2

7.2 รูปแบบของสารฆ่าแมลง (Pesticide formulations and their codes)

ปัจจุบันการผลิตสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมีหลายรูปแบบ (formulations) และใช้ code ต่างกัน แม้ว่าสารเคมีชนิดนั้นจะมีคุณสมบัติและส่วนประกอบใกล้เคียงกันก็ตาม ดังนั้นเพื่อให้การใช้ code ไปในแนวทางเดียวกัน องค์การ FAO และ CIPAC (Collaborative International Pesticide Analytical Council) ได้นำ code ของสารเคมีซึ่งจัดทำโดย GIFAP (International Association of Pesticide Manufacturers) มาใช้เป็นมาตรฐานกำหนด code ของสารเคมีที่ผลิตขึ้น code ที่นำมาใช้ประกอบด้วยอักษร 2 ตัว ซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติและการใช้ของสารเคมีมีชนิดนั้น

รูปแบบของสารฆ่าแมลงภายใต้ coding system นี้ แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ตามคุณสมบัติและการใช้ได้ดังนี้ (กองกีฏและสัตววิทยา 2537)

กลุ่มที่ 1 ชนิดเข้มข้นต้องผสมน้ำก่อนพ่น (Concentrates for dilution with water) ได้แก่

EC = Emusiflable concentrate

SC = Suspension concentrate (= flowable concentrate, FL)

SL = Soluble concentrate (= water soluble concentrate, WSC
= liquid concentrate, LC)

SP = Water soluble powder

SG = Water soluble granules

WP = Wettable powder

WG = Water dispersible granules (= Dry flowable)

EG = Encapsulated granules

กลุ่มที่ 2 ชนิดเข้มข้นต้องผสมด้วย organic solvents (Concentrates for dilution with organic solvents) ได้แก่

OL = Oil miscible liquid

OF = Oil miscible flowable concentrate (oil miscible suspension)

OP = Oil dispersible powder

กลุ่มที่ 3 ชนิดที่ใช้ได้ทันที (Formulations to be applied undiluted or ready-to-use) ได้แก่

GR = Granules (G)

DP = Dustable powder (dust)

UL = Ultra Low Volume (ULV) liquid

ED = Electrochargeable liquid

กลุ่มที่ 4 ชนิดใช้สำหรับคลุกเมล็ด (Concentrate for seed treatment) ได้แก่

DS = Powder for dry seed treatment

FS = Flowable concentrate for seed treatment

LS = Solution for seed treatment

SS = Water soluble powder for seed treatment

กลุ่มที่ 5 ชนิดใช้เฉพาะอย่าง (Miscellaneous formulations for special purposes) ได้แก่

RB = Bait (ready for use)

GE = Gas generating product

HN = Hot fogging concentrate

KN = Cold fogging concentrate

AE = Aerosol dispenser

GA = Gas (under pressure)

กลุ่มที่ 1 ชนิดเข้มข้นต้องผสมน้ำก่อนพ่น

EC = เป็นสารละลายเข้มข้น สารออกฤทธิ์ (active ingredient) ละลายอยู่ในตัวทำละลาย (solvents) ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous formulation) เนื่องจากตัวทำละลายที่ใช้ไม่ละลายน้ำ จึงต้องผสม emulsifier เพื่อช่วยให้กระจายตัวอยู่ในน้ำได้ดี เมื่อผสมน้ำมีลักษณะขาวขุ่น

SC (F, FL) = เป็นของเหลวเข้มข้น สารออกฤทธิ์ไม่ละลายในน้ำมันหรือในน้ำ ในการผลิตจะผสมสารออกฤทธิ์กับสารพาหะอื่นเช่น ดิน (inert clay) และผสมน้ำ สารเคลือบใบ (wetting and dispersing agents) และสารช่วยอื่นอีกสุดท้ายจะได้ของเหลวเข้มข้น เมื่อผสมน้ำได้สารละลายสีขาวขุ่น

SL (WSC, LC) = เป็นของเหลวผสมเนื้อเดียวกัน สารออกฤทธิ์ละลายน้ำหรือแอลกอฮอล์ได้ดี ในขบวนการผลิต สารออกฤทธิ์จะถูกบดจนละเอียด จากนั้นจึงผสมสารเคลือบใบ จะได้สารละลายของเหลวเข้มข้น เมื่อผสมน้ำจะละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

SP* = เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับชนิด SL คือ สารออกฤทธิ์ละลายน้ำได้ดี แต่การผลิตทำออกมาในรูปผงละลายน้ำ

SG* = เป็นสารเคมีเช่นเดียวกันกับชนิด SL แต่ผลิตออกมาในรูปของเม็ด

WP = เป็นสารผงละเอียด สารออกฤทธิ์ผสมกับ talc หรือ clay และสาร wetting and dispersing agents จากนั้นผ่านกระบวนการ micronizing process ได้สารผงละเอียด เมื่อผสมน้ำจะได้สารละลายแขวนลอย ถ้าปล่อยทิ้งไว้จะตกตะกอน ดังนั้นสารเคมีชนิดนี้ควรผสมกับน้ำแล้วใช้ทันที

---

*สารกลุ่ม SP และ SG มี inert ingredient ผสมอยู่ด้วย ซึ่งสารพวกนี้อาจจะไม่ละลายน้ำ

WG = สารชนิดนี้มีคุณสมบัติและการผลิตเช่นเดียวกับพวก WP แต่การผลิตทำออกมาเป็นเม็ด เมื่อผสมน้ำจะแตกออกกระจายตัวเหมือนพวก WP

CG = เป็นสารผง มีขนาด 20-30 ไมครอน สารออกฤทธิ์ถูกเคลือบด้วยสารพลาสติก (cross-linked polymeric skin) wetting agent, thickeners และน้ำ คุณสมบัติที่ดีประการหนึ่ง ได้แก่ สารออกฤทธิ์จะค่อย ๆ ถูกปล่อยออกจากเม็ด (capsules) และอยู่ได้ยาวนานกว่าสารเคมีที่ไม่ได้ใช้กระบวนการผลิตแบบนี้

กลุ่มที่ 2 ชนิดเข้มข้นต้องผสมด้วย organic solvents

สารกลุ่มนี้อยู่ในรูปของน้ำมันเข้มข้น สารออกฤทธิ์ละลายอยู่ใน organic solent เมื่อจะใช้ต้องนำไปละลายในน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง สารกลุ่มนี้ไม่ผสมสาร wetting and dispersing agents ส่วนใหญ่ใช้กำจัดศัตรูในบ้านเรือน

OL = เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน การใช้ต้องผสมกับ organic solvent อีกครั้งหนึ่ง

OF = เป็นของเหลว สารออกฤทธิ์ละลายแขวนอยู่ในน้ำมัน ต้องผสมกับ organic solvent อีกครั้งก่อนใช้

OP = เป็นผงเมื่อผสมกับ organic solvent จะได้สารละลายแขวนลอย

กลุ่มที่ 3 ชนิดใช้ได้ทันที

GR = เป็นสารเคมีชนิดเม็ดขนาดเล็ก พร้อมจะใช้ได้ทันที การผลิตจะเคลือบสารออกฤทธิ์กับวัสดุที่ดูดซับสารได้ง่าย เช่น เม็ดทราย สารออกฤทธิ์จะค่อย ๆ ถูกปล่อยออกมา สารเคมีกลุ่ม GR นี้ ผลิตจำหน่ายหลายขนาด ซึ่งจะใช้ code ต่างกัน ได้แก่ macro granule (GG) มีขนาด 2,000-6,000 ไมเครน fine granule (FG) มีขนาด 300-2,500 ไมครอน micro granule (MG) มีขนาด 100-600 ไมครอน

DP = เป็นสารเคมีชนิดผงพร้อมจะใช้ได้ทันที การผลิตจะผสมสารออกฤทธิ์กับ inert material เช่น pyrophylite clay แล้วบดให้ละเอียดให้ได้ขนาดตามต้องการ สารเคมีที่ได้มีคุณสมบัติพิเศษได้แก่ เป็นผงลื่นไหลคล้ายปูนซีเมนต์ (free flowing powder or liquidization)

UL (ULV) = เป็นของเหลวเนื้อเดียวกันพร้อมใช้ได้ทันที การใช้ต้องใช้กับเครื่องพ่นแบบ ULV สารเคมีพวกนี้ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์และตัวทำละลาย

ED = เป็นสารผสมพิเศษ สำหรับเครื่องพ่นแบบใช้ประจุไฟฟ้า (electrostatic-electrodynamic sprayer) ปกติผลิตในรูปของน้ำมันที่มีการระเหยตัวต่ำ

กลุ่มที่ 4 ชนิดสำหรับใช้คลุกเมล็ด

DS = เป็นผงละเอียดสำหรับคลุกเมล็ดโดยไม่ต้องผสมน้ำ

FS = เป็นสารผสมแขวนลอยคงที่ไม่ตกตะกอน ใช้คลุกเมล็ดได้เลยหรือผสมน้ำก่อนคลุกเมล็ดก็ได้

LS = เป็นของเหลวใช้คลุกเมล็ดได้ทันที หรือผสมน้ำก่อนใช้

SS = เป็นผงละเอียด ต้องผสมน้ำก่อนนำไปใช้

กลุ่มที่ 5 ชนิดใช้เฉพาะอย่าง

RB = เป็นเหยื่อพิษที่ผลิตขึ้นเพื่อล่อศัตรูพืช การผลิตใช้สารเคมีผสมกับอาหาร หรือวัสดุที่ศัตรูพืชชอบ เหยื่อพิษสำเร็จรูปมีหลายรูปแบบได้แก่

GR = granular bait = ชนิดเม็ด

PB = plate bait = ชนิดแผ่น

BB = block bait = ชนิดก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์

GE = เป็นชนิดที่ทำให้เกิดแก๊ส เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนใหญ่อยู่ในรูปเม็ด (tablet) เมื่อโดนอากาศภายนอกจะทำปฏิกิริยาให้แก๊สพิษ ได้แก่ aluminium phosphide ให้แก๊ส phosphine

HN = เป็นสารเคมีชนิดที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้สำหรับพ่นหมอกแบบใช้ความร้อน

KN = เป็นสารเคมีชนิดที่ผลิตเพื่อใช้สำหรับพ่นหมอกกับเครื่องพ่นหมอกที่ม่ใช้ความร้อน

AE = เป็นสารเคมีที่ผลิตขึ้นโดยให้สารออกฤทธิ์ละลายอยู่ในสารละลายปิโตรเลียม (petroleum solvent) บรรจุในภาชนะที่มีความดัน เมื่อใช้ (เปิดลิ้น) สารออกฤทธิ์จะพ่นกระจายออกไป

GA = แก๊สพิษบรรจุในภาชนะได้แก่ กระป๋อง หรือถังภายใต้ความดันสูง

7.3 ประเภทของสารเคมีฆ่าแมลง (Types of insecticides)

อาจแบ่งได้หลายประเภทดังนี้

7.3.1 แบ่งตามทางเข้า (Mode of entry)

1) ประเภทกินตาย (Stomach poison) เช่น สารหนูเขียว (Lead arsenate หรือ paris green) หรือจุลินทรีย์ *Bacillus thurigiensis*

2) ประเภทถูกตัวตาย (Contact poison) เช่น DDT, BHC, parathion

3) ประเภทไอระเหยเป็นพิษ (Fumigant) เช่น Methyl bromide, Carbon disulphide, Hydrocyanide หรือ Chloropicrin

7.3.2 แบ่งตามระดับความเป็นอันตรายหรือความเป็นพิษ (Levels of toxicity)

การวัดความเป็นพิษที่นิยมใช้กันทั้งในการเกษตรและการแพทย์ คือ **วัดความเป็นพิษโดยฉับพลัน (acute toxicity)** วิธีนี้เป็นวิธีวัดผลของวัตถุมีพิษหลังจากที่สัตว์ทดลองได้รับวัตถุมีพิษนั้น ๆ หนึ่งขนาด 1 ครั้ง ภายในเวลาจำกัด การทดลองวัดความเป็นพิษของยาฆ่าแมลง ซึ่งทำกับสัตว์ทดลองนั้นทำได้ 3 วิธีคือ

1) วิธีให้สัตว์ทดลองได้รับยาโดยทางอาหารหรือทางปาก (Acute oral LD_{50})

2) วิธีให้ยาซึมผ่านเข้าตัวสัตว์ทางผิวหนัง (Acute dermal LD_{50})

3) วิธีให้ยาโดยการหายใจ (Inhalation LC_{50})

วิธีแรกเป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปเพราะง่ายต่อการปฏิบัติการทดลอง และเป็นวิธีที่สะดวกเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองค้นคว้าจากแหล่งอื่น อย่างไรก็ตามในการทดลองวัดความเป็นพิษ ค่าที่ได้จะแตกต่างกันไปบ้างเมื่อใช้สัตว์ทดลองต่างชนิด, ต่างเพศ ต่างอายุหรือแม้แต่ใช้อาหารต่างกันและในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

องค์การอนามัยโลก (WHO หรือ World Health Organization) **ได้เป็นผู้จัดชนิดของความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงออกเป็น 6 ชนิด** ดังนี้คือ **ชนิดมีพิษร้ายแรงยิ่ง** (extremely toxic) **ชนิดมีพิษร้ายแรง** (highly toxic) **ชนิดมีพิษปานกลาง** (moderately toxic) **ชนิดมีพิษน้อย** (Sightly toxic) **ชนิดมีพิษน้อยมาก** (practically nontoxic) **ชนิดไม่มีพิษ** (harmless)

ระดับความเป็นพิษดังกล่าวสรุปไว้ในตารางที่ 9.7 ดังนี้คือ

ตารางที่ 9.7 แสดงชนิดของความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงกำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (ประยูรและคำริ 2510)

ชนิดของความเป็นพิษ *	พิษโดยทางปาก (Oral LD_{50}, mg/kg)	พิษโดยการหายใจ 4 ชั่วโมงกับหนู (Inhalation 4-hr LC_{50}, rats, ppm)	พิษโดยทางผิวหนัง (Dermal LD_{50}, mg/kg)	พิษที่มีต่อมนุษย์ (Lethal dose for man)
1. ชนิดมีพิษร้ายแรงยิ่ง (Extremely Toxic)	< 5	< 10	< 5	< 60 mg
2. ชนิดมีพิษร้ายแรง (Highly Toxic)	5 - 50	10 - 100	5 - 50	0.1 - 5 g
3. ชนิดมีพิษปานกลาง (Moderately Toxic)	50 - 500	100 - 1,000	50 - 350	5 - 50 g
4. ชนิดมีพิษน้อย (Slightly Toxic)	500 - 5,000	1,000 - 10,000	350 - 3,000	50 - 250 g
5. ชนิดมีพิษน้อยมาก (Practically non toxic)	5,000 - 15,000	10,000 - 100,000	3,000 - 25,000	250 - 750 g
6. ชนิดที่ไม่มีพิษ (Harmless)	>15	> 100,000	> 25,000	> 750 g

* อันตรายของวัตถุมีพิษที่มีต่อสัตว์เลือดอุ่น (mammalian toxicity)

ตัวเลขที่แจ้งไว้แทบทั้งหมดได้มาจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพิษของวัตถุมีพิษ ที่มีต่อหนูขาว (white rats) แต่ตัวเลขบางตัวได้มาจากการทดลองกับสัตว์ทดลองชนิดอื่น

1) ยาฆ่าแมลงชนิดอันตรายร้ายแรงที่สุด ได้รับพิษโดยทางปาก (oral rats LD_{50}) และพิษโดยตรงต่อผิวหนัง (dermal rats LD_{50}) ต่อหนูซึ่งเป็นสัตว์ทดลองโดยใช้ยาเพียง 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัมเท่านั้น สำหรับพิษโดยการหายใจกับหนูภายใน 4 ชั่วโมง พบว่ามี LC_{50} = 10 ไมโครกรัม/ลิตร ยาฆ่าแมลงประเภทนี้ถ้าคนเรารับประทานเข้าไปเพียงแค่ชิมดู (น้อยกว่า 7 หยด ถ้าเป็นยาน้ำ) ถ้าเป็นยาเม็ดก็เพียงเม็ดเดียวก็จะเป็นอันตรายถึงชีวิตในมนุษย์ผู้ใหญ่ สำหรับเด็กนั้นยิ่งเป็นอันตรายอย่างมากที่สุด

ตัวอย่างยาฆ่าแมลงชนิดอันตรายร้ายแรงที่สุดมีดังต่อไปนี้คือ

1. ยาเทมิค (Temik) หรือยาแอลดิคาร์บ (Aldicarab)
2. ยาซิสตอก (Systox) หรือยาดิมิตอน (Demiton)
3. ยาไดซิสตอน (Di-syston) หรือยาไดซัลโฟตอน (Disulfoton)
4. ยาฟอสดริน (Phosdrin) หรือยาเมวินฟอส (Mevinphos)
5. ยาพาราไธออน (Parathion) หรือยา Folidol
6. ยาไธเมต (Thimet)
7. ยาชาราแดน (Scharadan, OMPA)
8. ยาเทพ (TEPP)
9. ยาซินโนฟอส (Zinophos) หรือยาไธโอนาซิน (Thionazin)

2) ยาฆ่าแมลงชนิดอันตรายร้ายแรงสูง ได้รับพิษโดยทางปาก (oral rat, LD_{50}) และพิษโดยตรงต่อผิวหนัง (dermal rat, LD_{50}) ต่อหนูประมาณ 5-50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ถ้าหายใจเข้าไปความเป็นพิษ LC_{50} = 10 - 100 ไมโครกรัม/ลิตร สำหรับคนเราถ้ารับประทานยาน้ำเข้าไปประมาณหนึ่งช้อนชาหรือยาเม็ดหนึ่งหยิบมือ ก็อาจจะเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ยาชนิดนี้ได้แก่

1. ยาแอลดริน (Aldrin)
2. ยาไบดริน (Bidrin)
3. ยาไตรไธออน (Trithion) หรือยาคาร์โบฟีโนไธออน (Carbophenothion)
4. ยาดีดีวีพี (DDVP) หรือยาไดคอลร์วอส (Dichlorvos)
5. ยาดิลดริน (Dieldrin)
6. ยาเอนดริน (Endrin)
7. ยาเมทธิลพาราไธออน (Methy1 paration)
8. ยาฉุน (Nicotine)
9. สารหนู (Sodium arsenite)
10. ยาเซคแทรน (Zectran)

3) ยาฆ่าแมลงชนิดอันตรายปานกลาง ถ้าหนูกินเข้าไปถึงขนาด 50-500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักตัว) ก็มีอันตรายถึงตายได้เช่นกัน ถ้าเข้าทางผิวหนังและทางหายใจยอมให้ได้ถึงขนาด 50 - 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักตัว) สำหรับคนถ้ารับประทานโดยตรงขนาดหนึ่งช้อนชาถึงสองช้อนโต๊ะ ก็อาจมีอันตรายถึงตายได้ ยาชนิดนี้ได้แก่

1. ยากูไธออน (Guthion) หรือยาอะซินฟอสเมทธิล (Azinphosmethy1)
2. ยาบีเอชซี (BHC) หรือยาลินเดน (Lindane)
3. ยาคลอร์เดน (Chlordane)

4. ยาโค-ราล (Co-Ral) หรือยาคูมาฟอส (Coumaphos)

5. ยาไดอะซินอน (Diazinon)

6. ยาไซกอน (Cygon) หรือยาไดเมตโทเอท (Dimethoate)

7. ยาไธโอแดน (Thiodan) หรือยาเอนโดซัลแฟน (Endosulfan)

8. ยาเบย์เท็กซ์ (Baytex) หรือยาเฟนไธออน (Fenthion)

9. ยาเฮพตาคลอร์ (Heptachlor)

10. สารหนูตะกั่ว (Lead arsenate)

11. ยาไดบรอม (Dibrom)

12. ยาเมตา - ซิสตอก (Meta - systox)

13. ยาดิพเทอเร็กซ (Dipterex) หรือยาไดล็อกซ์ (Dylox) หรือยาไตรคลอร์ฟอน (Trichlorfon)

14. ยา ดีดีที DDT

15. ยาทอกซาฟีน (Toxaphene)

4) ยาฆ่าแมลงชนิดอันตรายน้อย เป็นยาที่มีอันตรายไม่มากนัก ขนาดทดลองกับหนูกินแล้วมีอันตรายถึงตายต้องมากกว่า 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักตัว) ขึ้นไป ถ้าหายใจหรือเข้าทางผิวหนังต้องมากถึง 4,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักตัว) ความเป็นพิษสำหรับคนนั้น ถ้ารับประทานมากกว่าสองช้อนโต๊ะขึ้นไปก็เป็นอันตรายถึงตายได้ ยาชนิดนี้ได้แก่

1. ยาอะเบท (Abate)

2. ยาอะราไมท์ (Aramite)

3. ยาเซวิน (Sevin) หรือยาคาร์บาริล (Carbary1)

4. ยาคลอโรเบนซิเลต (Chlorobenzilate)

5. ยา ดี. ดี. ดี. (DDD)

6. ยาเคลเทน (Kelthane)

7. ยามาลาไธออน (Malathion)

8. ยาเมทธอกซีคลอร์ (Methoxychlor)

9. ยาไมเรกซ์ (Mirex)

10. ยาเพอร์เธน (Perthane)

11. ยารอนเนล (Ronnel) หรือยาโคราน (Korlan)

12. โลติ๊น (Rotenone)

5) ยาฆ่าแมลงที่มีพิษน้อยมาก หรือชนิดไม่มีพิษ ได้แก่ น้ำมันพืชต่าง ๆ ขี้เถ้าแกลบ ปูนขาว ฯลฯ

7.3.3 แบ่งตามปฏิกิริยา (Mode of actions)

1) เป็นพิษทางกายภาพ (Physical poison) สารพวกนี้จะไปเคลือบตัวแมลงทำให้แมลงหายใจไม่ออก ขาดออกซิเจน และตายได้ เช่น สารประเภทน้ำมัน หรืออีมัลชั่น (oil and emulsion)

2) เป็นพิษทำให้โปรตีนตกตะกอน (Protoplasmic poison) ทำให้โปรตีนของเซลล์ตกตะกอน และแมลงตายได้ เช่น สารหนูเขียว, Methyl bromide, Chloropicrin

3) เป็นพิษต่อทางเดินหายใจ (Respiratory poison) ทำให้แมลงขาดออกซิเจน มึน งง และตาย เช่น แก๊สพิษส่วนใหญ่ (Hydrogen cyanide และ Sodium cyanide หรือ Calcium cyanide

4) เป็นพิษต่อระบบประสาท (Nerve poison) ทำลายระบบการทำงานของ CNS. ทำให้แมลงเป็นอัมพาต เช่น สารในกลุ่ม organophosphorous ทั้งหมด และสารสกัดจากพืชบางชนิด เช่น pyrethrin หรือ Nicotin sulphate

5) พิษทั่ว ๆ ไป (General poison) คือสารประเภทที่มีพิษมากกว่าหนึ่งประเภท อาจเป็นทั้งทำลายประสาทร่วมกับทำลายระบบหายใจ เช่น โล่ติ้น (Rotenone) และสารในกลุ่ม DDT เป็นต้น

7.3.4 แบ่งตามส่วนประกอบทางเคมีภัณฑ์ (Chemical compositions)

1) **สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic compounds)** คือสารประกอบที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ และไม่มีคาร์บอน ที่นิยมใช้มากที่สุดคือสารหนูเขียว Lead arsenate (Pb_2 HAs_3 O_4) รองลงมาคือ Calcium arsenate (Ca_3 $AasO_4)_2$, Alumina (Al_2 O_3) และ Talcum

2) **สารประกอบอินทรีย์ (Organic compounds)** คือมีองค์ประกอบของ H, C และ N สารกลุ่มนี้มีมากที่สุด สามารถแยกตามองค์ประกอบทางเคมีได้ดังนี้

(1) Organo phosphorous insecticides

(2) Carbamate insecticides

(3) Chlorinted hydrocarbon insecticides

(4) Botanical insecticides หรือ synthetic botanical insecticides

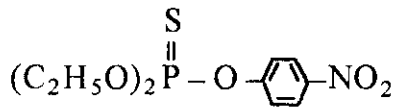
(5) Microbial Insecticide คือสารจุลินทรีย์หรือที่เรียกว่า biopesticide

สารประกอบทั้ง 5 กลุ่มนี้จะได้กล่าวในรายละเอียดแต่ละกลุ่มดังนี้

(1) Organo phosphorous insecticides (organophosphates)

สารเคมีกลุ่มนี้เป็นสารประกอบของกรดฟอสฟอริค (H_3PO_4) หรือสาร derivatives ของกรดฟอสฟอริค หรือพวก ester ซึ่งจะเป็นสารที่ active มากที่สุด ตัวอย่างสารกลุ่มนี้พร้อมโครงสร้างเคมีมีดังนี้

ETHYL PARATHION

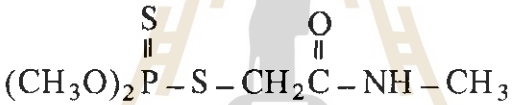


O, O-diethyl O-p-nitrophenyl phosphorothioate

METHYL PARATHION

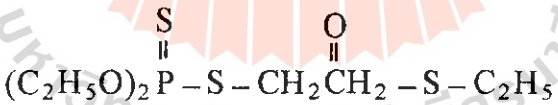
O, O-diethyl O-p-nitrophenyl phosphorothioate

DIMETHOATE (Cygon®)



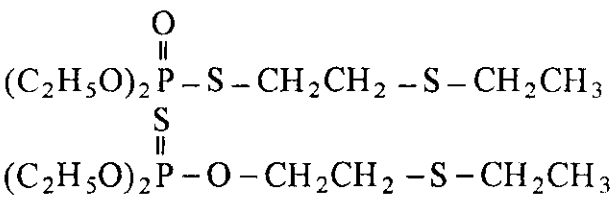
O, O-diethyl S-(N-methylcarbamoylmethyl) phosphorothioate

DISULFOTON (Di-Syston®)



O, O-diethyl S-2-[(ethylthio) ethyl] phos phorothioate

DEMETON (Systox®)



mixture of O, O-diethyl S-(and O)-2-[(ethylthio) ethyl] phosphorothioate

ยาเคมีฆ่าแมลงจำพวกนี้มีสูตรโครงสร้างอย่างเดียวกัน จึงมีฤทธิ์คล้ายคลึงกัน จะต่างกันก็เพียงความรุนแรงและการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย สารพวก organic phosphorous มีหลายชนิด เช่น parathion , malathion, mevinphos, chlorthion, phosdrin ฯลฯ เป็นต้น

สารเคมีฆ่าแมลงจำพวก organic phosphorous สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ถึง 3 ทางคือ

1. ทางผิวหนัง จะไม่มีการระคายเคืองต่อผิวหนังแต่อย่างใด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ที่มีแผลหรือเป็นโรคผิวหนัง หรือขณะที่อุณหภูมิของอากาศสูง การดูดซึมจะมีมากและดียิ่งขึ้น

2. โดยการหายใจเอาละอองของสารนี้เข้าไป

3. โดยการกินเข้าไป

สำหรับข้อที่ 1 และ 2 นั้น มักจะเกิดขึ้นกับผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับการพ่นสารฆ่าแมลง หรือในโรงงานที่ผลิตหรือบรรจุสารจำพวกนี้ ส่วนข้อที่ 3 นั้น มักจะเกิดจากการตั้งใจฆ่าตัวตาย หรือโดยอุบัติเหตุ การซึมเข้าทางผิวหนังและการหายใจเอาละอองของสารนี้เข้าไป จะทำให้เกิดอาการได้ในเวลาประมาณ 6 ถึง 12 ชั่วโมง ถ้าสารนั้นเข้าไปเป็นจำนวนมากพอ ส่วนการกินเข้าไปจะทำให้เกิดอาการได้อย่างรวดเร็ว ภายในระยะเวลา 30 นาที

สารจำพวกนี้เมื่อซึมเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะทำให้เกิดอาการแพ้คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้เนื่องจากฤทธิ์ของสารจำพวกนี้ทำให้เกิด acetylcholine คั่งในร่างกายโดยสารพวก organic phosphorous นี้ไปทำปฏิกิริยาตัวกับ enzyme cholinesterase กลายเป็นสารซึ่งคงทนมาก สลายตัวได้ยากร่างกายจึงขาด cholinesterase enzyme สำหรับจะไปทำให้ acetylcholine ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของร่างกายสลายตัวไป ฉะนั้น จึงเกิดจำนวน acetylcholine คั่งค้างมากขึ้น และทำให้เกิดอาการในระบบต่าง ๆ ดังนี้

1. อาการเนื่องจากการกระตุ้นประสาท parasympathetic ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในระยะแรกคือ มีเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียร เหงื่อออก แน่นบริเวณลิ้นปี่ และยอกอก ถ้าอาการรุนแรงมากขึ้นจะมีปวดท้อง ท้องเดิน น้ำลายฟูมปาก น้ำตาไหล น้ำมูกไหล ถ่ายอุจจาระ และปัสสาวะกลั้นไม่อยู่ หลอดลมมีเสมหะมาก หายใจหอบ หลอดลมตีบ หน้าเขียวคล้ำ

2. อาการทางกล้ามเนื้อ จะมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อตามร่างกายเต้นและสั่น (mascular fasciculation) จะเห็นได้ชัดที่ลิ้น ตามหน้าและบริเวณลำคอ ถ้าอาการรุนแรงขึ้นจะพบว่ากระตุกมากขึ้นทั่วร่างกาย ต่อมาจึงมีอาการอ่อนเพลียตามกล้ามเนื้อทั่วไป และในที่สุดจะเป็นอัมพาตได้

3. อาการทางสมอง ได้แก่ มึนศรีษะ ปวดศรีษะ งง และกระสับกระส่าย ตื่นตกใจง่าย อารมณ์พลุ่งพล่าน ถ้าอาการมากอาจชักและหมดสติได้

ผู้ที่ได้รับสารชนิดนี้อาจจะมีอาการมากถึงตายได้เนื่องจากระบบหายใจล้มเหลว (respiratory failure) ซึ่งอาจเกิดเนื่องจาก หลอดลมตีบมาก หลอดลมมีเมือกและเสมหะมากถึงขนาดอุดตันกล้ามเนื้อ ระบบการหายใจเป็นอัมพาต ศูนย์ควบคุมการหายใจในสมองหยุดทำงาน (มุกดา 2516)

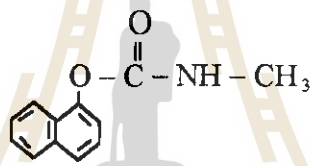
การรักษาพิษของสารเหล่านี้ นอกจากจะใช้ยาฉีดพวก Atropine แล้วเรายังใช้ 2-PAM หรือ pralidoxime chloride หรือ 2-pyridine aldoxime methylchloride ร่วมด้วย 2-PAM เป็นตัวยาที่แก้พิษสารจำพวกนี้โดยเฉพาะ เนื่องจากมีฤทธิ์ปลดปล่อย enzyme cholinesterase ซึ่งรวมตัวกับสารฆ่าแมลงให้เป็นอิสระ ดังนั้น ร่างกายจึงมี enzyme มากพอที่จะไปสลาย acetylcholine ทำให้อาการแพ้พิษหมดไป (มุกดา 2516)

(2) Carbamate insecticides (carbamates)

ในปัจจุบันนี้ยาฆ่าแมลงจำพวก carbamate ได้ใช้กันแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากอันตรายของยานี้มีน้อย บริษัทหลายแห่งได้ผลิตยานี้ออกจำหน่าย ชาวสวนและชาวไร่จึงใช้กันมากในการกำจัดแมลงต่าง ๆ ที่เป็นศัตรูต่อผัก ผลไม้ ตลอดจนในการเกษตรเกี่ยวกับพืชไร่ต่าง ๆ เช่น carbaryl คือ (1-naphthyl n-methyl carbamate)

สารกลุ่มนี้เป็นสารประกอบ หรือ derivatives หรือ ester ของกรดคาร์บาร์มิค ตัวอย่างของสารประกอบในกลุ่มนี้มีดังนี้

CARBARYL (Sevin®)



1-naphthyl methylcarbamate

METHOMYL (Lannate®)

$$CH_3-\underset{\underset{S-CH_3}{|}}{C}-N-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH-CH_3$$

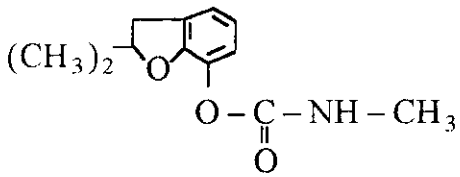
methyl N-[(methylcarbamoyl)oxy] thioacetimidate

ALDICARB (Temik®)

$$CH_3-S-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}CH=N-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH-CH_3$$

2-methyl-2-(methylthio) propionaldehyde O-(methylcarbomoyl) oxime

CARBOFURAN (Furadan®)



2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methyl carbamate

การดูดซึมเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่มนี้สามารถเข้าได้ทุกทาง รวมทั้งทางผิวหนังเช่นเดียวกับพวก organic phosphorous compound และมีฤทธิ์คล้ายกัน แต่ปฏิกริยาในการจับกับ enzyme cholinesterase นั้นไม่มั่นคงถาวร คือจะปลดปล่อย enzyme ให้กลับคืนสู่สภาพปกติภายในระยะเวลาอันสั้นเรียกว่า **reversible inhibitors of cholinesterases** เนื่องจากสารนี้สลายตัวเร็ว ฉะนั้นผู้ป่วยที่แพ้พิษนี้ก็จะมีอาการดีขึ้นอย่างรวดเร็วด้วย และการตรวจหาระดับ enzyme cholinesterase อาจจะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่มีเลย

อาการพิษของผู้ได้รับสาร carbamate จะมีอาการเช่นเดียวกับสารพวก organic phosphorous แต่อาการน้อยกว่า อาการที่สำคัญคือ

1. มีเหงื่อออกมาก
2. น้ำลายออกมาก
3. คลื่นไส้ อาเจียร
4. ม่านตาหดเล็กลง

อาการเหล่านี้จะดีขึ้นภายใน 3-4 ชั่วโมง ถ้ายานี้เข้าไปในร่างกายไม่มากนัก และรักษาด้วย Atropine Sulfate

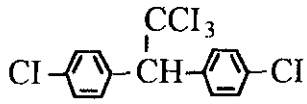
(3) Organochlorines (chlorinated hydrocarbons)

ยาฆ่าแมลงจำพวกนี้ได้ใช้กันมานานแล้ว มักจะเรียกและรู้จักกันดีในชื่อของ DDT (dichloro diphenyl trichloroethane) ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในทางการแพทย์และสาธารณสุข โดยใช้กำจัดยุงและสัตว์นำโรคหลายชนิด เช่น เห็บ เหา หมัด และไร เป็นต้น ถึงแม้ว่าได้มีการปิดโรงงานการผลิต DDT และห้ามใช้ DDT ทั่วโลกมานานแล้ว ปัจจุบันประเทศไทยยังใช้ DDT ในการสาธารณสุขเช่น กำจัดยุงพาหะไข้มาลาเรีย โรคเท้าช้าง ฯลฯ

ยาฆ่าแมลงพวกนี้นอกจาก DDT แล้ว ยังมีชนิดอื่น ๆ อีกที่ใช้กันมาก เช่น dieldrin, endrin และ benzene hexachloride (BHC) เป็นต้น

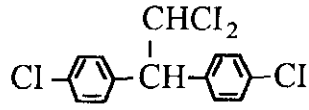
ตัวอย่างของสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่มนี้คือ

DDT



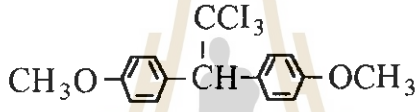
1,1, 1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane

TDE (DDD)



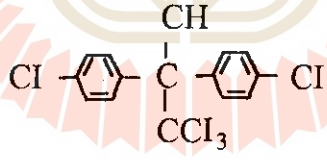
1, 1, 1-dichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane

METHOXYCHLOR



1, 1, 1-TRICHLORO-2,2-bis (p-methoxyphenyl) ethane

DICOFOL



1, 1, 1-TRICHLORO-2,2-bis (p-methoxyphenyl) ethane

สารจำพวกนี้เข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจและทางปาก โดยการกินเข้าไป สำหรับทางผิวหนังนั้นซึมเข้าไปได้เช่นกัน สำหรับ DDT รูปผงนั้นซึมได้ยาก นอกจากจะทำให้เป็นสารละลายเสียก่อน

สารเคมีฆ่าแมลงจำพวก chlorinated hyprocarbon มีฤทธิ์ต่อสมอง cerebellum และ motor cortex กลไกที่ทำให้เกิดอาการต่าง ๆ ยังไม่ทราบแน่นอน อาการที่เกิดขึ้นคือ มีการกระตุกของกล้ามเนื้อและชัก ถ้ายาเข้าไปในขนาดมาก จะมีคลื่นไส้ อาเจียร และอุจจาระร่วง ถ้าได้รับสารนี้เข้าไปบ่อย ๆ จะมีพยาธิสภาพเกิดขึ้นที่ตับและไต นอกจากนี้แล้วอาจมีอาการเปลี่ยนแปลงของสารโดยสลายตัว

และถูกเก็บไว้ในไขมันเป็นสารที่ inactive และจะถูกจำกัดออกจากร่างกายทีละน้อย ผู้ที่มีสารนี้อยู่ในตัวอาจตรวจพบได้ในน้ำนมและปัสสาวะ สำหรับขนาดที่ทำให้เกิดเป็นพิษในคนได้นั้น จากการศึกษาพบว่าถ้ากิน DDT เข้าไปในขนาด 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม จะทำให้เกิดอาการขึ้นได้ แต่ในคนที่ร่างกายอ่อนแอหรือในขณะที่กระเพาะอาหารว่าง ถ้ากินเข้าไปในขนาด 6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ก็สามารถทำให้เกิดอาการได้แต่ไม่มากนัก อาการรุนแรงจะเกิดขึ้นเมื่อกินเกินกว่า 16 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ผู้ป่วยจะมีอาการชัก เคยมีรายงานผู้ป่วยซึ่งมีอาการรุนแรงมากแต่ไม่ถึงตายเมื่อกิน DDT เข้าไปในขนาด 285 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ในราย acute poisoning โดยกินเข้าไปมาก อาการจะเกิดขึ้นเร็วภายใน 30 นาที หรือ 2-3 ชั่วโมงหรืออาจมากกว่านี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของสารที่กินเข้าไป

การรักษาพิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ มีดังนี้

1. ล้างท้อง เพื่อดูดเอาสิ่งมีพิษออกให้มากที่สุด ถ้ามีอยู่ตามผิวหนังให้ใช้น้ำและสบู่ล้างออกให้หมด

2. ให้ยาถ่ายชนิด saline cathantic เช่น Sat. Mg. SO_4 ถ้าผู้ป่วยไม่รู้สึกตัวให้ใส่ไว้ในกระเพาะเมื่อล้างท้องแล้ว ห้ามใช้ oil laxative เพราะจะช่วยทำให้การดูดซึม DDT มากขึ้น

3. ใช้ยาจำพวก Barbiturate ควบคุมการกระตุกของกล้ามเนื้อ เช่น Phenobarbital ใช้กินและ Pentobarbital ใช้ฉีดเพื่อแก้อาการชัก

4. ใช้Calcium gluconate ฉีด ช่วยในการควบคุมการชักได้ผลดีพอสมควร ห้ามใช้ Epinaphrine เพราะจะทำให้เกิด arrhythmia ได้ง่ายและอาจถึงตายได้

(4) Botanical insecticides (botanical Extracts)

เป็นที่รู้กันมานานแล้วว่าสาร Pyrethrins ใช้เป็นสารเคมีฆ่าแมลงได้ และในปัจจุบันนี้มีสารสังเคราะห์เลียนแบบขายอยู่ในท้องตลาดเป็นจำนวนมาก สารนี้สกัดได้มาจากดอกไม้ตระกูลเบญจมาศคือ *Chrysanthemum cinerariaefolium* โดยทำให้แห้งแล้วป่นให้ละเอียดเป็นผง (มีสารนี้อยู่ประมาณร้อยละ 1) แต่ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชหรือใช้ตามบ้าน การสกัดตัวยานี้จากดอกไม้ทำได้โดยใช้ตัวละลายเป็น alcohol หรือ kerosene ตัวยาที่อยู่ใน Pyrethrum มีอยู่ 4 อย่างคือ Pyrethrin I และ II Cinerin I และ II ตัวยา Pyrethrin นั้นมีฤทธิ์แรงกว่าอย่างอื่น นอกจากนี้ได้มีผู้สังเคราะห์สารบางอย่างที่มีฤทธิ์คล้ายคลึงกับ สารกลุ่มนี้ รวมเรียกชื่อว่าสารไพรีทรอยสังเคราะห์ (sythetic pyrethroid) ซึ่งมีมากมายเช่น permethrin, cypermethrin, cyhalothrin, deltamethrin, allethrin ฯลฯ

สารเคมีฆ่าแมลงชนิดนี้ที่ใช้พ่นหรือฉีดตามบ้าน มีความเข้มข้นของสารนี้ประมาณร้อยละ 0.5 บางสูตรใช้ผสม Pyrethrin และ Allethrin เข้าด้วยเพื่อให้มีฤทธิ์รุนแรงยิ่งขึ้น

สารนี้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางการกินและการหายใจ แต่เข้าทางผิวหนังได้น้อยมาก อย่างไรก็ตาม อาจเกิดปฏิกริยาที่ผิวหนังได้ โดยเป็นโรคผิวหนังอย่างรุนแรงในคนที่แพ้ เช่นเดียวกัน ถ้าหายใจเข้าไปก็เกิดการแพ้ได้ ทำให้แน่นอึดอัดหายใจไม่ออก สารนี้มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท เริ่มต้นด้วยการกระตุ้นจนกระทั่งมีอาการชักและอัมพาต การเป็นพิษอย่างรุนแรงอาจเกิดขึ้นได้ ถ้ากินเข้าไปเป็นจำนวนมากขนาด 1-2 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมของจำนวน pyrethrin อาจตายได้โดยเกิดอัมพาตของกล้ามเนื้อเกี่ยวกับการหายใจ (มุกดา 2516) โดยธรรมดาสารนี้มีพิษน้อยที่สุด ในจำพวกยากำจัดศัตรูพืชด้วยกัน อาการและการแสดงที่เป็นพิษส่วนใหญ่มีได้ดังนี้

1. อาการเป็น contact dermatitis มีบวมแดงเป็นตุ่มใส คันมาก น้ำเหลืองมาก

2. อาการเหมือนแพ้เกสรดอกไม้ มีอาการจาม ไอ น้ำมูกไหลมาก หายใจอึดอัด หายใจไม่ออก บางรายมีอาการเหมือนหอบหืด

3. ถ้าอาการแพ้มีมากและรุนแรง ผู้ป่วยจะมีอาการชาที่ปาก ที่ลิ้น ปวดหัว คลื่นไส้ อาเจียร และอุจจาระร่วง กล้ามเนื้อกระตุก และในที่สุดชักแบบ chronic convulsion และอาจตายด้วยอัมพาตของกล้ามเนื้อของการหายใจ พวกนี้เจาะเลือดจะพบ hesinephide สูง

การรักษา

1. รักษาตามอาการเป็นส่วนใหญ่ การแพ้เนื่องจาก allergy ใช้ antihistamine และ steroid ได้ผลดี

2. ถ้ากินเข้าไปเป็นจำนวนมากควรล้างกระเพาะลดการกระตุกของกล้ามเนื้อโดย Barbiturate (มุกดา 2516)

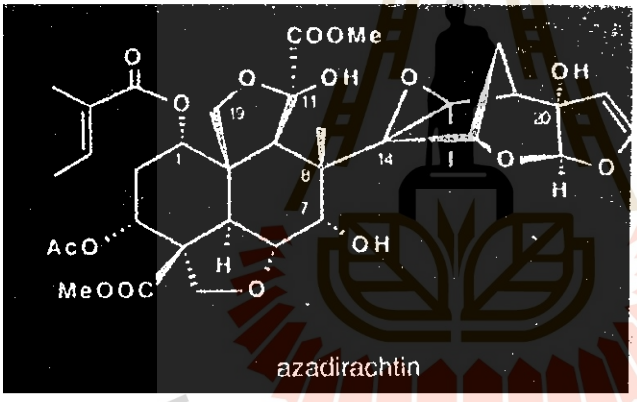
สารเคมีฆ่าแมลงที่สกัดจากพืชที่ผลิตเป็นการค้าที่สำคัญมากอีกชนิดหนึ่งขณะนี้คือ สารสกัดจากสะเดา (neem extract) ซึ่งนิยมสกัดจากเมล็ด สารสกัดจากเมล็ดสะเดามีมากกว่า 60 ชนิด แบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบพวกไตรเทอร์ปีนอยด์ (triterpenoids) โดยเฉพาะสารลิโมนอยด์ (limonoids) เตตระไตรเทอร์ปีนอยด์ (tetratriterpenoids) 3 ชนิดคือ azadiractin, salanin และ nimbin สารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่ใช้เป็นสารฆ่าแมลงคือ azadiractin ซึ่งพบว่าสะเดาอินเดียมีสูงถึง 7.02 mg/gm เนื้อเมล็ด ส่วนสะเดาไทยมีสูงประมาณ 2.0-6.0 mg/gm เนื้อในเมล็ด

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดามีดังนี้คือ

1. ยับยั้งการลอกคราบของหนอนและแมลง
2. ยับยั้งการกินอาหาร ทำให้ระบบกินและย่อยอาหารไม่ทำงาน
3. ยับยั้งการเจริญเติบโตของไข่ ตัวอ่อน และดักแด้
4. เป็นสารไล่
5. ลดปริมาณไข่ของแมลง

แมลงที่ได้ทดสอบแล้วว่าใช้สาร azadiractin ควบคุมได้ผลดีมากคือ หนอนผีเสื้อ เช่น หนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน ซึ่งทดสอบแล้วที่ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ พบว่าควบคุมหนอนได้ผลผลิตเสียหายเฉลี่ยเพียง 28.15% เมื่อเทียบกับความเสียหายเฉลี่ย 88.15% ในแปลง Control

นอกจากนี้สารสกัดจากสะเดายังใช้ได้ดีกับเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttula*) เพลี้ยอ่อน หนอนหนามเจาะสมอฝ้าย (*Earias fabia*) หนอนชอนใบส้มโอ เพลี้ยจักจั่นละหุ่ง (*Jascobiasca formosana*) หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก ฯลฯ (อารมย์ 2539)



(อารมย์ 2539)

8. การบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management, IPM)

8.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดมีการบริหารศัตรูพืช (Origin of IPM)

ระหว่างปี ค.ศ.1940-1960 นักกีฏวิทยายืนยันแนวความคิดในการป้องกันกำจัดแมลงอยู่เพียงอย่างเดียว นั่นคือ การกำจัดแมลงศัตรูพืชให้หมดสิ้น (eradication) ซึ่งวิธีการที่ใช้กันอยู่แพร่หลายในขณะนั้นคือ การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดแมลง กล่าวกันว่าในสมัยที่สังเคราะห์ DDT ออกมาใช้กำจัดแมลง ในปีค.ศ. 1939 นั้น สารเคมีมีราคาถูกมากจนสามารถพ่นได้โดยไม่ต่อคำนึงถึงความเสียหายทางเศรษฐกิจ ต่อมาเมื่อมีการสังเคราะห์สารฆ่าแมลงชนิดอื่น ๆ การใช้สารฆ่าแมลงเพื่อป้องกันกำจัดก็มีแพร่หลายทั่วไป และเป็นที่นิยมกัน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกมาก ครั้นเวลาผ่านไปไม่นาน ผลกระทบของการใช้สารฆ่าแมลงก็ก่อให้เกิดปัญหารุนแรงกระจายทั่วไปในสภาพนิเวศน์ต่างๆ ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมมากมาย

ปัญหาที่สำคัญที่สุด ที่ทำให้ต้องหันมาใช้บริหารศัตรูพืช (pest management) ได้แก่ การที่แมลงสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ซึ่งเป็นผลทำให้มีการเพิ่มปริมาณ หรืออัตราการใช้สารฆ่าแมลงสูงขึ้นเรื่อย ๆ แต่กระนั้นก็ตาม แมลงก็ยังสามารถพัฒนาตัวเองให้ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้เพิ่มขึ้น มีรายงานว่ามีแมลงประมาณ 200 ชนิด เท่านั้นที่สร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง (Brown 1968) ต่อมารายงานว่า จำนวนแมลงและไรที่สร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเพิ่มขึ้นถึง 447 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้ประมาณ 59 เปอร์เซ็นต์ หรือ 264 ชนิดเป็นแมลงศัตรูพืช (Georghiou 1986) นอกจากนี้แล้วยังมีรายงานเพิ่มเติมอีกว่ามีแมลงอย่างน้อยสุดประมาณ 23 ชนิด ที่ต้านทานต่อสารพวกไพรีทรอยสังเคราะห์ ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่นำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชเมื่อไม่นานนี้เอง (เตือนจิตต์และสาทร 2535)

การเกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ ซึ่งไม่เคยเป็นปัญหามาก่อนอาจเป็นผลเนื่องมาจากการใช้สารฆ่าแมลงมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดอันตรายต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ที่ช่วยในการควบคุมประชากรและแมลงศัตรูพืช ยิ่งไปกว่านั้นพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงยังส่งผลกระทบต่อชีวิตของมนุษย์และสัตว์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

ประมาณปี ค.ศ. 1950 นักกีฏวิทยาเพิ่มตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เมื่อได้เห็นข้อเสียและผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จึงเกิดมีการป้องกันกำจัดที่เรียกว่า **การป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน (integrated control)** ในความหมายโดยทั่ว ๆ ไปก็คือ การรวบรวมเอาเทคนิคในการป้องกันกำจัดตั้งแต่สองวิธีการรวบรวมเข้าด้วยกัน แต่วิธีการดำเนินการไม่ใช่เรื่องง่าย คณะกรรมการองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติได้นิยามความหมายของการป้องกันกำจัดแบบผสมผสานไว้คือ **เป็นระบบการจัดการกับศัตรูพืช โดยรวบรวมรายละเอียดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงประชากรของศัตรูพืชกับสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และนำเอาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม**

ทั้งหมดมาผสมผสานเข้าด้วยกันและใช้ดำเนินการลดระดับปริมาณแมลงศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ

การป้องกันกำจัดแมลงแบบผสมผสาน และการบริหารแมลงศัตรูพืช ได้มีการใช้สลับกันไปมาอยู่เสมอ เดิมทีวิธีการป้องกันกำจัดแมลงแบบผสมผสานนั้นถูกนำมาใช้ปรับปรุงวิธีการใช้สารฆ่าแมลงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น เลือกใช้วิธีการพ่นสาร และ/หรือ ระยะเวลาในการพ่นสารให้เหมาะสม และให้มีอันตรายต่อแมลงศัตรูธรรมชาติน้อยที่สุด เพื่อที่แมลงศัตรูธรรมชาตินั้น ๆ จะได้มีโอกาสช่วยทำลายศัตรูพืชได้ด้วย ดังนั้น วิธีการป้องกันกำจัดโดยใช้สารฆ่าแมลงร่วมกับวิธีการป้องกันกำจัดโดยวิธีทางชีวภาพ จึงเป็นตัวอย่างที่ใช้กันอยู่เสมอ ๆ เมื่อมีการกล่าวถึงการป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน ในปัจจุบันนี้การเลือกหาสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและมีพิษเฉพาะ (selective insecticide) ได้กลายมาเป็นส่วนสำคัญที่สุดของการบริหารศัตรูพืช (Rabb 1970)

หลักการบริหารแมลงศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทางเศรษฐกิจ ต้องอาศัยความรู้ในด้านนิเวศวิทยา และการผันแปรของประชากรแมลงศัตรูพืช การรวมเอาสองวิชาการเข้าด้วยกันทำให้สามารถจัดระบบนิเวศวิทยา ซึ่งจะต้องมีความเข้าใจอย่างแท้จริงว่า แมลงศัตรูธรรมชาติสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ อย่างน้อยที่สุดก็จะต้องมีจำนวนประชากรของเหยื่อ (host) เหลืออยู่ในธรรมชาติบ้าง

ธรรมชาติมีความสมดุลในตัวของมันเอง เคยมีตัวอย่างให้เห็นอยู่บ่อย ๆ ที่มนุษย์เป็นผู้ทำลายสมดุลทางธรรมชาติ ผลกระทบที่ตามมาก็คือ การระบาดของแมลงศัตรูพืช การหักล้างถางป่าเพื่อขยายพื้นที่เพาะปลูก และการพ่นสารฆ่าแมลงอย่างมากมาย เป็นการทำลายระบบการควบคุมแมลงศัตรูพืช จะพบว่าสภาพที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (natural ecosystem) มีปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูพืชน้อยกว่าสภาพของพืชที่เกิดจากการเพาะปลูก (agroecosystem)

สภาพที่พืชเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีความแตกต่างจากสภาพของพืชที่เกิดจากการเพาะปลูก ดังนี้คือ (Southwood and Way 1970)

1) การต่อเนื่องของพืช (Continuity) ในสภาพของการเกษตร การปลูกพืชมีเวลาจำกัด ส่วนมากเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวก็จะเก็บเกี่ยวครั้งเดียวหมดทั้งไร่ ทำให้แมลงขาดแคลนอาหาร จึงเป็นผลกระทบต่อการขยายพันธุ์และเพิ่มปริมาณ ในทางตรงข้ามกับสภาพของพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จะมีช่วงระยะเวลาต่อเนื่องของพืชตลอดไป พืชบางชนิดเมื่อเมล็ดร่วงลงดินก็งอกได้ใหม่ไปเรื่อย ๆ ดังนั้นแมลงจึงมีอาหารกินตลอดไป ขณะเดียวกันแมลงศัตรูธรรมชาติก็สามารถขยายพันธุ์ได้เรื่อย ๆ

2) การคัดเลือกพืช (Selection of vegetation) ในสภาพของการเกษตร มนุษย์คำนึงถึงผลผลิตของพืชเป็นส่วนใหญ่ โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ลักษณะทางด้านพันธุศาสตร์ พืชที่ให้ผลผลิตสูงมักจะอ่อนแอต่อโรคพืชและแมลง อย่างไรก็ตาม เกษตรกรก็นิยมปลูกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแม้ว่าจะอ่อนแอต่อแมลง ตรงกันข้ามกับสภาพในธรรมชาติ ถ้าพืชชนิดใดที่อ่อนแอก็จะถูกทำลายไป พวกที่มีความแข็งแรงมากกว่าและทนต่อโรคและแมลงรวมทั้งภัยธรรมชาติเท่านั้นจึงจะเหลือรอดอยู่ได้

3) **จำนวนชนิดของพืชที่ปลูก** (Diversity of species) โดยปกติแล้ว เกษตรกรมักจะปลูกพืชเพียงชนิดเดียว ในเนื้อที่กว้าง ๆ โดยเฉพาะการปลูกพืชใช้เครื่องทุ่นแรง มีไม่มากนักที่ปลูกพืช 2 ชนิด ขึ้นไป ผิดกับพืชที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติมักจะมีมากมายหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน

4) **อายุและพันธุ์พืช** (Intraspecific diversity; age and variety) ในสภาพของการเพาะปลูกโดยทั่วไป พืชที่ปลูกมักจะใช้พันธุ์เดียวกัน และมีระยะการเจริญเติบโตค่อนข้างสม่ำเสมอ เพราะปลูกพร้อม ๆ กัน ต่างกับในสภาพธรรมชาติ ซึ่งพืชจะมีหลายพันธุ์และมีการเติบโตไม่เท่ากัน

5) **การบำรุงรักษาพืช** (Nutrient and water supply) ในสภาพของการเพาะปลูกโดยทั่วๆ ไป เกษตรกรส่วนมากจะบำรุงรักษาโดยการใส่ปุ๋ยและให้น้ำ ซึ่งจะช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ดังนั้น อาจทำให้แมลงชอบทำลายพืชที่เกิดจากการเพาะปลูกมากกว่า และสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็วกว่า

8.2 ความหมายของการบริหารศัตรูพืช (Definition and concepts of pest management)

การบริหารศัตรูพืช หมายถึง การลดปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืช โดยการเลือกวิธีการต่าง ๆ หลังจากได้ทำการศึกษาและเข้าใจเกี่ยวกับวงจรชีวิตของศัตรูพืช ตลอดจนนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการตระหนักถึงความสำคัญทางเศรษฐกิจ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อมวลมนุษย์ วิธีที่ดีที่สุด ในการป้องกันกำจัดแมลงซึ่งสอดคล้องกับหลักการบริหารศัตรูพืช คือ **จะต้องเป็นวิธีที่เมื่อใช้แล้วให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจไม่เกินผลเสียต่อสภาพแวดล้อม และเป็นที่ยอมรับของสังคมด้วย** (Rabb 1972) ถ้าจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด จะต้องใช้อย่างถูกต้องตามหลักการ ไม่ใช้พร่ำเพรื่อ ซึ่งจะเป็นผลชักนำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ (Geier and Clark 1961) การบริหารศัตรูพืชขึ้นกับการตัดสินใจ สิ่งสำคัญที่จะเป็นเหตุเป็นผลในการตัดสินใจนั้นก็คือ ปริมาณแมลงศัตรูพืช ซึ่งเราจำเป็นต้องทำการสำรวจหาข้อมูลเพื่อการตัดสินใจข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ได้รับผลผลิตสูงขึ้น เสียค่าใช้จ่ายน้อย และมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด (Walker 1980)

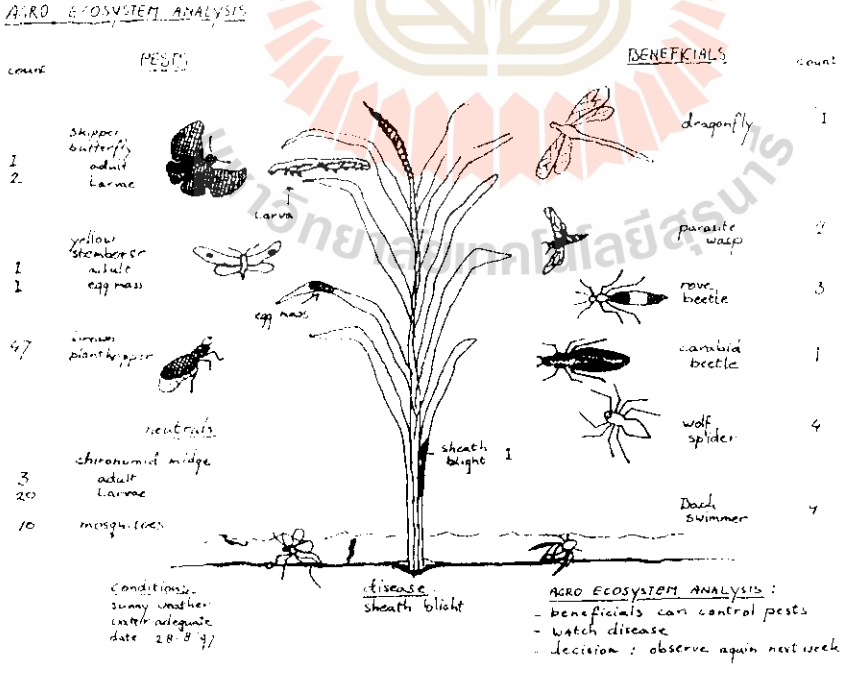
การจัดการเกี่ยวกับการบริหารศัตรูพืชนั้น จำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญทางเศรษฐกิจของพืช ระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจของศัตรูพืช การผันแปรของประชากรศัตรูพืช (population dynamics) เทคนิคการป้องกันกำจัด และความสัมพันธ์ระหว่างเวลาของการกำจัดและผลทางเศรษฐกิจ นอกจากนั้น การพิจารณาไตร่ตรองและการประเมินผลเปรียบเทียบการเสี่ยงกับผลประโยชน์ที่ได้รับ **(benefit/risk)** นั้นเป็นรากฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การบริหารศัตรูพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้สารฆ่าแมลงป้องกันกำจัดศัตรูพืชต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบถึงอันตรายต่อผู้ใช้ และผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมด้วย ไม่ควรคำนึงแต่เฉพาะผลกำไรที่ได้เมื่อหักค่าใช้จ่ายในการพ่นสารฆ่าแมลงไปแล้ว (cost/benefit) เพราะว่าการใช้สารฆ่าแมลงเมื่อไม่มีความจำเป็นจะเป็นการเดินสวนทาง หรือขัดกับหลักการบริหารศัตรูพืช ยกตัวอย่างเช่น สมมติว่าพื้นที่ปลูก

ถั่วเหลืองทั่วประเทศ ประมาณ 2 ล้านไร่เศษ ถูกพ่นสารฆ่าแมลงทั้งหมด ในขณะที่ความจำเป็นที่จะต้องพ่นมีเพียง 5 แสนไร่เท่านั้น ดังนั้น 75 เปอร์เซนต์ของสารฆ่าแมลงที่พ่นในไร่ถั่วเหลือง จะไม่ตรงเป้าหมายซ้ำยังจะเป็นอันตรายต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ และมีพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม ในกรณีหากสารพิษตกค้างในเมล็ดมีมากเกินค่ากำหนด อาจจะส่งผลกระทบไปถึงการยอมรับของตลาดด้วย (Luckman and Metcalf 1982)

จะเห็นได้ว่า IPM เป็นวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ผนวกเอาความรู้ในข้อ 1 ถึงข้อ 7 ข้างต้นมาประยุกต์ใช้ร่วมกันทั้งหมด อาจเป็นเพียง 2 วิธีการ, 3 วิธีการ หรือ 4-5 วิธีการ ที่นำมาใช้ร่วมกันก็ได้ เป็นวิธีการที่นักกีฏวิทยาส่วนใหญ่เห็นว่าให้ผลการควบคุมดีที่สุด คือ ดีกว่าการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว เป็นวิธีที่ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชส่วนใหญ่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ก่อนที่จะทำการป้องกันกำจัดโดยวิธีใดนั้นต้องมีการสำรวจความหนาแน่นของประชากรแมลงก่อนว่าถึงระดับใด และควรที่จะป้องกันกำจัดหรือไม่

8.3 ขั้นตอนการบริหารศัตรูพืช (Steps of IPM)

1) **ระยะการสำรวจ** (Survey phase) เป็นการสำรวจและวัดความเสียหายที่เกิดจากแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นไม่ว่าจะเป็นการนับก่อนหรือหลังหรือในระหว่างที่แมลงทำลายพืชอยู่ นอกจากนี้ยังต้องสำรวจชนิดของศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติ และวิเคราะห์ระบบนิเวศเกษตรกร (agro-ecosystem analysis) เพื่อให้ทราบรายละเอียดของข้อมูล ตลอดจนสภาพภูมิอากาศ ดังแสดงไว้ในไดอาแกรมภาพที่ 9.1 (Mangan 1977)



ภาพที่ 9.1 แสดงการสำรวจและวิเคราะห์ระบบนิเวศเกษตร เพื่อใช้ IPM (Man gan 1997)

2) **ระยะทำการทดลอง** (Experimental phase) เป็นการศึกษาทดลองวิจัยผลกระทบของความเสียหายเนื่องจากการทำลายของแมลงศัตรูพืชต่อผลผลิต เพื่อหาความสัมพันธ์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัดกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิต โดยทั่วไปแล้ว การประเมินความเสียหายในระยะการทดลองนี้ มักจะดำเนินการทดลองตามสถานีวิจัยต่าง ๆ หรือการวิจัยในไร่เกษตรกร เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและค่อนข้างจะใกล้ความเป็นจริง

3) **ระยะการสร้างแบบหุ่นจำลอง** (Modeling phase) ระยะนี้ก็เป็นการรวบรวมเอาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ผลที่ได้ โดยมากจะเป็นการคิดคำนวณหรือสร้างภาพขึ้นมาในกระดาษแล้วทดลองแทนค่าต่าง ๆ เข้าไปในแบบหุ่น เพื่อให้ทราบผลที่คาดว่าจะได้รับ ซึ่งถ้าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากก็แสดงว่าหุ่นจำลองนั้นใช้ได้ผล

4) **ระยะการตัดสินใจป้องกันกำจัด** (Decision of control phase) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะต้องทำการตัดสินใจว่า จะต้องทำการป้องกันกำจัดแล้วหรือยังภายหลังจากได้ศึกษาข้อมูลมาทั้งหมดแล้ว (เตือนจิต และสาทร 2535)

8.4 กรณีตัวอย่างความสำเร็จของการบริหารแมลงศัตรูพืช (Successful cases of IPM technology)

1) IPM ในประเทศไทย การบริหารเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilarpavata lugens*) ศัตรูข้าว

(1) การสำรวจระดับความเสียหายและระดับเศรษฐกิจ

การสำรวจติดตามและการพยากรณ์การระบาดในการปลูกข้าว จำเป็นต้องควบคุมปริมาณแมลงศัตรูข้าวให้อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่จะก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงต้องมีการสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ โดยต้องกระทำตลอดฤดูการปลูกข้าว เริ่มตั้งแต่หว่านข้าวจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว

เทคโนโลยีการสำรวจที่ประหยัดเวลา รวดเร็ว และสามารถบอกได้ทันทีว่าจะต้องการมาตรการการป้องกันกำจัดหรือไม่ เรียกว่าการสุ่มตัวอย่างโดย**วิธีซีเควนเชียล (sequential sampling)** ซึ่งเป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ได้รวมเอาระดับเศรษฐกิจและวิธีการสุ่มตัวอย่างมาผนวกไว้ด้วยกัน แล้วทำเป็ฯตารางสำเร็จรูปเพื่อความสะดวกในการใช้และจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแมลงนั้นๆ ในที่นี้จะยกตัวอย่างวิธีการใช้ตารางการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียล สำหรับแมลงศัตรูข้าว คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (**ตารางที่ 9.8**)

ตารางที่ 9.8 ตารางการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลสำหรับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในนาหว่านน้ำตม (ปรีชาและคณะ 2535)

กลุ่มข้าวที่	ไม่ใช้สารฆ่าแมลง	จำนวนรวมสะสม	ใช้สารฆ่าแมลง
1	--	----	19
2	1	----	26
3	8	----	33
4	15	----	40
5	22	----	47
6	29	----	54
7	36	----	61
8	43	----	68
9	50	----	75
10	57	----	52

วิธีการใช้ตาราง

- นับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากกลุ่มข้าวที่สุ่มนับ (**ข้าว 1 กลุ่ม เท่ากับข้าว 10 ต้น ที่อยู่ชิดกัน**)
- บันทึกจำนวนแมลงทั้งตัวเต็มวัยและตัวอ่อนลงไปในช่อง "**จำนวนรวมสะสม**" ของแต่ละกลุ่มข้าวที่สำรวจ จำนวนรวมสะสมของกลุ่มข้าวที่ 2 คือ จำนวนแมลงของกลุ่มข้าวที่ 1 รวมกับที่พบในกลุ่มข้าวที่ 2 และกลุ่มข้าวที่ 3 ได้จากกลุ่มข้าว 2 รวมกับกลุ่มที่ 3 เช่นนี้เรื่อยไป
- ถ้าจำนวนรวมสะสมเท่ากับหรือน้อยกว่าตัวเลขในระดับของคอลัมน์ **ไม่ใช่สารฆ่าแมลง** ที่กลุ่มข้าวเดียวกันกับที่กำลังสุ่มนับ ก็หยุดและยอมรับว่าปริมาณแมลงขณะนั้นเท่ากับ ตัวต่อกลุ่มหรือน้อยกว่า ซึ่งเป็นระดับที่ไม่ต้องใช้สารฆ่าแมลง
- ถ้าจำนวนรวมสะสมเท่ากับหรือมากกว่าตัวเลขในระดับของคอลัมน์ **ใช้สารฆ่าแมลง** ตรงกลุ่มข้าวเดียวกันกับที่สำรวจ ก็หยุดและยอมรับว่าปริมาณแมลงขณะนั้นเท่ากับ 10 ตัวต่อกลุ่ม หรือมากกว่า ซึ่งเป็นระดับที่ต้องใช้สารฆ่าแมลง
- ถ้าจำนวนรวมสะสมยังอยู่ระหว่างกลางของทั้งสองระดับ ก็สุ่มสำรวจนับต่อไปจนกว่าจะตัดสินใจได้

ในกรณีที่ต้องปฏิบัติงานสุ่มตัวอย่างเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหรือแมลงศัตรูพืชแมลงที่เป็นศัตรูพืชนั้น ๆ ไม่มีตารางซีเควนเชียลให้ใช้ เราก็สามารถใช้วิธีการสุ่มนับเพื่อหาระดับเศรษฐกิจได้ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 9.9 ดังนี้

ตารางที่ 9.9 ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญบางชนิดและวิธีการสุ่มนับ (ปรีชาและคณะ 2535)

อายุข้าว (สัปดาห์หลังปลูก)	ชนิดของแมลงศัตรูข้าว	วิธีการสุ่มนับ	ระดับเศรษฐกิจ
3-5	เพลี้ยไฟ	นับจำนวนใบที่ม้วน	10 ใบม้วน/กอ (นาดำ) หรือกลุ่ม (นาหว่าน)
	หนอนห่อใบข้าว	นับจำนวนใบห่อ	15 ใบห่อ/กอ (นาดำ)
			10 ใบห่อ/กลุ่ม (นาหว่าน)
	เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	**นับจำนวนตัวอ่อน**	**10 ตัว/กอ (นาดำ) หรือกลุ่ม (นาหว่าน)**
	หมอนกอข้าว	นับจำนวนยอดเหี่ยว	1.5 ยอดเหี่ยว/กอ (นาดำ)
			1 ยอดเหี่ยว/กลุ่ม (นาหว่าน)
6-9	แมลงบั่ว	นับจำนวนหลอดบั่ว	0.3 หลอดบั่ว/กอ (นาดำ)
	หนอนห่อใบข้าว	นับจำนวนใบห่อ	15 ใบห่อ/กอ (นาดำ)
			10 ใบห่อ/กลุ่ม (นาหว่าน)
	เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	**นับจำนวนตัวอ่อน**	**10 ตัว/กอ (นาดำ) หรือกลุ่ม (นาหว่าน)**
	หนอนกอข้าว	นับจำนวนยอดเหี่ยว	1.5 ยอดเหี่ยว/กอ (นาดำ)
			1 ยอดเหี่ยว/กลุ่ม (นาหว่าน)
	แมลงบั่ว	นับจำนวนหลอดบั่ว	0.3 หลอดบั่ว/กอ (นาดำ)
10-14	หนอนห่อใบข้าว	นับจำนวนใบห่อ	9 ใบห่อ/กอ (นาดำ)
			6 ใบห่อ/กลุ่ม (นาหว่าน)
	เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	**นับจำนวนตัวอ่อน**	**10 ตัว/กอ (นาดำ)**
			15 ตัว/กลุ่ม (นาหว่าน)
	หมอนกอข้าว	นับจำนวนยอดเหี่ยว	0.8 ยอดเหี่ยว/กอ (นาดำ)
			0.5 ยอดเหี่ยว/กลุ่ม (นาหว่าน)
15-16	แมลงสิง	นับจำนวนตัว	0.8 ตัว/กอ (นาดำ)
			0.5 ตัว/กลุ่ม (นาหว่าน)

หมายเหตุ : นาหว่าน ข้าว 1 กลุ่ม = ต้นข้าวที่อยู่ชิดกัน 10 ต้น

นอกจากการสุ่มนับแบบซีเควนเชียล **(ตารางที่ 9.8)** และการสุ่มนับเพื่อหาระดับเศรษฐกิจ **(ตารางที่ 9.9)** แล้ว การสุ่มนับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอาจทำได้อีก 2 วิธีการดังนี้คือ

(1) **การสุ่มนับจำนวนศัตรูข้าวในนาโดยตรง** โดยกระทำทุกสัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อจะได้ข้อมูลมาพิจารณาและตัดสินใจในการป้องกันกำจัด หรือใช้ข้อมูลนั้นในการคาดการณ์การระบาดของแมลงศัตรูข้าว โดยทั่วไปปริมาณตัวอ่อนของแมลงศัตรูข้าวจะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวเต็มวัยที่พบและพันธุ์ข้าวที่ปลูก โดยพบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มปริมาณได้ถึง 13-14 เท่า บนข้าว กข 7 ซึ่งไม่ต้านทานต่อแมลงชนิดนี้ ในขณะที่บนข้าว กข 21 ซึ่งต้านทานแมลงนี้ เพิ่มประชากรได้เพียง 6-7 เท่า

(2) **การใช้กับดักแมลง** เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแมลงศัตรูข้าวในธรรมชาติ กับดักแมลงมีหลายชนิด เช่น กับดักแสงไฟ (light trap) กับดักสวิงกลางอากาศ (air net trap) กับดักน้ำถังเหลือง (yellow water pan trap) เป็นต้น ในกรณีของกับดักน้ำถังเหลือง มีรายงานว่าถ้าใช้ในระยะข้าวแตกกอ ถ้าพบตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเฉลี่ยมากกว่า 3 ตัวต่อกับดัก หลังจากนั้น 2-3 สัปดาห์ จะพบการระบาดของแมลงชนิดนี้ในนาข้าว โดยเฉพาะข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กข 7) ซึ่งปริมาณแมลงที่พบในนาเกินระดับเศษรษฐกิจ (มากกว่า 10 ตัวต่อกอ) (สุวัฒน์ 2534) ส่วนกับดักสวิงกลางอากาศถ้าพบตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในกับดักเฉลี่ย 92 ตัวต่อ 2 วัน จะพบปริมาณของแมลงชนิดนี้ในนาข้าวบริเวณใกล้เคียงกับดัก 4-6 ตัวต่อข้าว 1 กลุ่ม (ข้าว 10 ต้นที่อยู่ชิดกันในนาหว่าน) นอกจากนี้มีรายงานว่า กับดักแสงไฟโดยใช้ตะเกียงรั้วมีแนวโน้มว่าสามารถนำมาใช้แทนกับดักสวิงกลางอากาศได้ (ปรีชา และคณะ 2527)

พฤติกรรมที่น่าสนใจของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างหนึ่งก็คือ ตัวเต็มวัยชอบบินมาเล่นแสงไฟเวลากลางคืน จากการทดลองใช้แสงไฟสีต่าง ๆ ล่อแมลง พบว่า แสงไฟจากหลอดแบลคไลท์ (black light) แสงนีออน แสงจากหลอดสีเขียว ฟ้า และเหลือง ล่อจับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ในปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนแสงสีแดงและสีชมพูล่อจับแมลงชนิดนี้ได้น้อยมาก (สุวัฒน์ และ เพชรหทัย 2527) ซึ่งเราอาจใช้แสงไฟสีที่ชอบมาล่อแมลงแล้วทำลาย ก็จะช่วยลดปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ทางหนึ่ง

2) ศึกษาชีวประวัติ อุปนิสัย และพฤติกรรมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตัวเต็มวัยมีขนาดยาวประมาณ 3 มม. ลำตัวสีน้ำตาลจนถึง สีน้ำตาลปนดำ ลักษณะปีกมี 2 แบบ คือ ชนิดปีกยาว (macropterous form) และชนิดปีกสั้น (bracrypterous form) ชนิดที่มีปีกยาวสามารถเคลื่อนย้ายและอพยพไปในระยะทางใกล้และไกล โดยอาศัยกระแสลมช่วย ในเขตชลประทานภาคกลางมักจะพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณมากกว่าเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดศัตรูข้าวอื่น ๆ (สุวัฒน์ 2530) ตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมี 5 ระยะ และสีน้ำตาลจะปรากฏตั้งแต่ระยะที่ 2 ขึ้นไป ระยะตัวอ่อนประมาณ 16-17 วัน เพศเมียวางไข่ตามกาบใบเป็นส่วนใหญ่ ระยะไข่ประมาณ 7 วัน จึงฟักออกเป็นตัวอ่อน (บุบผา และวารี 2514)

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทำลายข้าวโดยดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นข้าว ทำให้ต้นข้าวเหี่ยวแห้ง ถ้ามีปริมาณแมลงมาก นาข้าวจะถูกทำลายแห้งตายเป็นหย่อม ๆ นอกจากการทำลายข้าวโดยตรงแล้ว แมลงนี้ยังเป็นพาหนะนำโรคไวรัสที่สำคัญ 2 ชนิดคือ โรคจู๋ (regged stunt) และโรคเขียวเตี้ย (grassy stunt) มาสู่ต้นข้าว สำหรับโรคจู๋เป็นโรคที่ทำให้ผลผลิตข้างลดลงอย่างมาก การระบาดของโรคจู๋ในปี พ.ศ. 2533 ทำให้ข้าวพันธ์ กข 7 และสุพรรณบุรี 60 ถูกทำลายมากกว่า 90 เปอร์เซนต์

ในหนึ่งฤดูกาลปลูกข้าว โดยใช้ข้าวที่มีอายุการปลูกประมาณ 120 วัน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มปริมาณได้ 2-3 อายุขัย (generation) เมื่อตัวเต็มวัยอพยพเข้าสู่นาข้าว เพศเมียจะวางไข่และฟักออกเป็นตัวอ่อน หลังจากพบปริมาณสูงสุด (peak) ของตัวเต็มวัยแล้วประมาณ 14-21 วัน จะพบปริมาณสูงสุดของตัวอ่อนของแมลงนี้ ปริมาณตัวอ่อนจะมีมากหรือน้อย ขึ้นกับปริมาณของตัวเต็มวัยที่พบและพันธุ์บนข้าวพันธุ์อ่อนแอ เช่น กข 7 จากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียล พบว่า แมลงชนิดนี้สามารถเพิ่มปริมาณต่อหนึ่งอายุขัยได้ 21 เท่า บนข้าว กข 1 ซึ่งเป็นข้าวพันธ์ที่อ่อนแอ (หนึ่งอายุขัยใช้เวลา 29 วัน) (ปรีชา 2521) ดังนี้ **พันธุ์ข้าวจึงมีผลต่อการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พันธุ์ข้าวต้านทาน เช่น กข 9 กับพันธุ์ กข 1 ซึ่งอ่อนแอ การอยู่รอดของตัวอ่อนที่เป็นตัวเต็มวัย บนข้าว กข 1 จะสูงถึง 43.44 เปอร์เซนต์ ขณะที่บนพันธุ์ กข 9 อยู่รอดเพียง 2% (ปรีชา 2521) และแมลงนี้สามารถเพิ่มปริมาณ 13-14 เท่า บนข้าว กข 7 ภายในเวลา 21 วัน ขณะที่บนข้าว กข 21 เพิ่มเพียง 6-8 เท่า (ปรีชา 2523)**

3) การใช้พันธุ์ข้าวต้านทานต่อการทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (วิธีเขตกรรม)

ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงและพืชอาหารมีวิวัฒนาการร่วมกันมาช้านาน แมลงพยายามปรับตัวให้สามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้บนพืชอาหาร เหตุการณ์เช่นนี้ได้เกิดขึ้นกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและข้าวพันธุ์ต้านทาน ในประเทศฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และเวียตนาม ซึ่งปลูกข้าวพันธุ์ IR 26 พันธุ์ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ต่อมาข้าวพันธุ์นี้มีปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นไม่ต้านทานต่อแมลงชนิดนี้หลังจากที่ปลูกติดต่อกัน 2-3 ปี (นิภา และ วีรวุฒิ 2524) และข้าวพันธุ์ IR 26 นี้นักผสมพันธุ์ข้าวของไทย ได้นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผสมพันธุ์ข้าว เช่น กข 21 การแสดงออกของ กข 21 จึงมีลักษณะเช่นเดียวกับ IR 26 กล่าว คือ กข 21 แสดงอาการไม่ต้านทานหลังจากมีการส่งเสริม 3 ปี สำหรับความสามารถต้านทานของ กข 23 ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้น จากการทดสอบพบว่ายังคงมีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี (นิภา และจินตนา 2533)

ปัจจุบันขบวนการบริหารเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่สำคัญคือ การใช้พันธุ์ข้าวต้านทานต่อการทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งทราบแล้วว่าเป็นพันธุ์ข้าว กข 4, กข 9, กข 23, กข 25 และสุพรรณบุรี 90 (ตารางที่ 9) แม้ว่า กข 9 สามารถต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีและช่วยลดปัญหาลงได้ แต่ชาวนา กลับไม่นิยมปลูก เพราะ กข 9 ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง คุณสมบัติในการ

หุ้งต้มไม่ดี และขายไม่ได้ราคาดี ในปี พ.ศ. 2524 ข้าวพันธุ์ กข 21, กข 23 และ กข 25 ได้รับการส่งเสริม และแนะนำเป็นพันธุ์ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ข้าวพันธุ์ต้านทานเหล่านี้มีบทบาทสำคัญมาก ทำให้สถานการณ์การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลดลง เพราะลักษณะการต้านทานของข้าวทั้ง 4 พันธุ์นี้ เกิดในลักษณะที่เรียกว่า **antibiosis** คือ ทำให้แมลงที่มาอาศัยดูดกินมีวงจรชีวิตที่ไม่ปกติ และทำให้แมลงที่มาอาศัยดูดกินมีวงจรชีวิตที่ไม่ปกติ และทำให้การเพิ่มประชากรลดน้อยลง (นิภา และคณะ 2525)

การปลูกข้าวพันธุ์ต้านทานแม้จะทำให้ปริมาณของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลดลง แตกต่างจากการใช้พันธุ์อ่อนแอ ซึ่งทำให้ปริมาณของแมลงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังมีการทดลองพบว่าปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบนข้างพันธุ์ กข 1 สูงกว่า กข 23 ถึง 34 เท่า (เฉลิม และประชา 2526) แต่ชาวนาก็ยังคงนิยมปลูกข้าวพันธุ์อ่อนแอ เพราะข้าวพันธุ์อ่อนแอส่วนมากจะให้ผลผลิตสูง ประการสำคัญ คือ ขายได้ราคาดี เช่น กรณีของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 เป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของชาวนา ข้าวพันธุ์นี้จึงนิยมปลูกกันอย่างกว้างขวาง คุณสมบัติของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ต้านทานต่อการทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระดับปานกลาง ความต้านทานเป็นลักษณะทนทาน ไม่ได้เป็นในลักษณ antibiosis จึงพบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่อาศัยบนข้าวสุพรรณบุรี 60 สามารถเพิ่มประมาณได้ใกล้เคียงกับพันธุ์ กข 7 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ (จินตนา และคณะ 2529) ฉะนั้น เมื่อปลูกข้าวพันธุ์นี้ติดต่อกันในเวลา 1-2 ปี เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจึงเพิ่มปริมาณได้มาก และทำลายข้าวสุพรรณบุรี 60 ก่อให้เกิดปัญหาอย่างรุนแรงระหว่างปี พ.ศ. 2532-2533 และข้าว กข 23 ได้มีบทบาททำให้ปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลน้อยลง

อนึ่ง แมลงเป็นสัตว์ที่มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีมาก และในภาวะที่มีข้าวพันธุ์ต้านทานอยู่เพียงเดียว คือ กข 23 จึงเป็นที่น่าวิตกว่าในอนาคตอาจจะเกิดปัญหาขึ้นมาได้อีก ด้วยทฤษฎีของการใช้พันธุ์ต้านทาน **เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนี้ ควรที่จะมีข้าวหลาย ๆ พันธุ์ปลูกสลับกัน** เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว จึงได้มีข้าวพันธุ์ต้านทานใหม่ ๆ ขึ้นมา ได้แก่ สุพรรณบุรี 90 ความต้านทานของข้าวสุพรรณบุรี 90 เป็นลักษณะแมลงไม่ชอบมาวางไข่ และมีลักษณะ antibiosis เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มปริมาณได้น้อยกว่าบนพันธุ์อ่อนแอ (นิภา และจินตนา 2533 ก)

4) การใช้ศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (การควบคุมโดยชีววิธี)

ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าวนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดปริมาณแมลงศัตรูข้าว จากการสำรวจศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูในนาข้าว มีรายงานว่า ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าวที่พบในประเทศไทยมีมากกว่า 50 ชนิด (Yasumatsu et al. (1975) ในประเทศฟิลิปปินส์ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าวมีประมาณ 80 ชนิด (Shepard *et.al.* 1987) ศัตรูธรรมชาติที่เป็นตัวห้ำ (predator) และตัวเบียน (parasite) ที่สำคัญของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีดังนี้คือ

(1) ระยะไข่ มีตัวห้ำทำลายไข่ คือ **"มวนเขียวดูดไข่"** (***Cyrtorhinus lividipennis* Reuter**) เป็นแมลงตัวห้ำที่มีความสำคัญมาก เพราะสามารถดูดกินไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้ไข่ไม่สามารถฟักออกมาเป็นตัวอ่อน นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แมลงชนิดนี้ตายตั้งแต่ระยะไข่ (ปรีชา 2521) ในนาข้าวที่มีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงกว่าระดับเศรษฐกิจ (มากกว่า 10 ตัวต่อกอ) จะพบมวนเขียนดูดไข่มีปริมาณมาก และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนเขียวดูดไข่สูง 45.5 - 77.46 เปอร์เซนต์ (สุวัฒน์ 2535) สำหรับแมลงตัวเบียนในระยะไข่มีแตนเบียนไข่ *Oligosita sp.* (Hymenoptera : Trichogrammatidae) และ *Anagrus sp.* (Hymenoptera : Mymaridae) พวกแตนเบียนที่ทำลายไข่ภายนอก (ectoparasite) มี 2 ชนิด คือ Pteromalid และ Eulophilid parasite (Vungsilabutr 1981) ซึ่งแตนเบียน 2 ชนิดแรกสามารถทำลายไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงกว่า 2 ชนิดหลัง

(2) ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ในระยะนี้มีตัวห้ำและตัวเบียนที่สำคัญคือ แมงมุมสุนัขป่า (*Lycosa pseudoannulata* (Bosenberg et. Strand) (ปรีชา 2523) และพวกแมงมุมเขี้ยวยาว (*Tetragnatha spp.*) แมงมุมสุนักขป่าที่มีขนาดโตสามารถกินตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เฉลี่ย 24-25 ตัวต่อวัน (วิภาดา 2529) สำหรับแมงมุมเขี้ยวยาว *T. verescens* สามารถกินตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เฉลี่ย 2 ตัวต่อวัน (วิภาดา 2531) ส่วนตัวเบียนที่ทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยคือ *Elenchus yasumatsui* Kifune et Hirashima (Strepsiptera:Elenchidae) และ *Pseudogonatopus hospes* Perkins (Hymenoptera:Dryinidae) แต่ตัวเบียนทั้งสองชนิดนี้มีเปอร์เซ็นต์การทำลายไม่มากนัก (ปรีชา 2521)

5) การใช้สารเคมีฆ่าแมลง

การตัดสินใจใช้สารเคมีฆ่าแมลงหากพบว่าความหนาแน่นของประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงกว่าระดับเศรษฐกิจ สารฆ่าแมลงส่วนใหญ่จะมีผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าว ดังนั้น จึงควรคำนึงถึงแนวทางการใช้สารฆ่าแมลงให้มีผลกระทบน้อย หรือไม่ให้มีผลกระทบซึ่งสามารถสรุปแนวทางการใช้สารได้ 4 วิธี (ปรีชา 2525)

(1) เลือกชนิดของสารฆ่าแมลงที่มีผลกระทบหรือความเป็นพิษที่น้อยต่อศัตรูธรรมชาติ เช่น MIPC และ omethoate ซึ่งมีผลกระทบน้อยต่อแมงมุมเขี้ยวยาว (ปรีชา 2533)

(2) เลือกจังหวะเวลาการใช้สารฆ่าแมลง ในบางช่วงแมลงศัตรูธรรมชาติมีบทบาทน้อยในการลดปริมาณของแมลงศัตรูข้าว เช่น ควรฉีดพ่นสารฆ่าแมลงกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หลังจากไข่ของแมลงนี้ได้ฟักออกเป็นตัวอ่อนแล้ว และมีปริมาณสูงกว่าระดับเศรษฐกิจ ขณะที่มีมวนเขียวดูดไข่มากแต่มวนเขียวดูดไข่มีบทบาทน้อย เพราะทำลายตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้น้อย อย่างไรก็ตาม

ถ้าสามารถเลือกใช้สารฆ่าแมลงชนิดที่มีผลกระทบน้อยต่อตัวห้ำดังกล่าว รวมทั้งเลือกจังหวะเวลาการใช้ที่เหมาะสมก็จะสามารถอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติดังกล่าวไว้ได้มาก

(3) ใช้สารฆ่าแมลงเฉพาะที่มีแมลงระบาด การใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่นเป็นจุด ๆ หรือเป็นหย่อมโดยไม่ฉีดเต็มทั้งพื้นที่นา จะช่วยอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติบางส่วนไว้ แมลงศัตรูข้าวบางชนิดทำลายเป็นหย่อมจะทำลายข้าวเฉพาะในบริเวณที่มีน้ำขังหรือเป็นที่ลุ่ม ควรฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเฉพาะจุดที่แมลงระบาด

(4) เลือกเทคนิคการใช้สารฆ่าแมลง สารฆ่าแมลงบางชนิดในรูปเม็ดจะมีคุณสมบัติที่เกิดเป็นไอก๊าซ (ถ้าใช้โดยการคลุกับดินก็จะลดผลกระทบที่จะมีต่อศัตรูธรรมชาติเนื่องจากไอก๊าซที่เกิดขึ้นลดน้อยลง

สารเคมีฆ่าแมลงที่ใช้ในนาข้าวมี 3 สูตรคือ ชนิดเม็ด ชนิดพ่นน้ำ และพ่นฝุ่น

a) **สารเคมีชนิดเม็ด** เช่น carbofuran, benfuracarb และ turbufos มีผลต่อแมงมุมสุนัขป่าสูงมาก โดยเฉพาะ Carbofuran ซึ่งมีพิษนานกว่าชนิดอื่น ทำให้แมงมุมมีน้อยกว่าแปลงที่ใช้สารเคมีชนิดอื่นมาก อย่างไรก็ดี พบว่า carbofuran 3% G. หว่านในอัตรา 160 กรัมของเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่ 20 และ 40 วัน หลังการหว่านข้าว ยังให้ผลดีในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ส่วนสาร Cartap + Iisoprocarb (เช่น Padan + Mipcin 6% G) ในอัตราเดียวกันได้ผลรองลงมา

b) **สารเคมีชนิดพ่นน้ำ**

BPMC (เช่น Bassa 50% E.C.), fenitrothion (เช่น Sumibas 60% E.C.) และ chlorpyrifos (เช่น Lorsban 155 20% E.C.) ในอัตราการใช้ 96 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่จะได้ผลดี หรือ MIPC (เช่น Mipcin 50% W.P.) ในอัตรา 64 กรัม เนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่หรือ carbosulfan (เช่น Posse 20% E.C.) และ aprocarb (เช่น Unden 20% E.C.) ในอัตรา 48 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หรือ buprofezin + MIPC (เช่น Apcin 25% W.P.) ในอัตรา 64 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ ethofenprox (Trebon 10% E.C.) ในอัตรา 12 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่

c) **สารเคมีชนิดพ่นฝุ่น**

พบว่า MIPC (เช่น Mipcin 2% D) และ BPMC (เช่น Bassa 2% D) ในอัตรา 80 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ ethofenprox (เช่น Trebon 2% D), malathion และ malathion + BPMC (Malabas 3.5% D) ใช้ได้ผลดี

นอกจากนั้นยังพบว่าสารเคมีที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดการระบาดซ้ำของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้แก่ methyl parathion (เช่น Folidol E605 50% E.C.) ในอัตรา 40 กรัม เนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ decametrin (เช่น Decis 3% E.C.) ในอัตรา 1.2 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (ปรีชา และคณะ 2535)

สรุปแนวทางการบริหารเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลคือ

1. การสำรวจความหนาแน่นของประชากรของแมลงโดยใช้ตารางสุ่มแบบซีเควนเชียล หรือการสุ่มสำรวจดูระดับเศรษฐกิจ
2. ศึกษาชีวประวัติอุปนิสัย พฤติกรรมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รวมทั้งศัตรูธรรมชาติ
3. การใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน
4. การใช้กับดักแสงไฟล่อมาทำลาย
5. การใช้ศัตรูธรรมชาติ
6. การใช้สารเคมีฆ่าแมลงที่มีผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติน้อยที่สุด
7. การติดตามและพยากรณ์การระบาด

จะเห็นได้ว่าการบริหารแมลงศัตรูพืชนั้นต้องใช้ความรู้ในการป้องกันกำจัดหลายวิธีการมาร่วมกันจัดการบนพื้นฐานของการลงทุนที่คุ้มต่อการให้ผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ

นอกจากการบริหารศัตรูข้าวแล้วความสำเร็จในเรื่องของ IPM แมลงศัตรูพืชที่สำคัญในประเทศไทยมีหลายชนิดเช่น การบริหารหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกันในไร่ฝ้าย การบริหารแมลงศัตรูผักและการผลิตผักอนามัย เป็นต้น (กองกีฏ และสัตววิทยา 2535)

2. IPM ในกลุ่มประเทศลาตินอเมริกา (Altieri and Nicholls 1997) :

1) IPM แมลงศัตรูฝ้ายในประเทศนิการากัว (Nicaragua)

ประเทศนิการากัวผลิตฝ้ายได้ผลดีที่สุดในช่วงปี 1964-65 แต่ในปีต่อมามีความเสียหายรุนแรงถึง 15-30% ของผลผลิตฝ้ายเนื่องจากแมลงศัตรูฝ้ายที่สำคัญแสดงความต้านทานต่อสารเคมีและแมลงที่มีความสำคัญอันดับรอง (secondary pest) ที่ไม่เคยระบาดมาก่อน ก็เกิดระบาด มีการใช้สารเคมีถึง 28 ชนิด แต่ไม่สามารถควบคุมการระบาดได้ องค์การสหประชาชาติและ FAO จึงได้วางแผนใช้ IPM ในปี 1971 ดังนี้คือ

(1) เลือกเวลาปลูกที่เหมาะสมเพื่อหนีการระบาดของด้วงเจาะสมอฝ้าย (cotton boll weevil) และหนอนเจาะสมอฝ้าย (cotton boll worm)

(2) ปลูกพืชล่อ (trap crop) คือปลูกฝ้ายพันธุ์อ่อนแอเป็นแปลงเล็ก ๆ ก่อนปลูกฝ้ายแปลงใหญ่ และหลังการเก็บเกี่ยวฝ้าย ด้วงเจาะสมอฝ้ายจะเข้ามาทำลายพืชล่อเป็นจำนวนมาก จึงทำลายโดยใช้สารเคมีครั้งเดียว วิธีการนี้ใช้ได้ผลดีมากถือเป็นความสำเร็จ

นอกจากนี้แผนการใช้ IPM สำหรับแมลงศัตรูฝ้ายในประเทศอินเดียซีเนกัล (Senegal) และแซมเบีย (Zambia) ได้สรุปไว้ในตารางที่ 9.10 ดังนี้

ตารางที่ 9.10 แสดงแผน IPM ของแมลงศัตรูฝ้ายในประเทศอินเดีย ซีเนกัล และแซมเบีย (Stoll 1997)

วิธีการ	อินเดีย		ซีเนกัล		แซมเบีย
	Site 1	Site 2	Site 1	Site 2	Site 1
Pheromones, lures, traps	Y, loc	Y, loc	Y, imp	Y, imp	no
Mating disruption	N	N	Y	N	N
Trichogramma	Y	Y	N	N	N
Chrysoperla carnea	Y	Y	N	N	N
Ladybird beetle	Y	Y	N	N	N
Bacillus thuringiensis	Y	Y	Y, imp	Y, imp	N
Nuclear Polyhedrosis Virus	Y	Y	N	N	N
Neem	Y	Y	Y	N	N
Other botanicals	Y	Y	Y	N	N
Cow urine	Y	Y	Y	N	N
Trap cropping	Y	Y	Y	Y	Y
Border crops	Y	Y	Y	Y	Y

Y = ใช้ N = ไม่ใช้ imp = ใช้ผลการทดลองในไร่เกษตรกรแล้ว no = ไม่มีการทดลอง

มีการเปรียบเทียบผลิตผลของฝ้าย โดยการใช้สารเคมีตามวิธีเดิม (conventional) และการปลูกฝ้าย โดยการไม่ใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชหรือ IPM ได้สรุปไว้ในตารางที่ 9.11 ดังนี้

ตารางที่ 9.11 เปรียบเทียบผลผลิตของฝ้ายโดยวิธีการใช้สารเคมี และวิธี IPM ใน 4 ประเทศ (Stoll 1997)

ประเทศ		วิธีใช้สารเคมี	IPM
อินเดีย	crop protection strategy	Endosulfan Monocrotophos BHC	*Trichogramma*
	yield kg/ha sc	2,000	1,500
ตุรกี	crop protection strategy	ca. 7 applic. contact-and systemic insecticides	predators commercial biosprays
	yield kg/ha sc	3,700 2,700	3,500 2,500
อียิปต์	crop protection strategy	Malathion Dimethoate Sumicidin	predators pheromones Beauveria
	yield kg/ha sc	2,800	2,600
เปรู	crop protection strategy	ca. 5 applications of insecticides	*Trichogramma* *Bacillus thruingiensis*
	yield kg/ha sc	1,500	1,200

หมายเหตุ *lower costs for crop protection measures (60-70%) *price premium of 15-20%

2) IPM แมลงศัตรูกล้วยในประเทศคอสตาริกา (Costa Rica)

ในปีค.ศ. 1954 บริษัท United Fruit มีพื้นที่ปลูกกล้วยไม่น้อยกว่า 12,000 ha. มีศัตรูที่สำคัญคือด้วงงวงเจาะกล้วย (banana weevil) และเพลี้ยไฟสนิม (rust thrips) ระบาดมากจึงต้องใช้สารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนคือ Dieldrin ฉีดพ่นทางอากาศ ทำให้ศัตรูธรรมชาติตายเป็นจำนวนมาก และปีต่อมามีการระบาดของแมลงที่มีความสำคัญอันดับรอง เช่น หนอนเจาะลำต้นกล้วย (banana stalk borer, *Castiomera humbolti*) และมีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่อง ในปี 1958 มีการระบาดของแมลงที่สำคัญเพิ่มขึ้นอีก 6 ชนิด ซึ่ง 3 ชนิดไม่เคยมีประวัติเป็นศัตรูมาก่อน ในปี 1973 มีปัญหาการขาดแคลนและวิกฤติการน้ำมันของโลก บริษัทจึงไม่สามารถที่จะใช้เครื่องบินพ่นสารเคมีได้ และจำเป็นต้องหยุดการพ่นสารเคมี 2 ปีต่อจากการหยุดพ่นสารเคมี สภาพพื้นที่ปลูกกล้วยได้กลับเข้าสู่สมดุลตามธรรมชาติ และไม่ปรากฏการระบาดที่รุนแรง มีการระบาดบ้างบางครั้ง และระบาดเพียงเล็กน้อย และไม่มีความสำคัญ และหลังปี 1984 แล้วไม่ปรากฏรายงานการระบาดของแมลงศัตรูกล้วยอีกเลย

3) IPM แมลงศัตรูถั่วเหลืองในประเทศบราซิล (Brazil)

ในปีค.ศ. 1970 รัฐ Parana และ Rio Grande do Sul มีเนื้อที่ปลูกถั่วเหลืองประมาณ 583 ha ได้ผลผลิตประมาณ 241.45 ตัน ต่อจากนั้นมีการปลูกถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้นทุกปี พร้อม ๆ กับการเพิ่มปริมาณของแมลงศัตรูถั่วเหลืองคือหนอนเจาะฝักถั่ว ซึ่งเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 1972-1982 มีการใช้ IPM คือใช้เชื้อไวรัส NPV แทนสารเคมี และสามารถลดการใช้สารเคมีได้ถึง 80-90% และเป็นการประหยัดเพราะเกษตรกรสามารถเก็บหนอนที่ถูกทำลายด้วยเชื้อไวรัสมาบด กรอง และนำไปฉีดพ่นต่อไปได้

4) IPM แมลงศัตรูมะเขือเทศในประเทศโคลัมเบีย (Colombia)

ระหว่างปีค.ศ. 1970-1980 หมู่บ้าน Cauca Valley ได้ปลูกมะเขือเทศประมาณ 2,000 ha มีการระบาดของหนอนเจาะผลและหนอนชอนใบ *Scrobipalpula absoluta* และมีการใช้สารเคมีในปริมาณมากถึง 20-30 ครั้งต่อฤดูกาลปลูก เมื่อนำแผน IPM มาใช้พบว่าสามารถลดการใช้สารเคมีเหลือเพียง 1-2 ครั้ง และสามารถประหยัดเงินลงทุนของเกษตรกรได้ 650 US$ ต่อ ha วิธีการ IPM ที่ได้ผลสำเร็จแล้วมีดังนี้คือ

(1) การใช้ *Bacillus thurigiensis*

(2) การใช้แตนเบียนไข่ *Trichogramma spp.*

(3) การใช้แตนเบียนหนอน *Apanteles spp.*

5) **IPM แมลงศัตรูธัญพืชในประเทศชิลี (Chile)**

ในปี 1972 มีเพลี้ยอ่อนที่สำคัญ 2 ชนิดคือ *Sitobium avenae* และ *Metopolophium dirbodum* ระบาดทำลายข้าวสาลีในเนื้อที่ประมาณ 120,000 ha จำเป็นต้องใช้สารเคมีพ่นทางอากาศ และในปี 1975 พบว่าความเสียหายรุนแรงมากประมาณ 20% ของผลผลิตของทั้งประเทศ เนื่องจากเพลี้ยอ่อนเหล่านี้สามารถนำโรคไวรัสชื่อ โรคเหลืองเตี้ย (Yello dwarf) มาสู่ข้าวสาลี รัฐบาลชิลีจึงได้ขอความร่วมมือจาก FAO วางแผนการใช้ IPM ดังนี้คือ ใช้ตัวห้ำเพลี้ยอ่อน 5 ชนิด โดยเฉพาะด้วงเต่าลาย ตัวห้ำ จากแหล่งต่าง ๆ คืออัฟริกาตอนใต้ คานาดา อิสราเอล ยุโรป และอิหร่าน มาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แล้วปล่อยไปในธรรมชาติ เฉพาะปี 1975 ได้ปล่อยด้วงตัวห้ำประมาณ 300,000 ตัว ไปในธรรมชาติ และพบว่าไม่พบการระบาดของเพลี้ยอ่อนอีกเลย

6) **IPM ในประเทศคิวบา (Cuba)**

หลังจากที่การปกครองระบบสังคมนิยมได้ล่มสลายในปี 1990 รัฐบาลได้ประกาศใช้แผน IPM ในการปลูกพืชในประเทศคิวบา ทำให้การนำเข้าสารเคมีฆ่าแมลงลดลงถึง 60% รัฐบาลได้ตั้งศูนย์เพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติชื่อ CREEs (Center for the Production of Entomophagae and Entomopathogens) ปลายปี 1992 มีสาขาของศูนย์ CREEs ทั่วประเทศถึง 218 สาขา เพื่อทำหน้าที่ประสานงานกับเกษตรกรเป็นรายบุคคลในแต่ละท้องที่ CREEs มีหน้าที่ผลิตศัตรูธรรมชาติต่อไปนี้คือ

(1) *Bacillus thurigiensis*

(2) *Beuvaria bassiana*

(3) *Verticillium lecanii*

(4) *Metarhizium anisopliae*

(5) *Trichogramma spp.*

3. IPM ในทวีปเอเชีย และประเทศด้อยพัฒนาอื่น ๆ (Kenmore 1990) :

ในประเทศเวียตนามมีโรงเรียนสำหรับเกษตรกร (field schools) และการฝึกผู้นำหรือผู้สอนงานการเกษตร (training of trainers) ในหมู่บ้านกว่า 1,3000 หมู่บ้านเกี่ยวกับการใช้ IPM ของข้าว และพบว่าผลผลิตของข้าวสูงขึ้น 4% และเกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้นจากการผลิตถึง 20%

ใน Ghana, Cote d'Ivoire และ Burkina Faso เกษตรกรที่ใช้ IPM ในแปลงข้าวสามารถประหยัดเงินได้ถึง 90 US$ ต่อ ha โดยผลผลิตเท่าเดิม แต่เกษตรกรได้ผลกำไรโดยรวมเกินกว่า 25%

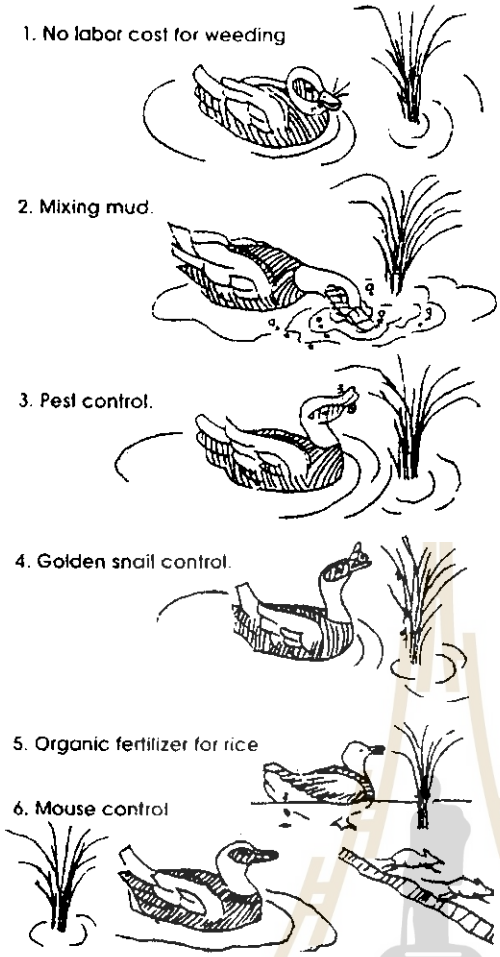
ในประเทศฟิลิปปินส์ มีการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำที่จำเป็นต้องใช้สารเคมีพ่นมากกว่า 20 ครั้งขึ้นไป เมื่อเกษตรกรหันมาใช้ IPM ทำให้การพ่นสารลดลงเป็น 2 ครั้งและมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ฉีดพ่น 1 ครั้ง รวมเป็นใช้สารพ่นทั้งหมด 3 ครั้ง

ในประเทศอินโดนีเซีย หลังจากที่รัฐบาล ประกาศใช้ IPM ในการเกษตร ตั้งแต่ปี 1977-1987 ที่หมู่บ้านใน Kalensari, ตำบล Indramayu, West Java ในช่วง 10 ปีนี้ รัฐบาลสามารถประหยัดเงินการนำเข้าสารฆ่าแมลงได้ถึง 1,000 ล้านเหรียญสหรัฐ และไม่มีการระบาดของแมลงในขณะที่ใช้โปรแกรม IPM

ในประเทศอินเดียหลังจากการใช้ IPM แล้ว รัฐบาลกลางประหยัดเงินอุดหนุนเกษตรกรในเรื่องซื้อสารเคมีฆ่าแมลงถึง 30 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี ในขณะเดียวกันรัฐได้เพิ่มภาษีผลผลิตขึ้นอีก 10% ทำให้รัฐบาลอินเดียมีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 60 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี และรัฐบาลได้ใช้เงินประมาณ 10 ล้านเหรียญในการทำ IPM ในไร่นาของเกษตรกรทุกปี

ในประเทศจีน พบว่าจังหวัดที่ใช้ IPM มีผลผลิตสูงขึ้นถึง 15% และทำให้แต่ละจังหวัดได้มีเงินลงทุนอบรมและเกษตรกรเรื่อง IPM มากกว่าที่จะพึ่งเงินส่วนกลางของรัฐ และพบว่าเมื่อคำนวณยอดเงินการอบรมเกษตรกรของทุกจังหวัดกับผลกำไรที่เกษตรกรได้รับแล้ว จะได้สูงเกินกว่าผลกำไรที่ธนาคารโลก (World Bank) หรือธนาคาร Asian Development Bank ควรได้รับการลงทุนด้วยเงินจำนวนเดียวกัน

ในประเทศเวียตนาม ได้มีการพัฒนาการปลูกข้าวที่เรียกว่า rice-duck-system ในปี 1994 มีการทดลองที่ Agricultural Promotion Center, Haiphong โดยปล่อยลูกเป็ดอายุประมาณ 10 วัน ลงไปในนาข้าวที่ปักดำแล้ว โดยใช้ความหนาแน่นของลูกเป็ด 190 ตัว/ha ผลปรากฏว่าเป็ดช่วยควบคุมวัชพืช, ช่วยทำให้สภาพดินดีขึ้นเพราะมีมูลเป็ดและช่วยตีตะกอนดิน เป็ดกินหนอนผีเสื้อศัตรูข้าว และกินตัวอ่อนของหอยเชอรี่ รวมทั้งทำให้หนูตกใจกลัวและไม่เข้ามากัดกินข้าวในนา (**ภาพที่ 9.2**) ขณะนี้มีเกษตรกรชาวเวียตนามหลายร้อยครอบครัวที่ใช้วิธี rice-duck system และไม่ต้องใช้สารเคมีระหว่างการปลูกข้าว และเมื่อข้าวตั้งท้อง เป็ดก็โตพอที่จะนำไปใช้เป็นอาหารหรือจำหน่ายเป็นกำไรของเกษตรกรอีกด้วย วิธีการนี้เกษตรกรชาวญี่ปุ่นให้ความสนใจและนำไปใช้แล้วกว่า 10,000 ครอบครัว รวมทั้งเกษตรกรในประเทศใต้หวัน เกาหลี และ Tanzania (Pham 1997)



ภาพที่ 9.2 แสดงประสิทธิภาพของเป็ดใน rice-duck system (Pham 1997)

ตอนที่ 2 : สัตว์ศัตรูพืช

Part 2 : Animal Pests

บทที่ 10 หนูและการป้องกันกำจัด

Chapter 10 Rats and Control Methods

10 หนูและการป้องกันกำจัด
Rats and Control Methods

1. ความสำคัญและความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (Importance and Economic Losses)

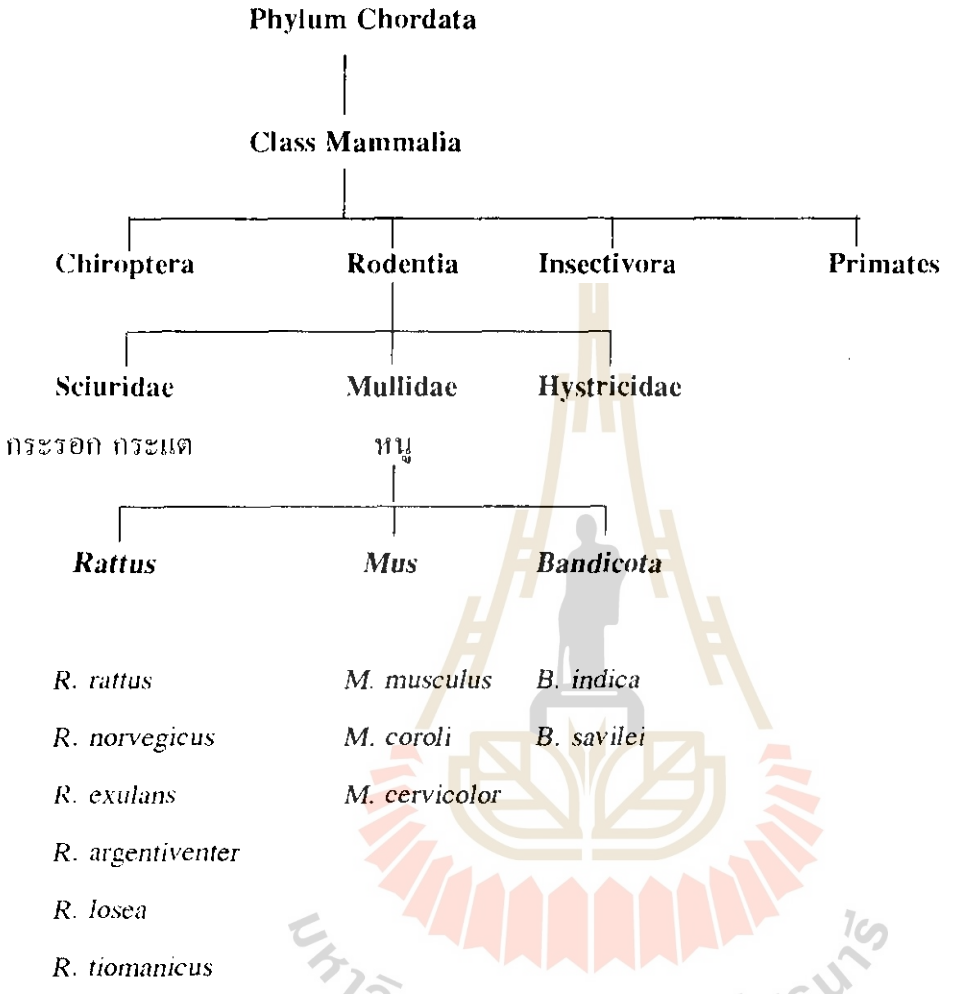
ในปี 1950 องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้คำนวณความเสียหายของผลผลิตของข้าวที่เกิดจากการทำลายของหนูว่าเท่ากับ 12 ล้านตันต่อปี และจัดเป็นศัตรูพืชอันดับ 1 ส่วนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบว่าระหว่างปี 1960-1970 พบมะพร้าวทำลาย 40% โกโก้ 70% ในประเทศเกาหลีพบว่าเมล็ดธัญญพืชถูกทำลายถึง 1 ใน 5 ของผลผลิตทั้งหมด และที่ประเทศไต้หวันมีความเสียหาย 280,000 ตันต่อปี ในปี พ.ศ. 2516 พบว่าที่ประเทศอินโดนีเซียพื้นที่เพาะปลูกธัญญพืชครึ่งหนึ่งถูกหนูทำลาย ส่วนในประเทศฟิลิปปินส์พบว่ามีหนูประมาณ 60 ชนิดที่อยู่ในสกุล *Rattus* ซึ่งพบทำลายผลมะพร้าวทำให้มีความเสียหายมากกว่า 70 เหรียญสหรัฐต่อเฮกการ์ ที่ประเทศมาเลเซียในปีเดียวกัน พบว่าผลปาล์มน้ำมันถูกทำลายถึง 80% (Weis 1976)

ในประเทศไทยในปี 2516 มีการประเมินความเสียหายทั่วไปที่เกิดจากหนูพบว่าไม่ต่ำกว่า 6 ล้านเหรียญอเมริกัน (ไม่รวมความเสียหายในโรงเก็บ) ในปี 2534 มีรายงานว่าในสวนปาล์มน้ำมันมีความเสียหายจากสัตว์ฟันแทะทั้งหมด เช่น หนู กระรอก และเม่น ประมาณ 62,200 ตัน คิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 20 ล้านบาท (ถ้าคิดราคาผลปาล์มสด 1,700 บาทต่อตัน) (พวงทอง 2534) และผลผลิตของข้าวในปีเดียวกันถูกหนูทำลายโดยเฉลี่ยประมาณ 6.9% และในข้าวบาเล่ย์ที่ปลูกในประเทศไทยพบความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 6.5% คิดเป็นมูลค่ารวมไม่ต่ำกว่า 3,000 ล้านบาทต่อปี (เสริมศักดิ์ และทักษิณ 2534) ในปี 2540 ความเสียหายในประเทศไทยในธัญญพืช อ้อย โกโก้ ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด มะคาเดเมีย มะพร้าว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มีประมาณไม่ต่ำกว่า 5,000 ล้านบาท และความเสียหายเฉพาะในยุ้งฉางหรือโรงเก็บที่เกิดจากหนูของทั่วโลกมีประมาณ 33 ล้านตัน ซึ่งสามารถเลี้ยงประชากรโลกได้ถึง 120 ล้านคน (ข้อมูลส่วนตัวจากเสริมศักดิ์ หงษ์นาค 2540)

นอกจากหนูทำความเสียหายแก่ผลิตผลทางการเกษตรแล้ว หนูสามารถที่นำโรคร้ายแรงมาสู่คนได้ ในกลุ่มโรคเกิดจากแบคทีเรีย เช่น โรคไข้เยี่ยวหนู (Leptospirosis) กาฬโรค (Plaque หรือ Bubonic plaque) ซึ่งเกิดขึ้นจากหมัดหนูมากัดคนและถ่ายเชื้อโรคมาสู่คน โรคไทฟอยด์ โรค Lassa fever โรคเกิดจากเชื้อรา เช่น Ring worm และโรค Trichinosis เกิดจากพยาธิชนิด Helminths ชื่อ *Trichidella spiralis* อยู่ในกล้ามเหนื้อหนู เมื่อคนกินเนื้อหนูก็จะกินพยาธิชนิดนี้เข้าไปด้วย

2. การจำแนกชนิด ลักษณะทางชีววิทยา และอุปนิสัย (Classification Biology and Behaviors)

หนูเป็นสัตว์ศัตรูพืชชนิดมีกระดูกสันหลัง (vertebrate pest) ที่เลี้ยงลูกด้วยนม (mamals) และมีความสัมพันธ์กับสัตว์ชนิดอื่นและระหว่างกลุ่มดังไดอาแกรมต่อไปนี้



ปัจจุบันนี้เราแบ่งหนูเป็น 2 พวกคือ

1. หนูที่อยู่อาศัยในเขตเมือง (Commensal rats)
2. หนูอาศัยอยู่ในชนบท หรือหนูไร่นา (Field rats)

1. หนูที่อยู่อาศัยในเขตเมือง (Commensal rats)

หนูจำพวกนี้จะมีอุปนิสัยแตกต่างจากหนูในไร่นา กล่าวคือ ชอบทำรัง หรืออาศัยอยู่บนบ้านหรืออาคารต่าง ๆ ยกเว้นหนูนอร์เวย์ (*Rattus nonvegicus*) ซึ่งจะขุดรูอยู่ในบริเวณบ้านและกองขยะ

และมักจะกินเศษอาหารตามบริเวณตลาดสด หรือตามร้านอาหารที่ไม่ค่อยถูกสุขลักษณะ หนูที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองที่พบในประเทศไทยมีหลายชนิด ได้แก่

1.1. หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*) บางทีเรียกว่า หนูดำ หนูเรือ หนูท้องเทา เป็นหนูขนาดกลาง น้ำหนักประมาณ 80-140 กรัม ชอบอาศัยอยู่ตามบ้านเรือนโกดังเก็บสินค้า ยุ้งฉางที่เก็บผลิตผลเกษตร เป็นหนูที่มีอุปนิสัยปีป่ายเก่งมาก ลักษณะที่เด่นชัดคือ มีความยาวของหางมากกว่าความยาวของหัวและลำตัว ตาโต หูใหญ่ เพศเมียมีเต้านม 2 คู่ ที่อกและ 3 คู่ที่ท้อง ชอบปีนป่ายต้นไม้ และบางครั้งชอบขุดรูตามโคนต้นไม้หรือทำรังบนต้นไม้ น้ำหนักโดยเฉลี่ย 80-140 กรัม พบแพร่กระจายทั่วประเทศ เป็นศัตรูสำคัญในพื้นที่เกษตรกรรมที่ติดชายป่า สวนโกโก้ มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน และสวนผลไม้ต่าง ๆ

1.2. หนูนอร์เวย์ (*Rattus norvegicus*) บางทีเรียกว่าหนูท่อ หนูขยะ หนูขี้เรื้อน หนูสีน้ำตาล หนูท่าเรือ และหนูเลา เป็นหนูที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักตัวประมาณ 200-500 กรัม ชอบอาศัยอยู่ตามกองขยะ ขุดรูในดินบริเวณใต้ถุนบ้าน ขนตามลำตัวหลุดเป็นหย่อม ๆ คล้ายเป็นขี้เรื้อน ความยาวของหางจะสั้นกว่าความยาวของหัวและลำตัว เท้าขาว เพศเมียมีเต้านม 3 คู่ มีอกและ 3 คู่ที่ท้อง

1.3. หนูจี๊ด (*Rattus exulans*) เป็นหนูบ้านที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักตัวประมาณ 36 กรัม ชอบอาศัยตามขื่อ ห้องเก็บของ ห้องครัว ห้องนั่งเล่น มักจะพบตามยุ้งฉางด้วย ลักษณะที่เด่นชัดคือ หางจะยาวมาก ตาโต เพศเมียมีเต้านม 2 คู่ ที่อก และ 2 คู่ที่ท้อง

1.4. หนูหริ่งบ้าน (*Mus musculus*) เป็นหนูบ้านที่มีขนาดเล็กมาก น้ำหนักตัวประมาณ 14-21 กรัม หนูชนิดนี้เป็นปัญหามากในทวีปยุโรป อุปนิสัยค่อนข้างปราดเปรียว เพศเมียมีเต้านม 3 คู่ ที่อกและ 2 คู่ที่ท้อง

2. หนูอาศัยอยู่ในชนบทหรือไร่นา (Field rats)

หนูชนิดนี้พบตามไร่นาหรือใกล้นา มักขุดรูทำรังอยู่ตามคันนา หรือตามคันดิน จอมปลวก บางทีจะทำรังอยู่บนหญ้าหรือต้นข้าว เมื่อน้ำท่วมบางครั้งพบหนูเหล่านี้เคลื่อนย้ายเข้ามาอยู่ใกล้บริเวณบ้าน เมื่อเกิดสภาวะการขาดแคลนอาหาร แต่หนูนาจะหากินที่ใดก็ตามจะมีอุปนิสัยชอบขุดรูสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยเสมอ ถ้ามาอยู่ใกล้บริเวณบ้านก็จะขุดรูอยู่รอบ ๆ บ้านตามกองขยะ คันนาและที่รกร้างใกล้บ้าน หนูที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทหรือในไร่นามีหลายชนิด ได้แก่

หนูศัตรูข้าวที่พบเสมอ ๆ ในประเทศไทยมี 6 ชนิด คือ

2.1 หนูพุกใหญ่หรือหนูแผง (Great bandicoot) (*Bandicota indica*) จัดเป็นหนูศัตรูข้าวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยเมื่อโตเต็มวัยประมาณ 400-800 กรัม ขนตามลำตัวสีดำ บางครั้งอาจมีสีน้ำตาล บริเวณด้านหลังจะมีขนแข็ง สีดำขาวเป็นแผง โผล่ออกมาเห็นได้ชัด เท้ามีสีดำ ท้องสี

เข้ม หน้าค่อนข้างสั้น เท้าหลังจะมีความยาวมากกว่า 50 มม. เมื่อตกใจจะส่งเสียงขู่ในลำคอเสียงดังมาก เพศเมียมีเต้านม 3 คู่ ที่อก และ 3 คู่ที่ท้อง ชอบอยู่ตามดงหญ้าคา หญ้าขน คันคูน้ำ คันนาข้าว เป็นศัตรูที่สำคัญของข้าว พืชไร่ และสวนผัก และกัดกินโคนต้นอ่อนของปาล์มน้ำมันที่อยู่ไม่เกิน 4 ปี

2.2 หนูพุกเล็ก (Lesser bandicoot) (*Bandicota savilei*) เป็นหนูนาที่มีลักษณะคล้ายหนูพุกใหญ่มาก ทั้งนิสัยชอบขู่และลักษณะสีขนตามลำตัว แต่ต่างกันที่เท้าไม่ดำและไม่มีขนแผงบริเวณหลัง น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยเมื่อโตเต็มวัยประมาณ 200-400 กรัม เท้าหลังจะมีความยาวน้อยกว่า 41 มม. เพศเมียมี เต้านม เช่นเดียวกับหนูพุกใหญ่ พบในทุกภาค ยกเว้นภาคใต้

2.3 หนูนาท้องขาวหรือหนูนา (Ricefield rat) (*Rattus argentiventer*) เป็นหนูที่มีขนาดปานกลางน้ำหนักเมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาด ประมาณ 200-300 กรัม ขนตามตัวสีน้ำตาล เมื่อใช้มือลูบย้อนขนขึ้นจะรู้สึกเจ็บมือ เนื่องจากมีขนแข็งสีขาวแทรกอยู่ ลักษณะแข็งกว่าปกติ มีขนสีดำพาดบนเท้าหลัง เพศเมียมีเต้านม 3 คู่ที่อก และ 3 คู่ที่ท้อง เป็นศัตรูที่สำคัญขอนาข้าวภาคกลางและภาคใต้ พบในสวนปาล์มน้ำมัน สวนโกโก้ สวนมะพร้าว ชอบทำลายข้าว พืชไร่ เช่น ข้าวโพด และถั่วต่าง ๆ

2.4 หนูนาหรือหนูสวน (Lesser ricefield rat) (*Rattus losea*) เป็นหนูนาที่มีขนาดเล็กกว่าหนูนาท้องขาว น้ำหนักตัว โดยเฉลี่ยประมาณ 60-100 กรัม ขนตามตัวคล้ายหนูนาท้องขาว แต่นุ่มไม่มีชนิดแข็งแทรกขนใต้ท้องเข้มออกดำ มีหน้าสั้นกว่าหนูนาท้องขาว เพศเมียมีเต้านม 2 คู่ที่อก และ 3 คู่ที่ท้อง

2.5 หนูหริ่งนาหางยาว (Ryukyu mouse) (*Mus caroli*) เป็นหนูนาที่มีขนาดเล็กมาก น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 8-10 กรัม ขนใต้ท้องสีขาว ฟันหน้าด้านบนตรง ด้านล่างสีเข้มกว่าฟันหนูชนิดอื่นคือออกสีน้ำตาล จมูกสั้น เมื่อมองกระโหลกตรง ๆ ทางด้านบนจะเห็นฟันหน้ายื่นเลยจมูก หางสองสี ด้านบนดำ ด้านล่างสีขาว หางยาวกว่าลำตัวและหัวรวมกัน เพศเมียมีเต้านม 3 คู่ ที่ท้อง 2 คู่

2.6 หนูหริ่งนาหางสั้น (Fawn-coloured mose) (*Mus cervicolor*) เป็นหนูนาที่มีขนาดเล็กพอๆ กับหนูหริ่งนาหางยาว ความยาวของหางจะสั้นกว่าความยาวของหัวและลำตัวรวมกัน หางด้านบนสีเทา ด้านล่างมีขาว ท้องเทา เท้าสีขาว ฟันด้านล่างจะมีสีอ่อนกว่าหนูหริ่งชนิดแรก จมูกยาวและยื่นเกินฟันหน้า เพศเมียมีเต้านมเช่นเดียวกับหนูหริ่งหางยาว

หนูที่เป็นศัตรูข้าวบาเลย์ที่พบในประเทศไทย มี 5 ชนิด ได้แก่ หนูพุกใหญ่ (*B. indica*) หนูพุกเล็ก (*B. savilei*) หนูท้องขาวบ้าน (*R. rattus*) หนูหริ่งนาหางยาว (*M. caroli*) และหนูหริ่งนาหางสั้น (*M. cervicolor*)

2.7 หนูป่ามาเลย์ (*Rattus tiomanicus* (Miller)) ลักษณะคล้ายคลึงกับหนูท้องขาวมากและขนาดก็ใกล้เคียงกัน พบมากเฉพาะในภาคใต้ คือ ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปตลอดคาบสมุทรมาลายา เป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดในสวนปาล์มาน้ำมัน ชอบกินลูกปาล์มทั้งดิบและสุก ทำรังตามซอกทางใบปาล์มและใต้กองทางบนพื้นดิน

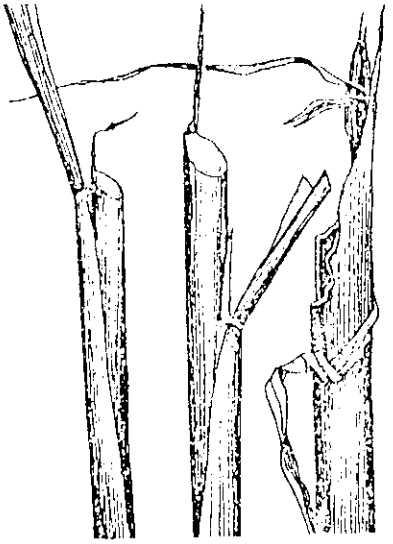
2.8 หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor* Hodgson) เป็นหนูขนาดเล็กน้ำหนักประมาณ 10-15 กรัม ขนด้านหลังสีเทาปนเหลือง ขนด้านท้องและเท้าสีขาว ความยาวหางจะเท่ากับหรือสั้นกว่าหัวและลำตัว พบแพร่กระจายทั่วประเทศ ขุดรูหรืออยู่ตามรอยแตกระแหงดิน พบเป็นศัตรูสำคัญของข้าวและพืชไร่ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบในสวนผลไม้ เช่น ลำไย เป็นต้น

2.9 หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli* Bonhote) ขนาดเล็กกว่าหนูหริ่งนาหางสั้นเล็กน้อย น้ำหนักเฉลี่ย 8-10 กรัม ขนด้านหลังสีเหลืองน้ำตาลปนเทาเล็กน้อย ขนด้านท้องและเท้าหน้าขาว เท้าหลังมีขนาดใหญ่ของหนูหริ่ง หางสั้นและสีคล้ำกว่า ความยาวหางยาวกว่าหัวและลำตัว สีของหางเป็น 2 สีตัดกัน ด้านบนสีดำ ด้านล่างสีขาว พบทั่วประเทศ เป็นศัตรูสำคัญของพืชเช่นเดียวกับหนูหริ่งนาหางสั้น

โดยทั่วไปหนูที่อาศัยตามนาข้าวจะว่ายน้ำได้เก่งและสามารถดำน้ำได้เป็นอย่างดี เนื่องจากลักษณะจมูกของหนูงองุ้มลง และขณะดำน้ำมีเยื่อ (eyelid) ปิด ในบางท้องที่ที่มีการปลูกข้าวขึ้นน้ำบางทีอาจพบว่าหนูสามารถทำรังออกลูกหลานบนกอข้าวได้ โดยกัดต้นข้าวมาเป็นวัสดุสำหรับทำรังและว่ายน้ำออกหากินไปได้อย่างสบาย บางครั้งเมื่อมีประชากรมากเกินไป (over-population) หนูก็จะอพยพกันเป็นฝูง โดยอาจว่ายน้ำข้ามคลองต่าง ๆ วิ่งข้ามถนนไปสู่แหล่งที่อยู่อาศัยแห่งใหม่ โดยปกติแล้วหนูนาศัตรูข้าวส่วนใหญ่จะขุดรูสำหรับอาศัยตามคันนาหรือ จอมปลวก หรือตามแหล่งที่มีหญ้าปกคลุม เป็นต้น หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ออกหากินในเวลากลางคืน ถ้าหากประชากรของหนูนาแน่นมาก ก็อาจทำให้หนูบางตัวต้องออกหากินในเวลากลางวัน สิ่งที่ช่วยให้หนูสามารถออกหากินในเวลากลางคืนได้เป็นอย่างดีคือ หนวด ซึ่งอยู่บริเวณด้านข้างใกล้จมูกทั้ง 2 ข้าง ช่วยคลำทาง ดังนั้น หนูจึงมักจะออกหากินไปตามทางเดิมอยู่เสมอ ทำให้เกิดเป็นรอยทางเดิน ซึ่งสังเกตเห็นได้ง่ายตามบริเวณข้างคันนา หนูมีจมูกที่ดีมาก สามารถดมกลิ่นอาหารที่อยู่ในระยะห่างไกลออกไปได้ดีกว่าคน นอกจากนี้หนูยังมีฟันคู่หน้าที่คมและแข็งแรง ใช้กัดแทะเมล็ดพืชหรือเปลือกผลไม้ที่แข็งได้โดยง่าย และหนูมักจะกัดแทะของแข็ง ๆ เช่น ไม้เพื่อลับฟันให้คมอยู่เสมอ และทำให้ฟันแทะของมันไม่งอกยาวจนเกินไป รอยกัดทำลายของหนูมีลักษณะแตกต่างเด่นชัดจากสัตว์ชนิดอื่นคือ จะเป็นรอยทแยงหรือเอียงลง (**ภาพที่ 10.1**)

หนูเป็นสัตว์ที่ขยายพันธุ์ได้เร็ว โดยปกติหนูจะโตเต็มวัยเมื่อมีอายุประมาณ $1^{1/2}$ - 2 เดือนขึ้นไป เพศเมียตั้งท้องประมาณ 21 วัน และออกลูกครอกละหลายตัว ในปีหนึ่ง ๆ หนูจะออกลูกได้หลายครอก ซึ่งมีผู้คำนวณว่าในเวลา 1 ปี หนู 1 คู่ สามารถขยายพันธุ์ รวมกันได้มากกว่า 1,000 ตัว อย่างไรก็ตาม ประชากรของหนูก็ไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้มากจนเกินไป เพราะปริมาณประชากรของหนูจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยต่าง ๆ เช่น ศัตรูธรรมชาติ อาหาร ที่อยู่อาศัย และอื่น ๆ

สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับชีวประวัติของหนูบางชนิดได้แสดงไว้ในตาราง**ที่ 10.1**



a

b

c

ภาพที่ 10.1 แสดงรอยกัดของหนูในต้นข้าว a) การทำลายของหนูในแปลงเพาะกล้า b) และการทำลายของหนูในผลมะพร้าว c) (Weis 1976)

ตารางที่ 10.1 ชีวประวัติของหนูศัตรูพืชที่สำคัญบางชนิด (เกษม และคณะ 2535)

ชนิดของหนู	วัยเจริญพันธุ์ (วัน)		ระยะตั้งท้อง	จำนวนลูก	จำนวนครอก	อายุขัย
	เพศผู้	เพศเมีย	(วัน)	ต่อครอก	ต่อปี	(ปี)
หนูพุกใหญ่	120-180	120-150	23-30	2-12	1-5	2-3
หนูพุกเล็ก	120-130	80-100	23-29	1-10	1-3	
หนูนาท้องขาว	152	90	21-22	4-11	6	
หนูนาท้องขาวเล็ก	69	33	21-22	2-8	10	
หนูหริ่งนาหางสั้น	33-70	45-55	16-19	1-12	4-13	> 1 [illegible]
หนูหริ่งนาหางยาว	48	63	16-26	1-9	3-13	> 1 [illegible]
หนูท้องขาว	-	-	21-23	1-9	-	1-2
หนูป่ามาเลย์	163	84	21-22	3-7	9-12	1-2

หลังจากออกลูกแล้วภายใน 24 ชั่วโมง เพศเมียจะสามารถผสมพันธุ์ได้อีก หนูมีขน (hair) ปกคลุมร่างกายเรียบไปตามลำตัวและขา ส่วนหางของหนูจะเกลี้ยงไม่มีขนปกคลุมใช้เป็นอวัยวะช่วยในการเกิดสมดุล (balancing organ) ในการขับหรือถ่าย ขาคู่หน้าของหนูจะสั้นกว่าขาคู่หลัง ขาหน้าของหนูมีข้างละ 4 นิ้ว ส่วนขาหลังมีข้างละ 5 นิ้ว ลำตัวและหัวจะติดกันจนมองเกือบไม่เห็นว่ามีคอเหมือน

สัตว์ชนิดอื่น ๆ ส่วนสำคัญที่สุดของหนูที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่พืชผล วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ ฟันแทะ (incisor) ซึ่งมี 1 คู่ ด้านบนและอีก 1 คู่อยู่ด้านล่าง หากไม่มีการลับฟันให้สึกกร่อนตลอดชีวิต ฟันแทะนี้จะยาวประมาณ 6-9 นิ้ว ดังนั้นหนูจะกัดทำลายสิ่งต่าง ๆ เพื่อเป็นการลับฟันอยู่ตลอดเวลา โดยปกติหนูเป็นสัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางคืน (nocturnal) แต่บางครั้งเมื่ออาหารขาดแคลนการมีประชากรหนูในสังคมของมันมากเกินไป หรือการหลีกเลี่ยงศัตรูธรรมชาติ หนูอาจจะออกหากินในตอนกลางวันแทนได้

หนูเป็นสัตว์ตาบอดสี จะมองเห็นสีเฉพาะสีขาวและดำเท่านั้น ประสาทตาของหนูจึงไม่ค่อยดีนัก ดังนั้นขณะที่หนูออกหากินในเวลากลางคืน จะใช้ขนที่ข้างจมูกหรือหนวดที่เรียกว่า vibrissae ช่วยในการคลำทาง และใช้จมูกดมกลิ่นเพื่อค้นหาแหล่งอาหารที่อยู่ใกล้ ๆ ได้เป็นอย่างดี หนูมักจะออกหากินตามทางเดิน จึงมักจะเห็นเป็นทางเหมือนคนเดินลัดสนามหญ้า (**ภาพที่ 10.2**)

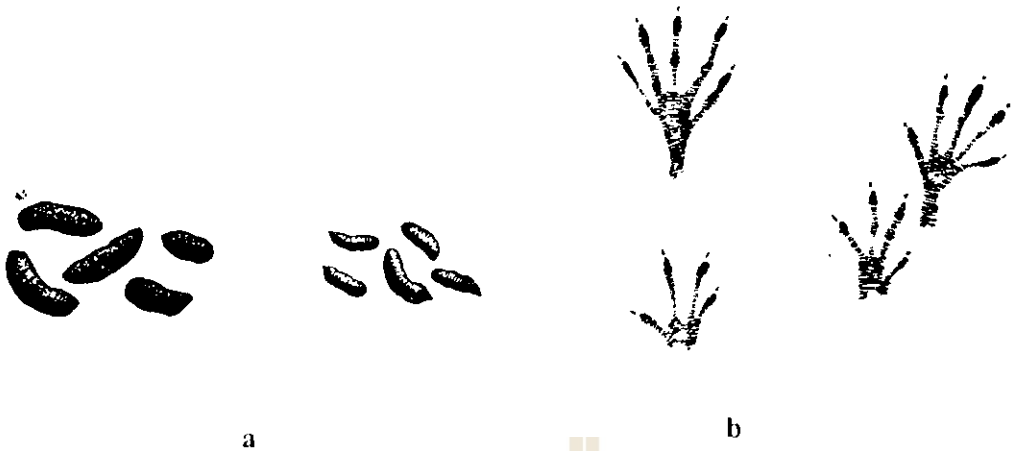
3. แนวทางการสำรวจที่อยู่และติดตามการระบาด (Habitat and Outbreak Survey Guide)

3.1 รูหนูหรือโพรงหนู (Rat burrows) มักจะอยู่ตามคันนาใหญ่ ๆ ที่มีหญ้ารก ๆ เช่น หญ้าคา คันดินหรือจอมปลวก ปกติปากรูหนูจะมีก้อนดินที่เรียกว่า "ขุ" เกิดจากการที่หนูใช้เท้าขุดรู จึงทำให้ดินออกมากลบอยู่ปากรู ถ้าเป็นรูหนูที่หนูขุดใหม่ ๆ ขุยจะมีความชุ่มชื้น ถ้าเป็นรูเก่าขุยค่อนข้างจะละเอียดและแห้ง ลักษณะขุยและรูหนูขึ้นอยู่กับสภาพนิเวศน์วิทยาในแต่ละแห่ง

ภาพที่ 10.2 ลักษณะของรูหนูและทางเดินของหนูตามคันนา (Weis 1976)

3.2 มูลหรือขี้หนู (Droppings) มูลหนูมักจะอยู่บริเวณที่หนูหากิน ซึ่งถ้าเขี่ยหรือขี้มูลหนูดูก็อาจจะทราบได้ว่า หนูกินอาหารอะไรในบริเวณนั้น ๆ มูลหนูพอจะบอกให้ทราบได้ว่าเป็นมูลของหนูสกุลใด (**ภาพที่ 10.3**)

3.3 รอยเท้า (Footprints) ตามบริเวณคันนาที่ดินและ/หรือที่ดินเป็นฝุ่นจะเห็นปริมาณและรอยเท้าของหนูได้ชัดเจน (**ภาพที่ 10.3**)

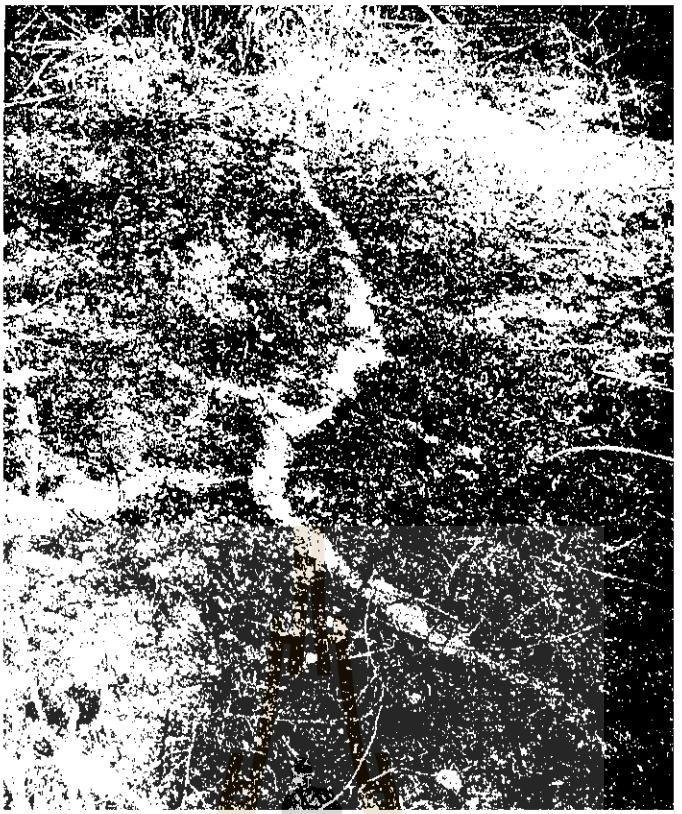


ภาพที่ 10.3 แสดงลักษณะของมูลหนู a) และรอยเท้าหนู b) (Weis 1976)

3.4 ทางเดินของหนู (Runways) เนื่องจากหนูมีสายตาไม่ค่อนดีนัก ดังนั้นมันจะเดินตามทางเดินเดิมเสมอ ๆ ทำให้เป็นรอยทางเดินเหมือนคนเดินลัดสนาม (**ภาพที่ 10.4**) บางครั้งอาจมองไม่เห็นทางเดินหนู เนื่องจากมันอาจจะเดินข้าง ๆ คันนาที่มีหญ้าปกคลุม

3.5 ความเสียหายของพืชและสัตว์ที่ถูกทำลาย (Bitten stalk or bitten animal) เช่น ซากพืชหรือสัตว์ที่ถูกหนูกัดทำลายหรือกินเป็นอาหารเช่น ปูนา หอยโข่ง และมีเศษทิ้งไว้ ถ้ามีมากก็จะเป็นตัวบ่งชี้ว่า บริเวณนั้น ๆ มีหนูเป็นจำนวนมาก

3.6 ข้อมูลเตือนการระบาด (Early warning) ควรที่จะจดบันทึกข้อมูล ประวัติการระบาดของหนูในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง และมีความสัมพันธ์กับนิเวศวิทยาในแหล่งนั้น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน พันธุ์ข้าว ฯลฯ ข้อมูลดังกล่าวนี้พอจะเป็นดัชนีทำนายการระบาดของหนูได้ว่าการปลูกพืชในฤดูต่อไปจะมีหนูระบาดหรือไม่



ภาพที่ 10.4 แสดงทางเดินของหนูในที่รกร้าง (Weis 1976)

4. วิธีการสำรวจประชากรของหนู (Population Survey Methods)

ในการป้องกันและกำจัดหนูในไร่นาหรือสวน ควรสำรวจประชากรของหนูก่อนและหลังการรณรงค์ปราบหนู เพื่อที่จะทราบว่าการปราบหนูที่ทำไปนั้นได้ผลมากน้อยเพียงใด การสำรวจประชากรหนูสามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

4.1 การใช้กับดัก หรือกรงดักหนู ควรทำติดต่อกันเป็นเวลา 3-4 วัน โดยวางกับดักหรือกรงดักหนูที่มีเหยื่อล่อ (เช่น กล้วย ปลาช่อน) ตามคันนาในไร่หรือในสวน จำนวน 50-100 อัน จะวางเป็นแถวเดียวหรือหลายแถวก็ได้ ระยะห่างระหว่างกับดักหรือกรงดักแต่ละอันประมาณ 10-20 เมตร ตรวจนับจำนวนหนูที่ดักได้ และเปลี่ยนเหยื่อใหม่ทุกวัน เมื่อได้ข้อมูลจำนวนหนูก่อนและหลังการรณรงค์ปราบหนูแล้ว ก็สามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของประชากรของหนูได้ดังนี้ คือ

$$\text{การลดลงของประชากรหนู (\%)} = \frac{\text{จำนวนหนูที่ดักได้ก่อนปราบ} - \text{จำนวนหนูที่ดักได้หลังปราบ}}{\text{จำนวนหนูที่ดักได้ก่อนปราบ}} \times 100$$

4.2 การใช้เหยื่อล่อ ทำได้โดยใช้กล้วยหรือปลาช่อนชิ้นเล็ก ๆ เสียบไม้แล้วนำไปปักไว้ตามคันนาในไร่หรือในสวน 50-100 อัน โดยปักเป็นแถวเดียวหรือหลายแถวก็ได้ ระยะห่างของแต่ละจุดที่ปักเหยื่อประมาณ 10-20 เมตร ตรวจนับจำนวนเหยื่อที่หนูกัดกินในวันรุ่งขึ้น และเปลี่ยนเหยื่อใหม่ทุกวัน ควรทำติดต่อกัน 2-3 วัน ก่อนและหลังการรณรงค์ปราบหนู และใช้ข้อมูลจำนวนเหยื่อที่ถูกหนูกัดกินมากที่สุดในวันใดวันหนึ่งของการประเมินก่อนและหลังการรณรงค์ปราบหนู นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ การลดลงของประชากรหนูดังนี้ :-

$$\text{การลดลงของประชากรหนู (\%)} = \frac{\text{จำนวนเหยื่อที่ถูกหนูกินก่อนปราบ} - \text{จำนวนเหยื่อที่ถูกหนูกินหลังปราบ}}{\text{จำนวนเหยื่อที่ถูกหนูกินก่อนปราบ}} \times 100$$

5. วิธีการป้องกันจำกัด (Control Methods)

5.1 การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมีก่อนปลูกข้าว

1) **การปรับปรุงสภาพแวดล้อมตามบริเวณนาข้าว (Habitat manipulation)** ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมประชากรหนู ได้แก่ อาหาร น้ำ และที่อยู่อาศัย ดังนั้นการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ เช่นการปรับปรุงคันนาให้เล็ก สำหรับพอที่จะเก็บกักน้ำได้เท่านั้น หรือการลดจำนวนคันนาลงให้เหลือแต่ที่มีความจำเป็นจริง ๆ การมีคันนาใหญ่ และจอมปลวกจะเป็นที่อยู่อาศัยอย่างดีของหนู การกำจัดวัชพืชที่รก บริเวณนาข้าว จะทำให้หนูไม่มีที่หลบซ่อนกำบังจากศัตรูธรรมชาติ ประชากรหนูก็จะลดลง

2) **การดักหนู (Trapping)** โดยการใช้กับดักหรือกรงดักที่ประดิษฐ์ขึ้นเองก็จะช่วยลดประชากรของหนูได้ ตามปกติแล้ว การดักหนูก่อนการปลูกข้าว มักจะดักได้ครั้งละหลาย ๆ ตัว เนื่องจากหนูไม่มีอาหารตามธรรมชาติ จึงมักจะมากินอาหารที่ใช้เป็นเหยื่อล่อในกรงหรือกับดัก **(ภาพที่ 10.5)**

3) **การขุดหนู (Digging)** โดยการใช้จอบหรือเสียมจะสามารถกำจัดหนูได้ทั้งรังที่อยู่อาศัยของมัน แต่การขุดหนูมักจะเปลืองแรงงานและเวลา

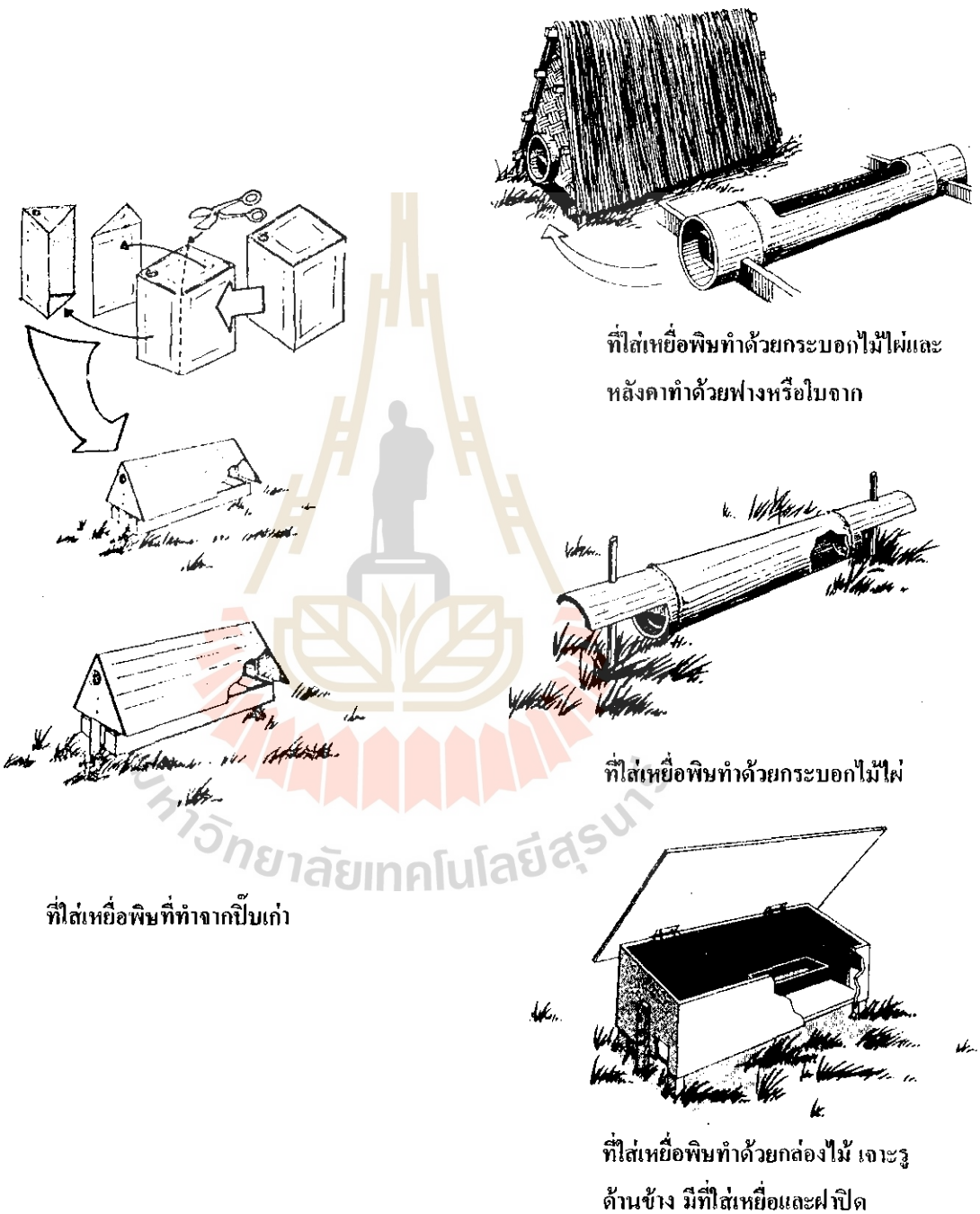
4) **การใช้หน้าไม้ ฉมวกหรือปืนแก๊ปยิง (Shooting)** ก็จะช่วยลดประชากรหนูลงได้บ้าง

5) **การล้อมตีหนู (Blanketting)** บริเวณใดที่เป็นป่าละเมาะที่รกก่อนการปลูกข้าว สามารถล้อมหนูในบริเวณเหล่านั้นให้เข้ามาอยู่ในวงแคบ ๆ แล้วค่อนใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้ ตีหนูได้โดยง่าย

6) **การใช้ศัตรูธรรมชาติกำจัด (Natural enemy)** ศัตรูธรรมชาติ เช่น งูชนิดต่าง ๆ นกแสก นกฮูก นกเค้าแมว เหยี่ยว พังพอน ล้วนเป็นศัตรูธรรมชาติคอยกำจัดหนู ดังนั้นการอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ไว้จะช่วยในการป้องกันกำจัดหนูได้ดีอีกด้วย ในบริเวณนาข้าวก็ควรจะทำคอนจากกิ่งไม้ ทางมะพร้าว หรืออื่น ๆ ไว้ให้นกที่หากินกลางคืนเกาะ จะช่วยให้นกมีโอกาสกำจัดหนูได้ง่ายขึ้น

5.2 การป้องกันกำจัดหนูโดยใช้สารเคมีก่อนการปลูกข้าว

เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวของประเทศไทยมักจะปลูกเป็นบริเวณกว้าง ผืนใหญ่ ดังนั้นการใช้สารเคมีกำจัดหนูจึงหลีกเลี่ยงไม่พ้น เนื่องจากการใช้สารเคมีกำจัดหนูสามารถกำจัดหนูได้ในบริเวณกว้างมาก ๆ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ประหยัด ทันเหตุการณ์ ดังนั้นการใช้สารเคมีกำจัดหนูที่ถูกวิธีจะทำให้ประหยัดได้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน



ภาพที่ 10.5 แสดงกับดักหนูหรือที่ใส่เหยื่อพิษแบบต่าง ๆ (Weis 1976)

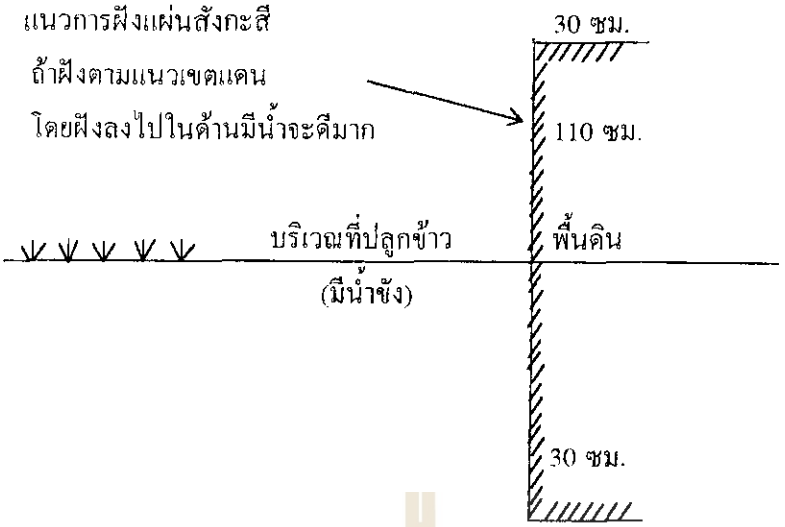
ก่อนปลูกข้าวประมาณ 2 สัปดาห์หรือในระหว่างการเตรียมดิน ควรใช้สารเคมีกำจัดหนูเพื่อลดประชากรของหนูให้เหลือน้อยลงมากที่สุด โดยใช้**สารเคมีประเภทออกฤทธิ์เร็ว (acute poison)** เช่น ซิงค์ฟอสไฟด์ผสมกับปลายข้าว ในอัตราส่วนของซิงค์ฟอสไฟด์ 1 ส่วน กับปลายข้าว 100 ส่วนโดยน้ำหนักเป็นเหยื่อพิษ หรือใช้สารซิลมูริน (silmurin) ผสมกับปลายข้าว ในอัตราส่วนของซิลมูริน 1 ส่วน กับปลายข้าว 20 ส่วนโดยน้ำหนักเป็นเหยื่อพิษ นำเหยื่อพิษชนิดใดชนิดหนึ่งที่กล่าวมาแล้วไปวางตามร่องรอยที่พบตามคันนาหรือตามรูหนูที่พบในปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ทุก ๆ ระยะ 5-10 เมตร ควรใช้แกลบคลุมเหยื่อพิษที่วางหรือวางใส่ภาชนะที่ใส่เหยื่อพิษ (bait station) ซึ่งอาจเป็นกล่องไม้ กระบอกไม้ไผ่ เพิงมุงหลังคาจาก ฯลฯ **(ภาพที่ 10.5)** เพื่อป้องกันความชื้นและล่อให้หนูมากินเหยื่อพิษมากขึ้น อนึ่งสารเคมีประเภทออกฤทธิ์เร็ว 2 ชนิด ที่กล่าวมานี้อาจจะมีในรูปเหยื่อพิษสำเร็จ (ready bait) บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษ หากความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ตรงกับที่กล่าวไว้แล้ว เมื่อนำมาใช้ก็ไม่ต้องนำมาผสมกับปลายข้าวอีกและวางในนาข้าวโดยไม่ต้องฉีกซองหรือถุง และไม่ต้องใช้แกลบคลุมการใช้สารเคมีประเภทออกฤทธิ์เร็วนี้ ควรใช้กำจัดหนูเพียง 1 ครั้ง ก่อนการปลูกข้าวก็เพียงพอในการควบคุมประชากรหนู ถ้าใช้มากกว่า 1 ครั้ง หนูจะเกิดการเข็ดขยาด (bait shyness) ต่อเหยื่อพิษชนิดนี้ได้ และจะไม่มากินเหยื่อพิษชนิดนี้อีก

นอกจากการใช้สารเคมีกำจัดหนูชนิดออกฤทธิ์เร็วแล้ว ก่อนการปลูกข้าวก็ยังสามารถใช้**สารเคมีกำจัดหนูชนิดออกฤทธิ์ช้า**ได้ สารเคมีชนิดออกฤทธิ์ช้าที่ใช้กำจัดหนูก่อนการปลูกข้าวนี้ควรจะใช้สารพวกที่หนูกินเพียงครั้งเดียวก็ตายได้ (one feed kill) สารเคมีกำจัดหนูดังกล่าว ซึ่งเป็นพวก second generation anti-coagulants เช่น flocoumafen (หรือมีชื่อการค้าว่าสะตอม Storm 0.005%), brodifacoum (หรือมีชื่อการค้าว่าคลีแร็ต Klerat 0.005%) bromadiolone (หรือมีชื่อการค้าว่าเส็ด Sed 0.005%) ซึ่งเป็นเหยื่อพิษสำเร็จรูปในรูปก้อนขี้ผึ้งก้อนละประมาณ 5 กรัมหรือมีเหยื่อพิษผสมสำเร็จรูปใส่ถุงพลาสติกขนาดเล็กถุงละประมาณ 10 กรัม นำเหยื่อพิษสำเร็จรูปนี้ไปวางตามคันนาหรือแหล่งที่พบร่องรอยหนู โดยแต่ละก้อนหรือถุงวางห่างกันประมาณ 5-10 เมตร

5.3 การป้องกันกำจัดหนูในระหว่างการปลูกข้าว

ในกรณีที่พื้นที่การปลูกข้าวไม่สามารถหาสารเคมีกำจัดหนูได้ก็สามารถควบคุมประชากรหนูที่ยังเหลือจากการป้องกันกำจัดก่อนการปลูกข้าวได้โดยวิธีต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 5.1 ช่วยกำจัดหนูได้ หรือในแปลงที่ต้องการผลิตเมล็ดพันธุ์ตามศูนย์ฯ อาจจะใช้รั้วกั้นหนู (rodent exclusion) วัสดุที่ใช้ทำรั้วกั้นหนูควรจะเป็นวัสดุแผ่นเรียบ เช่น สังกะสีหรือพลาสติกแข็งหนา โดยที่มีส่วนความสูงหรือส่วนเหนือพื้นดิน 110 ซม. และหักมุมฉากออกไป 30 ซม. มุมฉากออกไป 30 ซม.

การล้อมต้นมะพร้าวด้วยสังกะสีช่วยป้องกันหนูขึ้นทำลายผลมะพร้าวได้อีกทางหนึ่ง สังกะสีแผ่นเรียบที่ใช้ควรกว้างประมาณ 12 นิ้ว และติดล้อมรอบต้นเหนือพื้นดินประมาณ 1 เมตร



หลังจากที่ใช้สารเคมีกำจัดหนูก่อนการปลูกข้าวไปแล้วประมาณ 3-4 สัปดาห์คือ เมื่อถึงระยะข้าวตั้งตัวได้แล้ว ให้ใช้สารเคมีกำจัดหนูประเภทออกฤทธิ์ช้าที่เป็นพวก first generation anti-coagulant เช่น คูมาเท็ตทราลิล (เช่นชื่อการค้าว่า Racumin 0.0375%) หรือพวก second generation anti-coagulatn เช่นชื่อการค้าว่า สะตอม, คลีแร็ต, เส็ด ซึ่งเป็นเหยื่อพิษสำเร็จรูป วิธีการใช้ในการป้องกันกำจัดหนูในนาข้าวก็ปฏิบัติตามเช่นเดียวกันกับในข้อที่ 2 เหยื่อพิษดังที่ได้กล่าวมานี้ ให้วางในนาข้าวที่ต้องการป้องกันกำจัดหนูเดือนละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 3 ครั้ง ก็เพียงพอแก่การควบคุมประชากรหนูได้ดี

5.4 การป้องกันกำจัดหนูในโรงเก็บหรือโกดัง

การป้องกันกำจัดหนูในโรงเก็บ โกดัง หรือยุ้งฉางที่เป็นที่เก็บผลผลิต หรือเมล็ดพันธุ์นั้น สิ่งแรกที่ควรจะกระทำคือ การสำรวจร่องรอยของหนู เช่น รอยเท้า รอยกัดแทะ มูลและซากอาหารที่หนูกินหล่น ถ้าเป็นไปได้ควรจะศึกษาประชากรของหนูก่อนและหลังการป้องกันกำจัดจะทำให้พบว่าการป้องกันกำจัดได้ผลมากน้อยเพียงใด หรือมีประชากรหลงเหลืออยู่มากน้อยเพียงใด อนึ่งถ้ามีการสร้างโรงเก็บหรือโกดังใหม่ ควรจะสร้างหรือออกแบบกันหนูไม่ให้เล็ดลอดเข้าไปได้ ส่วนโรงเก็บหรือโกดังที่มีร่องรอยการทำลายของหนูตามประตูหรือหน้าต่าง ก็ควรจะซ่อมแซมอุดรูเหล่านั้นเสียในบริเวณโกดังหรือโรงเก็บ อาจจะใช้กรงดักหรือกับดัก เพื่อลดปริมาณหนูแต่เหยื่อที่จะใช้ดักนั้นควรจะมีกลิ่นหอม เพื่อดึงดูดให้หนูมากินมากกว่าอาหารในโกดัง เช่น ปลาช่อนสด ข้าวโพดหวานสด มันเทศกล้วยน้ำว้าหั่นเป็นชิ้น ๆ เป็นต้น หรืออาจจะใช้พวกกาวดักหนู วางตามทางเดินของหนู เช่น ริมกำแพงโกดัง ส่วนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด ควรจะใช้สารเคมีกำจัดหนูประเภทออกฤทธิ์ช้า ที่หนูกินครั้งเดียวตาย เช่น สะตอม, คลีแร็ต หรือเส็ด ชนิดสำเร็จรูป ในรูปก้อนขี้ผึ้งก้อนละประมาณ 5 กรัม วิธีการวางควรจะวางใส่ภาชนะ (bait tray) หรือภาชนะที่ใส่เหยื่อพิษ (bait station) ซึ่งอาจเป็นกล่องไม้, ห่อ, PVC, กระป๋องสังกะสี, กระบอกไม้ไผ่ **(ภาพที่ 10.5)** ฯลฯ ซึ่งจะทำให้หนูรู้สึกปลอดภัยเวลา

กินเหยื่อพิษ เหยื่อพิษที่ใส่ภาชนะดังกล่าวควรจะวางจุดละ 4-5 ก้อน แต่ละจุดวางห่างกันประมาณ 10-15 เมตร เมื่อวางไปแล้ว 3.5 วัน ควรมาตรวจดู ถ้าพบว่าจุดใดที่หนูกินเหยื่อพิษจะต้องรีบนำเหยื่อพิษมาเติมแทนที่ ทำเช่นนี้ประมาณ 3-4 สัปดาห์ หนูในโรงเก็บ โกดัง ยุ้งฉางก็จหมดไป อย่างไรก็ตามควรจะทำการป้องกันกำจัดหนูในบริเวณรอบ ๆ โรงเก็บหรือโกดังด้วย เช่น บริเวณกองขยะที่รกร้างว่างเปล่า หรือทางระบายน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้หนูภายนอกเคลื่อนย้ายเข้าไปแทนที่ในโกดังหรือโรงเก็บอีกต่อไป

5.5 การประเมินความเสียหายของพืชที่ถูกหนูทำลาย

การประเมินความเสียหายของพืชที่ถูกหนูทำลายจะช่วยในการตัดสินใจว่าพืชต่าง ๆ เหล่านั้น สมควรที่จะดำเนินการป้องกันกำจัดมากน้อยเพียงใดและจะใช้วิธีไหนอีกประการหนึ่งการประเมินความเสียหายจะเป็นดัชนีที่เปรียบเทียบในแปลงพืชที่ดำเนินการป้องกันกำจัดว่าจะสำเร็จหรือได้ผลมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ดำเนินการป้องกันกำจัด ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการประเมินความเสียหายของข้าวเท่านั้น

การประเมินความเสียหายหรือการนับความเสียหายของข้าวที่เกิดจากหนูควรจะดำเนินการก่อนข้าวเก็บเกี่ยว ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ที่นาที่จะทำการตรวจประเมินความเสียหายนั้นควรจะมีขนาดแปลงประมาณ 2,000-4,400 ตรม. พื้นที่นาขนาดใหญ่ ควรจะทำการตรวจนับความเสียหายโดยการสุ่มตัวอย่างประมาณ 10 แปลง แต่ละแปลงควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2,000 ตรม.

สำหรับข้าวนาหว่าน ในแปลงนาที่มีเนื้อที่ขนาด 2,000-5,000 ตรม. จะสุ่มตัวอย่างเพื่อนับความเสียหายจำนวน 8 แปลง ๆ ละ 10 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างสุ่มในเนื้อที่ 1 ตรม. แล้วนำมาคำนวณตามสูตร

$$\% \text{ ความเสียหาย} = \frac{\text{จำนวนต้นข้าวที่ได้รับความเสียหาย}}{\text{จำนวนต้นข้าวทั้งหมด}} \times 100$$

บทที่ 11 ปูนา และการป้องกันกำจัด

Chapter 11 Ricefield Crabs and Control Methods

11 ปูนาและการป้องกันกำจัด

Rice field crab and Control Methods

ปูนา (Rice field crab) เป็นศัตรูข้าวที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ที่รู้จักกันดีในหมู่เกษตรกรมานานแล้ว ในหลายต่อหลายท้องที่ในภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง พบว่าปูนาเป็นอุปสรรคในการทำนามาก มักกัดทำลายข้าวกล้าตั้งแต่ยังอยู่ในแปลงตกกล้าและทันทีหลังจากระยะปักดำจน 7-10 วัน ผ่านไปจึงกัดข้าวน้อยลง ส่วนในนาหว่านปูนาทำความเสียหาย เมื่อเกษตรกรเริ่มระบายน้ำเข้านาหลังจากหว่านข้าวแล้ว อย่างไรก็ตามปูนาจะกัดข้าวน้อยลงเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น ความเสียหายอันเนื่องมาจากปูนายังไม่มีการประเมินความเสียหายเป็นตัวเลขที่ชัดเจน เนื่องจากลักษณะความเสียหายมีเป็นหย่อม ๆ มิได้เป็นบริเวณกว้างเช่นเดียวกับหนู แต่ก็มีรายงานการระบาดอยู่ เป็นประจำ เช่น ในท้องที่จังหวัดปราจีนบุรี ขอนแก่น สกลนคร ฯลฯ และในบางท้องที่มีการจัดวันเก็บปูขึ้นทุกปี ปูนามีข้อดีที่ใช้เป็นอาหารโปรตีนสำหรับเกษตร โดยทั่วไปใช้ปรุงเป็นอาหารได้หลายชนิด จึงสมควรเผยแพร่ให้เป็นที่นิยมและช่วยกันจับมาบริโภคก็จะเป็นวิธีการช่วยกำจัดปูนาที่ดีที่สุด

ปูนาเป็นพาหะนำโรค ปูนาเป็นที่อาศัยชั่วคราว (secondary intermediate host) ของพยาธิใบไม้ในปอด 4 ชนิด ได้แก่ *Paragonimus siamensis* (Miyazaki และ Wylsoff), *P. harinasutai* (Miyazaki และ Vajrasthira) ซึ่งสามารถติดต่อถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเช่น แมว สุนัข และหนู ส่วน *P. westermani* (Kerbert) และ *P. heterotremus* (Chen et Hsia) เป็นพยาธิใบไม้ในปอด (lung fluke) ที่เข้าสู่คน พยาธิที่พบในตัวปูเป็นตัวอ่อน ของ *Peragonimus spp.* ระยะ metacercariae

1. การจำแนกชนิดและการแพร่กระจาย (Classification and Distribution)

เราสามารถแบ่งปูนาตามถิ่นที่อยู่อาศัยได้เป็น 4 กลุ่มคือ ปูนาข้าว (rice field crab) ปูลำห้วย (creek crab) ปูน้ำตก (Waterfall crab or stream crab) และปูป่า (Land crab) (ชมพูนุช 2534) และจัดแบ่งตามหลักอนุกรมวิธานจัดปูนาทั้งหมดที่พบในประเทศไทยอยู่ในอันดับ Decapoda ชั้น Crustacea อยู่ในวงศ์ Parathelphusidae สกุล *Somanniathelphusa, Sayamia, Thaiphusa* (ปูราชินี) , *Dromothelphusa* (ปูแม่ฟ้าหลวง) , *Phricotelphusa* (ปูเจ้าฟ้า , ปูน้ำตก) , *Thaipotamon* (ปูทูลกระหม่อม) และ *Esanthelphusa* ปูเหล่านี้แพร่กระจายในประเทศจีน ไทย มาเลเซีย เขมร และเวียตนาม สำหรับในประเทศไทย ขณะนี้พบว่ามีปูนาอย่างน้อย 11 ชนิด (species) (ชมพูนุช 2534) และ (Naiyanetr 1994) คือ

Somanniathelphusa germaini พบใน 25 จังหวัด ภาคกลาง 20 จังหวัด ภาคตะวันตก 2 จังหวัด ภาคตะวันออก 1 จังหวัด ภาคเหนือ 1 จังหวัด

S. sexpunctata (Syn . *S. juliae)* พบใน 19 จังหวัด ภาคกลาง 1 จังหวัด ภาคตะวันตก 1 จังหวัด ภาคตะวันออก 4 จังหวัด ภาคใต้ 13 จังหวัด

S. maehongsonensis พบแห่งเดียวที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

S. fangensis พบใน 2 จังหวัด ได้แก่ ลำปาง และเชียงใหม่

S. denchaii พบที่จังหวัดแพร่

S. nani พบที่จังหวัดน่าน

Sayamia (Somanniathelphusa) bangkokensis พบใน 18 จังหวัด ภาคกลาง 8 จังหวัด ภาคตะวันตก 4 จังหวัด ภาคตะวันออก 2 จังหวัด ภาคใต้ 4 จังหวัด

Esanthelphusa (Somaniathelphusa) dugasti พบใน 41 จังหวัด ภาคกลาง 10 จังหวัด ภาคตะวันตก 3 จังหวัด ภาคตะวันออก 3 จังหวัด ภาคเหนือ 9 จังหวัด ภาคใต้ 1 จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 16 จังหวัด และชนิดใหม่คือ *Chulathelphusa brandi* พบที่จังหวัดเลย และ *Mekongthelphusa tetragonum* พบแถบลุ่มน้ำโขง (Naiyanetr 1994)

ปูนาชนิดต่าง ๆ นี้เรียกรวม ๆ เป็นชื่อสามัญชื่อเดียวกันว่า ปูนา มิได้มีการเรียกแยกเป็นชนิด (species) ทั้งนี้เพราะการจำแนกชนิดเป็นเรื่องยากสำหรับประชาชนทั่วไป จำแนกชนิดของปูนา ใช้รูปร่างอวัยวะเพศในตัวผู้ (first gonopods) เป็นหลักซึ่งมองจากภายนอกไม่เห็นเพราะมี abdomen ปิดอยู่ ลักษณะของ gonopods ของปูนาชนิดต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 11.1

2. ลักษณะทางชีววิทยาและวงจรชีวิต (Biology and Life Cycle)

2.1 ลักษณะทั่วไป (General characteristics)

รูปร่างของปูนั้น ส่วนท้ายของลำตัวจะงอมาปิดตรงด้านท้อง ส่วนนี้เรียกว่า abdomen ซึ่งใช้เป็นลักษณะแยกเพศ ในเพศเมีย abdomen นี้จะเป็นแผ่นกว้างรูปโค้งลักษณะคล้ายเล็บมือคนหรือรูปไข่ ส่วนเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่า และมีรูปร่างคล้ายขนมเปียกปูน

ก้ามของปูเพศผู้ จะมีขนาดข้างหนึ่งใหญ่กว่าอีกข้างหนึ่งมาก ส่วนเพศตัวเมียก้ามทั้งสองมีขนาดไล่เลี่ยกัน ปูมีตารวม (compound eye) และมีก้านตายาวซึ่งเคลื่อนไหวได้ กระดองปูประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น นอกสุดเป็นชั้น epicuticle ซึ่งเป็นชั้นบางที่ยืดหยุ่นได้ประกอบด้วยสารขี้ผึ้ง (wax) และ cuticulin ชั้นกลางเป็นชั้นของไคตินชั้นนอก (Primary chitinous layer) ประกอบด้วยสารพวก chitin และ cuticulin บางทีมีหินปูนหรือเกลืออื่น ๆ ปนอยู่ ชั้นในสุดเป็นไคตินชั้นใน (secondary chitinous layer) ประกอบด้วย chitin และโปรตีน ส่วนชั้นผิว (epidermis) อยู่ข้างใต้กระดองเป็นชั้นที่มีเซลแถวเดียว และมีขนจำนวนมากยื่นเข้าไปในชั้น chitin

2.2 การเจริญเติบโต (Growth and development)

เมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่จะเจริญเติบโตก็กลายเป็นลูกปูตัวเล็ก ๆ มีรูปร่างเหมือนกับตัวแม่ การเจริญเติบโตเป็นแบบเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ (gradual metamorphosis) คือมีการลอกคราบ (molting) แล้วขนาดจึงเพิ่มขึ้น การลอกคราบครั้งหนึ่งก็ขยายขนาดกระดอง (carapace) และอวัยวะอื่นๆ ได้ครั้งหนึ่ง

S. germaini ในห้องปฏิบัติการลอกคราบประมาณ 14-15 ครั้ง จึงเป็นตัวเต็มวัย พบว่ามีไข่ได้เมื่อมีอายุ 90 วัน ขนาดกระดองกว้างยาวเฉลี่ย 26.5 x 23.25 มม.

ในระยะแรกของการเจริญเติบโต การลอกคราบจะเกิดขึ้นถี่ และค่อยห่างลงเมื่อปูมีอายุมากขึ้น และถึงแม้เป็นตัวแก่แล้วปูก็ยังลอกคราบต่อไปอีกได้ การลอกคราบมี 4 ระยะ เริ่มด้วย premolt, molt, postmolt, intermolt กล่าวคือเริ่มด้วยชั้น epidermis แยกตัวออกจากแผ่นกระดอง ต่อใน epidermis สร้างของเหลว (molting fluid) ออกมาสลายสารจำพวกโปรตีนและไคติน ขณะที่ชั้น epidermis เลื่อนต่ำลงจะมีการสร้างชั้น epicuticle คลุมผิวนอกขึ้นใหม่ น้ำย่อยก็เริ่มย่อยชั้นไคตินชั้นในอันเก่า ซึ่งอยู่ถัดขึ้นมาใต้กระดองเก่า การสร้างกระดองใหม่และการย่อยชั้นของกระดองเก่าเกิดขึ้นพร้อมกัน จากนั้น epidermis ที่มี epicuticle อันใหม่จะแบ่งตัวเจริญเป็นรอยย่นและเริ่มสร้างชั้นสมบูรณ์แม้ว่าจะยังอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นได้ก็ตาม ส่วนน้ำย่อยและของที่ถูกย่อยแล้วร่างกายจะดูดซึมเอาไว้ สำหรับชั้น cuticle อันเก่าและชั้นไคตินชั้นนอกส่วนใหญ่จะยังคงอยู่โดยปกคลุมชั้นใหม่ไว้อย่างหลวม ๆ ต่อมาปูจะพองตัวขึ้นจนทำให้คราบเก่าแตกออก การพองตัวอาจทำโดยการบีบส่วนท้องทำให้เลือดฉีดไปที่บริเวณหัวและอก หรืออาจพองตัวโดยการดูดน้ำหรืออากาศเข้าไว้ในร่างกาย การลอกคราบนี้ไม่ได้เกิดเฉพาะส่วนของร่างกายและระยะยางขาเท่านั้น แต่รวมถึงส่วนของทางเดินอาหาร และระบบอวัยวะหายใจด้วย ในตอนท้ายของการลอกคราบก็เมื่อเรามองเห็นรอยต่อทางส่วนท้ายของกระดองจะกว้างมากกว่าปกติและค่อย ๆ เปิดกว้างมากขึ้น จนส่วนท้ายพร้อมกับขาเดินคู่สุดท้ายชุดใหม่โผล่ออกมา และขาคู่ถัดไปตามลำดับจนถึงส่วนปาก (mandible) และหลุดหมดทั้งตัวเหล่านี้กินเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง เวลาที่ใช้ในการลอกคราบเพิ่มขึ้นตามขนาดของปู กล่าวคือ ปูตัวใหญ่ใช้เวลานานกว่าปูที่ขนาดเล็กกว่า กระดองใหม่หลังจากลอกคราบมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีสีเข้มเป็นมันกว่าเดิม การลอกคราบนี้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีน้ำเท่านั้น และหลังจากช่วงนี้ไป ปูจะดูดน้ำและอากาศเข้าไปในร่างกายทำให้กระดองอันใหม่ที่ย่นอยู่ยืดตัวออกอย่างเต็มที่ปูจะอยู่ นิ่ง ๆ ต่อไปอีก ประมาณ 4-5 ชั่วโมง เพราะกระดองยังนิ่มอยู่และปูใช้พลังงานไปมากในการลอกคราบ ระยะเวลาที่กระดองใหม่แข็งแรงแตกต่างกันไปตามขนาดของปู โดยใช้เวลาประมาณ 7-10 วัน เมื่อน้ำในนาข้าวแห้งหมดไปปูจึงหยุดการเจริญเติบโต และจะพักตัวอยู่เฉย ๆ ในรูปูซึ่งมีความชื้นอยู่ตลอดเวลา ส่วนมากมักจะขุดดินปิดปากรูไว้ด้วย

2.3 การสืบพันธุ์ (Reproduction)

เมื่อปูเป็นตัวเต็มวัยมันจะมีการจับคู่เพื่อผสมพันธุ์ ปูเพศผู้ขนาดเล็กที่สุด ที่พบว่า พยายามจับคู่กับตัวเมียนั้นมีขนาด 22.6 x 19.6 มิลลิตร และสามารถจับคู่กับตัวเมียที่มีขนาดใหญ่กว่ามากได้ อวัยวะเพศแท้จริงของทั้งตัวผู้และตัวเมียซ่อนอยู่ภายใต้ abdomen อวัยวะเพศผู้เรียกว่า gonopods มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับรูปร่างตัวปูและยื่นออกมาจากโคนระยางเดินคู่ที่ 4 ข้างละ 1 คู่ คู่บนเรียก **first gonopods ทำหน้าที่เป็นท่อทางเดินของน้ำเชื้อตัวผู้ และใช้เป็นส่วนสำคัญในการจำแนกชนิดปู ภาพที่ 11.1** ส่วนคู่ล่างเรียก second gonopods ทำหน้าที่อัด sperm ผ่าน first gonopods ซึ่งแทงสู่ genital pores ของตัวเมีย ซึ่งเป็นช่องเปิดเล็ก ๆ อยู่ด้านท้องตรงโคนขาคู่ที่ 3 ข้างละหนึ่งช่อง การถ่าย sperm เช่นนี้เรียกว่า copulation กินเวลานานประมาณ 3 ชั่วโมง sperm จากตัวผู้เข้าสู่ spermatheca ของตัวเมีย และถูกเก็บไว้ และยังไม่ทราบแน่ชัดว่าสามารถเก็บไว้ได้นานเพียงใด ตัวเมียมีไข่ภายหลังการผสมพันธุ์ 40-294 วัน ตัวเมียจะผลิตไข่จำนวนมาก จาก ovary ผ่าน oviduct ซึ่งเป็นท่อสั้น ๆ ออกมาทาง genital pores ใน *S. germaini* ความดกไข่ของปูนาบางชนิดได้แสดงไว้ในตาราง**ที่ 11.1** ตัวเมียที่พบว่ามีไข่ มีขนาดความกว้างกระดองอยู่ระหว่าง 28-57 มม. ขณะไข่ผ่านออกมานี้จะถูกผสมโดย sperm จาก spermatheca ซึ่งอยู่ใกล้ ๆ กัน ไข่ที่ถูกผสมแล้วออกมาอยู่ที่ abdomen ตัวแม่ โดยเกาะเป็นกลุ่มติดที่ระยาง ที่มีลักษณะคล้าย swimmerets ของกุ้ง อยู่ตรงช่องว่างระหว่าง thorax กับ abdomen ไข่เริ่มเจริญเติบโตโดยใช้อาหารที่มีอยู่ใน yolk ของไข่นั้น และเริ่มฟักเป็นตัวอ่อนสีนวลเล็ก ๆ และเพิ่มขนาดขึ้นโดยการลอกคราบพร้อมทั้งมีสีเป็นน้ำตาลอ่อนและแก่ขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 11.1 แสดงความดกไข่ของปูนา 3 ชนิด (ชมพูนุช 2534)

ชนิดปู	จำนวนปูที่ศึกษา	จำนวนไข่เฉลี่ย	ความดกไข่ต่ำสุด - สูงสุด
S. germaini	250	632.9	24-1,441
S. sexpunctata	459	481	21-1,018
E. dugasti	776	282.1	13-961

ใน *S. germaini* ลูกปูโตเต็มที่จะใช้เวลาประมาณ 25-27 วัน ตัวแม่จะปล่อยลูกปูทิ้งไว้ในรูปให้ออกหากินเอง ซึ่งมักจะเป็นช่วงเวลาที่มีอาหารและน้ำ เหมาะแก่การเจริญเติบโตต่อไป ถ้าหากสภาวะแวดล้อมยังไม่เหมาะสม แม่ปูก็สามารถเก็บลูกปูเล็ก ๆ ไว้กับ abdomen อีกได้นานถึงประมาณ 15-45 วัน

ในท้องที่เขตชลประทาน *S. germaini* สามารถมีไข่ได้เกือบตลอดปี คือตั้งแต่กุมภาพันธ์ ถึงพฤศจิกายน รวมเวลานานประมาณ 10 เดือน แสดงว่า การมีไข่ของปูขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในนาไม่ว่าจะเป็นน้ำจากการชลประทานหรือน้ำฝนก็ตาม (ชมพูนุช 2534)

2.4 การกินอาหารและกัดทำลายข้าว (Feeding behaviors and rice damages)

ขาคู่แรกของปูจะขยายใหญ่เปลี่ยนแปลงเป็นก้าม (chelae) ซึ่งใช้ในการจับอาหาร ต่อสู้และเกาะยึดตัวเมียขณะผสมพันธุ์ ในการกินอาหารปูใช้ก้ามเหนี่ยวจับอาหารไว้ขณะที่ maxillae และ maxilliped ฉีกอาหารออกเป็นชิ้นเล็ก ต่อจากนั้น mandible ทำหน้าที่บดเคี้ยวให้ละเอียด ในการกัดต้นข้าวในนา ปูใช้ก้ามเหนี่ยวลำต้นเพื่อพยุงตัวให้ลอยขึ้น ทั้งนี้ต้องมีแรงพยุงของน้ำช่วยด้วย แล้วจึงใช้ mandible กัดต้นข้าวตรงโคนสูงจากพื้นดินประมาณ 3-5 ซม. ปูกินอาหารได้ทุกอย่างทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต รวมทั้งของเน่าเปื่อยทั้งหลายในดินในน้ำ สัตว์ที่เป็นอาหารของปูในธรรมชาติคือ ไรน้ำ ลูกน้ำ กุ้งและปลาขนาดเล็กรวมทั้งปูด้วยกันที่มีขนาดเล็กกว่าหรือขณะที่กำลังลอกคราบหรือเพิ่งลอกคราบใหม่ ๆ กระดองยังนิ่มอยู่และมีการเคลื่อนไหวช้า พวกพืชได้แก่ ต้นหญ้าต่าง ๆ และต้นข้าวที่ยังมีอายุน้อย โดยกัดกินเฉพาะภายในลำต้นที่อ่อนและอวบน้ำ ปูกัดข้าวเป็นหย่อม ๆ ในเนื้อที่ประมาณ 2-3 ตารางเมตร โดยทั่วไปทำความเสียหายมากในแปลงตกกล้าและแปลงที่ปักดำข้าวไปใหม่ ๆ ปูจะเข้าทำลายทันทีหลังจากปักดำเสร็จ หรือในนาหว่านก็มีความเสียหายหลังจากที่เกษตรกรระบายน้ำเข้าสู่นาที่หว่านไว้แล้ว ความเสียหายนี้จะค่อยลดลงเมื่อต้นข้าวมีอายุมากขึ้น แต่ในบางท้องที่ เช่น จังหวัดขอนแก่น ความเสียหายปรากฏอยู่ตลอดระยะการเจริญเติบโตของข้าว

ปูกัดทำลายข้าวได้ตลอดวัน ยกเว้น ช่วงเวลาที่แดดร้อนจัดมาก ๆ มักพบต้นข้าวที่ถูกกัดลอยน้ำเป็นแพใกล้ ๆ กับคันนา ซึ่งปูขุดรูอาศัยอยู่ เชื่อว่าระยะออกหากินของมันไม่ไกลจากคันนามากนัก ปูชอบอากาศเย็นโดยเฉพาะตอนหัวค่ำที่ฝนตกพรำ ๆ จะพบปูออกจากรูบนคันนาลงไปหากินในนาข้าวมากกว่าปกติ ในนาที่เป็นโคลนและน้ำขุ่นมากเวลาปักดำ ปูจะกัดข้าวมากกว่าในนาที่มีน้ำใส

ที่กล่าวมาแล้วเป็นความเสียหายเนื่องจากปูนาโดยตรง ส่วนโดยทางอ้อมนั้น คือปูขุดรูตามคันนาทำให้น้ำรั่ว ควบคุมระดับน้ำไม่สะดวกและอาจทำให้คันนาพังทะลายได้ อีกประการหนึ่งคือ เมื่อกัดข้าวไปก็ทำให้ที่ดินตรงนั้นว่างเปล่า ถ้าหากไม่มีการปักดำซ่อมแซม วัชพืชก็จะขึ้นงอกงามเป็นแหล่งขยายพันธุ์ของวัชพืช ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงและปริมาณข้าวต่อหน่วยพื้นที่นาลดน้อยลง ความเสียหายที่นับว่าร้ายแรงอีกประการหนึ่ง คือปูกัดข้าวในแปลงทดลองของงานวิจัยข้าว ทำให้การทดลองล้มเหลว หรือมีความผิดพลาดมาก โดยเฉพาะการทดลองเกี่ยวกับผลผลิตข้าวพันธุ์ต่าง ๆ แปลงทดลองปุ๋ย และการทดลองอย่างอื่น ๆ ซึ่งความสม่ำเสมอของต้นข้าวเป็นสิ่งสำคัญในการวัดผลการทดลอง

มีรายงานเกี่ยวกับปูนาระบาดทำลายข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนืออยู่เสมอ แต่ยังไม่มีการประเมินความเสียหายออกมาเป็นมูลค่า เพราะปูไม่ได้กัดกินข้าวเสียหายเป็นร้อยไร่ เหมือนการระบาดของแมลงหรือหนู แต่กัดข้าวเป็นหย่อมดังที่กล่าวมาแล้วบริเวณที่ปูกัดข้าวมักเป็นที่ลุ่มมีน้ำขังมากกว่าบริเวณใกล้เคียง อาจเป็นที่มุมใดมุมหนึ่งของผืนนา หรือตรงกลางนาเลยก็ได้ มีข้อสังเกตข้อหนึ่งคือ ท้องที่ที่มีปูระบาดนั้น ล้วนแต่เป็นท้องที่ทำนาน้ำฝน กล่าวคือมีการทำนาเพียงครั้งเดียวในรอบปี และไม่มีการชลประทานอาจเป็นไปได้ว่านาข้าวในเขตชลประทานนั้นมีการทำนาติดต่อกันไปตลอดปี และเกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่นกันมากอยู่แล้ว สาร

ฆ่าแมลงเหล่านี้มีพิษต่อปูนาเช่นเดียวกัน จึงเป็นการกำจัดปูนาไปด้วย เป็นเหตุให้ไม่มีการระบาดอย่างหนัก เช่นหน้าที่ใช้น้ำฝนก็เป็นได้

2.5 ที่อยู่อาศัย (Habitat)

โดยปกติปูนาทุกชนิดขุดรูอาศัยอยู่ตามคันนา คันคูน้ำ หรือคลองชลประทาน เมื่อมีน้ำในนาข้าวปูจะขุดรูอยู่ตามข้างคันนาที่น้ำท่วมไม่ถึง รูปูมักเอียงเล็กน้อยและไม่ลึกมากนัก ถ้าระดับน้ำในดินตื้นมาก ปากรูจะอยู่เหนือน้ำหรือต่ำกว่าระดับน้ำเพียงเล็กน้อย เพื่อความสะอาดในการเข้าออก เมื่อน้ำในแห้งแต่พื้นดินยังแฉะอยู่ เช่น ระยะหลังจากเก็บเกี่ยวไปแล้ว ปูจะขุดรูตามพื้นนา ทั่ว ๆ ไป ลักษณะรูคดเคี้ยวน้อยมาก และเป็นรูดิ่งลึกประมาณ 1 เมตร ในกรณีที่เกิดอุทกภัยน้ำท่วมคันนาส่วนมาก ปูจะหลบอาศัยเกาะอยู่ตามกอหญ้าริม ๆ น้ำ โดยใช้ก้ามเกาะต้นหญ้าพยุงตัวลอยอยู่ในน้ำ เมื่ออากาศแห้งแล้งมากเข้าปูจะขุดดินปิดปากรูไว้เพื่อรักษาความชุ่มชื้นภายในรู

3. วิธีการป้องกันกำจัดปูนา (Control Methods)

3.1 ดักจับ โดยใช้ลอบดักปลาดักในน าตามทางน้ำไหล หรือขุดหลุมฝังไห หรือปี๊ปข้างคันนาที่เป็นโคลนตมให้ขอบภาชนะอยู่ระดับพื้นดิน ใส่เศษปลาหรือกะปิที่มีกลิ่นแรง เป็นเหยื่อที่ก้นไหหรือปี๊ปก็จะได้ปูเป็นจำนวนมาก

เมื่อดักปูได้แล้ว นำไปทำลายหรือสามารถนำมาปรุงอาหารได้หลายประเภท เช่น ทำปูดองเช่นเดียวกันกับปูทะเล ต้มรับประทานกับน้ำจิ้ม ตำละเอียดใส่แป้งและไข่ลงทอดเป็นแผ่นทอดมันจิ้มน้ำจิ้ม ถ้าเป็นปูขนาดเล็กก็ใช้วิธีชุปแป้งทอดทั้งตัว ในภาคเหนือนำปูมาบดคั้นเอามันปูมาผสมกับน้ำปรุงด้วยเครื่องปรุง ต้มเคี่ยวจนน้ำแห้งงวดเหลือแต่มันปูสีคล้ำ มีลักษณะเหนียวเปียก เรียกว่า น้ำปู ใช้ผสมปรุงแต่งเป็นอาหารได้หลายอย่างในลักษณะเดียวกับการใช้ปลาร้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ที่ จ.นครพนม มีการปรุงเป็นลาบปู ผัดปู ส่วนที่ จ. อุดรธานีมีขนมจีนน้ำปู ล้วนแต่เป็นอาหารรสชาดดี การนำปูมาบริโภคถ้าหากเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย นอกจากจะได้คุณค่าทางอาหารเหมือนกับเนื้อสัตว์อื่น ๆ ทั่วไปแล้วยังจะช่วยในด้านการป้องกันกำจัดได้เป็นอย่างดีอีกด้วย โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีให้เกิดมลภาวะในธรรมชาติและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

3.2 ระบายน้ำออกทันทีหลังจากปักดำ ถ้าหากเป็นไปได้ หลังจากข้าวตั้งตัวประมาณ 15-20 วัน จึงไขน้ำเข้านาใหม่ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ปูกัดข้าว วิธีนี้ค่อนข้างยากเพราะต้องปรับระดับผิวนาให้ค่อนข้างเสมอกัน อย่าให้มีแอ่งหรือหลุมบ่อ ซึ่งทำให้น้ำขังแล้วปูจะกัดข้าวบริเวณที่มีน้ำขัง นาที่จะปฏิบัติเช่นนี้ได้ต้องมีการระบายน้ำเข้า-ออก ได้สะดวก ต้องคอยดูแล ระดับน้ำทุกวันเพราะอาจมีฝนตกได้

3.3 ใช้ต้นกล้าที่แข็งแรง ในที่ ๆ ไม่สามารถระบายน้ำออกได้ เนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่อำนวย อาจใช้ต้นกล้าที่แข็งแรงและอายุมากเกิน 30-35 วัน มาปลูกเพราะปูกัดต้นข้าวที่มีอายุน้อยมากกว่าต้นข้าวอายุมาก

3.4 การใช้สารเคมี ที่ใช้กันคือ พวกสารฆ่าแมลง เพราะมีพิษต่อปูนาเช่นกัน ได้แก่

1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

(1) fenitrothion (เช่น มีชื่อทางการค้าว่า Sumithion 50% E.C.) 40 ซีซี/ไร่

(2) methyl parathion (เช่น มีชื่อทางการค้าว่า Folidol E 605 3% D) 3 กก./ไร่

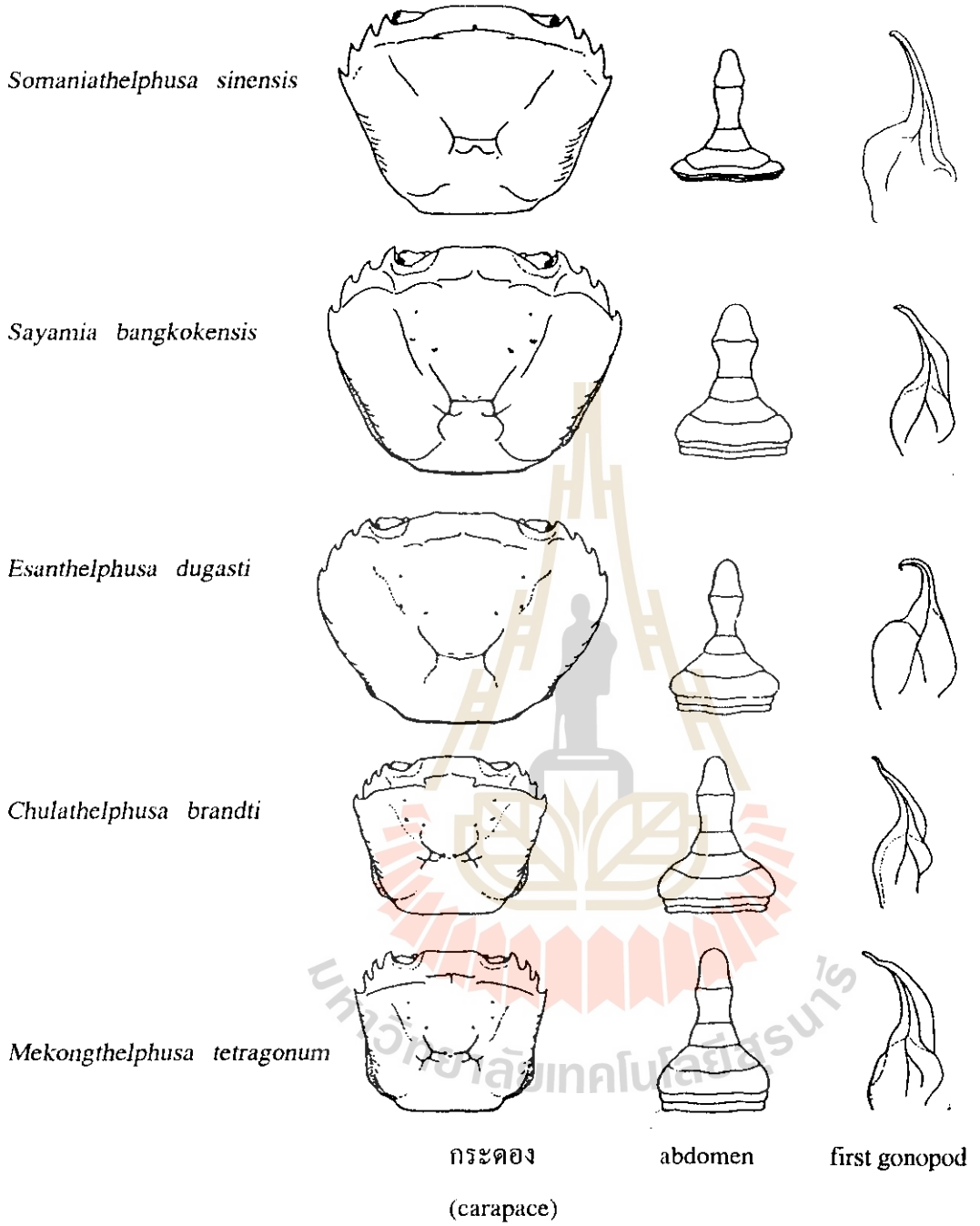
วิธีใช้คือ ผสมน้ำแล้วตักหยอดเป็นจุด ๆ หรือคลุกกับข้าวสุกหว่านหรือผสมน้ำแล้วฉีดพ่นให้ทั่วแปลง ใช้สารฆ่าแมลงเหล่านี้ทันทีหลังจากปักดำและทำซ้ำกันอีกหลังจากนั้น 15 วัน

2) กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์

(1) permethrin (เช่น มีชื่อทางการค้าว่า Ambush 10% E.C.) 70 ซีซี/ไร่

(2) alphamethrin (เช่น มีชื่อทางการค้าว่า Concord 10% E.C.) 50 ซีซี/ไร่

วิธีใช้คือ ผสมน้ำแล้วราดในแปลงด้วยบัวรดน้ำ หรือพ่นด้วยเครื่องให้ทั่วแปลง ปฏิบัติทันทีหลังจากปักดำข้าวและทำซ้ำอีกหลังจากครั้งแรก 7 วัน (ชมพูนุช 2534)



ภาพที่ 11.1 แสดงลักษณะกระดอง abdomen และ first gonopod ของปูนา (Naiyanetr 1994)

บทที่ 12 หอยศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด

Chapter 12 Snail Pest and Control Methods

12 หอยศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด
Snail Pest and Control Methods

หอยศัตรูพืชที่สำคัญในประเทศไทยมี 2 ชนิดคือ **หอยทากยักษ์ (Giant African Snail, *Achatina fulica*)** และ **หอยเชอรี่ (Golden apple snail, *Pomocea spp.*)**

1. หอยทากยักษ์ (Giant African Snail)

1.1 การจำแนกชนิด (Classification)

Phylum	Mollusca
Sub-phylum	Conchifera
Class	Gastropoda
Sub-class	Pulmonata
Order	Stylommatophora
Family	Achantinidae
Genus	*Achantina*
Species	*fulica*

1.2 ความสำคัญและถิ่นกำเนิด (Importance and distribution)

หอยทากยักษ์กินพืชผักเป็นอาหาร เช่น ผักตระกูลกะหล่ำทุกชนิด แตงกวา ผลไม้ เช่น มะละกอและกล้วย ไม้ดอกเช่น กุหลาบ เบญจมาศ ฯลฯ หอยทากยักษ์เป็นพาหะ (intermediate host) ของพยาธิตัวกลมมีชื่อว่า *Angiostrongylus cantonensis* ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (eosinophilic meningoencephalitis) ตัวอ่อนระยะที่ 1-3 ของพยาธิชนิดนี้ อาศัยอยู่ในหอยทากยักษ์ซึ่งเป็นพาหะชั่วคราว ส่วนพาหนะที่แท้จริง (definitive host) คือหนู ซึ่งมีตัวเต็มวัยของพยาธิชนิดนี้อยู่ หอยทากยักษ์กินผักได้วันละ 300 กรัม/ตัว สามารถปรับตัวเองให้อยู่รอดทั้งในฤดูหนาว และฤดูร้อน และทำลายพืชผักในฤดูฝน

ปัจจุบันหอยชนิดนี้มีความสำคัญในด้านเป็นศัตรูพืชน้อยลงมาก เนื่องจากรัฐบาลได้สนับสนุนให้ทำเป็นหอยกระป๋อง (escargot) โดยตั้งโรงงานในภาคใต้และส่งออกไปขายยังต่างประเทศ ถิ่นกำเนิดของหอยทากยักษ์อยู่ที่อัฟริกาตะวันออก และแพร่ไปทางหมู่เกาะมาดาการ์ในปี 1800 และแพร่ระบาดเข้ามาในทวีปเอเซียและนำเข้ามาประเทศไทยในปี 2480

1.3 ลักษณะทางชีววิทยา และอุปนิสัย (Biology and behaviors)

หอยทากยักษ์เป็นหอยฝาเดียวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ที่เคยพบมีขนาดยาวของลำตัวประมาณ 17 ซม. ความสูงของเปลือกหอยประมาณ 8-10 ซม. ตัวหอยหรือเนื้อหอยจะซ่อนตัวอยู่ในเปลือกหอยที่มีรูปร่างเป็นเกลียวทรงสูง สีน้ำตาลคล้ำมีลายเป็นวงสีเขียวจางสลับสีน้ำตาลแก่ไม่มีฝาปิดที่ปาก (operculum) ลำตัวของหอยจะประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนหัว-เท้า (cephalopedal) และส่วนที่เป็นอวัยวะภายใน (visceral mass) ส่วนหัว (*Head*) จะเป็นที่ตั้งของหนวด 2 คู่ (anterior tentacles และ posterior tentacles) มีตาอยู่ 1 คู่ อยู่ที่ปลายของหนวดคู่ที่ 2 จะมีปากอยู่ในส่วนหน้า ผิวหนัง (*Skin*) ของหอยจะค่อนข้างหนาย่นและสีดำคล้ำ

หอยทากยักษ์เป็นสัตว์ที่มี 2 เพศ ในตัวเดียวกัน (hermaphroditic snail) โดยที่อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่า ovotestis สามารถสร้างได้ทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (sperm) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (oocyte) ภายในอวัยวะเดียวกัน แต่ถึงอย่างไรก็ตาม จะไม่มีการผสมกันระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ภายในหอยทากตัวเดียวกัน ในฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูการสืบพันธุ์ หอยทากยักษ์จะเริ่มวางไข่ประมาณวันที่ 12-13 หลังจากได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวนไข่ที่วางในแต่ละครั้งจะมีประมาณ 80-200 ฟอง โดยจะวางไข่ไว้ใต้ผิวดิน ไข่จะมีสีขาวหรือเหลือง มีรูปร่างเรียวมน มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-5 มม. เนื่องจากหอยทากยักษ์ จัดอยู่ในกลุ่ม ovoviviparity นั่นคือ มีการเจริญของตัวอ่อนอยู่ภายในไข่ ก่อนที่ไข่จะถูกปล่อยออกจากตัวแม่หอย ดังนั้น เมื่อหอยวางไข่แล้ว ไข่จะใช้เวลาเพียง 7-10 วัน ก็จะฟักเป็นตัวลูกหอยที่สมบูรณ์ ยกเว้นระบบสืบพันธุ์ที่ยังไม่สมบูรณ์และฝังตัวอยู่ใต้ผิวดินต่อไปอีก 3-7 วัน ในช่วงเวลานี้ ลูกหอยจะกินเปลือกไข่ของมันเอง รวมทั้งดินทรายที่อยู่รอบๆ ตัวลูกหอย ลูกหอยที่มีอายุ 2 สัปดาห์ จะมีอัตราการตายสูงและจะมีการเจริญอย่างรวดเร็วในเดือนแรกหลังจากฟัก หลังจากนั้นการเจริญเติบโตก็จะช้าลง ช่วงอายุ 4-6 เดือน ในอายุ 5-6 เดือน หอยจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ในฤดูการผสมพันธุ์ หอยจะมีการตื่นตัวในการผสมพันธุ์ อยู่ประมาณ 2-4 สัปดาห์ และจะเริ่มวางไข่เมื่อมีอายุระหว่าง 210-270 วัน

การทำงานของระบบสืบพันธุ์ของหอยทากยักษ์ จะเหมือนกับสัตว์ชั้นสูงทั่ว ๆ ไป นั่นคือ จะมีระบบประสาทเป็นตัวควบคุมสั่งงาน สภาวะของสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความชื้นของอากาศ อุณหภูมิ อาหารเป็นตัวกระตุ้นให้ระบบประสาทสั่งการให้ต่อมไร้ท่อ (neuroendocrine) ในระบบประสาทส่วนกลางเกิดการหลั่งฮอร์โมน (hormone) ไปกระตุ้นการทำงานของระบบสืบพันธุ์ เพื่อการวางไข่ต่อไป (ชมพูนุช และทักษิณ 2534)

หอยทากยักษ์ชอบอยู่ในบริเวณดินปนทราย มีต้นไม้ และใบไม้ปกคลุม ซึ่งจะทำให้พื้นดินบริเวณนั้นชุ่มชื้น เช่น ตามป่ากล้วย สวนผัก เป็นต้น ดังนั้นในภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีฝนตกชุกจะพบหอยทากยักษ์ได้ชุกชุมกว่า ในเขตอื่น ๆ ของประเทศไทย ที่มีอากาศแห้งแล้ว และฝนตกน้อย หอยชนิดนี้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีมาก นั่นคือ ในฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนไม่ตก หอยจะเก็บตัวอยู่ในเปลือกที่หนามาก และทำการสร้างแผ่นเมือกใสหนาที่เรียกว่า

epiphragm ปิดปากหอยไว้ เพื่อลดการสูญเสียน้ำ ช่วงนี้อัตราการหายใจของหอยจะต่ำมาก พอถึงฤดูฝน หอยจะทำลายแผ่นเมือกใสนี้ และจะออกมากินอาหาร ผสมพันธุ์ และวางไข่ต่อไป

1.4 วิธีการป้องกันกำจัด (Control methods)

1) วิธีกล

ในที่ ๆ มีหอยทากยักษ์ระบาด เช่น ในสวนผัก หรือในสวนผลไม้ ถ้าหอยที่พบมีขนาดใหญ่ ก็ควรจะเก็บรวบรวมจัดส่งโรงงานหอยกระป๋องที่รับซื้อหอยชนิดนี้

2) ใช้สารเคมีฆ่าหอย (Mollusicide)

สารเคมีที่นิยมใช้มีดังนี้คือ

เมทัลดีไฮด์ (metaldehyde) 1 ส่วน ผสมกับรำข้าว 32 ส่วน ใส่น้ำลงไปให้เปียก แล้วหว่านในอัตรา 0.5 กก./ไร่ ในบริเวณที่มีหอย หรือ**สุมิไธออน (Sumithion 50% E.C.)** 1 ไร่ ในบริเวณที่หอยระบาด (ชมพูนุช และทักษิณ 2534)

2. หอยเชอรี่ (Golden Apple Snail)

2.1 การจำแนกชนิด (Classificatiion)

Phylum	Mollusca
Class	Gastropoda
Sub-class	Prosobranchia
Order	Mesogastropoda
Super family	Viviparoidea
Family	Ampullariidae
Genus	*Pomacea*
Species	*canaliculata*
	leopordivillensis
	sp.

2.2 ความสำคัญและถิ่นกำเนิด (Importance and distribution)

หอยชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในอัฟริกาใต้ มีชื่อเรียกในประเทศไทยว่า หอยเชอรี่ หรือ เป๋าฮื้อน้ำจืด (สันทนา 2530) หรือหอยโข่งญี่ปุ่น หรือหอยโข่งอเมริกาใต้ ทำความเสียหายให้แก่นาข้าวในหลายประเทศ เช่น ที่ประเทศไต้หวัน มีการนำเข้าเพื่อเพาะเลี้ยงเป็นอาหารระหว่างปี 2522-2524 แต่ไม่มีผู้ซื้อเพราะเนื้อไม่อร่อย และเริ่มระบาดทำลายข้าวตั้งแต่ปี 2525 เป็นต้นมา ค่าใช้จ่ายในการกำจัดหอยชนิดนี้

ระหว่างปี 2525-31 เป็นเงินถึงปีละ 1 ล้านดอลล่าร์ และมีพื้นที่นาในการรณณรงค์กำจัดหอยถึง 77,000 เฮกตาร์ (ชมพูนุช และทักษิณ 2534) ในประเทศญี่ปุ่นมีผู้นำเข้ามาเลี้ยงในฟาร์มในปี 2523 และได้ประกาศเป็นศัตรูพืชของข้าว และเผือกในปี 2526 ในปี 2529 พบหอยแพร่ไปทั่วประเทศญี่ปุ่น และพบความหนาแน่นของประชากรถึง 12-19 ตัวต่อตรม. มีพื้นที่นาข้าวที่มีหอยระบาดติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ที่สุดถึง 6,000 เฮกตาร์ และระบาดขึ้นไปทางตอนเหนือถึงแม้จะเป็นเขตหนาว โดยสามารถจำศีลผ่านฤดูหนาว แล้วเพิ่มประชากรต่อไปได้ ในประเทศฟิลิปปินส์มีการนำเข้าจากรัฐฟลอริดา และไต้หวันระหว่างปี 2523-26 เพื่อนำมาเลี้ยงเป็นอาหารและมีรายงานครั้งแรกว่าทำลายแปลงแหนแดง (*Azolla*) และในปี 2534 พบว่ามีพื้นที่ ๆ พบหอยแล้วถึง 130,000 เฮกตาร์ และพบว่าถ้าความหนาแน่นของหอย 8 ตัวต่อตรม. จะทำให้ข้าวเสียหายถึง 92.8% ส่วนที่ฮ่องกงในปี 2528 มีรายงานการทำลายผักตบชวา, บัว, water cress นาข้าว แหล่งน้ำและบ่อน้ำทั่วไป (ชมพูนุช และทักษิณ 2534)

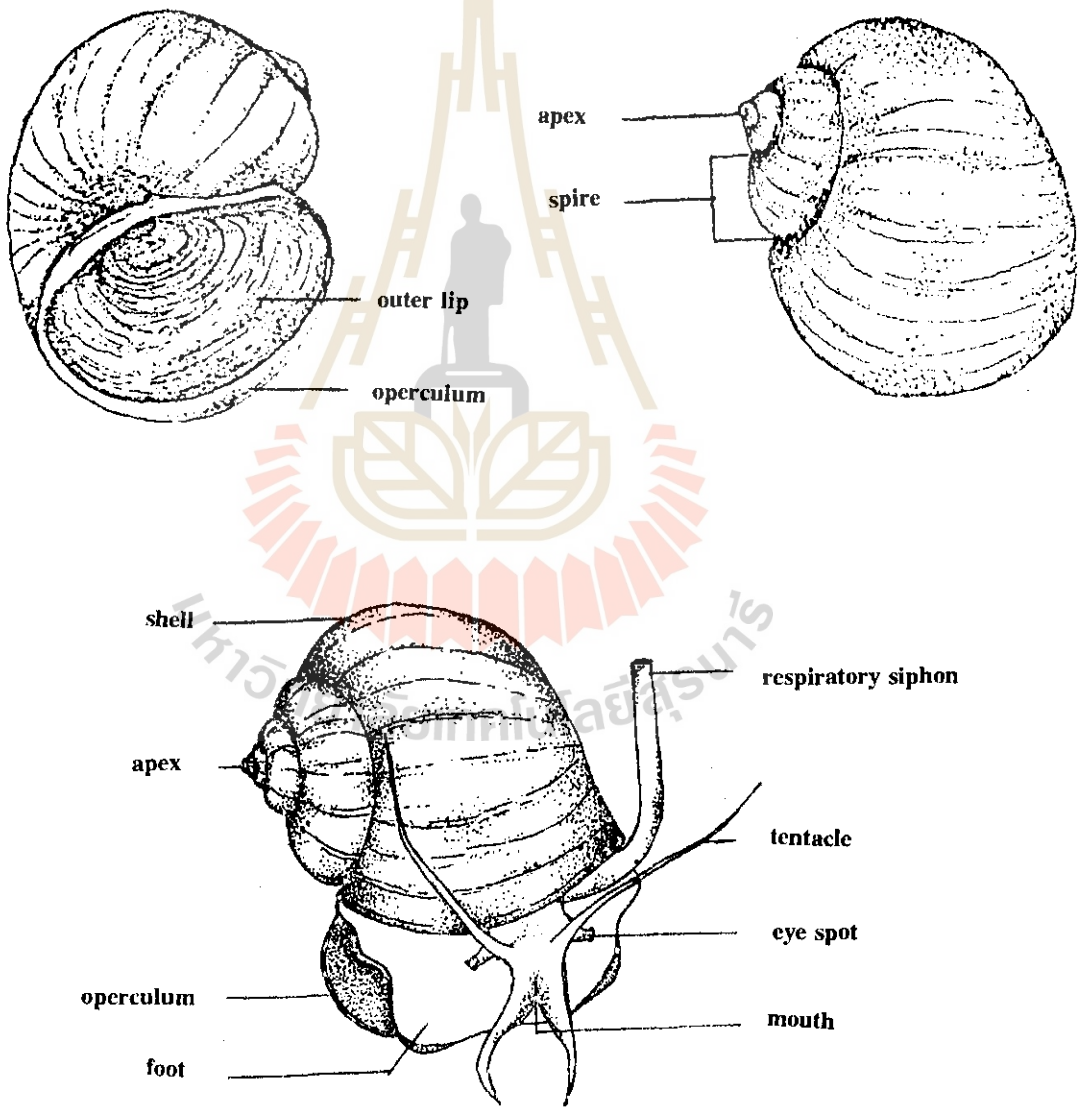
ประเทศไทยเรามีเกษตรกรนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน และฟิลิปปินส์ ในปี 2525-26 เพื่อทำฟาร์มเพาะเลี้ยงส่งขายต่างประเทศ และเป็นหอยประดับตู้ปลาน้ำจืดเพื่อกำจัดตะไคร่น้ำ พบครั้งแรกในปี 2530 ในนาทดลองสถานีทดลองข้าวบางเขน กรมวิชาการเกษตร เนื่องจากนักศึกษาภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำมาปล่อยในคลองส่งน้ำของสถานีทดลอง และในปี 2531 พบว่าประชากรหอยเพิ่มมากขึ้นจนเกิดการระบาดและทำลายข้าวทดลองทั้งหมดของสถานี ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 100 ไร่ (ชมพูนุช และทักษิณ 2534) การระบาดในนาข้าวราษฎรพบครั้งแรกในเดือนพฤษภาคม 2531 ที่ท้องที่หมู่ 7 ต.ศีรษะจรเข้น้อย อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ และต่อมาพบระบาดทั่วในภาคกลาง ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากข้าวกล้าแล้ว พบความเสียหานในแปลงผักกระเฉด ผักบุ้ง สระบัว และแปลงปลูกบัวสวยงาม แปลงปลูกแหนแดง สาหร่าย ญี่ปุ่น สาหร่ายน้ำจืด แหน ไข่น้ำ สาหร่ายพุงชะโด และสาหร่ายหางกระรอก (ชมพูนุช และคณะ 2535)

นอกจากหอยเชอรี่จะทำความเสียหายอย่างรุนแรงแก่เกษตรกรแล้ว ยังเป็นพาหะอาศัยตัวกลาง (intermediate host) ของพยาธิตัวกลมเช่นเดียวกับหอยโข่งคือพยาธิตัวกลม *Angiostrongylus cantonensis* ทำให้คนเกิดอาการเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (eosinophillic meningoencephalitis) และยังเป็นพาหะอาศัยตัวกลางของพยาธิใบไม้ (trematode) ชื่อ *Echinostoma ilocanum* ทำให้เกิดอาการของกระเพาะอาหารและลำไส้เช่น ปวดท้อง ท้องเดิน เป็นต้น

2.3 ลักษณะทางชีวิทยาและอุปนิสัย (Biology and behaviors)

หอยเชอรี่ เป็นหอยฝาเดียว รูปร่างค่อนข้างกลมใหญ่ เปลือกเรียบ มีฝาปิด (operculum) เป็นแผ่นแข็ง ซึ่งตัวหอยสามารถหลบเข้าอยู่ในเปลือก (*shell*) แล้วปิดฝาเพื่อป้องกันอันตราย มีรูปร่างและขนาดคล้ายกับหอบโข่ง (apple snail, *Pila spp.*) ซึ่งเป็นหอยท้องถิ่นของประเทศไทยนั่นเอง (ภาพที่ 12.1) หอยเชอรี่พอจะแบ่งจากการดูด้วยตาเปล่าเป็นสองพวกคือ พวกหนึ่งเปลือกสีเหลืองปนน้ำตาล

ตาลมีเนื้อและหนวดสีเหลือง อีกพวกหนึ่งเปลือกสีเขียวเข้มปนดำและมีแถบสีดำจาง ๆ พาดตามความยาว เนื้อและหนวดมีสีน้ำตาลอ่อน การหมุนของเปลือกเป็นเกลียววนขวา (dextral) เมื่อโตเต็มที่มีขนาดยาวประมาณ 83 มิลลิเมตร หนัก 165 กรัม เคลื่อนที่โดยใช้กล้ามเนื้อหนายืดยาวกว้างแบบใช้คืบคลาน (foot) เมื่อถูกรบกวนจะหดลำตัวพร้อมทั้งเท้าเข้าไปในเปลือกหอย สามารถปล่อยตัวลอยขึ้นสู่ผิวน้ำหรือไปตามน้ำได้ ส่วนหัวสั้นมีลักษณะเป็นแผ่นริมฝีปากยื่นออกทางด้านข้างปากทั้งสองข้าง ส่วนปลายเรียวลงคล้ายหนวด (tentacle) ใช้รับความรู้สึก ข้างแผ่นปากนี้มีหนวดเส้นเล็กยาวข้างละหนึ่งเส้น ถัดออกมามีตาเล็ก ๆ ตั้งบนก้านตา (stalk) ภายในปากมีกรามขนาดใหญ่หนึ่งคู่ใช้กัดกินอาหาร ถัดจากกรามเข้าไปภายในเป็น radula ซึ่งมีลักษณะเป็นฟันซี่เล็ก ๆ สีแดงเรียงซ้อนกันอยู่ มีหน้าที่บดอาหาร



ภาพที่ 12.1 แสดงลักษณะภายนอกของหอยเชอรี่ (***Pomacea sp.***)

(ชมพูนุช และทักษิณ 2534)

การกินอาหารใช้ส่วน jaw กัดอาหารแล้วส่งเข้าในช่องปาก กล้ามเนื้อรอบ ๆ จะทำงานให้ส่วน radula ซึ่งเป็นเส้นบางคล้ายโซ่เต็มไปด้วยฟันแหลมขยับไปมาขูดไปบนอาหาร ฟันเหล่านี้มีจำนวนหลายพันซี่เรียงเป็นแถวขวางมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันระหว่างซี่ตรงกลางและตรงริม และมีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละ species จึงใช้ในการจำแนกชนิดหอยด้วย

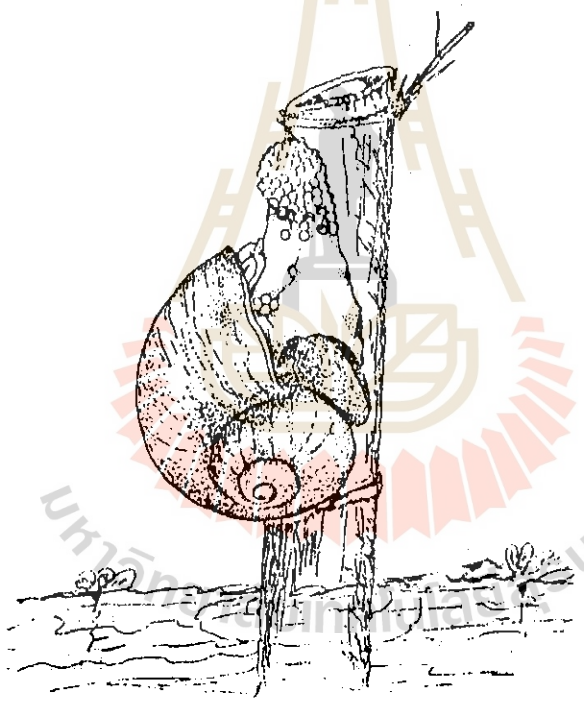
ภายในช่องท้อง (mantle cavity) แบ่งเป็น 2 ส่วน ช่องทางด้านขวามี mantle ใช้ในการหายใจเมื่อหอยอยู่ในน้ำ มีท่อหายใจขนาดยาวและใหญ่ (respiratory siphon) ยืดหดได้ ใช้หายใจเอาออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้น หอยจึงอาศัยอยู่ได้ในน้ำที่ไม่มีออกซิเจนละลายอยู่เลยได้ **(ภาพที่ 12.1)** ทางด้านซ้ายมีอวัยวะคล้ายปอด ทำหน้าที่ช่วยในการหายใจ ทำให้สามารถอยู่บนบกได้บางเวลา เช่น ขณะออกไข่

ลูกหอยที่ฟักออกมาจากไข่มีขนาดเล็กและมีรูปร่างเหมือนกับแม่ ไม่มีระยะ metamorphosis หอยเจริญเติบโตโดยการลอกคราบมีการสร้างเปลือกต่อจากเดิมทางด้าน mouth-edge ซึ่งอยู่ด้านล่างตรงข้ามกับยอดแหลม (spire) ทำให้ขนาดของเปลือกเพิ่มขึ้นโดยรูปร่าง (shape) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง การสร้างเปลือกเกิดจากการทำงานของเนื้อเยื่อ mantle ซึ่งอยู่ติดกับเปลือกรอบ mantle cavity มีการจัดเรียงตัวกันของชั้นผลึก (crystalline layer) และการทับถมของผลึก มีสาร organic matrix ถูกสกัดออกมาก่อนการทับถมของเปลือกด้านใน แล้วจึงมีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตลงไปสลับกับ organic matrix ตอนแรก ๆ มีลักษณะเป็นผลึกเล็ก ๆ จนที่สุดเกิดเป็นชั้นของผลึกคือชั้นกลางเป็น prismatic layer จากนั้นขอบของ mantle ซึ่งสกัดทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ทำให้ขอบของเปลือกเจริญและเปลือกจะหนาขึ้นโดยเซลล์ชั้นผิวของ mantle ที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเรียงตัวกันเป็นชั้นที่หักเหแสงได้คล้ายปริซึม ทำให้เป็นมันวาว ชั้นนอกสุดคือ periostracum ประกอบด้วยสาร conchiolin ทำหน้าที่ป้องกันกรดในน้ำ และชั้นในสุดที่มีความมันวาวของมุกคือ nacreous layer

การขยายพันธุ์ของหอยเชอรี่เป็นแบบใช้เพศ เราสามารถแยกเพศได้จากการสังเกตความนูนมากหรือน้อยของแผ่น operculum ถ้าหากนูนมากเป็นหอยเพศผู้ที่มีอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) เดี่ยวอัณฑะมีลักษณะเป็นท่อที่ยืดออกได้เพื่อสอดส่ง sperm เข้าไปผสมกับไข่ก่อนที่ไข่จะมีการสร้างเปลือก หอยขนาดโตเต็มวัยพร้อมจะขายพันธุ์มีอายุประมาณ 3 เดือน โดยจะจับคู่เพื่อถ่าย sperm ได้ตลอดเวลา หลังจากนั้น 1-2 วัน เพศเมียจะวางไข่ในเวลากลางคืนคือตั้งแต่พระอาทิตย์ตกเป็นต้นไปจนถึงตอนเช้าประมาณ 7.00 น. โดยคลานขึ้นไปวางไข่ตามที่แห้งเหนือน้ำ เช่น ตามกิ่งไม้ที่ปักในบ่อ ต้นหญ้าริมน้ำ โคนต้นไม้ริมน้ำ ข้าง ๆ คันนาและตามต้นข้าวในนา **(ภาพที่ 12.2)** ใช้เวลาในการออกไข่นานตั้งแต่ 1-6 ชั่วโมงแล้วแต่ขนาดของกลุ่มไข่ ไข่จะเคลื่อนออกมาทีละใบบนกล้ามเนื้อ foot ซึ่งขยับเป็นระลอกดันส่งไข่ให้ขึ้นไปซ้อนเข้าใต้ไข่ใบที่ออกมาก่อนเป็นชั้น ๆ **(ภาพที่ 12.2)** ไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ จากร่างกายจะอ่อนนิ่มและมีเมือกติดใบทุกใบ หลังจากนั้นจึงจะเริ่มแข็งและแห้งขึ้น ไข่มีสีชมพูสดดูสวยงามเกาะติดกันเป็นกลุ่มยาว 2-3 นิ้ว แต่ละกลุ่มประกอบด้วยไข่ 388-3,000 ฟอง ขึ้นกับขนาดและความสมบูรณ์ของแม่หอย ไข่แต่ละฟองมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0-2.5 มม. ไข่ที่ออกใหม่ ๆ จะมีสีชมพูสดและจะซีดจางลงเกือบเป็นสีขาวภายใน 7-12 วัน แล้วแตกออก ลูกหอยภายในซึ่งมีขนาดเท่าหัวเข็มหมุด

และจะซีดจางลงเกือบเป็นสีขาวภายใน 7-12 วัน แล้วแตกออก ลูกหอยภายในซึ่งมีขนาดเท่าหัวเข็มหมุดเล็ก ๆ หนักประมาณ 1.7 มิลลิกรัมและมีลักษณะเหมือนตัวแม่ทุกอย่างแต่เปลือกนิ่มจะร่วงลงน้ำและเริ่มกินพืชน้ำพวกสาหร่ายต่าง ๆ แล้วเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเปลือกจะแข็งภายหลังจาก 2 วันไปแล้ว และจะเริ่มคืบคลานได้เมื่อมีขนาด 2-5 มม. อัตราการฟักของไข่ 77-91 เปอร์เซนต์ที่อุณหภูมิประมาณ 34 °C ตัวแม่เมื่อออกไข่แล้วเว้นช่วงเวลาประมาณ 4-10 วัน ก็จะเริ่มวางไข่ได้อีกและวางได้ตลอดทั้งปี จนอายุ 3 ปี (ชมพูนุช และทักษิณ 2534)

หอยเชอรี่กินพืชน้ำได้เกือบทุกชนิดที่มีลักษณะไข่อ่อนนิ่ม เช่น แหน แหนแดง ไข่น้ำ ผักบุ้ง ผักกะเฉด สาหร่ายต่าง ๆ ยอดอ่อนผักตบชวา ต้นข้าวกล้า รวมถึงซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยในน้ำที่อยู่ใกล้ ๆ ตัว สามารถกินได้รวดเร็ว กินได้เฉลี่ยวันละ 50 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัวตลอด 24 ชั่วโมง ในเวลากลางวันที่มีแดดจัดจะหลบอยู่ใต้เงาร่มของพืชน้ำต่าง ๆ หรืออาศัยอยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ริมแหล่งน้ำหรือนาข้าวนั้น และกินอาหารตลอดเวลา



ภาพที่ 12.2 แสดงลักษณะการวางไข่ของหอยเชอรี่

(ชมพูนุช และทักษิณ 2534)

หอยชอบกินต้นข้าวระยะข้าวกล้าและที่ปักดำใหม่ ๆ ไปจนถึงระยะแตกกอ โดยเริ่มกัดส่วนโคนต้นที่อยู่ใต้น้ำเหนือจากพื้นดิน 1/2 - 1 นิ้ว จากนั้นกินส่วนใบที่ลอยน้ำจนหมด ขณะที่กินต้นข้าวส่วน foot จะห่อล้อมกอข้าวไว้เพื่อพยุงลำตัวไว้ให้ตัวขนานกับลำต้น แล้วใช้ส่วนปากกัดต้นข้าวกินตรงส่วนโคนไปก่อนแล้วกินส่วนใบจนหมด จากนั้นจะหยุดพักครู่หนึ่งโดยยื่นท่ออากาศขึ้นมาเหนือ

ยาวน้อยกว่า 16 มม. ยังกินต้นข้าวไม่ได้ แต่กินสาหร่ายต่าง ๆ เป็นอาหาร เช่น สาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น ความสามารถในการกัดกินต้นข้าวขึ้นกับขนาดของหอย และพบว่าที่อุณหภูมิ 28°C หอยขนาดความยาว 29, 39, 48 และ 57 มม. จะกินข้าวกล้าได้ 4.5, 6.3, 12.6 และ 23.5 ต้นต่อวันตามลำดับและหอยขนาดความยาว 60.6 มม. กินต้นข้าวกล้าอายุ 10 วันได้ 26-47 ต้นต่อวัน เมื่อทดสอบโดยให้หอยกินข้าวอายุต่าง ๆ กัน จะพบว่าชอบกินข้าวที่มีอายุน้อยคือ ข้าวอายุ 10 วันมากที่สุด (ชมพูนุทและคณะ 2532)

เมื่อน้ำแห้งหอยเชอรี่ที่อาศัยในนาข้าว จะจำศีลโดยปิดฝา operculum แล้วหมกตัวอยู่ในโคลน แม้น้ำจะแห้งจนดินแตกระแหงนาน 3-4 เดือน หอยก็ยังรอดตายอยู่ได้มากกว่า 80 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าหากหอยซุกอยู่ตามพงหญ้าก็จะรอดตายเพียงประมาณ 40% ในประเทศญี่ปุ่นหอยเชอรี่สามารถมีชีวิตอยู่รอดผ่านฤดูหนาวที่มีหิมะปกคลุมได้ เมื่อทดสอบโดยนำหอยใส่ตู้เย็นที่ตั้งอุณหภูมิ 0°, -3° และ -6°C พบว่าจะตายภายใน 25 วัน, 3 วัน และ 1 วัน ตามลำดับ แสดงว่าในเขตอบอุ่นนั้น หอยจะทนอยู่ในฤดูหนาวได้หรือไม่ขึ้นกับว่าอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C เพียงใด หอยขนาดความยาวเพียง 20-30 มม. จะมีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำมากกว่าหอยขนาดใหญ่ ในประเทศญี่ปุ่นประชากรหอยจะเพิ่มขึ้น 3-9 เท่า/ปี แม้ว่าจะอยู่ในเขตฤดูหนาว ในประเทศไทยไม่มีระยะฤดูหนาวหรือหนาวจัด เพราะฉะนั้นประชากรของหอยน่าจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 9-10 เท่า/ปี นอกจากนี้ความแข็งของดิน น้ำแห้งเร็วหรือช้า ก็มีส่วนสำคัญต่อการจำศีลด้วย

เท่าที่พบในประเทศขณะนี้ หอยขนาดใหญ่ 59.2 X 63.4 มม. สามารถจำศีลอยู่ในดินแห้งนานถึง 7 เดือน โดยปิดฝาเมื่อน้ำเริ่มแห้งคว่ำอยู่ในดินเพียงครึ่งตัว ดังนั้นจึงแน่นอนว่าหอยจะจำศีลอยู่ในพื้นนาตลอดฤดูแล้งบ้านเราได้แม้แต่ในท้องที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนและในสภาพดินแห้งก็ตาม

หอยเชอรี่สามารถอยู่ทั่วไปได้ตามแหล่งน้ำทุกประเภท ได้แก่ บึง คลอง หนองน้ำ ลำธาร แม่น้ำ และในน้ำไม่ว่าจะตื้นเพียงไม่กี่นิ้วก็ตาม มันก็ยังเจริญเติบโตได้ดี เพียงแต่มีอาหารบ้างและสภาพน้ำไม่เป็นกรดมากนัก อุณหภูมิที่พอเหมาะประมาณ 30 °C จากการสังเกตพบว่าแม้น้ำจะเน่าจนสีเกือบดำ หอยก็ยังมีชีวิตอยู่ได้ เพียงแต่อาจเจริญเติบโตไม่ดีและออกไข่น้อยกว่าปกติ

2.4 วิธีการป้องกันกำจัด (Control methods)

1) ในท้องที่ที่ไม่มีการระบาดของหอยเชอรี่

เกษตรควรป้องกันการเข้ามาของหอยเชอรี่โดยวิธีกลดังนี้คือ

(1) ต้องใช้ตาข่ายไนล่อนตาถี่ (สีฟ้า) ปิดปากท่อในการสูบน้ำจากคลองส่งน้ำ หรือลำคลองเข้านาเพื่อเป็นการป้องกันลูกหอยติดมากับน้ำและเข้ามาในนาได้

(2) ทำลายไข่หอยโดยหมั่นตรวจตราอย่างสม่ำเสมอตามคันนา ต้นหญ้าริมคันนาส่วนที่อยู่เหนือน้ำว่ามีไข่หอยสีชมพูสดเป็นกลุ่มยาว บ้างหรือไม่ ถ้าพบต้องรีบขูดออกไปทำลายคือ ทุบทิ้งหรือเผาไฟ เพราะถ้าทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ไข่จะฟักเป็นตัวตกลงในน้ำได้อีก และถึงแม้ว่าไข่หอยฟัก

เป็นตัวตกลงบนพื้นดินแห้งก็ตามก็ยังพักตัวได้นาน 1-2 เดือนเพื่อรอจนกว่าจะมีน้ำฝนมาชะล้างลงแหล่งน้ำ แล้วเจริญเติบโตต่อไปได้อีกเพราะฉะนั้นการเก็บไข่หอยมาทำลายต้องให้แน่ใจว่าตายแน่นอน และเป็นวิธีการกำจัดที่ดีมากคือ กำจัดได้ครั้งละมาก ๆ เนื่องจากไข่หนึ่งกลุ่มมีตัวหอยจำนวนมาก 400-2,000 ตัว นั่นเอง (ชมพูนุช และคณะ 2535)

(3) เมื่อเริ่มพบตัวหอยในบริเวณที่นาและรอบ ๆ บ้านให้เก็บมาทุบทำลายเสีย

(4) เลี้ยงหรือเพิ่มตัวห้ำหรือศัตรูธรรมชาติของหอยในนาข้าว เช่น ปล่อยเป็ดลงในนาข้าวและเพิ่มปริมาณของแมลงบางชนิดได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงปอ แมลงเหนี่ยง (water scavenger beetle F. Hydrophillidae) ด้วงสี่ตา (whirlgig beetle F. Gyrinidae) ตัวแก่ของมวนวน (backswimmers F. Notonectidae) มวนกรรเชียง (water boatman F. Corixidae) แมลงดานา (water bug F. Belostomatidae) มวลแมงป่อง (water scorpion bug F. Nepidae) ด้วงดิ่ง (diving beetle F. Dytiscidae) และ (marsh fly F. Sciomyzidae)

นอกจากนี้ มดแดง มดคันไฟ แมงมุม ช่วยกินไข่หอยเชอรี่ในนาข้าวด้วย

ถ้ามนุษย์จะนำมาเป็นอาหารต้องทำให้สุกเสียก่อนบริโภค เช่น ต้มในน้ำให้เดือดอย่างน้อย 5 นาทีขึ้นไป การนำไปลวกกับน้ำร้อนไม่ทำให้ตัวอ่อนของหนอนพยาธิตาย เมื่อรับประทานเข้าไปอาจติดต่อเข้าสู่ร่างกายได้

2) ในท้องที่ที่มีการระบาดของหอยเชอรี่

การป้องกันกำจัด ต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้คือ

(1) ก่อนเตรียมดิน

a) เก็บไข่หอยและตัวหอยจากนาข้าวมาทำลายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเก็บจะได้ผลดีควรเก็บในช่วงเช้าหรือเย็น ซึ่งเป็นเวลาที่แดดอ่อนและน้ำในนาไม่ร้อนจัด ถ้าหากแสงแดดจัดหอยจะไปหลบซ่อนอยู่ในบริเวณนั้นลึกหรือหมกตัวกับโคลนทำให้หาตัวลำบาก ในการเก็บหอยอาจใช้ใบไม้ เช่น ใบมะละกอทิ้งลงไปในน้ำเป็นเหยื่อล่อหอยให้เข้ามากินและหลบแดดพักอยู่ใต้ใบจะทำให้เก็บได้ปริมาณมากขึ้น วิธีเก็บหอยให้สะดวกใช้กระชอนสำหรับช้อนลูกปลา ต่อด้ามถือให้ยาวขึ้นเพื่อช้อนหอย แล้วรวบรวมใส่กระป๋องหรือถุงพลาสติกนำมาทำลาย อย่ากองทิ้งไว้บนคันนาเพราะหอยไม่ตาย

b) ปล่อยฝูงเป็ดเข้าช่วยเก็บกินหอยขนาดเล็กที่หลงเหลือจากการใช้แรงคนเก็บด้วยมือ หรือใช้การเพิ่มตัวห้ำอื่น ๆ เหมือนข้อ 4 ของหัวข้อที่ 1 (การป้องกันกำจัดสำหรับท้องที่ที่ไม่มีการระบาดของหอยเชอรี่)

(2) ขณะเตรียมดิน

a) การไถดินเพื่อเพาะปลูก รถไถและลูกทุบขณะคราดดินจะกำจัดหอยไปได้จำนวนหนึ่งเพราะทำให้เปลือกหอยแตกได้ แต่อาจมีปัญหาเรื่องถูกเปลือกหอยบาดเท้าเนื่องจากลักษณะเปลือกบางและคมมาก

b) การนำน้ำเข้านาต้องใช้ตาข่ายไนล่อนตาถี่กั้นทางน้ำเข้าหรือกรองที่ปลายท่อสูบน้ำ

c) ก่อนปลูกข้าว ถ้าหากยังเหลือหอยในแปลงนาเป็นจำนวนมากให้ใช้คอปเปอร์-ซัลเฟต (เป็นสารประกอบเคมีสีฟ้าเป็นผงละลายกับน้ำ) แล้วราดให้ทั่วด้วยบัวรดน้ำหรือเครื่องฉีดพ่น โดยใช้อัตรา 1 กก.ต่อเนื้อที่ 1 ไร่ เมื่อมีน้ำในนาสูงประมาณ 5-10 ซม. หอยจะตายภายใน 24 ชั่วโมง แล้วตากดินทิ้งไว้ราว 2 วัน จึงเริ่มเพาะปลูก (ชมพูนุช และคณะ 2535)

สำหรับนาหว่าน ในขณะเตรียมดินนี้ ยังมีอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้กำจัดหอยที่มีอยู่ในนาขณะนั้นได้ง่ายยิ่งขึ้นและไม่เปลืองสารฆ่าหอย คือทำร่องน้ำเล็ก ๆ ขนาดกว้างประมาณ 1 ฟุต ลึก 5-6 ซม. ข้าง ๆ คันนา ก่อนที่จะหว่านข้าว เมื่อข้าวตั้งตัวได้แล้วระบายน้ำออกจากนาให้มากที่สุด หอยที่เหลืออยู่จะรวมอยู่ในร่องเล็ก ๆ ดังกล่าว ก็สามารถใช้วิธีช้อนเอาไปทิ้งหรือใช้สารฆ่าหอยใส่เฉพาะในร่องน้ำนี้ เป็นการประหยัดแรงงานและประหยัดสารกำจัดหอยอีกด้วย

(3) ระหว่างปลูกข้าว

a) เมื่อหว่านข้าวแล้ว การสูบน้ำเข้านาต้องใช้ตาข่ายไนล่อนตาถี่กั้นทางน้ำเข้าเพื่อกันไม่ให้หอยเข้ามาเพิ่ม

b) ต้องหมั่นสำรวจดูไข่หอยและจับทำลายทุกวัน เพราะถ้ายังมีแม่หอยเหลืออยู่มันจะเริ่มไข่จะมองเห็นเป็นสีชมพูสดชัดเจนต้องรีบทำลาย

c) การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมีฆ่าหอย (Molluscicide)

ควรจะใช้เป็นวิธีการสุดท้ายในท้องที่ที่มีการระบาดหนักและมีความเสียหายมากเท่านั้น เพราะสารฆ่าหอยหรือสารฆ่าแมลงต่าง ๆ ล้วนแต่เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น ปลา กุ้ง ตลอดจนผู้ใช้เอง สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ ได้แก่

- ไนโคลซามีด (niclosamide) (ชื่อการค้าว่า ไบลุสไซด์ Bayluscide 25% EC และ 70% WP) ซึ่งเป็นสารกำจัดหอย แต่ขณะนี้ยังไม่มีการนำเข้าเป็นการค้า จึงอาจใช้สารกำจัดหอยชนิดอื่นไปก่อน ได้แก่

- คอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulphate) ละลายน้ำแล้วรดด้วยบัวรดน้ำหรือเครื่องฉีดพ่น ในอัตรา 1 กิโลกรัม/ไร่

- เมทัลดีไฮด์ (metaldehyde 5%) (ชื่อการค้า แองโกล-สลัก) เป็นเหยื่อพิษสำเร็จรูปอัดเม็ด ปกติเป็นสารกำจัดหอยทากบก (land snail) และตัวทาก (slug) ซึ่งมีหลายชนิดที่เป็นศัตรูพืชผักและใช้สำหรับการกำจัดหอยเชอรี่ได้โดยใช้หว่านในอัตรา 0.5 กก./ไร่

สารฆ่าหอยต่าง ๆ นี้สามารถเลือกใช้ในกรณีที่จำเป็น และแนะนำให้ใช้เพียงครั้งเดียวต่อฤดูปลูกข้าว เมื่อระดับน้ำในนาข้าวสูงประมาณ 5-10 เซ็นติเมตร ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะสารฆ่าหอยส่วนมากจะป้องกันต้นข้าวได้นานประมาณ 2-3 สัปดาห์อยู่แล้ว และถ้าหากใช้ขณะระดับน้ำสูงกว่านี้ก็ยิ่งสิ้นเปลืองสารเคมี แต่ถ้าหากระดับน้ำต่ำเกินไปหอยจะปิดฝา (operculum) แล้วหมกตัวในโคลน ทำให้ไม่ได้รับสารจึงอาจไม่ตาย (ชมพูนุช และคณะ 2535)

3) ความสำเร็จในการปราบหอยศัตรูพืช

a) ความร่วมมือระหว่างเกษตรกรในพื้นที่ที่ช่วยกันกำจัดหอยอย่างจริงจังและสม่ำเสมอตลอดปี ไม่เฉพาะช่วงปลูกข้าวเท่านั้น

b) การเก็บไข่ไปทำลายเป็นวิธีที่ได้ผลดีที่สุด เพราะช่วยในการลดประชากรหอยได้อย่างดีที่สุด

c) การเก็บแม่หอยไปทำลาย ควรเก็บกลางคืนเมื่อแม่หอยไต่ขึ้นเพื่อเกาะผนังหรือกอข้าวหรือต้นไม้เหนือน้ำเพื่อวางไข่ เป็นวิธีกำจัดที่ดีมากเช่นเดียวกับการเก็บไข่ทำลาย

d) ควรใช้ตาข่ายกั้นน้ำระหว่างแปลงนา และครอบปลายท่อน้ำเข้าตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเล็ดลอดของหอยเข้ามาในพื้นที่

e) ใช้สารเคมีเมื่อจำเป็นเท่านั้น และต้องใช้ให้ถูกจังหวะ โดยมีปริมาณน้ำที่เหมาะสมเพื่อให้ฆ่าหอยได้อย่างทั่วถึง และมีประสิทธิภาพ

บทที่ 13 นกศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด

Chapter 13 Bird Pest and Control Methods

13 นกศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด
Bird Pest and Control Methods

1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ (Economic Importance)

นกเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีความสัมพันธ์กับมนุษย์มานาน เช่น มนุษย์เลี้ยงไว้เพื่อความสวยงาม ฟังเสียงขันหรือร้องเพื่อความเพลิดเพลิน เช่น นกแก้ว นกสาลิกา นกเขา นกขุนทอง นกบางชนิดช่วยกำจัดแมลง วัชพืช หรือปราบหนู เช่น นกเค้าแมว นกแสก นกฮูก เหยี่ยว นกปากห่าง มีนกจำนวนมากมายที่มนุษย์ใช้เป็นอาหาร และมีนกอีกหลายชนิดที่เป็นศัตรูของเกษตรกร เนื่องจากกินผลิตผลทางการเกษตรทำให้เกิดความเสียหาย นกเป็นศัตรูที่สำคัญอันดับสองรองจากหนู (เสริมศักดิ์ และคณะ 2535)

ความเสียหายของผลิตผลทางการเกษตรเนื่องจากนก มีดังนี้

1.1 ความเสียหายแก่ธัญพืช ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ โดยข้าวเป็นพืชที่ได้รับความเสียหายมากที่สุดโดยเริ่มกินเมล็ดข้าว ตั้งแต่หว่านข้าวในแปลงตกกล้าหรือในนาโดยตรงจนถึงระยะข้าวงอก และความเสียหายจะเกิดขึ้นอีกครั้งในระยะที่ข้าวเป็นน้ำนมไปจนถึงเก็บเกี่ยว ซึ่งในระยะน้ำนมและระยะที่แป้งเริ่มแข็งตัวเมล็ดข้าวจะถูกนกลงกินมากที่สุด ส่วนเมล็ดข้าวสุกในระยะเก็บเกี่ยวนั้นมีนกกินบ้าง แต่ความเสียหายรุนแรงเกิดจากการลงเกาะหรือโผบินขึ้นของนกฝูงใหญ่ ๆ ทำให้ข้าวร่วงหล่นลงพื้นดินก่อนที่ชาวนาจะเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ที่เมล็ดร่วงหรือคอรวงหักง่าย เช่น พันธุ์ข้าวไร่ R258 เป็นต้น

ความเสียหายของข้าวจะมากขึ้นเป็นทวีคูณในฤดูนาปรัง ในแปลงที่ปลูกโดดเดี่ยวหรือในแหล่งปลูกข้าวไร่ ธัญพืชเมืองหนาว (ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์) ซึ่งมักจะปลูกตามไหล่เขา และที่สูงใกล้ชายป่า มีต้นไม้ใหญ่หรือป่าละเมาะเล็ก ๆ ที่ซึ่งนกกินเมล็ดธัญพืชอาศัยหลบซ่อนตัวอยู่เป็นจำนวนมาก ข้าวพันธุ์เบาซึ่งออกดอกและสุกเร็วกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ ได้รับความเสียหายมากเช่นเดียวกัน นอกจากนี้พบว่าในแปลงทดลองเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวของสถานีทดลองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ข้าวที่มีอายุสั้นมักจะได้รับความเสียหายมากจากการทำลายของนก

นอกจากนี้ เมื่อเกษตรกรเก็บเกี่ยวข้าวและตากข้าวให้แห้งในนาหรือที่ลานนวดข้าว หรือกองข้าว จะมีนกลงกินเมล็ดเป็นจำนวนมาก

ส่วนข้าวโพดนั้นพบความเสียหายจากนกกะลิง (*Psittacula finschii*) ซึ่งลงทำลายจิกฝักข้าวโพดเป็นฝูง ๆ พบที่ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี และพบว่ามีนกแก้วทำลายข้าวโพดที่จังหวัดนครนายก ชุมพร, ศรีสะเกษ, ลพบุรี และนครราชสีมา (เสริมศักดิ์ และคณะ 2535)

1.2 ความเสียหายแก่ไม้ผล

พบนกหลายชนิดทำลายผลไม้เช่น ลิ้นจี่ ลำไย องุ่น แอปเปิล สาลี่ ท้อ ฯลฯ รวมทั้งนกกินน้ำหวาน และนกที่สามารถกินอาหารได้หลาย ๆ อย่าง พบองุ่นที่ปลูกในอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม และอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ถูกนกปรอดสวน นกกินปลี และนกเอี้ยง ลงจิกกินทำลายมากในระยะเก็บเกี่ยว (เสริมศักดิ์ และคณะ 2524) ส่วนลิ้นจี่ และลำไย ที่ปลูกในเขตภาคเหนือมักจะถูกนกปรอดหลายชนิดรบกวนมากในระยะเก็บเกี่ยว และความเสียหายค่อนข้างรุนแรงในปีที่ผลไม้เหล่านี้ติดผลน้อย สำหรับผลไม้เมืองหนาวที่ดอยอ่างขางนั้น มีนกถึง 35 ชนิด ทำความเสียหายให้แก่ผลไม้เป็นอย่างมากในระยะผลสุก ที่สำคัญเป็นกลุ่มนกปรอด นกกะปูด และอีกา (พรทิพย์ 2520)

1.3 ความเสียหายในโรงเก็บหรือยุ้งฉาง นกจะกินข้าวในยุ้งฉางได้ตลอดปี เนื่องจากสภาพโกดังเก็บข้าวของโรงสีหรือยุ้งฉางในประเทศไทย ไม่ได้ออกแบบหรือสร้างสำหรับนก ความเสียหายเหล่านั้นยังไม่มีผู้สนใจหรือเอาใจใส่กันมากนัก นกที่ทำความเสียหาย เช่น นกกระจอก นกพิราบ เป็นต้น จะพบนกเหล่านี้บินเข้าออก สร้างรัง และขยายพันธุ์ตามสถานที่เก็บข้าวทั่วไป

2. ประเภทของนกศัตรูพืช

เราสามารถแบ่งนกตามชนิดของพืชที่ทำความเสียหายได้ดังนี้คือ

2.1 นกศัตรูข้าวและธัญพืช

นกศัตรูข้าวและธัญพืชมีมากมาย แต่ที่สำคัญก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่เกษตรกรที่ปลูกข้าวและธัญพืชมีประมาณ 9 ชนิด ดังนี้คือ (เสริมศักดิ์ และคณะ 2535)

1) **นกกะติ๊ดขี้หมู** (spotted หรือ scaly-breasted munia, *Lonchura punctulata*) ภาคเหนือเรียกนกชนิดนี้ว่านกฝีด ภาคใต้เรียกนกกุลา พบทั่วประเทศเป็นจำนวนมาก เป็นนกประจำถิ่นออกบินหาอาหารเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามนาข้าว ชอบกินเมล็ดข้าวในระยะน้ำนมมากที่สุด จัดเป็นศัตรูที่สำคัญมากที่สุดในบรรดานกศัตรูข้าวด้วยกัน เป็นนกขนาดเล็ก ความยาวลำตัวประมาณ 13 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล ส่วนอกและท้องสีขาว ปกติมีลายจุดสีน้ำตาลแก่ตัดกันเห็นชัด โดยเฉพาะที่อกและข้างลำตัวทั้ง 2 ด้าน นกที่ยังไม่โตเต็มวัยขนด้านท้องและอกมีสีน้ำตาลอ่อนและไม่มีลายจุด (**ภาพที่ 13.1**) หลังจากเริ่มเข้าฤดูฝนพ่อและแม่นกที่จับคู่กันจะแยกออกจากฝูงไปช่วยกันสร้างรังบนต้นไม้ใหญ่ เช่น จามจุรี มะขามเทศ พุทรา กระทุ่ม เป็นต้น ลักษณะรังเป็นรูปทรงกลมที่มีทางเข้าอยู่ด้านหลังทำรังสูงจากพื้นดินตั้งแต่ 1-10 เมตร และบนต้นไม้ต้นหนึ่ง อาจพบรังนก 2-5 รัง วัสดุที่ใช้ทำรัง ส่วนมากเป็นฟางข้าวหรือรวงข้าว ต้นหญ้า ใบไผ่ หรือใบไม้แห้ง และอาจมีขนไก่หรือพบขนนกอื่น ๆ รองในรัง แต่ละรังพบไข่ 5-8 ฟอง ไข่มีสีขาวปลอด เปลือกไข่บางแตกง่ายมาก แม่นกจะกกไข่ตั้งแต่ออกไข่ฟองแรกไป

เรื่อย ๆ จึงพบลูกนกในรังเดียวกัน มีขนาดไม่เท่ากัน พ่อและแม่นกจะช่วยกันกกไข่และเลี้ยงดูลูกนก อาหารที่พบในกระเพาะพักของพ่อและแม่นกเป็นเมล็ดข้าวหักในระยะน้ำนมถึง 90 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการกกไข่และเลี้ยงดูลูกนกครบทั้งครอก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 เดือน รังจะถูกทิ้งร้างไป (เสริมศักดิ์และคณะ 2527)

2) นกกะติ๊ดตะโพกขาว (sharp-tailed munia, *Lonchura striata*) พบทั่วทุกภาคของประเทศเป็นนกประจำถิ่น มีขนาดเล็กกว่านกกะติ๊ดขี้หมูเล็กน้อย ความยาวลำตัวประมาณ 12 เซนติเมตร ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายนกกะติ๊ดขี้หมู แตกต่างกันที่ขนส่วนบนตะโพกมีสีขาว ซึ่งจะเห็นชัดมากขณะนกบิน และสีของลำตัวเข้มกว่านกกะติดขี้หมู

3) นกกระจาบธรรมดา (baya weaver, *Ploceus philippinus*) เป็นนกประจำถิ่น ภาคเหนือเรียกนกชนิดนี้ว่านกจอกฟ้า พบทั่วประเทศเป็นฝูงใหญ่ เป็นนกขนาดกลางยาวประมาณ 15 เซนติเมตร เพศผู้เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ขนที่หัวด้านบนถึงต้นคอจะเป็นสีเหลือง ขนใต้คอเป็นสีน้ำตาลเข้ม ด้านล่างที่อกเป็นสีขาวครีมขนเรียบ ในฤดูที่นกไม่ผสมพันธุ์เพศผู้และเพศเมียมีลักษณะเหมือนกันคือ หัวด้านบนมีสีน้ำตาลลาย ส่วนใต้ลำตัวสีขาว ทำรังสวยงามด้วยใบหญ้าหรือธัญพืชอื่น ๆ มีทางเข้าเป็นท่อยาวทางด้านล่างของรังและพบรังแขวนห้อยตามต้นไม้ใหญ่หรือกอไผ่สูง ๆ

4) นกกระจาบอกลาย (striated weaver, *Ploceus manyar*) พบบ่อยแถบภาคกลาง เป็นนกประจำถิ่น นกชนิดนี้มีขนาดและลักษณะใกล้เคียงกับนกกระจาบธรรมดา แตกต่างกันที่บริเวณอกของนกชนิดนี้มีลายขีดเห็นชัดเจน และท่อทางเข้าด้านล่างของรังสั้นกว่าของนกกระจาบธรรมดา

5) นกกระจอกบ้าน (Eurasian tree sparrow, *Passer montanus*) พบทั่วประเทศ เป็นนกประจำถิ่นที่ใกล้ชิดคนมากแต่ไม่เชื่อง ชอบทำรังอาศัยอยู่ตามบ้านเรือนและอาคารต่าง ๆ ในเมือง มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 13 เซนติเมตร สีน้ำตาล บริเวณปีกมีลายสีน้ำตาลสลับสีน้ำตาลเข้ม ส่วนคอด้านล่างมีสีดำ บริเวณแก้มหลังตาทั้ง 2 ด้านมีขนสีขาวเป็นแถบโค้งขึ้น (**ภาพที่ 13.1**) ปกติแล้วนกชนิดนี้จะหากินตามบริเวณที่อยู่อาศัย เช่น ในยุ้งฉาง หรือทุ่งนาใกล้หมู่บ้าน เป็นต้น

6) นกกระจอกตาล (pegu หรือ plain-backed sparrow, *Passer flaveolus*) เป็นนกประจำถิ่นและพบทั่วประเทศขนาดเดียวกับนกกระจอกบ้าน เพศผู้ขนใต้ท้องและอกมีสีเหลืองอมเขียวและที่คอมีแถบสีดำ ส่วนหัวสีน้ำตาลแดงไปตลอดใต้ตามทั้ง 2 ด้าน เพศเมียมีสีจางกว่าเพศผู้มากและที่คอไม่มีแถบสีดำ (**ภาพที่ 13.1**) ชอบอยู่ตามทุ่งนาหรือทุ่งหญ้าในหมู่บ้าน

7) นกจาบปีกอ่อนอกเหลือง (yellow-breasted bunting, *Emberiza aureola*) เป็นนกที่อพยพหนีความหนาวเย็นมาจากแถบขั้วโลกเหนือสู่ประเทศไทยราวเดือนตุลาคมเป็นประจำทุกปี และบินกลับถิ่นเดิมเป็นฝูง ๆ ในเดือนเมษายน มีลักษณะคล้ายนกกระจาบแต่ขนาดของปากจะเล็กกว่า ส่วนหางจะยาวกว่าเล็กน้อย และในฤดูผสมพันธุ์ทำรังอาศัยที่มีรูปร่างเหมือนถ้วย เพศผู้ลำตัวด้านบนมีสีน้ำตาลและมีแถบขนสีขาวขวางที่ส่วนปีก 2 แถบ ส่วนคอและใบหน้ามีสีดำ ส่วนขนใต้คอลงมาถึง

ส่วนท้องมีสีเหลือง แต่จะมีแถบขนสีน้ำตาลแคบ ๆ คั่นขวางอยู่เหนือส่วนอก เพศเมียด้านบนลำตัวสีน้ำตาลมีลายขีดสีดำ ส่วนปีกมีแถบขวางเล็ก ๆ สีน้ำตาลอ่อน 2 แถบ ส่วนด้านล่างของลำตัวนมีสีเหลืองแซมสีน้ำตาลอ่อน นกชนิดนี้ออกหากินและทำรังอาศัยอยู่ตามต้นไม้ในทุ่งนา ป่าละเมาะ หรือทุ่งหญ้ากว้าง เนื่องจากนกพวกนี้อพยพมาเป็นจำนวนหลายแสนตัว จึงทำให้เกิดความเสียหายแก่ข้าวค่อนข้างรุนแรงในบางท้องที่ แต่การล่าทำลายนกชนิดนี้ในแง่ของศัตรูข้าวไม่อาจกระทำได้ตามใจชอบ เพราะนกชนิดนี้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองประเภทที่ 2 ในพระราชบัญญัติคุ้มครองสัตว์ป่าของกรมป่าไม้

8) **นกพิราบป่า** (rock pigeon, *Columba livia*) นกชนิดนี้กินเมล็ดข้าวเป็นอาหารหลักและยังกินเมล็ดข้าวฟ่างอีกด้วย ทั้งในโรงเก็บหรือยุ้งฉางและในนาที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวทิ้งไว้ พบทั่วประเทศ เป็นนกขนาดใหญ่มีความยาวประมาณ 36 เซนติเมตร ขนลำตัวสีเทาน้ำเงิน ลักษณะที่เด่นชัดคือ ที่ปีกมีแถบสีดำ 2 แถบคาดอยู่ (**ภาพที่ 13.1**) ทำรังอยู่ตามต้นไม้ พุ่มไม้ สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ หรือตามโขดหิน เช่น ที่เขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี

นอกจากนกพิราบป่าแล้ว ยังมีนกชนิดอื่นที่อยู่ในวงศ์เดียวกับนกชนิดนี้ที่ชอบกินเมล็ดข้าว เช่น นกเขาใหญ่หรือนกเขาหลวง (*Streptopelia chinensis*) และนกเขาชวา (*Geopelia striata*) (**ภาพที่ 13.1**)

9) **นกในวงศ์นกแก้ว** (F. Psittacidae) นกในวงศ์นี้มีมากกว่าหนึ่งชนิด เคยมีรายงานว่าลงกินทำลายข้าวโพด เท่าที่พบในประเทศไทยมี 3 สกุลด้วยกันคือสกุล *Psittacula* เช่น นกแก้วโม่ง นกแขกเต้า นกแก้วหัวแพร นกกะลิงหรือนกกะแล, สกุล *Psittinus* เช่น นกหกใหญ่, และสกุล *Loriculus* เช่น นกหกเล็กปากแดง และนกหกเล็กปากดำ ลักษณะโดยทั่ว ๆ ไป ของนกวงศ์นี้มีขนสีเขียวเข้มปกคลุม อาจมีแถบสีแดงจัดบนส่วนปีก ใต้คอหรือส่วนท้ายของลำตัวมีปากอันบนเป็นจะงอยงุ้มเหนือปากล่าง ปากอาจมีสีแดง เหลืองหรือดำแล้วแต่ชนิด ทำรังอาศัยอยู่บนต้นไม้ใหญ่

สำหรับศัตรูข้าวอื่น ๆ ที่ทำลายข้าวเสียหายเป็นครั้งคราว ได้แก่ นกยาง พบกินใบและเมล็ดข้าว นกปากห่าง ทำให้ต้นข้าวล้มขณะเดินหาอาหาร ไก่ฟ้า นกกระทา นกคุ่ม ชอบกินเมล็ดข้าวสุกในนาเป็นครั้งคราว นกอีโก้ง นกอัญชัน นกอีลุ้ม ทำลายข้าวอ่อนโดยนำเอามาทำเป็นรังอาศัย พวกนกปากซ่อมที่หากินหนอนในนาข้าว โดยเฉพาะหลังหว่านข้าวใหม่ ๆ การไซ้ดินไปมาทำให้ต้นกล้าข้าวเสียหายได้

2.2 นกกินผลไม้ (frugivorus bird)

นกเหล่านี้เป็นศัตรูสำคัญของไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ลำไย ลิ้นจี่ ฝรั่ง ลางสาด ลองกอง ฯลฯ รวมทั้งผลไม้เมืองหนาว เช่น แอปเปิ้ล สาลี่ ท้อ บ๊วย เป็นต้น ที่สำคัญมีดังนี้

1) **นกในวงศ์นกปรอด** (bulbuls) อยู่ใน F. Pycnonotidae พบมากทั่วประเทศ ส่วนใหญ่เป็นนกประจำถิ่น เป็นนกขนาดกลางมีขนนุ่ม ส่วนหัวมักมีหงอน พบในสวนและส่งเสียงดังหนวกหู

มักอยู่รวมเป็นกลุ่มและปะปนกันหลายชนิด นกกลุ่มนี้สร้างรังด้วยหญ้า รังมีลักษณะคล้ายถ้วยก้นตื้นและบอบบาง ชนิดที่พบบ่อยและเป็นศัตรูที่สำคัญมี 5 ชนิด คือ นกปรอดสวน (*Pyconotus blanfordi*) **(ภาพที่ 13.1)** นกพิซหลิวหรือนกปรอดหัวโขนเคราแดง (*P. jocosus*) นกปรอดก้นทอง (*P. atriceps*) และนกปรอดเหลืองหัวจุก (*P. melanicterus*)

2) นกในวงศ์นกแก้ว (F. Psittacida) จากคำบอกเล่าของเกษตรกรผู้ปลูกลองกองที่อำเภอนางรอง จังหวัดนครนายก กล่าวว่าในปี พ.ศ.2534 มีนกกะลิงจิกกินผลลองกองในระยะเก็บเกี่ยวเสียหายค่อนข้างมาก

2.3 นกกินอาหารทุกประเภท (omnivorus bird)

นกประเภทนี้กินอาหารได้แทบทุกชนิด เช่น นกเอี้ยงและนกกิ้งโครง (Starling) ลงกินผลองุ่นที่จังหวัดราชบุรี นกกะราง (laughing thrushes) พบจิกกินถั่วลันเตาขณะยังอ่อนอยู่ ที่ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีนกในกลุ่มกินปลี (sunbird : F. Nectariniidae) ซึ่งมีจะงอยปากแหลมยาวเช่น นกกินปลีอกเหลือง นกกินปลีดำม่วง **(ภาพที่ 13.1)** ปกติกินน้ำหวานเป็นอาหารหลัก อาจกินแมลงบ้าง พบลงจิกกินผลองุ่นในระยะเก็บเกี่ยว ทำความเสียหายค่อนข้างมากที่ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี (เสริมศักดิ์ และคณะ 2524)

3. การป้องกันและกำจัด (Control Methods)

การป้องกันและกำจัดนกศัตรูพืชมีหลายวิธี ได้แก่

3.1 วิธีเขตกรรม เช่น การกำจัดวัชพืชหรือหญ้าต่าง ๆ บริเวณแปลงที่ปลูกพืชนั้น จะช่วยป้องกันไม่ให้นกมีแหล่งอาหารและหลบซ่อน การปลูกข้าวควรปลูกให้เก็บเกี่ยวได้พร้อม ๆ กัน เพราะตามปกติแล้วแปลงข้าวที่เก็บเกี่ยวได้ก่อน มักจะถูกนกลงทำลายเสียหายมากกว่า

3.2 โดยวิธีทำให้นกตกใจกลัว (bird scaring) เช่น การใช้หุ่นไล่กา หรือใช้ถุงพลาสติกปักไม้ไว้เป็นจุด เมื่อลมพัดทำให้มีเสียงดังช่วยไล่นกได้ หรือใช้คนไล่ในช่วงเช้าและตอนเย็น ซึ่งวิธีการเหล่านี้พบเห็นได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องมือทำให้เกิดเสียงดังเป็นระยะเพื่อให้นกตกใจบินหนีไป เช่น การจุดประทัด การทำระฆังหรือปี๊บแขวนไว้เหนือต้นไม้ วิธีนี้มักพบเห็นในสวนลำใยแหล่งปลูกทางภาคเหนือ

การใช้แผ่นอลูมิเนียมหรือสายเทปคาสเซทที่ไม่ใช้แล้ว แขวนทั่วบริเวณทุ่งนาไร่ข้าวฟ่างหรือข้าวโพด เมื่อวัสดุเหล่านี้ปะทะลมและแสงแดด ทำให้เกิดการแกว่งไปมามีเสียงดังและมีการสะท้อนแสง ทำให้นกที่จะบินในแหล่งเพาะปลูกนั้นตกใจบินหนีไป พบวิธีการนี้ใช้กันมากในประเทศญี่ปุ่น

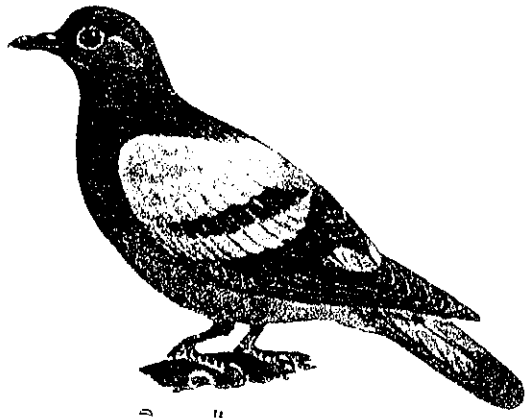
3.3 การใช้ตาข่ายสีน้ำเงิน คลุมแปลงเพาะปลูกพืช เช่น การใช้ตาข่ายสีน้ำเงินคลุมไร่องุ่น เพื่อป้องกันนกจิกทำลายองุ่น ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม สามารถจะลดความเสียหายได้ถึง 10.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุน (นิพันธ์ และคณะ 2525)

3.4 การทำลายแหล่งอาศัยของนกศัตรูพืช เป็นวิธีการป้องกันกำจัดสมทบอีกวิธีหนึ่ง เช่น การทำลายรังนก ไข่ หรือตัวอ่อนตามต้นไม้ที่นกอาศัยอยู่

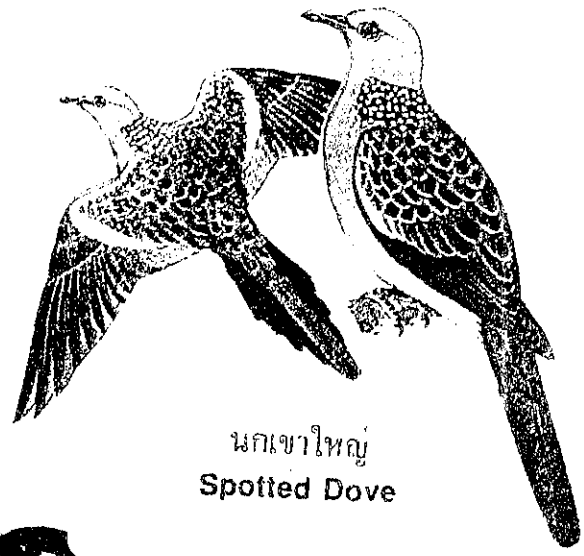
3.5 การใช้สารเคมี ตามปกติไม่แนะนำให้ใช้สารเคมีกำจัดหรือฆ่าทำลายนก ยกเว้นกรณีที่มีนกจำนวนมากลงทำลายพืช สารเคมีที่แนะนำเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการไล่นก เช่น methiocarb เมื่อนกลงจิกกินเมล็ดข้าวหรือเมล็ดธัญพืชที่พ่นด้วยสารนี้ จะเกิดการเข็ดขยาดต่อเมล็ดพืชนั้นและหนีไปในที่สุด

การป้องกันนกทำลายเมล็ดข้าวและข้าวฟ่าง แนะนำให้ใช้ methiocarb อัตรา 120-180 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ผสมน้ำ 20 ลิตร โดยพ่นสาร 2-3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 10-12 วัน พ่นสารครั้งแรกในระยะข้าวออกรวง หรือข้าวฟ่างในระยะออกช่อเมล็ดอยู่ในระยะน้ำนม พบว่าสามารถป้องกันการทำลายของนกได้ดี

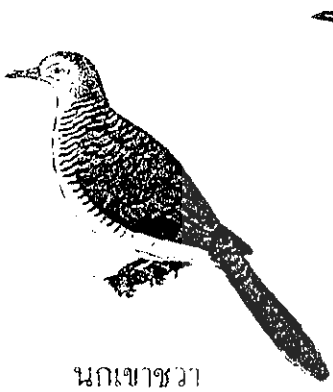
อนึ่ง การปลูกข้าวเพื่อล่อให้นกลงกิน และพ่นสาร methiocarb 180 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อไร่ 2 ครั้ง สามารถป้องกันการทำลายของนกในข้าวแปลงใหญ่ได้ (ชมพูนุท และคณะ 2527) และในข้าวไร่ การใช้ methiocarb ร่วมกับการแขวนแผ่นอลูมิเนียมในนาข้าว จะช่วยลดการทำลายของนกได้ดีและเป็นการประหยัด (พวงทอง และคณะ 2528)



นกพิราบป่า
Rock Pigeon



นกเขาใหญ่
Spotted Dove



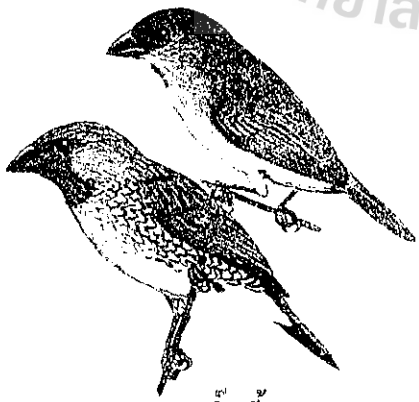
นกเขาชวา
Zebra Dove

นกปรอดหัวสีเขม่า
Sooty-headed Bulbul

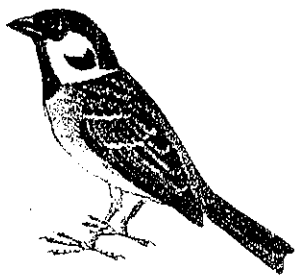
นกปรอดสวน
Streak-eared Bulbul

นกกินปลีอกเหลือง
Olive-backed Sunbird

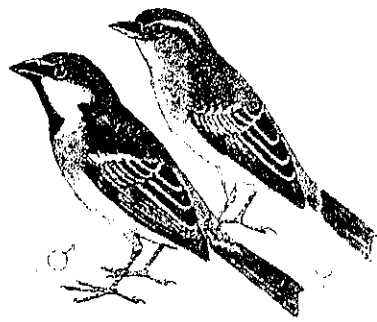
นกกินปลีดำม่วง
Purple Sunbird



นกกระติ๊ดขี้หมู
Scaly-breasted Munia



นกกระจอกบ้าน
Eurasian Tree-Sparrow



นกกระจอกตาล
Plain-backed Sparrow

ภาพที่ 13.1 แสดงนกศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ (Lekakul and Cronin 1974)

บทที่ 14 ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด

Chapter 14 Mites and Control Methods

14 ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด
Mites and Control Methods

1. ความสำคัญ และการจำแนกชนิด (Importance and Classification)

ไรเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสังหลังอยู่ใน Phylum Arthropoda เช่นเดียวกับแมลง แต่แตกต่างกับแมลงตรงที่ไรมี 8 ขา ไม่มีหนวดและไม่มีฟันกราม (mandibles) ปัจจุบันไรที่ทำความเสียหายให้แก่เกษตรกร และเป็นที่รู้จักดีทั่วโลกคือ ไรแดง ซึ่งทำลายพืชแทบทุกชนิด เช่น ทุเรียน เงาะ สตรอเบอรี่ ไม้ดอก ไม้ประดับต่าง ๆ มันสำปะหลัง ฯลฯ ไรกำมะหยี่ทำลายใบลิ้นจี่, ไรสนิมส้มทำลายใบและผลของพืชตระกูลส้มทุกชนิด, ไรกระเทียม ทำลายกระเทียมเป็นต้นที่อยู่ในไร่ หัวกระเทียมในโรงเก็บ, หอม, หัวและดอกทิวลิป, ไรขาวและไรไข่ปลา ทำลายเห็ดและอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงเห็ดแทบทุกชนิด เป็นต้น

เนื่องจากไรมีขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าแทบไม่เห็น เกษตรกรจะไม่ทราบว่าเกิดจากอะไร และมักจะหลงผิดคิดว่าเกิดจากเชื้อโรค ทำให้ใช้สารป้องกันโรค ซึ่งกำจัดไรไม่ได้ และเกษตรกรจะพบอาการต่อเมื่อมีการระบาดแล้ว ทำให้ป้องกันได้ยาก นอกจากจะทำการกำจัดอย่างเดียว ผลเสียหายของไรเมื่อระบาด จะมีความรุนแรงมาก ทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ได้ หรือไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

ไรศัตรูพืชอยู่ใน Class Arachnida
- Sub-class Acari
  - Order Prostigmata
    - Suborder Actinedida
      - Supufamily Tetranychoidea
        - Family Tetranychidae
        - Family Tenuipalpidae
      - Super-family Tarsonemoidea
        - Family Tarsonemidae
      - Super-family Eriophyoidea
        - Family Eriophyidae
        - Family Nalepellidae
        - Family Rhyncaphytopidae

ไรศัตรูพืชเหล่านี้ จะมีอวัยวะส่วนปากที่แตกต่างจากไรทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ chelicerae ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของปาก จะวิวัฒนาการไปให้มีลักษณะคล้ายเข็มแหลม (needlelike chelicerae) เพื่อใช้ทิ่มแทงเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชที่มันอาศัยดูดกินเป็นอาหาร **ส่วนไรศัตรูพืชใน Sub-order Acaridida ซึ่งมี chelicerae เป็นแบบปากคีบ (forceplike chelicerae) นั้น มักจะพบทำลายพืช หรือผลผลิตในระยะหลังเก็บเกี่ยวหรือเป็นศัตรูพืชชั้นต่ำพวกเห็ดราต่าง ๆ แต่มีบางชนิดที่พบทำลายรากหรือพืชหัวที่อยู่ในดิน เช่น ไรในสกุล *Rhizoglyphus* เป็นต้น**

ไรจัดอยู่ใน Class เดียวกันกับแมงมุม คือ Class Arachnida แต่แตกต่างจากแมงมุมตรงที่ไรซึ่งอยู่ใน Subclass Acari มีส่วนปากซึ่งอยู่ทางตอนหน้าตรงส่วนที่เรียกว่า gnathosoma แยกออกจากส่วนของลำตัวอย่างเห็นได้ชัดเจน แต่ในแมงมุมนั้น ส่วนปากจะตั้งอยู่ในบริเวณที่เรียกว่า cephalothorax ซึ่งเป็นส่วนของปล้องหัวและปล้องอกมารวมกัน นอกจากนั้นลำตัวของไร ตรงบริเวณซึ่งเป็นที่ตั้งของขาทั้ง 4 คู่ เรียกว่า podosoma จะอยู่ติดต่อกับลำตัวส่วนท้ายที่เรียกว่า opisthosoma (hysterosoma) **ภาพที่ 14.1** โดยไม่มีรอยคอด แต่ในแมงมุมจะมีรอยคอด

2. การเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ (Development and Reproduction)

การเจริญเติบโตโดยทั่วไปของไร แบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ คือ **ไข่ ตัวอ่อนระยะที่ 1 (larva) ตัวอ่อนระยะที่ 2 (protonymph) ตัวอ่อนระยะที่ 3 (deutonymph)** และตัวเต็มวัย **(adult)** ก่อนการลอกคราบแต่ละครั้งไรจะหยุดนิ่ง เกาะตัวติดแน่นอยู่ กับใบไม่เคลื่อนไหว ผนังของลำตัวชุดใหม่จะค่อยๆ ถูกสร้างขึ้นก่อนที่คราบเก่าจะถูกลอกทิ้งไป หลังการลอกคราบแต่ละครั้ง ไรจะเริ่มเคลื่อนไหวและกินอาหารต่อไป และจะกลับหยุดนิ่งเกาะตัวอยู่กับที่อีก เมื่อจะลอกคราบครั้งต่อไป ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตแต่ละระยะจะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม อุณหภูมิและชนิดของไร

การขยายพันธุ์ของไรแตกต่างกันไปบ้าง เช่น ไรในวงศ์ Tetranychidae เช่น ไรแดง มีการสืบพันธุ์แบบที่เรียกว่า **arrhenotokous parthenogenesis** โดยที่ไรเพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้จะผลิตเฉพาะลูกเพศผู้เท่านั้น ส่วนไรเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์จะผลิตลูกทั้งเพศผู้และเพศเมีย อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียประมาณ 1:3 ถึง 1:9 นอกจากนี้ยังพบว่า ไรบางสกุลในวงศ์นี้มีการสืบพันธุ์แบบ **thelytokous parthenogenesis** กล่าวคือ ไรเพศเมียทั้งที่ได้รับการผสมพันธุ์และไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้จะผลิตไข่ที่เจริญเป็นลูกเพศเมียเท่านั้น ไม่ปรากฏว่ามีลูกเพศผู้เลย

ไรในวงศ์ Pygmephoridae เช่น ไรไข่ปลา *(Luciaphorus perniciosus)* จะมีการเจริญเติบโต**แบ่งออกเป็น 2 ระยะเท่านั้นคือ ระยะไข่ (egg) และตัวเต็มวัย (adult) และจะไม่พบการเจริญเติบโตในระยะตัวอ่อนเลย ทั้งนี้เนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่แปลกออกไปคือ ไข่ของไรไข่ปลาทุกระยะจะเจริญอยู่ในเปลือกไข่ในท้องแม่ตลอดเวลา โดยเม็ดไข่เล็ก ๆ จะติดอยู่กับสายใยซึ่งออกมาจากส่วนปากของ**

แม่ และพันอยู่ภายในท้องแม่มองดูคล้ายพวงองุ่น ไข่จะใช้เวลาในการเจริญเติบโตอยู่ประมาณ 5-9 วัน หลังจากนั้นจะเจาะเปลือกไข่ออกมาอยู่ในช่องว่างของลำตัวไรตัวแม่ ลูกไรที่ออกมาจะเป็นตัวเต็มวัยเคลื่อนไหวอยู่ภายในตัวแม่ระยะหนึ่งจึงเจาะลำตัวไรตัวแม่ออกสู่ภายนอก ดังนั้นเราจึงไม่พบไรตัวอ่อนเลยในไรที่ระบาดอยู่ภายในโรงเพาะเห็ด (วัฒนาและคณะ 2530)

การผสมพันธุ์ของไรไข่ปลาเกิดขึ้นได้ ตั้งแต่ยังอยู่ภายในลำตัวของไรตัวแม่ในขณะที่ลำตัวของไรตัวแม่ยังไม่แตกออก การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นทันทีหลังจากไรตัวผู้เจาะเปลือกไข่ออกมาอยู่ในช่องว่างของลำตัวไรตัวแม่ที่มีน้ำใสบรรจุอยู่เต็ม พบว่าไรเพศผู้มักจะอยู่เฝ้าไข่และช่วยไรเพศเมียที่กำลังฟักออกจากไข่ และจะเข้าผสมพันธุ์ทันทีที่ไรตัวเมียออกมาพ้นเปลือกไข่ นอกจากนี้หลังจากที่ลำตัวของไรตัวแม่แตกออกแล้ว การผสมพันธุ์ก็ยังคงดำเนินต่อไป ทั้งไรเพศผู้และเพศเมียสามารถผสมพันธุ์กันได้หลายครั้ง หลังจากที่ไรออกจากท้องแม่แล้วก็จะเดินทางหาแหล่งเส้นใยเห็ดใหม่กินเป็นอาหารอยู่ประมาณ 1-3 วัน ระยะนี้จัดได้ว่าเป็นระยะการแพร่ระบาดที่สำคัญของไรไข่ปลา เรียกระยะนี้ว่าระยะก่อนท้อง หลังจากนี้ตัวเมียจะเริ่มหยุดการเคลื่อนไหว เกาะนิ่งอยู่กับที่ขนาดของลำตัวเริ่มขยายพองขึ้นเรื่อย ๆ จนโตเต็มที่มองดูคล้ายหยดน้ำเป็นเม็ดกลมใส ภายในจะมีน้ำใสบรรจุอยู่เต็มเรียกระยะนี้ว่าระยะท้องซึ่งกินเวลานาน 6-8 วัน ไรเพศเมียที่ได้รับการผสมแล้วจะออกลูกมีทั้งเพศผู้และเพศเมีย ส่วนไรเพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมจะออกลูกเป็นเพศผู้ทั้งหมด (วัฒนา และคณะ 2530)

3. ชนิดของไรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและลักษณะการทำลาย

3.1 ไรแดง (Red mites) เป็นไรที่อยู่ในวงศ์ Tetranychidae มีหลายสกุล เช่น *Eutetranychus spp.*, *Oligonychus spp.* และ *Tetranychus spp.* **(ภาพที่ 14.1)** ไรในวงศ์นี้เป็นศัตรูพืชที่มีความสำคัญมาก มีรายงานการระบาดทำความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจแทบทุกชนิด รวมทั้งไม้ดอก และไม้ประดับต่าง ๆ ไรในวงศ์นี้มักจะทำลายพืชด้วยการดูดกินน้ำเลี้ยงตามส่วนต่าง ๆ โดยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (colony) แล้วสร้างเส้นใยขึ้นปกคลุมกลุ่มไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย เส้นใยเหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาจากต่อมสร้างใย (silk gland) ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงใหญ่อยู่ในระยางค์ (palp) ที่ปาก ด้วยลักษณะตัวที่มีสีแดง และการสร้างเส้นใยของไรบนส่วนต่าง ๆ ของพืชในขณะที่ไรอาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงนี้เองจึงมีผู้นิยมเรียกไรพวกนี้ว่า แมงมุมแดง (spider mite) หรือไรแดง ไรแดงแต่ละชนิดมีนิสัยชอบดูดทำลายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชแตกต่างกันไป บางชนิดมีนิสัยชอบดูดทำลายด้านหน้าใบเช่น *Eutetranychus orientalis* (Klein), *Oligonychus biharensis* (Hirst) มีไรหลายชนิดชอบดูดทำลายอยู่ด้านใต้ใบ เช่น ไรในสกุล *Tetranychus* บางชนิดชอบดูดกินอยู่บริเวณผลและยอดอ่อน ในกรณีที่เกิดการระบาดของไรแดงบนพืชอย่างรุนแรง เรามักพบไรแดงอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ออกลูกหลานเพิ่มปริมาณอยู่บริเวณหน้าใบหรือใต้ใบ มองเห็นตัวอ่อนของไรเป็นผงขาว ๆ ติดอยู่ตามใบคล้ายฝุ่นจับ

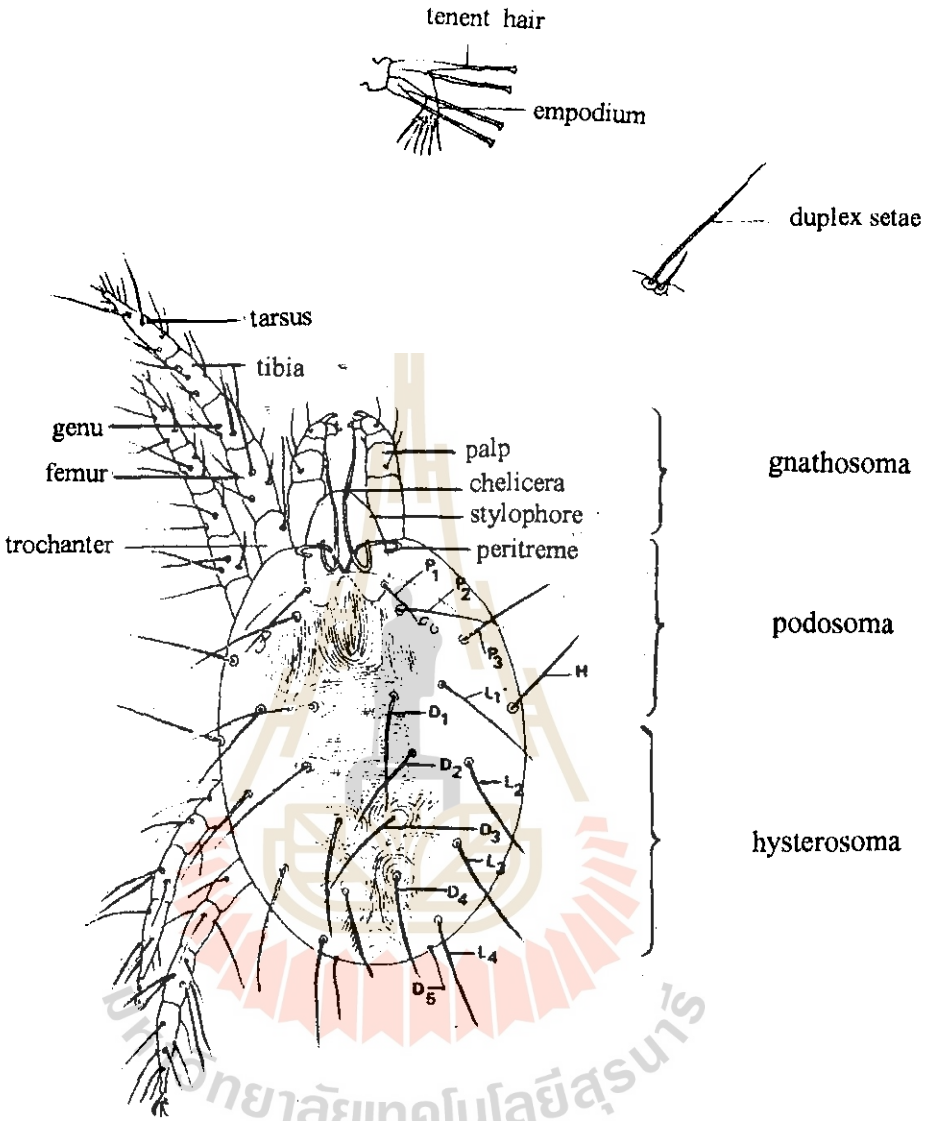
ไรศัตรูมันสำปะหลังที่สำคัญมี 2 ชนิดคือ ไรแดงหม่อน *(T. truncatus)* ที่มักดูดกินน้ำเลี้ยงด้านใต้ใบตามส่วนล่าง ๆ ของต้น ส่วนไรแดงมันสำปะหลัง *(O. biharensis)* มักจะอยู่ตามหลังใบและส่วนยอด การทำลายของไร 2 ชนิดนี้ ทำให้ใบเหลืองซีด เป็นรอยขีด ใบม้วนงอ และร่วง ส่วนยอดที่ถูกทำลายจะงองุ้ม ตาลีบ มีผลกระทบในช่วงมันสำปะหลังยังเล็ก ทำให้มีผลต่อการสร้างหัว บางพื้นที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวไม่ได้ (อรุณี 2535)

ไรแดงศัตรูส้ม ที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหายแก่ส้มเขียวหวานมากที่สุดคือ ไรแดงอัฟริกัน *(Eutetranychus africanus)* และไรเหลืองส้ม *(E. cendanai)* พบปริมาณสูงในฤดูแล้งระหว่างเดือนธันวาคม - พฤษภาคม และพบทำลายพืชตระกูลส้มอื่น ๆ เช่น ส้มโอ มะนาว มะกรูด ส้มจีน และพืชชนิดอื่น เช่น ขนุน สาเก ท้อ ฝ้าย ละหุ่ง มันสำปะหลัง บานชื่น ชบา และลั่นทม ถั่วพู ถั่วฝักยาว แตงโม ถั่วลันเตา ถั่วเหลือง มะกอกฝรั่ง ขี้เหล็ก แคฝรั่ง มะกุม ฝ้ายดำ ตำลึง ผักบุ้ง กุหลาบ (วัฒนาและมานิตา 2534)

ไรแดงศัตรูทุเรียน ที่สำคัญมากคือ ไรแดงอัฟริกัน *(E. africanus)* ไรแดงมันสำปะหลัง *(O. biharensis)* และ *Tetranychus fijiensis* ก่อให้เกิดความเสียหายในทุเรียนอย่างรุนแรง ทำให้ใบทุเรียนซีดขาวร่วง และระบาดในบริเวณกว้าง และปัจจุบันสารเคมีที่เคยทำลายไรชนิดนี้เริ่มใช้ไม่ได้ผล

ลักษณะสำคัญของไรแดงหรือไรในวงศ์ Tetranychidae

ไรแดง หรือแมงมุมแดงเป็นไรที่มีขนาดโตกว่าไรศัตรูพืชในวงศ์อื่น ๆ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเป็นจุดเล็ก ๆ สีแดง เคลื่อนไหวไปมาบนใบพืช เมื่อโตเต็มวัยมีขนาดเล็กกว่าหัวเข็มหมุดเล็กน้อย ตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ ลำตัวอ้วน กลม หรือรูปไข่ ส่วนตัวผู้จะมีลักษณะกว้างทางส่วนหน้าและค่อยๆ เรียวแหลมมาทางส่วนท้ายของลำตัว ตัวเมียมีสีแดงหรือสีส้มเมื่อโตเต็มที่ แต่มีบางชนิดที่มีสีของลำตัวเป็นสีเหลืองหรือเหลืองอมเขียว สีแดงของลำตัวมักปรากฏชัดเมื่อผ่านการลอกคราบครั้งที่ 3 ไปแล้ว ตัวผู้โดยทั่วไปมีสีอ่อนกว่าตัวเมีย ลักษณะที่สำคัญของไรในวงศ์นี้คือ อวัยวะส่วนปากที่ใช้ในการดูดกินน้ำเลี้ยงจากเซลล์ของพืชประกอบด้วย chelicerae ซึ่งมีลักษณะเป็นเข็มแหลม 2 อัน โค้งงอเข้าหากันสามารถยืดและหดเข้ามารวมอยู่ในกล้ามเนื้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงที่บริเวณฐานของ chelicrae ซึ่งเรียกว่า stylophore อยู่ใต้ระยางค์ 2 ข้าง chelicerae (palp) มี 5 ปล้อง ปล้องที่ 4 จะมีเล็บงองุ้มติดอยู่ ปล้อง tarsus ของขาคู่ที่ 1 และ 2 มีขนพิเศษที่ขึ้นอยู่ชิดกันเป็นคู่เส้นหนึ่งสั้นเส้นหนึ่งยาวเรียก duplex setae เล็บ (claw) ที่อยู่ปลายสุดของขา แต่ละข้างจะมีขนชนิดหนึ่งที่ปลายขนมีลักษณะเป็นตุ่มเรียกขนชนิดนี้ว่า tenent hair **(ภาพที่ 14.1)**



ภาพที่ 14.1 แสดงลักษณะภายนอกของไรแดงในวงศ์ Tetranychidae

(วัฒนาและคณะ 2530)

3.2 ไรขาว (Tarsonemid mites) เป็นไรที่อยู่ในวงศ์ Tarsonemidae เช่น *Steneotarsonemus spp.* และ *Polyphagotarsonemus spp.* **(ภาพที่ 14.2)** ไรในกลุ่มนี้มี chelicerae ไม่ค่อยแข็งแรง จึงเหมาะที่จะดูดผนังเซลล์ที่อ่อน และอวบน้ำเท่านั้น ไรพวกนี้จึงทำลายยอดอ่อนและหลังใบเป็นส่วนมาก และจะปล่อยสารพิษ (toxin)ออกมาจากต่อมน้ำลายทำให้ใบอ่อน และยอดเป็นสีน้ำตาล ขอบใบหงิก ม้วนลงและชงักการเจริญเติบโต ใบลีบเล็กเป็นฝอย และร่วงหลุดไป ถ้าการทำลายเกิดขึ้นที่ดอก เช่น ดอกเยอบีร่า และเบญจมาศ ทำให้ดอกแคระแกร็น และกลีบบิด ไรชนิดที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ

Polyphagotarsonemus latus เป็นศัตรูที่สำคัญของพริก กะเพรา ถั่วเขียว บวบ มันฝรั่ง มะม่วง เบญจมาศ เยอบีร่า โดยดูดกินที่ดอก ใบ โดยเฉพาะใบอ่อน และยอดอ่อน ทำให้ใบหงิก ขอบใบม้วนงอลง ใบอ่อนจะเรียวเล็กลง หลังใบมีสีน้ำตาล หนาแข็ง ถ้าทำลายรุนแรงจะทำให้ใบร่วง

Steneotarsonemus spinki เป็นศัตรูข้าวเกาะทำลายเป็นกลุ่มอยู่ที่กาบใบข้าว ทำให้กาบใบเน่า พบทำลายข้าวตั้งแต่ระยะย่างปล้องถึงออกรวง ทำให้ข้าวมีเมล็ดลีบ มีรายงานว่าไรชนิดนี้ เป็นพาหะของเชื้อรา โรคเน่ากาบใบข้าว *Acrocylindrium oryzae* ได้ (วัฒนาและคณะ 2530)

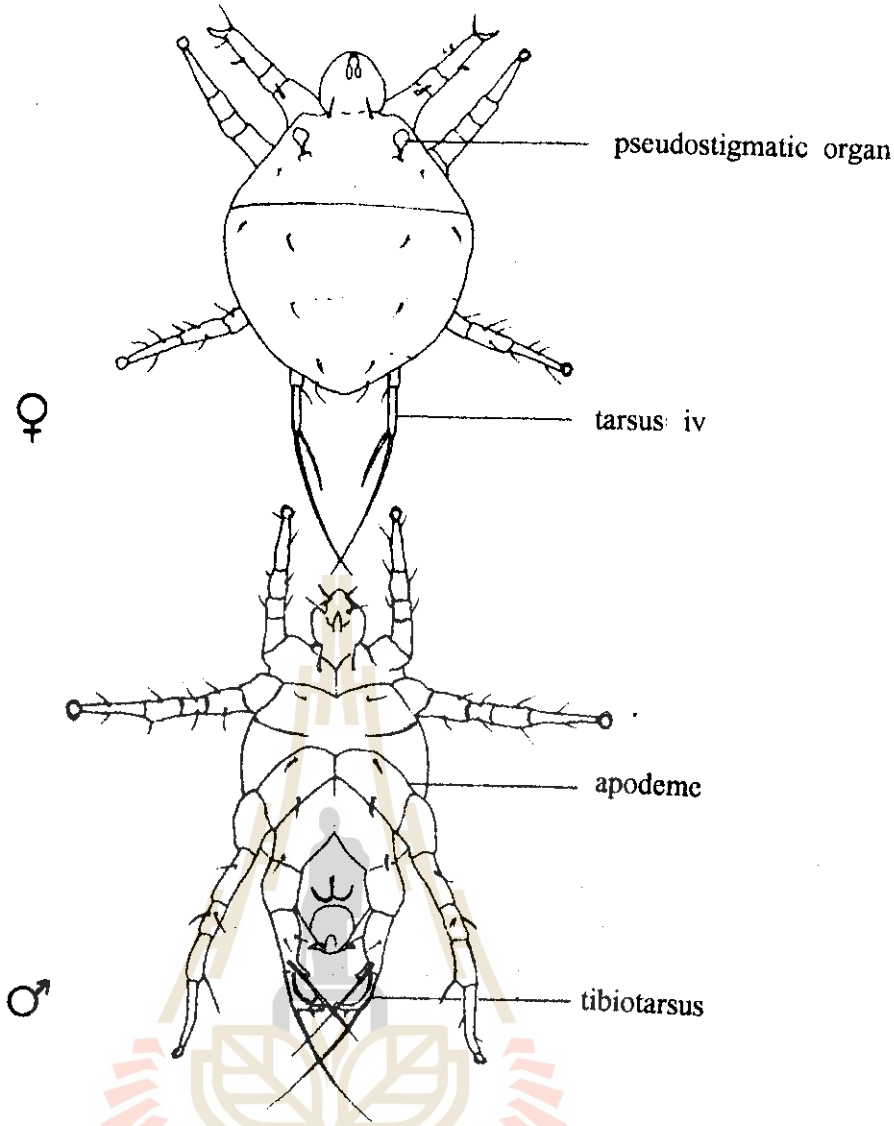
ลักษณะสำคัญของไรขาว หรือไรในวงศ์ Tarsonemidae

ไรขาวในกลุ่มนี้มีขนาดเล็ก ขนาดลำตัวอยู่ระหว่าง 100-300 ไมครอน ผิวของลำตัวขณะเป็นตัวอ่อนจะมีสีขาวขุ่นเล็กน้อย และเมื่อเป็นตัวเต็มวัย จะมีสีเข้มขึ้น ผิวของลำตัวจะใสคล้ายหยดน้ำมัน

การสืบพันธุ์ของไรในวงศ์นี้เป็นแบบใช้เพศ และแบบ **parthenogenesis** และพบว่า เพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ จะผลิตเฉพาะลูกเพศผู้เท่านั้น

3.3 ไรสี่ขา หรือไรสนิม (Four legged or rust mites) เป็นไรที่อยู่ใน Super family Eriophyoidea **(ภาพที่ 14.3)** ซึ่งมี 3 Family คือ F. Nalepellidae, F. Eriophyidae และ F. Rhyncaphytoptidae ไรกลุ่มนี้มีความสำคัญ เนื่องจากก่อให้เกิดอาการในพืชหลายแบบดังนี้คือ

1) อาการแห้งตกกระเป็นสีน้ำตาล เกิดขึ้นจากเซลล์พืชที่ถูกดูดกินน้ำเลี้ยง จะตายมีลักษณะสีน้ำตาลเหมือนตกกระ มักจะเรียกไรชนิดนี้ว่า ไรสนิม เช่นไรสนิมส้ม *Phyllocoptruta oleivora* ทำให้ผลส้ม และมะนาวบิดเบี้ยว ไม่ได้มาตรฐานและมีรอยตำหนิ เมื่อผิวของผลส้มแห้งแล้วก็จะเคลื่อนย้ายไปเกาะกินผิวส้มผลสีเขียวต่อไป



ภาพที่ 14.2 **แสดงลักษณะภายนอกของไรขาวในวงศ์ Tarsonemidae**
(วัฒนาและคณะ 2530)

2) **อาการด่างขาวที่ใบกระเทียม** และอาการฝ่อแห้งของกระเทียมในโรงเก็บ เนื่องจากไรกระเทียม *Eriophyes tulipae* ซึ่งทำความเสียหายให้กับไร่กระเทียม และโรงเก็บกระเทียมอย่างมาก ใบกระเทียมในไร่ที่ถูกทำลายมีอายุ $2\frac{1}{2}-3$ เดือนจะเห็นใบแห้งเป็นสีขาว บริเวณขอบปลายใบจะเหี่ยวและม้วนงอลง ใบจะพับเข้าหากันตามแนวเส้นกลางใบ ใบพันกัน ชาวบ้านเรียกว่า **ใบบ่วง** บางครั้งอาจทำให้เข้าใจผิดคิดว่าเป็นโรคได้

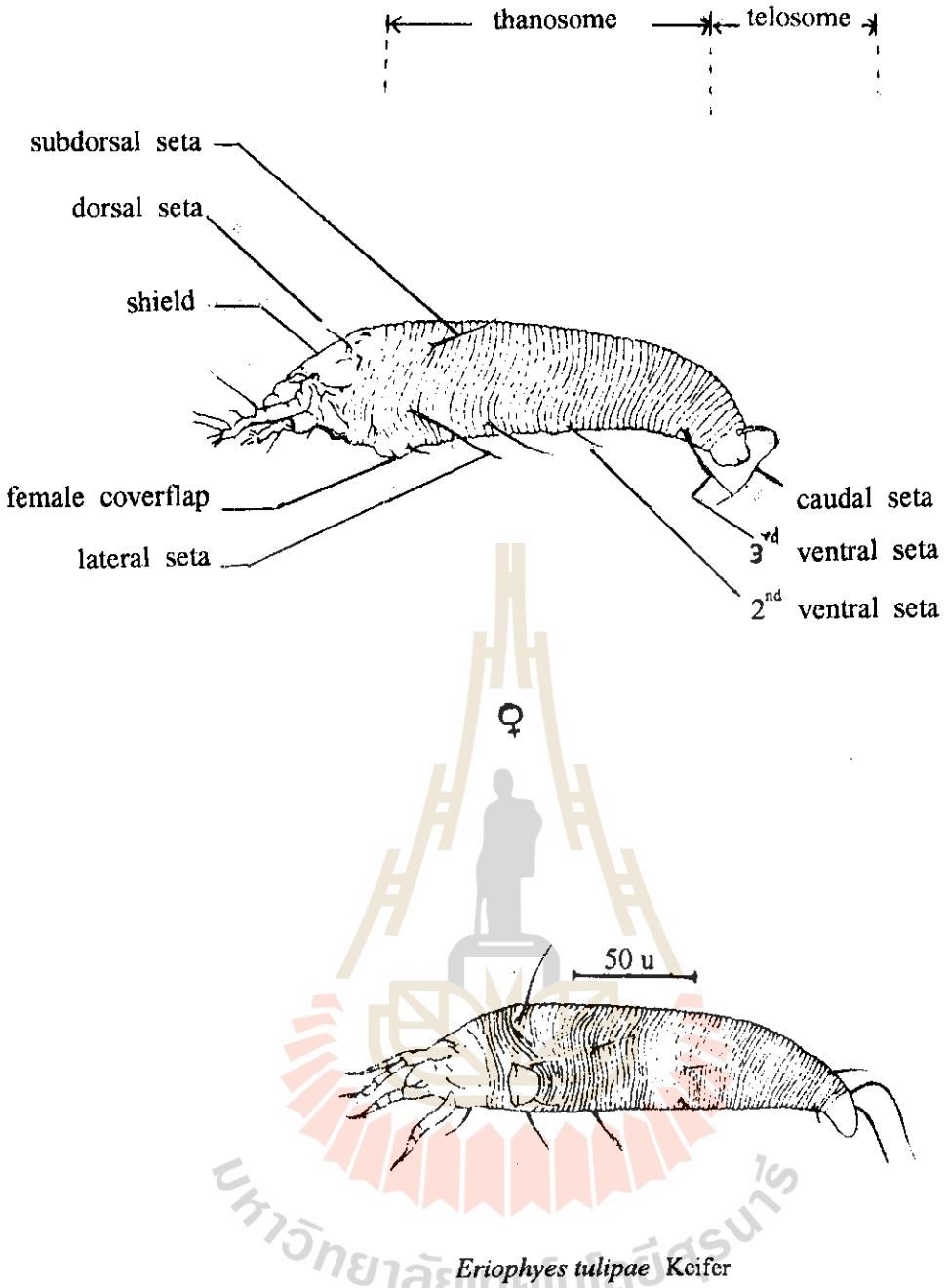
3) **อาการสร้างขนสีน้ำตาลขึ้นที่ผิวด้านใต้ใบ** หรือส่วนของพืชบริเวณที่ถูกดูดกิน ใบพืชจะหงิกงอโป่งพองขึ้นเป็นกระเปาะ ผิวใบภายในกระเปาะมีขนสีน้ำตาลขึ้นปกคลุม ขนจะขึ้นสานกันแน่นเป็นแผ่นหนาคล้ายพรม หรือกำมะหยี่ ทำให้บางครั้งเรียกว่า ไรกำมะหยี่ ลักษณะแผ่นขนที่พืช

สร้างขึ้นนี้เรียกว่า erineum เมื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะแลเห็นไร ซึ่งมีรูปร่างลักษณะคล้ายหนอนตัวเล็ก ๆ สีขาวอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นตามซอกขนในบริเวณผิวใบที่ปูดเป็นกระเปาะนั้น พืชที่สำรวจพบว่าแสดงอาการดังกล่าว ได้แก่ ลิ้นจี่ถูกทำลายโดย *Eriophyes litchii* Keifer และกระท้อนถูกทำลายโดย *Eriophyes sandorici* Nal.

4) อาการแตกพุ่มที่ปลายกิ่ง ช่อดอก - หรือช่อใบ จะแตกออกเป็นพุ่มคล้ายไม้กวาด ใบอ่อนหรือช่อดอกที่แตกออกจากปลายกิ่งดังกล่าวมีลักษณะม้วนงอ ในบ้านเราพบลักษณะอาการดังกล่าวนี้บนลำไย

5) อาการซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายตายอด (bud gall) ของมะม่วงโดยไร *Eriophyes mangiferae* (Sayed) ทำให้ตาที่จะแตกออกเป็นใบอ่อนหรือช่อดอกนั้นหยุดชะงักการเจริญเติบโต ใบอ่อนที่จะแตกมีอาการแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และร่วงหลุดไป ก้านช่อที่จะแตกใบมีช่วงสั้นแคระแกร็นและเข้ามาอยู่ชิดกันเป็นกลุ่ม ใบอ่อนไม่สามารถแตกออกจากตายอดของก้านช่อเหล่านี้ได้ มะม่วงที่ตายอดถูกทำลายโดยไรชนิดนี้จะยืนต้นชูแต่กิ่งและก้านของช่อใบไม่มีใบปรากฏให้เห็นเหมือนต้นปกติ

นอกจากลักษณะอาการต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ไร eriophyids ยังสามารถดูดทำลายพืช ทำให้พืชแสดงอาการอื่น ๆ อีก เช่น ทำลายตาดอก ทำให้ผลที่เกิดจากดอกมีรูปร่างผิดปกติ บางชนิดสร้างปม (gall) ขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มันดูดทำลาย บางชนิดสร้างใยขึ้นคลุมผิวใบแล้วหลบซ่อนตัวอยู่ใต้ใยนั้นและบางชนิดก็ดูดทำลายอยู่ตามใบพืชโดยพืชไม่แสดงลักษณะอาการผิดปกติปรากฏให้เห็น (symptomless infestation)



ภาพที่ 14.3 **แสดงลักษณะภายนอกของไรสี่ขาใน Super-family Eriophyoidea**
(วัฒนา และคณะ 2530)

ลักษณะสำคัญของไรสี่ขา หรือไรใน Super-family Eriophyoidea

ไรศัตรูพืชใน Superfamily Eriophyoidea นี้แตกต่างจากไรแดง และไรศัตรูพืชอื่น ๆ ตรงที่มีขาเพียง 2 คู่ (4 ขา) เท่านั้นเราจึงมักเรียกไรพวกนี้ว่า ไรสี่ขา (four legged mite) รูปร่างของไรชนิดนี้ โดยทั่วไปคล้ายหนอน ลำตัวเรียวยาวและเห็นเป็นปล้อง ๆ มีสีขาว เหลืองครีม ชมพูอ่อน

หรือเทาเคลื่อนไหวช้าที่ปลายขามีเล็บแตกเป็นแขนง (ray) คล้ายขนนก (feather claw) ตัวเมียด้านท้องมีแผ่นปิดอวัยวะเพศรูปร่างลักษณะคล้ายถ้วย ลำตัวยาวประมาณ 0.1-0.3 มม. ไรสี่ขาวหรือ eriophyids นี้นับวันจะมีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ ดังจะเห็นได้จากในปัจจุบันได้มีผู้รายงานความเสียหายของพืช อันเนื่องมาจากการระบาดทำลายของไร eriophyids เพิ่มมากขึ้น

3.4 ไรศัตรูเห็ด

ชนิดที่สำคัญคือ ไรขาวใหญ่ (*Histiostoma sp.* ในวงศ์ Anoetidae) และไรไข่ปลา (*Luciaphorus perniciosus* ในวงศ์ Pygmephoridae)

1) ไรขาวใหญ่ เป็นศัตรูที่สำคัญของเห็ดที่เพาะเป็นการค้าอยู่ในขณะนี้ โดยจะทำลายเส้นใยของเห็ดในระยะที่เส้นใยกำลังเจริญเติบโต ซึ่งทำให้ปลายเส้นใยหยุดชงักไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปอีก ถ้าพบในระยะที่เส้นใยกำลังเดินอยู่ในถุงก้อนเชื้อ เมื่อมองทางด้านข้างของถุงจะพบลักษณะเส้นใยหยุดเดินเป็นแนวอยู่ในระดับเดียวกัน รอบถุงและปลายเส้นใยจะมีลักษณะไม่ฟู เห็ดที่พบทำลายคือ เห็ดนางรม เห็ดหูหนู เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดฟาง พบความเสียหายของไรชนิดนี้ ในอุตสาหกรรมปลูกเห็ดทุกจังหวัด (ฉัตรชัย และมานิตา 2529)

2) ไรไข่ปลา เป็นศัตรูที่สำคัญของเห็ดหูหนู และจะทำลายเห็ดหูหนูเพียงอย่างเดียว โดยเกษตรกรมักประสบปัญหาเรื่องเส้นใย ภายในขวดหัวเชื้อและถุงก้อนเชื้อถูกทำลายโดยไรชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นเม็ดกลมใสคล้ายไข่ปลา อยู่เบียดซ้อนกันหนาแน่น ไรชนิดนี้จะทำให้ก้อนเชื้อเห็ดเกิดความเสียหายโดยเส้นใยบริเวณที่ผิวติดกับถุงพลาสติกจะถูกทำลายทำให้ไม่มีดอกเห็ดเกิดขึ้น อาการนี้ชาวบ้านเรียกกันว่า **โรคไรไข่ปลา** ไรไข่ปลาจัดได้ว่าเป็นศัตรูที่สำคัญของเห็ดหูหนูมาก สามารถเข้าทำลายก่อให้เกิดความเสียหายได้ทุกระยะของการเพาะเห็ด โดยเริ่มทำลายตั้งแต่หัวเชื้อในอาหารวุ้น ขวดหัวเชื้อและถุงก้อนเชื้อทั้งที่เชื้อกำลังเดิน และเชื้อเดินเต็มถุงแล้ว ทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก เนื่องจากเห็ดจะไม่ออกดอก นอกจากนี้แล้วไรไข่ปลายังสามารถทำลายดอกเห็ดหูหนูได้อีกตั้งแต่ระยะแรกเริ่มสร้างดอกจนกระทั่งดอกบานเต็มที่ โดยจะเกาะกินน้ำเลี้ยงทำให้ดอกเห็ดแคระแกร็นได้ในที่สุด และเนื่องจากเกษตรกรต้องแก้ไขปัญหานี้ด้วยตัวเอง จึงเป็นการยากที่จะกำจัดไรไข่ปลาให้หมดสิ้นไป ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรต้องล้มเลิกกิจการไปแล้วเป็นจำนวนมาก

ลักษณะสำคัญของไรศัตรูเห็ด

1) ไรขาวใหญ่ ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างคล้ายผลชมพู่ คือหัวแคบและท้ายขยายกว้างออก ลำตัวมีสีขาวขุ่น เพศเมียขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 0.2 x 0.35 มม. เพศผู้ขนาดเล็กกว่าเพศเมียมีขนาดลำตัวกว้าง x ยาวประมาณ 0.14 x 0.31 มม. ลำตัวมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมจะวางไข่ได้เฉลี่ย 11 ฟอง/ตัว โดยมีอัตราส่วนเพศเมีย : เพศผู้ เท่ากับ 4 : 1 ส่วนตัวเต็มวัยเพศเมียที่ขยายพันธุ์โดย parthenogenesis สามารถวางไข่เฉลี่ยได้ 9 ฟอง/ตัว และไข่ฟักออกเป็นเพศผู้ทั้งหมด วงจรชีวิตใช้เวลาประมาณ 4.05 วัน

2) ไรไข่ปลา

สำหรับตัวเต็มวัยของไรไข่ปลาเพศเมีย ที่เจาะลำตัวแม่ให้แตกและออกมาสู่ภายนอกใหม่ ๆ จะมีสีเหลืองใส รูปร่างยาวรีมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าแทบไม่เห็น ความกว้างของลำตัว 50-70 ไมครอน ความยาวของลำตัว 135-150 ไมครอน ไรจะมีขา 4 คู่ ขาคู่แรกของไรเพศเมียจะโตกว่าขาคู่อื่น ๆ เวลาเดินจะใช้ขาคู่ที่ 2, 3 และ 4 ส่วนขาคู่แรกชี้ตรงไปข้างหน้าสั่นอยู่ตลอดเวลา

ตัวเต็มวัยเพศผู้มีขนาดลำตัวเล็กกว่าเพศเมีย ผนังลำตัวสีเหลืองใส มีรูปร่างเกือบคล้ายปลาดาว มองด้านข้างลำตัวแบน ลำตัวกว้าง 60-90 ไมครอน ลำตัวยาว 80-110 ไมครอน ส่วนของปากไม่เจริญแต่อวัยวะสืบพันธุ์เจริญดี อายุตัวเต็มวัยเพศผู้ประมาณ 5-10 วัน

ไรในระยะก่อนท้องหลังจากที่ออกมาจากท้องแม่แล้วนั้น จะเป็นสาเหตุที่สำคัญในการแพร่ระบาดกระจายของไรไข่ปลา โดยจะเริ่มระบาดจากปากถุงลงสู่ก้นถุง จากนั้นก็จะระบาดออกสู่บรรยากาศภายนอกถุงทางจุกสำลีที่อุดปากถุงหรือปากขวด และจะเข้าสู่ปากถุงก้อนเชื้อใหม่ ที่อยู่ข้างเคียงทำให้แพร่กระจายออกเป็นวงกว้างมากขึ้นทุกที ถ้ามีการระบาดมากจะมองเห็นเป็นคล้าย ๆ ผงฝุ่นอยู่เต็มตามบริเวณปากถุงและชั้นวางถุง ผงฝุ่นดังกล่าวก็คือตัวไรไข่ปลานั่นเอง จากการศึกษาพบว่า ไรสามารถแพร่ระบาดทำลายหัวเชื้อบริสุทธิ์ในอาหารวุ้น ขวดหัวเชื้อและถุงก้อนเชื้อได้อย่างรวดเร็ว โดยผ่านเข้าทางจุกสำลีที่อุดปากถุง หรือปากขวดและเนื่องจากขนาดของไรในระยะก่อนท้องมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าแทบไม่เห็น ดังนั้นการระบาดในระยะแรกเริ่มจึงยากแก่การที่จะสังเกตเห็นได้ ลักษณะจากการทำลายจะเริ่มเห็นได้ก็ต่อเมื่อไรตัวท้องเริ่มปรากฏให้เห็นเป็นไข่ปลา ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดกลมใสเล็กกว่าไม้ขีดไฟเล็กน้อย สำหรับบริเวณที่ถูกไรทำลายแล้วจะมีสีเหลืองจากนั้นก็จะค่อย ๆ กลายเป็นสีน้ำตาลต่อไป ก็จะกลายเป็นสีดำในที่สุด ถุงก้อนเชื้อเห็ดเหล่านี้ เมื่อนำไปเปิดดอกจะไม่สามารถให้ดอกเห็ดได้ นอกจากนี้ไรไข่ปลายังสามารถเข้าทำลายเห็ดหูหนูในระยะดอกตั้งแต่แรกเริ่มจนกระทั่งดอกบานเต็มที่ แต่การเข้าทำลายในระยะนี้ไม่ค่อยจะรุนแรงมากนัก

4. รายชื่อของไรที่สำคัญ และตรวจพบในพืชชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทย

จากการสำรวจ พบไรศัตรูพืชที่สำคัญมากมาย ดังสรุปแยกไว้ตามชนิดของพืชในตารางที่ **23, 24, 25, 26** และ **27** (วัฒนา และคณะ 2530)

ตารางที่ 14.1 รายชื่อไรที่สำรวจพบในไม้ใหญ่และไม้ประดับในประเทศไทย (วัฒนา และคณะ 2530)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของไร	ชื่อวงศ์	ชื่อพืชอาศัย
1. *Eutetranychus orientalis*	Tetranychidae	โกศล หนุมานนั่งแท่น ชงโค กัลปพฤกษ์ กุหลาบ ว่านนางกวัก ลั่นทม ทองหลาง ขี้เหล็ก บอน
2. *Schizotetranychus sp.*	"	กุหลาบ
3. *Schizotetranychus bhandhufalcki* Ehara	"	คูณ
4. *Oligonychus sp.*	"	เทียน
5. *Oligonychus biharensis* (Hirst)	"	ชงโค กุหลาบ เข็ม ทองหลาง จำปีป่า
6. *Oligonychus coffeae* (Nictner)	"	สารภี
7. *Oligonychus mangiferus* Rahman and Sapra	"	กุหลาบ หูกวาง เข็ม ฝ้ายดำ ตะแบกนา อินทนิลบก ยูคาลิบตัส
8. *Tetranychus fijiensis* (Hirst)	"	ยางอินเดีย ปาล์มวนิลา
9. *Tetranychus piercei* Mc Gregor	"	อันชัน ดาวเรือง กุหลาบ
10. *Tetranychus marianae* Mc Gregor	"	ว่านนางกวัก
11. *Tetranychus hydrangeae* Pritchard and Baker	"	กุหลาบ โกศล แกลดิโอลัส อันชัน บานชื่น
12. *Tetranychus truncatus* Ehara	"	อันชัน บานชื่น ต้นกระดาษ ต้นกล้ากล้วยไม้ ทานตะวัน
13. *Tetranychus urticae* Koch	"	กุหลาบ
14. *Brevipalpus californicus* (Banks)	Tenuipalpidae	กล้วยไม้สกุลหวาย
15. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)	"	ดาวเรือง กล้วยไม้สกุลหวาย บานชื่น ดอนย่า มะลิ
16. *Brevipalpus rica*	"	กุหลาบ
17. *Tenuipalpus pacificus* Baker	"	กล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวาย กล้วยไม้สกุลแวนด้า กล้วยไม้สกุลเข็ม กล้วยไม้สกุลแมลงปอ รองเท้านารี, กล้วยไม้สกุลแวนด้า, เฟิร์นใบ มะขาม
18. *Dolichotetranychus vandergooti* (Oudemans)	"	กล้วยไม้ สกุลหวาย กล้วยไม้สกุลแวนด้า กล้วยไม้ลูกผสม, แวนด้า กับรีแนสเทอร่า
19. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)	Tarsonemidae	เยอบีร่า เบญจมาศ ตะแบกนา

ตารางที่ 14.2 รายชื่อไรที่สำรวจพบในไม้ผลในประเทศไทย (วัฒนา และคณะ 2530)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของไร	ชื่อวงศ์	ชื่อพืชอาศัย
1. *Panonuchus citri* (Mc Gregor)	Tetranychidae	ท้อ
2. *Eotetranychus cendanai* Rimando	"	มะนาว ส้มเขียวหวาน
3. *Eutetranychus orientalis* (Klein)	"	มะละกอ ส้มโอ ทุเรียน ส้มเกลี้ยง เงาะ มะนาว ลางสาด
4. *Oligonychus biharensis* (Hirst)	"	ลำไย ชมพู่ สาลี่ ลิ้นจี่ ท้อ เงาะ ลางสาด
5. *Oligonychus coffeae* (Npetner)	"	ทับทิม ฝรั่ง
6. *Oligonychus mangiferus* Rahman and Sapra	"	มะม่วง องุ่น
7. *Oligonychus punicae* (Hirst)	"	ทับทิม
8. *Oligonychus velascoi* Rimando	"	มะพร้าว
9. *Tetranychus fijiensis* (Hirst)	"	ท้อจีน ส้มโอ สาลี่ กล้วย เงาะ มะนาว ทุเรียน
10. *Tetranychus truncatus* Ehara	"	ท้อจีน
11. *Tetranychus hydrangeae* Pritchard and Baker	"	มะละกอ
12. *Tetranychus urticae* Koch	"	สตรอเบอรี่
13. *Brevipalpus californicus* (Banks)	Tenuipalpidae	มะละกอ
14. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)	"	มะคาเดเมีย
15. *Brevipalpus phoenicoides* Gonzalez	"	ส้มเขียวหวาน
16. *Raoiella indica* Hirst	"	มะพร้าว หมาก
17. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)	Tarsonemidae	มะม่วง มะคาเดเมีย
18. *Tarsonemus waitei* Banks	"	องุ่น
19. *Eriophyes litchii* Keifer	Eriophyidae	ลิ้นจี่
20. *Eriophyes sandorici* Nal.	"	กะท้อน
21. Abacarus euphoriae Keifer	"	ลำไย
22. *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)	"	ส้มเขียวหวาน มะนาว
23. *Eriophyes mangiferae* (Sayed)	"	มะม่วง

ตารางที่ 14.3 รายชื่อไรที่สำรวจพบในพืชไร่ และผักต่าง ๆ ในประเทศไทย (วัฒนา และคณะ 2530)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของไร	ชื่อวงศ์	ชื่อพืชอาศัย
1. *Schizotetranychus lechrius* Rimando	Tetranychidae	ถั่วเหลือง
2. *Schizotetranychus leguminosus* Ehara	"	มันสำปะหลัง
3. *Schizotetranychus bhandhufalcki* Ehara	"	เผือก โสน บอน
4. *Schizotetranychus andropogoni* (Hirst)	"	อ้อย
5. *Eutetranychus orientalis* (Klein)	"	แตงโม มันสำปะหลัง ละหุ่ง
6. *Oligonychus mangiferus* Rahman and Sapra	"	มันสำปะหลัง
7. *Oligonychus* sp.	"	ตะไคร้
8. *Oligonychus modestus* (Banks)	"	ข้าวโพด
9. *Oligonychus biharensis* (Hirst)	"	มันสำปะหลัง ข้าวโพด
10. *Oligonychus simus* Baker and Pritchard	"	ข้าวฟ่าง อ้อย
11. *Tetranychus piercei* Mc Gregor	"	ฝ้าย ถั่วพู กระเทียม ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ละหุ่ง
12. *Tetranychus truncatus* Ehara	"	มันสำปะหลัง บวบเหลี่ยม แค ถั่วพู ถั่วฝักยาว มะรุม ถั่วลิสง ละหุ่ง หม่อน มันเทศ
13. *Tetranychus marianae* Mc gregor	"	มันสำปะหลัง
14. *Tetranychus ludeni* Zacher	"	ถั่วเขียว มะเขือ แตงไทย
15. *Tetranychus hydrangeae* Pritchard and Baker	"	มันเทศ ถั่วลิสง ฝ้าย กระเทียม งา ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง มะเขือ ถั่วฝักยาว ถั่วเขียว
16. *Tetranychus macfarlanei* Baker	Tetranychidae	กระเจี๊ยบ น้ำเต้า ถั่วพู มะเขือ แตงไทย ถั่วฝักยาว ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง
17. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)	Tenuipalpidae	มันสำปะหลัง โหระพา สบู่ดำ
18. *Brevipalpus californicus* (Banks)	"	มันสำปะหลัง แตงไทย
19. *Brevipalpus australis* (Tuckur)	"	กะเพรา
20. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)	Tarsonemidae	ฝ้าย บวบเหลี่ยม ถั่วฝักยาว พริกชี้ฟ้า งาดำ หม่อน กระเพรา พริกขี้หนู มันฝรั่ง
21. *Rhlizoglyphus* sp.	Acaridae	อ้อย
22. Caloglyphus oudemansi (Zachvakin)	"	กระเทียม (ในโรงเก็บ)
23. *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank)	"	กระเทียม (ในโรงเก็บ)
24. *Suidasia medanensis* Oudemans	"	กระเทียม (ในโรงเก็บ)
25. *Eriophyes tulipae* Keifer	"	กระเทียม (ในสภาพไร่และโรงเก็บ)

ตารางที่ 14.4 รายชื่อไรที่สำรวจพบในข้าวในประเทศไทย (วัฒนา และคณะ 2530)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของไร	ชื่อวงศ์	ชื่อพืชอาศัย	หมายเหตุ
1. *Schizotetranychus yoshimekii* Ehara	Tetranychidae	ข้าว	ศัตรูข้าว
2. *Oligonychus modestus* (Banks)	"	ข้าว	ศัตรูข้าว
3. *Tetranychus hydrangeae* Pritchard and Baker	"	ข้าว	ศัตรูข้าว
4. *Amblyseius longispinosus* (Evans)	Phytoseiidae	-	ตัวห้ำของศัตรูข้า
5. *Amblyseius imbricatus* Corpuz et Rimando	"	-	"
6. *Agistemus exsertus* Gonzalez	"	-	"
7. *Stenotarsonemus spinki* Smiley	"	ข้าว	ศัตรูข้าว

ตารางที่ 14.5 รายชื่อไรศัตรูเห็ดที่พบในประเทศไทย (วัฒนา และคณะ 2530)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของไร	ชื่อวงศ์	ชื่อพืชอาศัย
1. *Luciaphorus perniciosus* Rack	Pygmephoridae	เห็ดหูหนู
2. *Pediculaster sp.*	"	เห็ดฟาง
3. *Formicomotes sp.*	Dolichocybidae	เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดนางรมภูฐาน เห็ดหูหนู
4. *Dolichocybe indica* Mahunka	"	เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดนางรมภูฐาน เห็ดหูหนู
5. *Histiostoma bekeri* Hughes	Histiostomatidae	เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรมภูฐาน
6. *Histiostoma sp.*	"	เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดหูหนู เห็ดฟาง
7. *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank)	Acaridae	เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดหูหนู เห็ดหอม
8. *Tyrophagus perniciosus* Zachvatkin	"	เห็ดเข็มทอง
9. *Caloglyphus oudemansi* (Zachvatkin)	"	เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดหูหนู เห็ดฟาง

5. วิธีการป้องกันกำจัด (Control Methods)

การป้องกันกำจัดไรเป็นเรื่องที่ยากและไม่มีมาตรการที่แน่นอนที่จะใช้เป็นมาตรฐานทั่วไปได้ เพราะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่จะป้องกันและธรรมชาติของไรชนิดนั้น ๆ ซึ่งมีอุปนิสัยการกิน ที่อยู่อาศัย และลักษณะการทำลาย หรือ แพร่พันธุ์ รวมทั้งศัตรูธรรมชาติที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น

5.1 ไรกระเทียม (*Aceria tulipae*) (มานิตาและวัฒนา 2535)

1) คัดเลือกหัวพันธุ์ที่ปราศจากไรก่อนนำไปปลูก

มีวิธีการสังเกตุคือกลีบกระเทียมที่จะนำไปเป็นหัวพันธุ์จะต้องแข็ง จับดูแล้วไม่ยุบ เปลือกติดกับเนื้อกลีบแน่น ซึ่งเป็นลักษณะกลีบกระเทียมที่ไม่มีไรอาศัยอยู่ หรือถ้ามีปะปนไปบ้างก็น้อยมาก มีวิธีการนี้อาจจะได้ผลไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดการระบาดลงได้

2) การป้องกันกำจัดโดยใช้สารฆ่าไร พบว่า มีสารฆ่าไรหลายชนิดที่ใช้ได้ผลดีในการป้องกันกำจัดไรกระเทียม ได้แก่ bromopropylate อัตรา 30-40 กรัมเนื้อสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 20 ลิตร, amitraz อัตรา 32 กรัม เนื้อสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 20 ลิตร, triazophos อัตรา 48 กรัม เนื้อสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 20 ลิตร, sulfur อัตรา 180-224 กรัม เนื้อสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 20 ลิตร และสารรม Aluminium phosphide หรือ Phosphine อัตราการรม 1 เม็ดต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้ 2 ลักษณะคือ ใช้ก่อนปลูกและใช้ในแปลงปลูก (มานิตา และคณะ 2530)

(1) ใช้ก่อนปลูก เนื่องจากความเสียหายจากการนำหัวพันธุ์ที่มีไรอาศัยอยู่ไปปลูกมีสูงมาก ดังนั้น วิธีการป้องกันกำจัดไรในหัวพันธุ์ก่อนนำไปปลูก จึงเป็นวิธีการป้องกันกำจัดขั้นแรกที่ได้ผลและควรกระทำเป็นอย่างยิ่ง วิธีการก็คือ การรมหัวพันกธุ์ด้วยสารฟอสฟีน (Aluminium phosphide) ในอัตรา 1 เม็ด ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ทิ้งไว้เป็นเวลานาน 3 วัน โดยใช้ผ้าพลาสติกคลุม หรือรมในภาชนะที่ปิดมิดชิด ไม่มีอากาศรั่ว หรือ ใช้วิธีนำหัวพันธุ์ไปแช่ในสารฆ่าไรที่ผสมน้ำในอัตราดังกล่าวข้างต้น ทั้งไว้เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปปลูก (มานิตา และคณะ 2532)

(2) ใช้ในแปลงปลูก ในกรณีที่ไรระบาดในแปลงปลูกอันเนื่องมาจากไรติดมากับหัวพันธุ์ หรือระบาดมาจากแปลงข้างเคียงก็ตาม จำเป็นต้องฉีดพ่นด้วยสารฆ่าไร โดยใช้สารฆ่าไรอัตราที่แนะนำดังกล่าวข้างต้น ฉีดพ่นทุก ๆ 14 วัน หรือกรณีที่ระบาดรุนแรงมาก ควรฉีดพ่นทุกสัปดาห์

3) แนวทางการบริหาร

ไรกระเทียมเป็นศัตรูที่สำคัญ สามารถทำลายกระเทียม ในขณะเจริญเติบโตอยู่ในสภาพไร่ และอยู่ข้ามฤดูได้ในหัวพันธุ์หลังเก็บเกี่ยว ดังนั้น การบริหารไรศัตรูกระเทียม ควรเริ่มปฏิบัติตั้งแต่การคัดเลือกหัวพันธุ์ การเตรียมแปลงปลูก การดูแลรักษา จนกระทั่งไปถึงการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาหัวพันธุ์เพื่อใช้ปลูกในปีถัดไป ซึ่งวิธีการควรดำเนินเป็นขั้นตอนดังนี้

(1) การคัดเลือกและเตรียมหัวพันธุ์

a) เลือกหาซื้อหัวพันธุ์จากแหล่งที่เชื่อถือได้ว่า ผลิตมาจากแหล่งที่ไม่มีการระบาดของไรกระเทียม

b) เมื่อแกะหัวพันธุ์ออกเป็นกลีบ ๆ เพื่อเตรียมไปปลูก ควรคัดเลือกกลีบกระเทียมเฉพาะกลีบที่ที่แข็ง มีเปลือกติดแน่นกับผิวเนื้อกระเทียมเท่านั้น

c) ก่อนปลูกถ้าไม่แน่ใจว่ากลีบกระเทียมที่จะนำไปปลูกมีไรติดปะปนอยู่ด้วย หรือไม่สามารถคัดเลือกกลีบกระเทียมได้ ควรรมกลีบกระเทียมนั้นด้วยสารรมฟอสฟีน อัตรา 1 เม็ด ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน แล้วจึงนำไปปลูก แต่วิธีนี้จำเป็นต้องใช้ผู้มีความชำนาญในการรมสารพิษ หรือจะใช้วิธีแช่กลีบกระเทียมหัวพันธุ์ด้วยสารละลายสารฆ่าไรตามอัตราที่แนะนำเสียก่อนประมาณ 1 ชั่วโมง ผึ่งให้แห้งแล้วจึงนำไปปลูก ผู้ปลูกควรใช้ถุงมือ เพื่อป้องกันการสัมผัสสารฆ่าไรที่ติดอยู่บนกลีบกระเทียม

(2) การเตรียมแปลงปลูกกระเทียม

ควรปลูกกระเทียมแบบยกแปลงเป็นแถว ๆ ความกว้างของสันแปลงไม่ควรกว้างจนเกินไป ควรมีขนาด 1.75-2 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง กว้างประมาณ 0.5 เมตร เพื่อใช้เป็นร่องให้น้ำ และเป็นทางเดินให้ผู้ปลูกเดินเข้าไปปฏิบัติการดูแลรักษากระเทียมในแปลงปลูกได้สะดวก ระยะปลูกที่แนะนำคือ ระยะระหว่างต้นและแถว ประมาณ 10x10 เซนติเมตร

(3) การดูแลรักษา

a) หมั่นดูแลกระเทียมตั้งแต่เริ่มงอก ตรวจดูอาการผิดปกติจากการทำลายของไรกระเทียม โดยสังเกตอาการใบบิดม้วนงอ เหลืองซีด ตีบ ไม่คลี่บานออก ให้รีบถอนต้นกระเทียมนั้นทิ้งเสีย ถ้าปล่อยทิ้งไว้ ไรจะแพร่ระบาดติดต่อโดยการสัมผัสของใบกระเทียมไปยังต้นที่อยู่ข้างเคียงได้

b) หมั่นดูแลกำจัดวัชพืชในแปลงซึ่งอาจจะเป็นที่หลบซ่อน หรือเป็นพืชอาศัยของไรกระเทียมได้ โดยฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืช ตั้งแต่ก่อนปลูก และถอนวัชพืชที่หลงเหลือในแปลงทิ้ง

(4) การใช้สารฆ่าไรในแปลงปลูก

ในกรณีที่ไรกระเทียมเกิดการระบาดรุนแรงในแปลงปลูก ควรใช้สารฆ่าไรที่แนะนำฉีดพ่น โดยเฉพาะในช่วงตั้งแต่กระเทียมเริ่มงอกจนถึง $2\frac{1}{2}$ เดือน ไรกระเทียมมักจะเป็นปัญหาในการปลูกกระเทียมช่วงแรก ช่วงหลังราวเดือนกุมภาพันธ์ หรือมีนาคม อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นมักจะพบการระบาดของเพลี้ยไฟ หรือถ้าในช่วงนี้มีฝนตกก็จะพบโรคใบจุดสีม่วงระบาด ซึ่งต้องใช้สารฆ่าแมลงหรือสารป้องกันกำจัดโรคพืชฉีดพ่น

5) **การเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาหัวพันธุ์**

เมื่อเก็บเกี่ยวกระเทียม ควรแยกต้นกระเทียมที่ปกติออกจากที่มีอาการใบบิดม้วนงอจากการทำลายของไรกระเทียม เพราะต้นกระเทียมที่มีไร เมื่อใบกระเทียมแห้ง ไรจะเคลื่อนย้ายจากใบลงสู่หัว เพื่ออาศัยดูดกินน้ำเลี้ยง การมัดกระเทียมรวมกันเป็นมัด ๆ ทำให้ไรเคลื่อนย้ายแพร่ระบาดจากต้นหนึ่งไปสู่อีกต้นหนึ่งได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บเกี่ยวกระเทียม เพื่อใช้หัวทำพันธุ์ ต้องเก็บรักษาเป็นอย่างดี เพื่อใช้ในปีต่อไป

5.2 ไรขาวใหญ่ (*Histiostoma sp.*) (วัฒนาและคณะ 2530)

1) โรงเรือนเพาะเห็ดควรให้มีขนาดเล็กพอเหมาะ กับจำนวนก้อนเชื้อที่จะทำการเพาะในแต่ ละรุ่น

2) ควรทำความสะอาดและพักโรงเรือนนาน 1 อาทิตย์ หลังจากการสิ้นสุดการบ่มเส้นใยและการเปิดดอกของเห็ดในแต่ละรุ่น

3) ควรพ่นโรงเรือนด้วยสารฆ่าไร หลังจากทำความสะอาดแล้ว

4) ก้อนเชื้อที่จะนำไปเก็บไว้ในโรงเรือน ควรเป็นเห็ดที่มีอายุใกล้เคียงกันและเป็นเห็ดชนิดเดียวกันด้วย

5) เกษตรกรควรเลือกซื้อหัวเชื้อและก้อนเชื้อที่ปราศจากไรชนิดนี้ปะปนอยู่

6) เมื่อเกิดมีไรระบาดเกษตรกรที่ทำหัวเชื้อและก้อนเชื้อขายควรทำการรมเส้นใยเห็ดในจานเลี้ยงเชื้อก่อนที่จะเขี่ยเชื้อลงในขวดหัวเชื้อด้วยยารมฟอสฟีนในอัตรา 1 เม็ด รมนาน 25 ชั่วโมง ในที่รมที่มีปริมาณขนาด 0.5 ลูกบาศก์เมตร โดยที่เส้นใยเห็ดนางรม, เห็ดหูหนู และเห็ดเป๋าฮื้อ จะต้องมีอายุประมาณ 7 วัน , 10 วัน และ 10 วัน ตามลำดับ จะต้องทำการรม 2 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน สำหรับข้อ 6 นี้มีข้อสังเกตอยู่ 3 ประการ ดังนี้

(1) ถ้าเกษตรกรสามารถแยกห้องเขี่ยเชื้อ ให้ห่างจากโรงเพาะและหมั่นทำความสะอาดห้องเขี่ยเชื้อ จนมั่นใจว่าไม่มีไรเข้าปะปน เกษตรกรก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ยารมฟอสฟีน

(2) เมื่อเกิดมีไรระบาดจำเป็นต้องใช้ยารมฟอสฟีน ควรวางที่รมไว้ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และควรระมัดระวังขณะเปิดที่รมออกหลังจากสิ้นสุดการรม ทำได้โดยยกที่รมให้เผยอขึ้นเล็กน้อย และทิ้งไว้สักครู่หนึ่งก่อนที่จะยกที่รมขึ้นทั้งหมดและจำเป็นต้องควรระวัง ทั้งนี้เพราะเหตุว่ายารมฟอสฟีนเป็นแก๊สพิษ

(3) ควรใช้ยารมฟอสฟีนเฉพาะเมื่อมีไรระบาดเกิดขึ้นเท่านั้น ไม่ควรใช้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

7) ทำการพ่นสารฆ่าไรคลุมขวดหัวเชื้อ และปากถุงก้อนเชื้อในระยะบ่มเส้นใย

8) หมั่นตรวจดูหัวเชื้อ และก้อนเชื้อในระยะบ่มเส้นใยโดยสม่ำเสมอ ถ้าพบว่าหัวเชื้อ และก้อนเชื้อมีลักษณะอาการเมื่อมองทางด้านข้างของถุงจะเห็นเป็นแนวที่เส้นใยไม่ฟูให้รีบนำเอาก้อนเชื้อนั้นออกไปทิ้งเสียโดยทันที

9) ต้องทิ้งถุงก้อนเชื้อเก่าให้ห่างจากโรงเพาะเห็ด และทำการเผาทิ้งเสียเพื่อเป็นการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ไรศัตรูเห็ด มิให้แพร่กระจายเข้าสู่โรงเพาะเห็ดได้อีก

จากขั้นตอนเหล่านี้ จะเป็นได้ว่าไม่มีการใช้สารพิษฉีดพ่นเส้นใยเห็ดโดยตรง แม้ว่าจะมีการใช้ยารมฟอสฟีนในระยะเลี้ยงเชื้อเห็ด บนอาหารวุ้นในจานเลี้ยงเชื้อก็ตาม แต่ยารมก็ไม่มีพิษตกค้าง เพราะฉะนั้น ถ้าเกษตรกรสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถแก้ไขปัญหาการระบาดทำลายของไรขาวใหญ่ได้ โดยที่ผู้บริโภคจะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างใด ๆ ทั้งสิ้นอีกด้วย

4.3 ไรไข่ปลา ***(Luciaphorus perniciosus)*** (วัฒนา และคณะ 2530)

1) โรงเรือนเพาะเห็ดหูหนู ไม่ควรมีขนาดใหญ่นัก ควรทำความสะอาดและพักโรงเรือนหลังจากสิ้นสุดการบ่มเส้นใย และการเปิดดอกของเห็ดแต่ละรุ่น

2) หลังจากทำความสะอาดโรงเรือนแล้ว ให้ทำการฉีดพ่นสารฆ่าไรเซฟวินในอัตรา 6 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หรือไดคาร์โซลในอัตรา 16 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หรือ Fenpropathrin ในอัตรา 10 ซีซีต่อน้ำ 1 ลิตร พ่นให้ทั่วโรงเรือนโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชั้นที่วางถุงก้อนเชื้อ

3) ควรแยกโรงเรือนที่จะเก็บถุงก้อนเชื้อ ในระยะบ่มเส้นใยไม่ให้ปะปนกับถุงก้อนเชื้อระยะเปิดดอก ส่วนถุงก้อนเชื้อนั้นเส้นใยควรจะมีอายุใกล้เคียงกัน และเป็นเห็ดชนิดเดียวกันด้วย

4) ควรซื้อหัวเชื้อและถุงก้อนเชื้อจากแหล่งที่ปราศจากไรชนิดนี้ปะปนอยู่

5) ฟาร์มเพาะเห็ดที่ขายหัวเชื้อ และก้อนเชื้อควรจะทำการรมเส้นใยในระยะหัวเชื้อ ด้วยยารมเมทธิลโบรไมด์ ขนาด 11 กรัม ในตู้รมที่มีขนาดปริมาตร 1x1x1.5 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้ระยะเวลาในการรม 5-6 ชั่วโมง หรือขนาด 21 กรัม นาน 1 ชั่วโมง

6) ทำการพ่นสารฆ่าไรคลุมปากถุงก้อนเชื้อในระยะบ่มเส้นใย เช่น ใช้เซฟวิน 12 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร จะป้องกันได้นาน 25 วัน Fenpropathrin ในอัตรา 20 ลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และไดคาร์โซลในอัตรา 32 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร จะสามารถป้องกันได้นาน 15 วัน

7) หมั่นตรวจดูก้อนเชื้อในระยะบ่มเส้นใยโดยสม่ำเสมอ ถ้าพบว่าก้อนเชื้อมีไรไข่ปลาระยะท้องกำลังทำลายอยู่ ให้นำเอาถุงก้อนเชื้อนั้นออกไปทิ้งเสียโดยทันที

8) ในแหล่งที่มีไรไข่ปลาระบาดอยู่เสมอนั้น ควรให้มีการสับเปลี่ยนหมุนเวียนชนิดเห็ดที่จะนำเอามาเพาะเลี้ยงในโรงเรือนเดียวกันบ้าง เช่น ให้เพาะเห็ดนางรมหมุนเวียนกับเห็ดหูหนูสลับกันไป จะสามารถลดปริมาณการระบาดของไรชนิดนี้ได้

9) ต้องนำเอาถุงก้อนเชื้อเก่าไปทิ้งให้ห่างจากโรงเพาะเห็ด และทำการเผาทิ้งเสีย เพื่อเป็นการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ไรศัตรูเห็ดมิให้แพร่กระจายเข้าสู่โรงเพาะได้อีก

สำหรับขั้นการป้องกันกำจัดไรไข่ปลานี้เพียง 9 ข้อเท่านั้น ถ้าเกษตรกรสามารถนำเอาไปปฏิบัติตามได้ ปัญหาเรื่องการระบาดทำลายของไรไข่ปลาจะต้องลดน้อยลงได้อย่างแน่นอน

6. หลักของการบริหารไรศัตรูพืช (Mite Management) (วัฒนา และคณะ 2534)

อาจมีเกณฑ์กว้าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้คือ

ในการที่จะป้องกัน และกำจัดไรศัตรูพืชให้ได้ผลดีนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาให้ละเอียดถึงชนิดของไรที่เป็นศัตรูพืช อุปนิสัย และลักษณะการทำลาย ชนิดของพืชและปัจจัยต่าง ๆ ที่จะมีผลกระทบกระเทือนต่อการดำเนินการในการป้องกันกำจัด ตลอดจนสภาพแวดล้อมในธรรมชาติและสภาพทางเศรษฐกิจ โดยปกติแล้วการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช โดยใช้สารเคมีมักเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเสียสมดุลย์ของสภาพแวดล้อมในธรรมชาติ เพราะสารเคมีที่ใช้ในการฆ่าไรศัตรูพืชแต่ละครั้งจะไปทำลายศัตรูธรรมชาติของไรศัตรูพืชในบริเวณนั้นด้วย ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่าการที่จะป้องกันและกำจัดศัตรูพืชให้ได้ผลดีนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกันก่อนที่จะดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดลงไป จำต้องมีการค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับไรศัตรูพืชกำลังเป็นปัญหาเสียก่อน แล้วจึงพิจารณาหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดไรชนิดนั้น ๆ แทนที่จะใช้แต่สารเคมีในการป้องกันกำจัดแต่เพียงอย่างเดียว เพราะเป็นที่ทราบกันอยู่โดยทั่วไปแล้วว่า การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชนั้น นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังมีผลทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ติดตามมาในภายหลังอีกด้วย เช่น ปัญหาเกี่ยวกับพิษตกค้างของยาในเซลและเนื้อเยื่อของพืชทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ปัญหาเกี่ยวกับพิษของสารเคมีนั้น ๆ ต่อผู้ใช้และสัตว์โดยตรง ปัญหาเกี่ยวกับพิษของสารเคมีต่อศัตรูธรรมชาติ ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับการดื้อยาของไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลทำให้การใช้ยาหรือสารเคมีต่าง ๆ ได้ผลในการป้องกันกำจัดแต่เฉพาะในปีแรก ๆ เท่านั้น ดังนั้นก่อนที่จะดำเนินการป้องกันและกำจัดไรศัตรูพืชชนิดใดก็ตามควรยึดหลักปฏิบัติดังนี้ คือ

6.1 ศึกษาให้ทราบข้อมูลอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับไรศัตรูพืชที่กำลังระบาดอยู่ว่าเป็นไรพวกไหน เช่น ไรขาว ไรแดง หรือไร eriophyids หรือถ้าทำได้ควรเก็บตัวอย่างไรศัตรูพืชนั้นมาให้นักวิชาการได้ตรวจจำแนกชนิด เพื่อให้ทราบแน่ชัดว่าเป็นไรชนิดใดแน่ เพราะการทราบชนิดของไรทำให้สามารถค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับชีวประวัติ อุปนิสัย ตลอดจนเลือกใช้สารฆ่าไรที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดได้

6.2 ศึกษาลักษณะการทำลายและปริมาณความเสียหาย ที่เกิดขึ้นกับพืชเพราะไรแต่ละชนิดมีลักษณะนิสัยในการทำลายพืชแตกต่างกัน บางชนิดทำลายอยู่หน้าใบ บางชนิดทำลายอยู่หลังใบ บางชนิดทำลายอยู่บริเวณกาบใบ หรือเมื่อทำลายใบแล้วทำให้ใบลีบติดเข้าหากัน ทำให้สารฆ่าไรที่ใช้ให้ผลในการป้องกันกำจัดได้ไม่เต็มที่ การศึกษาลักษณะการทำลาย ทำให้สามารถเลือกใช้สารฆ่าไร และวิธีการปฏิบัติดูแลรักษาพืชที่ถูกทำลายนั้นได้อย่างถูกต้อง

6.3 ศึกษาศัตรูธรรมชาติของไรศัตรูพืชว่า ในสภาพแวดล้อมที่ไรศัตรูพืชกำลังระบาดอยู่นั้นมีศัตรูธรรมชาติอยู่ด้วยหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารฆ่าไรที่เป็นอันตรายต่อศัตรูธรรมชาติดังกล่าว หรือใช้เพียงเท่าที่จำเป็น จากการศึกษาพบว่าศัตรูธรรมชาติของไรศัตรูพืชนั้น มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น ไรตัวห้ำ (predaceous mite) ใน F. Stigmaeidae และ F. Phytoseidae ชื่อ *Amblysius longispinosus* เพลี้ยไฟ (predacecus thrips) มวนตัวห้ำในสกุล *Geocoris* และด้วงตัวห้ำ *Stethorus vagans* Blackburn ใน F. Coccinellidae ไรตัวห้ำที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการควบคุมปริมาณไรศัตรูพืชนั้นจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

1) มีวงจรชีวิตสั้นกว่าวงจรชีวิตของไรศัตรูพืชที่ต้องการจะควบคุม

2) มีการแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วและปริมาณมาก ภายในระยะเวลาอันสั้น

3) มีความสามารถในการค้นหาไรศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในกรณีที่ไรศัตรูพืชเกิดขาดแคลนลงโดยสามารถหาอาหารอื่นกินทดแทนได้ เช่น อาจจะกินไข่ของแมลงอื่น เกสรดอกไม้ น้ำหวานของดอกไม้ heney dew หรือเศษซากอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ที่อยู่บนพืช

5) มีรูปร่างลักษณะที่เอื้ออำนวยให้สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้อย่างแคล่วคล่องว่องไวขณะเข้าไปจับเหยื่อ

6.4 ศึกษาถึงสภาพแวดล้อมในธรรมชาติอันได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน สำหรับในประเทศไทย สภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่ จึงไม่ค่อยมีความสำคัญหรือมีบทบาทในการป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชมากนัก แต่ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยลดปริมาณไรศัตรูพืชบางชนิดลงได้อย่างรวดเร็ว

6.5 พิจารณาเลือกหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการป้องกัน และกำจัดไรศัตรูพืช ซึ่งอาจจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแก้ไขวิธีการปฏิบัติและดูแลรักษาพืชที่ถูกไรทำลาย (cultural practices) เช่น เว้นระยะในการปลูกระหว่างต้น หรือระหว่างแถวให้ห่างขึ้นเพื่อให้การรดน้ำหรือฉีดพ่นสารฆ่าไรเป็นไปได้อย่างทั่วถึง หรือหลีกเลี่ยงการปลูกพืชอาศัยของศัตรูพืชหลักในบริเวณใกล้เคียง อาศัยสภาพแวดล้อมในธรรมชาติตัวห้ำตัวเบียน (biological control) ใช้พันธุ์ต้านทาน (resistant variety) ตลอดจนการใช้สารเคมี (chemical control) หรืออาจจะผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ขั้นสุดท้ายคือ ให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แต่ให้ผลดีในการป้องกันกำจัดมากที่สุด

ในกรณีที่การระบาดทำลายไรศัตรูพืช เกิดขึ้นอย่างรุนแรงและรวดเร็วจนมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณานำเอาสารเคมีเข้ามาใช้ในการป้องกันและกำจัดควรมีหลักในการเลือกใช้สารเคมีดังต่อไปนี้

1) เลือกใช้สารเคมีที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องพิจารณาเลือกสารฆ่าไรที่ให้ผลดีที่สุด ในการฆ่าไรศัตรูพืชที่เราต้องการจะกำจัด เพราะสารฆ่าไรแต่ละอย่างให้ผลในการป้องกันและกำจัดไรแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เช่น สารพวก organophosphorous สามารถใช้ป้องกันและกำจัดไรในวงศ์

Tetranychidae หลายชนิดได้ผลดี แต่กลับใช้ไม่ได้ผลกับไรศัตรูพืชในวงศ์ Tenuipalpidae สารพวกกำมะถันสามารถใช้ได้ผลดีกับไรศัตรูพืชบางชนิดในวงศ์ Tetranychidae และไรศัตรูพืชหลายชนิดในวงศ์ Priephyiidae รวมทั้งไรขาวในสกุล *Polyphagotarsonemus* แต่กลับใช้ไม่ได้ผลกับไรขาวในสกุล *Steneotarsonemus* นอกจากนั้นสารเคมีที่จะพิจารณานำมาใช้ ควรจะไม่ทำลายศัตรูธรรมชาติของไรศัตรูพืชนั้น ๆ ด้วย

2) คุณสมบัติของสารเคมีที่จะนำมาใช้ฆ่าไรศัตรูพืช ควรศึกษาให้ละเอียดว่ามีพิษตกค้างนานแค่เพียงใด มีความสามารถในการฆ่าระยะใดของไรศัตรูพืช บางชนิดให้ผลดีในการฆ่าไรในระยะไข่อย่างเดียว (Ovicide) บางชนิดฆ่าตัวอ่อนและตัวแก่แต่ไม่สามารถฆ่าไข่ของไรได้ ถ้าสารเคมีมีฤทธิ์ตกค้างสั้นก็สามารถนำมาใช้กับพืชที่ปลูกเพื่อบริโภคในระยะใกล้เก็บเกี่ยวได้ สำหรับสารฆ่าไรที่มีราคาแพงไม่สามารถใช้ได้บ่อยครั้ง ควรพิจารณาเลือกใช้ชนิดที่มีพิษตกค้างนาน

3) อุปนิสัยในการอยู่อาศัย และแพร่กระจายของไรศัตรูพืชบนพืช ที่มันทำลายว่าไรที่เราจะกำจัดนั้นชอบดูดทำลายอยู่บริเวณด้านหน้าใบ หรือหลังใบ กาบใบ บนผล บนยอดอ่อน ตาดอก หรือลำต้น เพื่อจะได้เลือกใช้สารเคมี และวิธีการปฏิบัติได้ถูกต้อง

4) พิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศที่จะมีผลกระทบกระเทือนขณะใช้สารฆ่าไร เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ลมและแสงแดด ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การใช้สารฆ่าไรในการกำจัดไรศัตรูพืชได้ผลหรือล้มเหลว เช่น ไม่ควรใช้สารฆ่าไรชนิดผงในสภาพลมแรงและความชื้นต่ำ สำหรับสารฆ่าไรบางชนิด เช่น กำมะถันไม่ควรฉีดพ่นในขณะที่มีแดดจัด เพราะจะทำให้พืชใบไหม้ได้

5) วิธีการพ่น ควรพิจารณาเลือกใช้เครื่องพ่นที่ถูกต้องเหมาะสมกับพืชปรับความละเอียดของละอองยาและความดันที่จะพ่นให้พอเหมาะ และคำนวณความเข้มข้นของสารฆ่าไรให้ได้ผลในการป้องกันและกำจัดไรอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการวางระยะเวลาในการพ่นแต่ละครั้งให้เหมาะสม

6) ควรคำนึงถึงพิษของสารฆ่าไรที่มีต่อพืชด้วยเสมอ ทั้งนี้เพราะว่าสารฆ่าไรบางชนิดเมื่อฉีดลงบนต้นพืชแล้วทำให้เกิดใบไหม้ หรือใบร่วงหมด ทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน

ตอนที่ 3 : วัชพืชและการควบคุมเบื้องต้น

Part 3 : Introduction to Weeds and Their Control

บทที่ 15 ความรู้ทั่วไปเรื่องวัชพืช

Chapter 15 Introduction to Weeds

15 ความรู้ทั่วไปเรื่องวัชพืช
Introduction to Weeds

1. ความหมายของวัชพืช (Definition)

วัชพืช มาจากคำว่า **วัชชะ** หรือ **วัช** ซึ่งแปลว่าสิ่งที่ควรละทิ้ง เมื่อมารวมกับคำวัชพืช จึงแปลว่าพืชที่ควรละทิ้ง (ภาษาท้องถิ่นเรียกว่า **รุ่น** หรือ **หญ้า**) มีความหมายตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า **Weed** ซึ่งแปลว่าพืชที่เจริญในที่ ๆ เราไม่ต้องการ จึงขึ้นอยู่กับว่าพืชนั้นเป็นพืชอะไร เจริญในสถานที่ใด และเป็นที่ต้องการหรือไม่ เช่น กก ถ้าเจริญเติบโตในนาข้าวซึ่งปลูกเพื่อต้องการผลผลิตของข้าวเราเรียกข้าวว่าเป็น**พืชประธานหรือพืชหลักหรือพืชปลูก** และไม่ต้องการ กก ซึ่งเป็นพืชที่แย่งอาหารจากต้นข้าวและทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงจึงเรียกว่า กก เป็นวัชพืชในนาข้าว แต่ถ้าในอุตสาหกรรมจักสานที่ต้องการ กก เพื่อทอเสื่อเราจะไม่เรียกกกว่าเป็นวัชพืช และอาจมีการปลูกกก เพื่อป้อนโรงงานเป็นต้น หรืออีกกรณีหนึ่งคือหญ้าเจ้าชู้ในประเทศอินเดีย และออสเตรเลียถือว่าเป็นวัชพืชที่มีประโยชน์ในการป้องกันการชะล้างหรือการพังทะลายของดิน จึงไม่ถือว่าเป็นวัชพืช แต่ในประเทศไทยเรา หญ้าเจ้าชู้เจริญเติบโตในไร่ สวน และเบียดเบียนผลผลิตของพืชหลักหรือพืชประธาน ที่ใช้ปลูกเพื่อต้องการผลผลิตจึงจัดหญ้าชนิดนี้ว่าเป็นวัชพืช หรือผักบุ้งถ้าเจริญในแปลงและเกษตรกรสามารถเก็บนำไปขายหรือใช้รับประทานก็จัดเป็นอาหารผักแต่หากผักบุ้งเกิดในสนามหญ้า ซึ่งไม่ต้องการพืชอย่างอื่นนอกจากหญ้าชนิดที่ปลูก ผักบุ้งจึงเป็นวัชพืชในสนามหญ้า เป็นต้น ในประเทศออสเตรเลียมีการประมาณค่าใช้จ่ายจากการกำจัดวัชพืช ว่าประมาณ 2,500 - 2,750 ล้านเหรียญต่อปี ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกาค่าใช้จ่ายสูงถึง 5,000 ล้านเหรียญต่อปี ในประเทศไทยเราไม่มีการประเมินที่แน่ชัดแต่เห็นได้จากสถิติการนำเข้าของสารเคมีปราบวัชพืชที่เพิ่มขึ้นทุกปี และมีปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่น (**ตารางที่ 2**) และจาก**ตารางที่ 3** จะเห็นได้ว่าสารเคมี 10 อันดับแรกที่นำเข้ามากที่สุดนั้นเป็นสารกำจัดวัชพืชถึง 5 รายการ

2. โทษของวัชพืช (Losses due to Weeds)

2.1 วัชพืชแย่งปัจจัยในการดำรงชีวิตของพืชประธาน คือ น้ำ ธาตุอาหารในดิน แสงสว่าง และอากาศ พบว่าวัชพืชสร้างความสูญเสียให้การเกษตรกรรมในการลดผลผลิตลงประมาณ 31.5% หญ้าแห้วหมูสามารถดูดโปตัสเซียมไปเก็บไว้ที่หัวและลำต้นได้ถึง 4.0% ในขณะที่ต้นข้าวที่ปลูกในที่เดียวกันจะดูดโปตัสเซี่ยมได้เพียง 1.1% ของน้ำหนักแห้ง นอกจากวัชพืชจะขึ้นคลุมพืชปลูก ทำให้พืชปลูกสังเคราะห์แสงไม่ได้ และอ่อนแอต่อการทำลายของโรคและแมลงแล้ว ยังทำให้สี ลักษณะรูปทรงของพืชปลูกเปลี่ยนไป วัชพืชน้ำบางชนิดเช่น ผักตบชวา บดบังแสงสว่างบนผิวน้ำ ทำให้ Phytoplankton

ลดลงและมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ กาฝากเช่น กาฝากมะม่วง (Lauranthaceae) และฝอยทอง (Cuscutaceae) จะส่งราก (Haustoria) แทงเข้าไปในต้นมะม่วง เข้าไปในท่อส่งน้ำ และอาหารเพื่อดูดน้ำและอาหารโดยตรงจากต้นมะม่วง เป็นต้น รายละเอียดเพิ่มเติมมีในบทที่ 16

2.2 ทำให้คุณภาพของผลผลิตของพืชปลูกลดลง วัชพืชมีระบบรากที่แข็งแรงและชอนไชได้ทั้งผิวดินและใต้ดิน สามารถหยุดยั้งหรือทำลายระบบรากพืชปลูก ทำให้ทรงพุ่มของพืชปลูกถูกจำกัดและมีผลทำให้ผลผลิตลดลง หรือด้อยคุณภาพลง ในต่างประเทศมีรายงานว่า การปล่อยให้วัชพืชขึ้นเบียดเบียนในไร่อ้อยตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวจะได้ผลผลิตเพียง 2.75 ตัน/ไร่ ปริมาณน้ำตาลเหลือเพียง 0.25 ตัน/ไร่ และได้น้ำตาลเพียง 1.18 ตัน/ไร่ สำหรับในประเทศไทยเรา การปลูกอ้อยโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช และจะได้ผลผลิตเพียง 3.9 ตัน/ไร่ และเมื่อดายหญ้าด้วยจอบเดือนละ 1 ครั้ง รวมเป็น 4 ครั้ง นับตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวอ้อยจะให้ผลผลิต 7.5 ตัน/ไร่ แต่ถ้ามีการจัดการวัชพืชอย่างดีโดยใช้วิธีผสมผสานระหว่างการเขตกรรมและการใช้สารเคมีตลอดฤดูปลูก จนถึงฤดูเก็บเกี่ยว จะให้ผลผลิตถึง 19.4 ตัน/ไร่ (เกลียวพันธุ์ 2525) หญ้าแม่มด (*Striga asiatica*) หรือหญ้าจิ๋วในไร่อ้อย ทำให้คุณภาพน้ำตาลในต้นอ้อยลดลงถึง 3.9% ในต่างประเทศหากมีวัชพืชที่มีกลิ่นแรงเจริญอยู่ในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ เมื่อสัตว์กินเข้าไปจะทำให้น้ำนมและเนื้อมีกลิ่นเสียรสชาด ในเมล็ดพันธุ์ผักหากมีเมล็ดวัชพืชปะปนจะทำให้เสียคุณภาพ และราคาต่ำ เป็นต้น

ในปี 2526 มีรายงานความเสียหายของพืชเศรษฐกิจเนื่องจากวัชพืช (Suwunnamek 1983) ดังแสดงในตาราง**ที่ 15.1** นอกจากนี้ มีการศึกษาความเสียหายของผลผลิตที่ลดลง เนื่องจากวัชพืชในพืชไร่หลายชนิด เช่น ข้าวโพด ปอ ถั่วเขียว ในฤดูปลูกต่างกันตั้งแต่ฤดูฝน 2529 ถึงฤดูแล้ง 2535 ในประเทศไทยและได้สรุปผลการศึกษาไว้ในตาราง**ที่ 15.2** (จรูญ 2537)

2.3 วัชพืชเป็นอุปสรรคต่อการเขตกรรมและการดูแลรักษาพืชประธาน โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ย การพ่นสารเคมีและการเก็บเกี่ยว

2.4 วัชพืชทำให้เกิดปัญหาด้านการคมนาคม การสัญจรทางน้ำและการจัดการอ่างเก็บน้ำ เช่น ผักตบชวา ซึ่งมีปัญหาในการกีดขวางการสัญจรทางน้ำ การดูแลรักษาอ่างเก็บน้ำ และการใช้น้ำปั่นไฟฟ้าพลังน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ฯลฯ วัชพืชตามทางหลวง ทางรถไฟ สายโทรศัพท์ เป็นปัญหาที่ทำให้รัฐบาลเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากในการกำจัดวัชพืชเหล่านี้

2.5 วัชพืชทำให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุข เช่น หญ้าตีนกา *(Eleusine indica)* เป็นวัชพืชที่มีสารพิษพวกไซยาไนด์ เมื่อสัตว์กินเข้าไปจะทำให้มีอาการติดขัดทางการหายใจ กล้ามเนื้อสั่น ส่วนพืชพวกผกากรอง *(Lantana spp.)* เมื่อสัตว์กินเข้าไป จะเกิดอาการกลัวแสง อ่อนเพลีย เลือดตกในอาจถึงตาย พวกหางไก่ (*Laportia bulbifera*) หรือ หมามุ่ย (*Mucuna pruriens*) จะมีขนเป็นพิษตามใบ กิ่งและลำต้น เมื่อสัมผัสกับผิวจะทำให้ปวดแสบ ปวดร้อน เป็นผื่นคัน และบวม ส่วนสลอด (*Croton tialim*) หากกินเนื้อในเมล็ดจะทำให้ท้องร่วง จอก แหน เป็นแหล่งฟักอาศัยของยุง ทำให้มีการเจริญ

และขยายพันธุ์ได้มากขึ้น นอกจากนี้สภาพพื้นที่ ๆ เต็มไปด้วยวัชพืช จะเป็นที่อาศัยของสัตว์ที่มีพิษ เช่น งู ตะขาบ เป็นต้น

ตารางที่ 15.1 ความเสียหายของผลผลิตพืชเนื่องจากวัชพืช (Suwunnamek 1983)

พืช	ฤดูปลูก	พันธุ์ที่ปลูก	ผลผลิต (ton/ha)		ความเสียหาย
			ไม่กำจัดวัชพืช	กำจัดวัชพืช	(%)
ข้าว	นาปรัง	เล็บมือนาง	1.23	1.85	33.5
	นาปี	RD5	3.08	3.70	16.8
	นาดำ	RD5	3.52	3.84	8.3
ข้าวโพด		สุวรรณ 1	0.77	1.92	59.9
ข้าวฟ่าง		TSS7-5	2.75	4.71	41.6
		KU257	1.18	2.28	48.0
ถั่วเหลือง	ฤดูฝน	สจ 2	62.6%	100%	37.4
	ฤดูแล้ง	สจ 2	94.5%	100%	5.5
ถั่วเขียว		not reported	1.29	1.29	13.2
ถั่วลิสง		not reported	0.90	2.25	60.0
ฝ้าย		รีบา B50	0.46	0.93	50.5
ปอแก้ว		คิวบา	6.4	15.0	57.3
ปอกระเจา			70%	100	30.0
มันสำปะหลัง	ฤดูฝน		0-75%	100	25-50
	ฤดูแล้ง	not reported	27.89	32.11	13.1
อ้อย	ฤดูฝน	not reported	8.75	.51.88	83.1
	ฤดูแล้ง				
ยาสูบ		เวอร์จิเนีย	6.1	3.1	50.8
		Smooth Cayenne	5.0%	100	75.0

ตารางที่ 15.2 ผลผลิตของพืชไร่บางชนิดที่ได้รับความเสียหายจากวัชพืช (จรูญ 2537)

ชนิดพืช	ฤดูปลูก	ผลผลิตลดลง (%)
ข้าวโพด	ฤดูฝน 2529	43
ปอ	ฤดูฝน 2529	85
ถั่วเขียว	ฤดูฝน 2529	49
ถั่วลิสง	ฤดูฝน 2529	78
ถั่วเหลือง	ฤดูฝน 2534	14
	ฤดูแล้ง 2535	62
มันสำปะหลัง	ฤดูฝน 2530	91
	ฤดูแล้ง 2531	96

2.6 วัชพืชเป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงศัตรูพืช วัชพืชเป็นพืชอาศัยนอกฤดู (*alternate host*) ของโรคและแมลงในขณะที่ยังไม่ถึงฤดูปลูกของพืชการเกษตร ทำให้โรคและแมลงสามารถอยู่ข้ามฤดูในขณะที่ไม่มีพืชปลูก เมื่อถึงฤดูปลูกพืชเพื่อต้องการผลผลิตโรคและแมลงดังกล่าวจะย้ายเข้ามาอาศัยอยู่ในพืชปลูกและทำความเสียหายให้แก่พืชปลูก เช่น หญ้าขจรจบ (*Pennisetum spp*) หญ้าตีนกา (*E. indica*) และหญ้าตีนติด (*Brachiaria reptans*) เป็นพืชอาศัยของแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง (*Atherigona soccata*) ผักโขมหิน (*Boerhavia diftusa*) ผักโขม (*Amaranthus viridis*) เป็นพืชอาศัยของหนอนกระทู้ผัก หญ้าต่าง ๆ เป็นอาหารของตั๊กแตนศัตรูพืชแทบทุกชนิด หญ้างวงช้าง (*Heliotropium indicum*) เป็นพืชอาศัยของโรคราน้ำค้างขององุ่นและยาสูบ โรคใบไหม้ของข้าว (*Blast*) ซึ่งเกิดจากเชื้อรา (*Pyricularia orgzae*) สามารถอาศัยอยู่ในหญ้าได้เช่นหญ้าชันกาด และถ่ายทอดไปยังข้าวและทำความเสียหายอย่างรุนแรงในข้าวได้ มีการสำรวจพบว่าในวัชพืชร้ายแรง 10 ชนิดพบสัตว์ในกลุ่ม Arthropods และไส้เดือนฝอยอยู่ถึง 140 ชนิด (**ตารางที่ 30**) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าไส้เดือนฝอยรากปมชนิด *Meloidogynes incognita* ซึ่งสามารถทำความเสียหายให้แก่ผลไม้ เช่น มะละกอ กล้วย ผักและไม้ประดับ นั้นสามารถอาศัยอยู่ในวัชพืชที่สำคัญ เช่นผักเสี้ยน แห้วหมู ผักโขมหนาม หูปลาช่อน บานไม่รู้โรย กระเม็ง เป็นต้น (Bendixen 1983)

ตารางที่ 15.3 จำนวนชนิดของสัตว์พวก Arthropods) และไส้เดือนฝอยที่อาศัยอยู่กับวัชพืชร้ายแรง 10 ชนิด (ปรับปรุงจาก Bendixen 1983)

ชนิดวัชพืช	จำนวนชนิด		
	Arthropods	ไส้เดือนฝอย	รวม
แห้วหมู (*C. rotundus*)	7	19	26
หญ้าแพรก (*C. dactylon*)	11	12	23
หญ้าตีนกา (*E. indica*)	5	7	12
หญ้าคา (*I. cylindrica*)	5	0	5
ผักเบี้ยใหญ่ (*P. oleracea*)	3	6	9
หญ้าตีนห่าน (*C. album*)	19	15	34
หญ้าตีนนก (*D. sanguinalis*)	2	11	13
ผักโขมหนาม (*A. spinosus*)	9	8	17
หญ้าลูกเห็บ (*P. conjugatum*)	0	1	1
หญ้าโขย่ง (*R. cochinchinensis*)	0	0	0
รวม	61	79	140

3. ประโยชน์ของวัชพืช (Benefits from Weeds)

วัชพืชมีประโยชน์ต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อมหลายประการคือ

3.1 วัชพืชช่วยคลุมดิน ป้องกันการชะล้างของดินเมื่อฝนตก และป้องกันไม่ให้ดินแน่น และช่วยยับยั้งการกัดเซาะ (erosion) ของพื้นที่ลาดชัน เช่น ไหล่เขา ตลิ่ง ฯลฯ เช่น หญ้าแฝก หญ้าคา

3.2 วัชพืชช่วยรักษาความชื้นในดิน และช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุ โดยซากของวัชพืชจะทับถมและย่อยสลายให้ประโยชน์แก่ดิน

3.3 วัชพืชน้ำช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ เป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำ เช่น ปลา กุ้ง หอย ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดี รวมทั้งวัชพืช ช่วยดูดซับมลภาวะ เช่น โลหะหนัก สารเคมี ซึ่งเป็นพิษในสิ่งแวดล้อมและสารแขวนลอย ทำให้น้ำสะอาดขึ้น

3.4 วัชพืชเป็นยาสมุนไพรรักษาโรค ก่อนที่ยารักษาโรคชนิดเม็ดและแคปซูลจากต่างประเทศ จะเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย บรรพบุรุษของไทยใช้ยาสมุนไพร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัชพืชป่า เพื่อรักษาโรค เช่น เสลดพังพอน *(Barleria lumpulina)* รักษาพิษงู รางจืด *(Thumbergia laurifolia)* รักษาพิษจากสารเคมี พังพวยฝรั่ง *(Vinca rosea)* รักษาโรคโลหิต ดองดึง *(Gloriosa superba)* รักษาโรครูมาทิสซั่ม ผักบุ้งนา รักษาโรคริดสีดวงทวาร ฯลฯ (ชลอ 2524)

3.5 วัชพืชเป็นที่หลบอาศัยของสัตว์ รวมทั้งแมลงที่เป็นประโยชน์ ปัจจุบันนี้โครงการกำจัดพืช โดยวิธีผสมผสานหรือการบริหารศัตรูพืช แนะนำให้ปลูกวัชพืชบางชนิด เพื่อสร้างระบบนิเวศน์ที่เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มปริมาณของแมลงที่เป็นประโยชน์ (ตารางที่ 9.2)

3.6 วัชพืชใช้เป็นอาหารของคน และสัตว์ เช่น หญ้าชนิดต่าง ๆ สำหรับปศุสัตว์ พืชต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอาหารของคนไทยตั้งแต่โบราณจนถึงปัจจุบันนี้ เช่น ผักโขม ผักเสี้ยน โสน ผักตำลึง มะระขี้นก ผักแว่น บัวบก ผักบุ้งนา กระชาย กระทือ ฯลฯ

3.7 วัชพืชใช้เป็นสิ่งประดิษฐ์ และเครื่องประดับ ตลอดจนอุปกรณ์สร้างบ้าน เช่น ลิเภา ใช้ถักกระเป๋า หญ้าคา และหญ้าแฝกใช้มุงหลังคา ผักตบชะวา ทำเปล ตะกร้า กกใช้สารทำเป็นเสื่อ ดอกกระเจียวใช้เป็นไม้ประดับ ฯลฯ

3.8 วัชพืชก่อให้เกิดการจ้างงาน และธุรกิจอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น อุปกรณ์รถไถ เครื่องมือกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ และจ้างแรงงาน

4. ธรรมชาติของวัชพืช (Weed Characteristics)

4.1 เป็นพืชที่มีความทนทาน สามารถปรับตัวมีชีวิตรอดอยู่ในสภาวะต่าง ๆ ตามธรรมชาติได้อย่างดี เช่น ขาเขียด สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกลือเท่า ๆ กับสภาพดินทั่วไป (จรูญ 2537)

4.2 เป็นพืชที่มีความแข็งแรง มีความสามารถสูงในการแย่งอาหาร เจริญเติบโตแข่งกับพืชชนิด อื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

4.3 สามารถขยายพันธุ์ได้ ง่าย รวดเร็ว โดยหลายวิธี และขยายพันธุ์ได้ครั้งละมาก ๆ เช่น โดยเมล็ด เหง้า ไหล และหัว โดยสามารถอยู่ข้ามฤดูที่มีสภาวะอากาศไม่เหมาะสมในรูปต่าง ๆ เพื่อรอการเจริญในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อไป หญ้าโขย่ง *(Rottboellia cochinchinensis)* แต่ละต้นสามารถแตกกิ่งได้มากกว่า 700 กิ่ง และผลิตเมล็ดได้ประมาณ 5,000 เมล็ด และเมล็ดวัชพืชมักจะแก่ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต จึงตกลงบนดิน เพื่อขยายพันธุ์ในฤดูต่อไป (จรูญ 2537)

4.4 เป็นพืชที่มีชีวิตยาวนานในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

4.5 ควบคุมได้ยาก

5. การจำแนกวัชพืช (Weed Classification)

วัชพืชในโลกนี้มากกว่า 30,000 ชนิด และมี 3,000 กว่าชนิด ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ แต่ที่มีปัญหาทางการเกษตรมีประมาณ 18,000 ชนิด สามารถจำแนกได้ดังนี้

5.1 จำแนกตามรูปร่างลักษณะทางสัณฐานวิทยา แบ่งเป็น 2 พวก คือ

1) วัชพืชใบแคบ (Narrowleaf weeds) หรือวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว หมายถึงวัชพืชที่มีลักษณะใบยาว มีเส้นใบขนานไปตามความยาวของใบ ได้แก่วัชพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) และตระกูลกก (Cyperaceae) ทั้งหมด ตัวอย่างวัชพืชกลุ่มนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 15.4

2) วัชพืชใบกว้างหรือวัชพืชใบเลี้ยงคู่ (Broadleaf weeds)

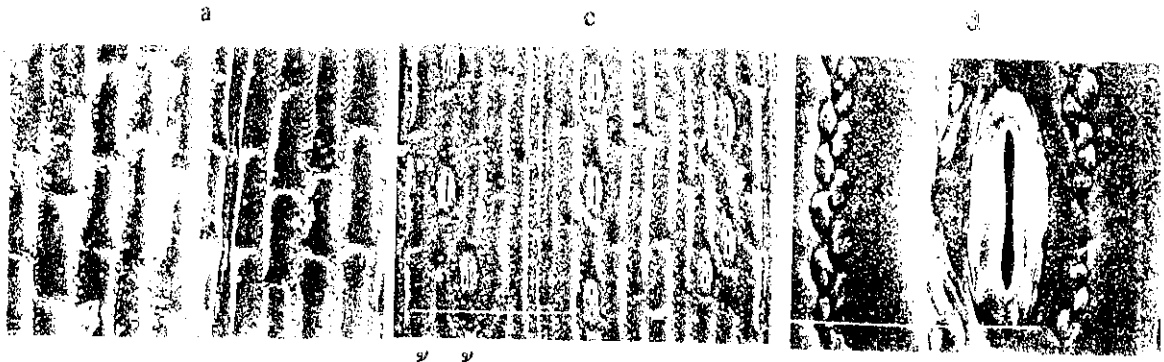
วัชพืชพวกนี้ ได้แก่ วัชพืชที่มีใบกว้าง มีเส้นใบเป็นร่างแห หรือวัชพืชพวกใบเลี้ยงคู่ทั้งหมด รวมทั้งกาฝากชนิดต่าง ๆ ตัวอย่างวัชพืชกลุ่มนี้ให้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 15.5

นอกจากนี้มีรายงานว่า จากการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อีเลคตรอนของผิวใบของวัชพืช (Leaf surface) พบว่า วัชพืชพวกตระกูล กก จะไม่พบ stomata ทางด้านบนใบ (adaxial leaf) เลย ซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างจากพืชตระกูลหญ้า และวัชพืชใบกว้างอย่างเห็นได้ชัด (Noda *et al.* 1986) **(ภาคผนวกที่ 3 และภาพที่ 15.1)**

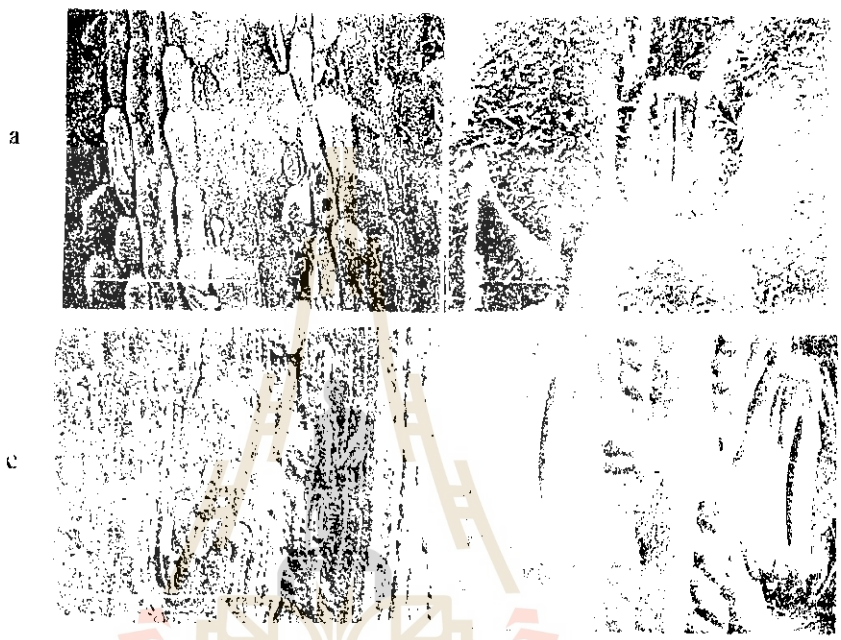
5.2 จำแนกตามวงจรชีวิต

การใช้วงจรชีวิตทำให้เราสามารถแบ่งวัชพืชได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

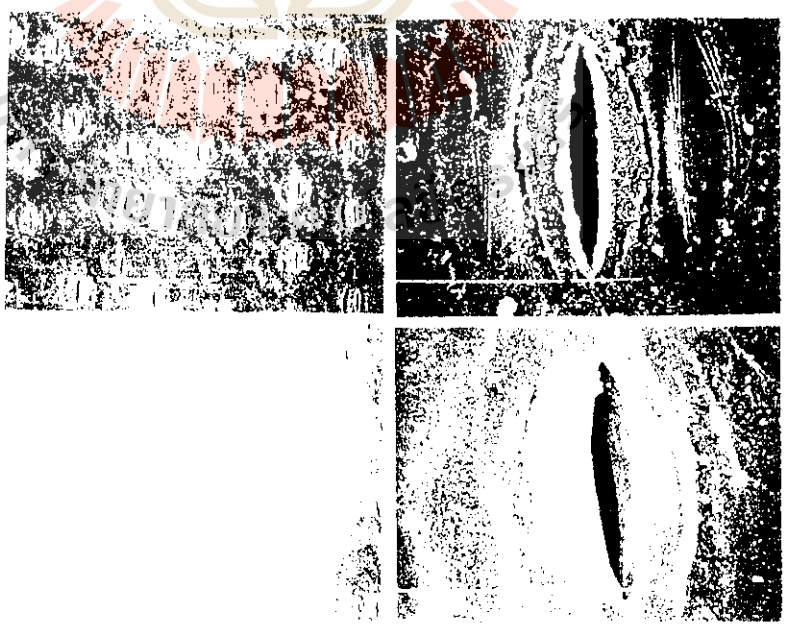
1) วัชพืชล้มลุก (Annual weeds) หมายถึง วัชพืชที่สามารถงอกและเจริญเติบโตให้ดอกผล หรือเมล็ด แล้วตาย หรือ ครบวงจรชีวิตภายใน 1 ฤดู ซึ่งอาจใช้เวลา 3 - 4 เดือน หรือ 1 ปี เช่น หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium*) หญ้ารังนก (*Chioris barbata*) ผักบุ้งยาง (*Ipomoea*



หญ้าแห้วหมู *(Cyperus rotundus)* (F. Cyperaceae)



หญ้าขน *(Brachiaria mutica)* (F. Gramineae)



ผักตบชวา *(Eichhornia crassipes)* (F. Pontederiaceae)

ภาพที่ 16.1 แสดงความแตกต่างของผิวใบของวัชพืช โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน
a หน้าใบ (adaxial) b stomata หน้าใบ c หลังใบ (abaxial) d stomata หลังใบ
(Noda *et al.* 1985)

ตารางที่ 15.4 วัชพืชใบแคบ (Narrowleaf weeds) ที่สำคัญในเขตร้อน

ชื่อสามัญ (Common name)		ชื่อวิทยาศาสตร์
ภาษาอังกฤษ	ภาษาอังกฤษ	Scientific name
F. Gramineae		
หญ้าขน	paragrass buffalograss Panicum grass	*Brachiaria mutica* (Forsk.)Stapt.
หญ้าตีนติด	running grass	*Brachiaria reptans* (L.) Gard.&Hubb
หญ้าศรกระจับ	Southern sandbur,burrgrass hedgehog grass.	*Cenchrus echinatus* Linn.
หญ้ารังนก	Swollen finger grass	*Cholris barbata* Sw.
หญ้าปากควาย	crowfoot grass, coast button grass beach wiregrass.	*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.B.
หญ้าปล้องข้าวนก	finger grass, taopical crab grass.	*Digitaria adscendens* (H.B.K.)Henr.
หญ้าตีนกา	large crab grass, hairy crab grass,hairy finger grass.	*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.
หญ้าข้าวนก	jungle rice, bird rice awnless barnyardgrass	*Echinochloa colonum* (L.)Link.
หญ้าปล้องละมาน	barnyard grass, watergrass	*Echinochloa crusgalli* (L.)Beauv.
หญ้าตีนกา	goose grass, wiregrass	*Eleucine indica* (L.) Gartn.
หญ้าหนวดฤาษี	tangle head	*Heterpogon contortus* (L.) Roem.& Schult.
หญ้าปล้อง		*Hymenachne pseudointerrupta* C.Muell
หญ้าคา	Cogongrass	*Imperata cylindrica* (L.) P.Beauv.
หญ้าแดง	Wrinkle duck beak grass	*Ischaemum rugosum* Salisb
หญ้าไทร	Southern cutgrass, swamp rice	*Leersia hexandra* (L.)Sw.
หญ้ายอนหู	red sprangle top	*Leptochloa chinensis* (L.) Nees.
หญ้าชันกาด	torpedo grass	*Panicum repens* Linn.
หญ้าขจรจบ	feather pennisetum	*Pennisetum pedicellatum* Trin.
หญ้าขจรจบ	feather pennisetum	*Pennisetum polystachyon* (L.) Schult
หญ้าเนเปียร์	napier grass, eleplant grass	*Pennesetum purpureum* Schumach
หญ้าดอกชมพู	natal grass, natal red top	*Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hub
หญ้าปล้องคาย	itchgrass , corngrass	*Rottboellia exaltata* Linn.
หญ้าหางหมาจิ้งจอก	knotroot foxtail slender pigeon grass	*Setaria geniculate* (Lam.) Beauv.
F. Cyperaceae.		
หญ้าใบคม		*Cyperus cpmpactus* Retz
กกขนาก	small flower umbrella plant	*Cyperus difformis* Linn.
กก	slender cyperu	*Cyperus distans* Linn.
กก		*Cyperus imbricatus* Retz

ตารางที่ 15.4 (ต่อ)

ชื่อสามัญ (Common name)		ชื่อวิทยาศาสตร์
ภาษาอังกฤษ	ภาษาอังกฤษ	Scientific name
หญ้ารังกาขาว	umbrella sedge, rice flat sedge	*Cyperus iria* Linn.
กกสามเหลี่ยมเล็ก		*Cyperus pilosus* Vahl.
หญ้าตะกรับ		*Cyperus procerus* Rottb.
กกเล็ก	elegant cyperus	*Cyperus pulcherrimus* Willd. & Kunt.
หญ้าแห้วหมู	purple nutsedge	*Cyperus rotundus* Linn.
แห้วทรงกระเทียม	ground chestnut, water chestrat	*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel.
หญ้านิ้วหนู	tall fringe rush	*Fimbristylis dichotoma*(L.) Vahl.
หญ้ารัดเข็ยด	Lasser Fimbristylis, grasslike Fimbristylis	*Fimbristylis miliaceae*(L.) Vahl.
ทรงกระเทียมหัวเวียน		*Scirpus articulatus* (Linn.)
กกสามเหลี่ยม		*Scirpus juncoides* Roxb.

aquatica) หญ้าขจรจบ (*Pennesetum polystachyon*) ผักโขม (*Amarantus viridis*) ผักเบี้ย (*Portulaca oberacea*) เป็นต้น

2) วัชพืชสองปี (Biennial weeds) หมายถึง วัชพืชที่สามารถครบวงจรชีวิตภายใน 2 ปี หรือ 2 ฤดู คือ ฤดูแรก (ปีแรก) จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งก้าน และใบ และจะออกดอก และผลิตผลหรือเมล็ดในปีที่ 2 วัชพืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นวัชพืชเมืองหนาว

3) วัชพืชยืนต้น หรือเกินกว่า 2 ปี (Perrenial weeds) หมายถึง วัชพืชพวกที่มีอายุนานหลายปี เมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น ช่วงฤดูฝน จะเจริญงอกงามมาก และเมื่อสภาพไม่เหมาะสม เช่น ในหน้าแล้งจะชงัก หรือ พักตัว พวกนี้ขยายพันธุ์ได้ 2 แบบ คือ แบบใช้เพศ ซึ่งได้แก่การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด และผล และแบบไม่ใช้เพศ เช่น การเจริญจากไหล (stolon) หัว (tuber) หรือ เหง้า หรือลำต้นใต้ดิน (rhizome) เช่น หญ้าคา (*Imparata cylindrica*) แห้วหมู (*Cyperus rotundus*) และหญ้าขจรจบ (*P. polystachyon*)

5.3 จำแนกตามลักษณะทางนิเวศวิทยา

แบ่งได้เป็น 4 พวก คือ

1) วัชพืชบก (Land weeds หรือ terrestrial weeds) หมายถึง วัชพืชที่เจริญงอกงามบนดิน เช่น อยู่ตามไร่สวน สนาม หรือที่รกร้าง ฯลฯ ไม่ทนทานต่อสภาพชื้นแฉะหรือ มีน้ำขัง เช่น หญ้าคา (*I. cylindrica*) บานไม่รู้โรยป่า (*Gomphrena celosioides Mart.*)

2) วัชพืชน้ำ (Aquatic weeds) หมายถึง วัชพืชที่เจริญเติบโตดีในอ่างเก็บน้ำ สามารถจำแนกย่อย ออกเป็น 4 จำพวก ดังนี้ คือ

(1) วัชพืชเหนือน้ำ (Emerged weeds) คือ วัชพืชที่มีระบบรากและลำต้นเจริญอยู่ในดินใต้น้ำ แล้วโผล่ส่วนของใบและดอกขึ้นมาเหนือน้ำ เช่น ขาเขียด (*Monochoria vaginalis*) ผักปอด (*Sphaeranthus zeylanica*) แห้วทรงกระเทียม (*Eleoclaris dulcis*).

(2) วัชพืชสะเทินน้ำบก (Marginal weeds) คือ วัชพืชที่เจริญอยู่ตามริมน้ำหรือที่ชื้นแฉะ เช่น หญ้าขน (*B. mutica*) กะเม็ง (*Eclupta alba*) ลำเจียก (*Pandanus tectorium*)

(3) วัชพืชลอยน้ำ (Floating weeds) คือ วัชพืชที่ลอยบนผิวน้ำ โดยมีส่วนของลำต้นมีลักษณะเป็นทุ่นพยุงให้ลำต้นลอยอยู่บนผิวน้ำได้ รากอาจลอย หรือ หยั่งลึกในดินได้ เช่น ผักตบชวา จอก (*Pistia strationtes*) แหน ผักตับเต่า (*Mimulus orbicularis*) แพงพวย (*Jassiaea repens*)

(4) วัชพืชใต้น้ำ (Submerged weeds) เป็นวัชพืชที่สามารถแยกย่อยออกได้เป็น

- รากยึกพื้นดิน แต่ลำต้นเป็นสายทอดไปตามสายน้ำ เช่น สาหร่ายหางกระรอก ดีปลีน้ำ
- รากและต้นอยู่ในดินใต้น้ำ แต่ใบและดอกอยู่เหนือน้ำ หรืออยู่ที่ผิวน้ำ เช่น สันตะวา ใบพาย (*Ottelia alismoides*)
- รากและลำต้นลอยอยู่ใต้น้ำโดยรากไม่ยึดเกาะดิน เช่น สาหร่ายข้าวเหนียว (*Urtricularia aurea*)

3) วัชพืชอากาศ (Epiphytes) คือ วัชพืชที่เจริญบนต้นไม้ หรือในระยะแรกเจริญบนต้นไม้ หรือวัตถุอื่น แล้วหยั่งรากลึกลงดิน เช่น มะเดื่อ ไทร (*Fiscus spp.*)

4) วัชพืชกาฝาก หมายถึง วัชพืชที่เจริญบนต้นพืชชนิดอื่น แล้วแทงราก (Haustoria) เข้าไปดูดน้ำเลี้ยงและอาหาร จากต้นไม้ที่เกาะอาศัยอยู่ เช่น กาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra*) และฝอยทอง (*Cuscuta chinensis*) เป็นต้น

5.4 จำแนกตามลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

วัชพืชชนิดนี้แยกประเภทตามพื้นที่ ๆ เพาะปลูก มี 3 ชนิด คือ

1) วัชพืชในนาข้าว คือ วัชพืชที่เจริญงอกงามในนาข้าวทุกชนิด เช่น หนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichloma*) กระถินทุ่ง (*Xyris indica*) เทียนนา (*Jassiaca linifolia*) ห้วยชินสี (*Rotala indica*) กก ต่าง ๆ (*Cyperus spp.*) ฯลฯ

2) วัชพืชในสวนหรือแปลงผัก คือ วัชพืชที่เจริญและพบตามแปลงผักทั่วไป และสวนไม้ผล เช่น น้ำนมราชสีห์ (*E. hirta*) ผักโขม (*Amaranthus viridis*) ผักเบี้ยหิน (*T. portulacastrum*) ผักเบี้ยใหญ่ (*Marsilea crenata*) ฯลฯ

3) วัชพืชในไร่ คือ วัชพืชที่เจริญและพบตามแปลงพืชไร่ เช่น ฝ้าย ปอ ข้าวโพด ถั่ว ฯลฯ ได้แก่ บานไม่รู้โรยป่า (*G. celosioides*) หญ้าแพรก (*C. dactylon*) หญ้าปากควาย (*D. aegyptium*) ตีนตุ๊กแก (*T. procumbens*) กกทราย (*C. iria*) แห้วหมู (*C. rotundus*) ฯลฯ

5.5 จำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นการจำแนกวัชพืชออกตามลักษณะทางอนุกรมวิธาน คือแบ่งเป็น Class Order Family Genus และ Species ซึ่งเป็นชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) ตามระบบการให้ชื่อทางวิทยาศาสตร์ (binomial system) **(ตารางที่ 15.4 และ 15.5)**

ตารางที่ 15.5 วัชพืชใบกว้าง (Broadleaf weeds) ที่สำคัญบางชนิดในเขตร้อน

ชื่อสามัญ (Common name)		ชื่อวิทยาศาสตร์	Family
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	Scientific name	
ครอบจักรวาล		*Abutilon indicum* Sweet.	Malvaceae
โสนขน	joint vetch	*Acachynomene americana* Linn	Leguminosse
โสนคางคก		*Aeschynomene aspera* Linn.	Leguminosse
โสนหางไก่	joint vatch	*Aeschynomene indica* Linn.	Leguminosse
สาบแร้งสาบกา	tropical ageratum, goatweed	*Ageratum conyzoides* Linn.	Composite
ผักเป็ดน้ำ	alligator weed	*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.	Amaranthaceae
ผักเป็ดไทย	sessile joyweed	*Alternanthera sessilis* DC.	Amaranthaceae
ผักโขมหนาม	spiny amaranth, spiny pigweed	*Amaranthus spinousus* Linn.	Amaranthaceae
ผักโขม	slender amaranth	*Amaranthus viridis* Linn.	Amaranthaceae
ผักโขมหิน	spiderling	*Boethavia diffusa* Linn.	Nyctaginaceae
ผักเสี้ยนผี	wild caia	*Cleome viscosa* Linn.	Capparaceae
ผักปลาบ	dayflower,wandering jew	*Commelina benghalensis* Linn.	Commelinaceae
ผักปลาบ	spreading dayflower	*Commmlina diffusa* Burm. f.	Commelinaceae
ปอกระเจาป่า	tossa jute	*Corchorus olitorius* Linn.	Tiliaceae
หางเม่น	striped/showy crotoraria	*Crotalaria mucota* DC.	Papilionaceae
ฝอยทอง	dodder	*Cuscuta chinensis* Lamk.	Cuscutaceae
ผักปลาบนา		*Cyanotis axillaris* Roem. & Schult	Commelinaceae
กะเม็ง	white heads, false daisy	*Eclipta alba* (L.) Hassk.	Compositae
ผักตบชวา	water hyacinth, water orchid	Eichhornia crassipes (Mart.) Solms.	Pontederiaceae
สาบเสือ	bitter bush, siam weed	*Eupatorium odoratum* Linn.	Euphorbiaceae
หญ้ายาง	painted spurge	*Euphorbia geniculate* Ort.	Euphorbiaceae
น้ำนมราชสีห์	garden spurge	*Euphorbia hirta* Linn.	Euphorbiaceae
น้ำนมราชสีห์เล็ก		*Euphorbia thymifolia* Linn.	Euphorbiaceae
บานไม่รู้โรยป่า		*Gomphrena celosioides* Mart.	Amaranthaceae

ตารางที่ 15.5 (ต่อ)

ชื่อสามัญ (Common name)		ชื่อวิทยาศาสตร์	Family
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	Scientific name	
หญ้างวงช้าง	indian heliotrope,turn sole	*Heliotropium indicum* Linn.	Boraginaceae
เทียนน้ำ	mash henna	*Hydrocera triflora* Wight&Arn.	Balsaminaceae
แมงลักป่า	wild spikenard	*Hyptis suaveolens* Poit.	Labiatae
ผักบุ้ง	swamp morning glory	*Ipomoea aquatica* Forsk.	Convolvulaceae
เทียนนา	water primrose	*Jussiaea linifolia* Vahl.	Onagraceae
ผักแพงพวย	creeping water primrose	*Jussiaea repens* Linn.	Onagraceae
หญ้ากำมะหยี่	acuate	*Lagascea mollis* Cav.	Onagraceae
ตาลปัตฤาษี		*Limnocharis flava* Buch.	Limnocharitaceae
ผักหอมห่อป่า		*Lindernia ciliata* Pennell.	Scrophulariaceae
เส้งเล็ก	wire bush	*Melochia corchorifolia* Linn.	Sterculiaceae
ไมยราพเถา	giant sensitive plant	*Mimosa invisa* Mart.	Leguminosae
ไมยราพต้น(ยักษ์)	giant mimosa	*Mimosa pigra* Linn.	Leguminosae
หญ้าพันยศ	sensitive plant	*Mimosa pudica* Linn.	Leguminosae
ผักตับเต่า		*Mimulus orbicularis Benth*	Scrophulariaceae
ผักตบไทย	monochoria	*Monochoria hastatata*(L.) Solms	Pentederiaceae
ผักเบี้ยด, นิลบล	pickerel weed, monochoria	*Monochoria vaginalis* (Burm Presl var. *plantagenea* Solms.)	Pentederiaceae
หมามุ่ย	pica-pica velvet	*Mucuna styzolobium* DC.	Leguminosae
กิ้งกุ่งน้อย	spreading dayflower	*Murdannia nudiflora* (L.) Brenan.	Commelinaceae
บัวป่า	water snow flake	*Nymphoides indica* (L.)O.Kuntz.	Gentianaceae
สันตะวา		*Ottelia alismoides* Pers.	Hydrocharitaceae
กะทกรก	redfruit, passion flower	*Passiflora foetida* Linn.	Passifloraceae
บานเที่ยง		*Pentapetes phoenecea* Linn.	Sterculiaceae
ถั่วยี่		*Phaseolus lathyroides* Linn.f.	Leguminosae
ลูกใต้ใบ	niruri	*Phyllanthus amarus* Schum & Th. Kongl.	Euphorbiaceae
โทงเทง	chinese lanternplant	*Physalis minima* Linn.	Solanaceae
จอก	water lettuce	*Pistia stratiotes* Linn.	Araceae
ผักไผ่น้ำ	Knot weed	*Polygonum tomentosum* Willd.	Polygonaceae
ผักเบี้ยใหญ่	Common purslane, purslane, pond weed.	*Portulaca oleracea* Linn.	Portulacaceae

ตารางที่ 15.5 (ต่อ)

ชื่อสามัญ (Common name)		ชื่อวิทยาศาสตร์	Family
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	Scientific name	
แหนป่ากเป็ด	pond weed	*Potamogeton malaianus* Miquel.	Potamagetonaceae.
ถั่วเสี้ยนป่า		*Pueraria phaseoloides* Benth.	Leguminosae
หญ้าท้าพร้า	pursley	*Richardia braziliensis* Gomez.	Rubia ceae
โสนคางคก	sesbania	*Sesbania aculeata* Poir.	Leguminosae
หญ้าขัดใบยาว	Sothern sida, broom weed.	*Sida acuta* Burm.	Malvaceae
หญ้าขอนกล้อง		*Sphaeranthus africanus* Linn.	Compositae
ผักปอด	goose weed	*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.	Sphenoclaceae
หญ้าแม่มด	witch weed	*Striga asiatica* (L.) O. Ktze.	Scrophulariaceae
ผักเบี้ยหิน	horse purslane	*Trianthema portulacastrum* Linn.	Aizoaceae
ตีนตุ๊กแก		*Tridax procumbens* Linn.	Compositae
เสือสามขา	Little ironweed	*Vernonia cinerea* (L.) Less.	Compositae
กระจับ	cocklebur	*Xanthium strumarium* Linn.	Compositae

5.6 จำแนกตามลักษณะทางสรีรวิทยา

1) วัชพืช C_3 หมายถึง วัชพืชที่สังเคราะห์แสงโดยผ่านขบวนการ Calvin-Benson cycle แล้วได้สารประกอบเสถียรตัวแรกมีคาร์บอน 3 ตัว คือ phosphoglyceric acid วัชพืชกลุ่มนี้ได้แก่ สองหาง และไมยราบ ตัวอย่างพืชปลูกและวัชพืชในกลุ่ม C_3 แสดงไว้ในตารางที่ 15.6

2) วัชพืช C_4 หมายถึง วัชพืชที่สังเคราะห์แสงแล้วได้สารประกอบเสถียร ตัวแรกมีคาร์บอน 4 ตัว วัชพืชกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่ากลุ่มแรก ได้แก่ หญ้าตีนนก แห้วหมู และผักโขม ตัวอย่างพืชปลูกและวัชพืชในกลุ่ม C_4 แสดงไว้ในตารางที่ 15.6

3) วัชพืชพวก CAM หมายถึง วัชพืชที่มีขบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เป็นทั้งแบบ C_4 และ C_3 โดยปากใบจะรับกาซ CO_2 เฉพาะเวลากลางคืน และปิดปากใบเวลากลางวัน มักเป็นวัชพืชในเขตแห้งแล้ง เช่น ตะบองเพชรชนิด *Opuntia spp.*

ตารางที่ 15.6 ตัวอย่างของพืชและวัชพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มพืชที่มีประสิทธิภาพต่ำในการสังเคราะห์แสง (C_3) และพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการสังเคราะห์แสง (C_4) (จรูญ 2537)

พืช C_3		พืช C_4	
พืชปลูก		**พืชปลูก**	
	ถั่วลิสง		อ้อย
	ถั่วเหลือง		ข้าวฟ่าง
	ฝ้าย		ข้าวโพด
	ข้าว	**วัชพืช**	
	มันสำปะหลัง		ผักโขม (*Amaranthus sp.*)
	มันเทศ		หญ้าแพรก (*C. dactylon*)
	กล้วย		แห้วหมู (*C. rotundus*)
	มะพร้าว		หญ้าตีนนก (*Digitaria sp.*)
วัชพืช			หญ้าตีนกา (*E. indica*)
	สองหาง (*B. pilosa*)		หญ้าคา (*I. cylindrica*)
	หญ้าตีนห่าน (*C. album*)		หญ้าชันอากาศ (*Panicum repens*)
	ผักตบชวา (*E. crassipes*)		หญ้าขจรจบ (*Pennisetem sp.*)
	ไมยราบ (*M. pudica*)		หญ้าโขย่ง (*R. cochinchinensis*)
	ถั่วผี (*Cassia obtusifolia*)		น้ำนมราชสีห์ (*E. hirta*)
	ไม้กวาด (*Sida sp.*)		ผักเบี้ยใหญ่ (*P. oleracea*)
	หญ้าแม่มด (*Striga sp.*)		หนามกระสุน (*Tribulus terrestris*)

บทที่ 16 การแข่งขันและการเจริญเติบโตของวัชพืช

Chapter 16 Competition and Growth of Weeds

16 การแข่งขันและการเจริญเติบโตของวัชพืช
Competition and Growth of Weeds

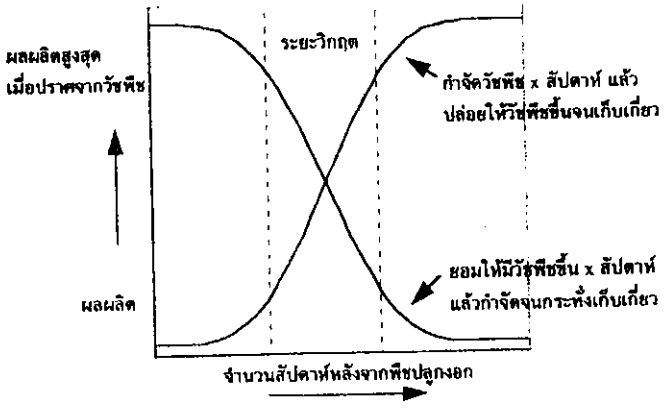
1. ประเภทของการแข่งขัน (Types of Competition)

โดยปกติแล้วพืชทุกชนิดมีการแข่งขันกันในเรื่องปัจจัยของการเจริญเติบโต เพื่อความอยู่รอดและแพร่พันธุ์ พืชประธานหรือพืชหลักที่เราปลูกก็มีวัชพืชเป็นคู่แข่ง เรียกว่า **การแข่งขันระหว่างชนิด (interspecies competition)** ซึ่งรวมถึงการแข่งขันของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่เจริญอยู่ในพื้นที่เดียวกัน เช่น หญ้าขจรจบ และหญ้าคา ส่วนการแข่งขันระหว่างหรือภายในพืชชนิดเดียวกันเอง เช่น พืชประธานชนิดเดียวกันถ้าปลูกชิดกันเกินไปก็จะเกิดการแข่งขันกันเอง ทำให้เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ หรือวัชพืชชนิดเดียวกัน หากเติบโตหนาแน่นเกินไปจะบดบังแสง และแย่งอาหารกันเอง การแข่งขันของพืชใน species เดียวกันนี้เราเรียกว่า **การแข่งขันภายในชนิด (intraspecies competition)**

การแข่งขันในธรรมชาติของวัชพืชนี้ จะมีช่วงเวลาหนึ่งที่พืชประธานจะได้รับผลกระทบในการเจริญเติบโตมากที่สุด ความหนาแน่นของประชากรของวัชพืช ณ จุดนี้ เรียกว่า ระดับวิกฤตของปริมาณวัชพืช (critical threshold level) และช่วงเวลา ณ จุดนั้นเรียกว่า ช่วงเวลาหรือระยะวิกฤต (critical period) (ภาพที่ 16.1) ตัวอย่างระยะวิกฤตของพืชและวัชพืชได้แสดงไว้ในตารางที่ 34

2. พื้นฐานทางสรีรวิทยาของความสามารถในการแข่งขัน

พื้นฐานทางสรีรวิทยาของพืช เป็นสิ่งสำคัญในการที่จะบอกได้ว่า พืชชนิดใดมีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่ากัน นักสรีรวิทยาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับเรื่องความสามารถในการสังเคราะห์แสงมาก ที่สุด โดยแบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีประสิทธิภาพสูงในการสังเคราะห์แสง (C_4) และกลุ่มที่มีประสิทธิภาพต่ำในการสังเคราะห์ (C_3) ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้จะมีความแตกต่างกันทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา ทำให้พืชในกลุ่ม C_4 สามารถที่จะปรับตัวได้ดี ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความเครียดสูง เช่น แดดจัด อุณหภูมิสูง และความชื้นต่ำ แต่ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ปกติ พืชทั้ง 2 กลุ่มนี้จะมีการเจริญเติบโตไม่ต่างกันมากนัก และพบว่าในบรรดาวัชพืชร้ายแรงที่มีการศึกษา 18 ชนิด มีวัชพืชจัดเป็นพืชกลุ่ม C_4 ถึง 14 ชนิด (78%) และในทางตรงข้ามพืชหลัก หรือพืชประธานที่ศึกษา 15 ชนิดมีชนิดที่เป็นพืชกลุ่ม C_4 เพียง 3 ชนิด (20%) เท่านั้น (Salisbury and Ross 1992)



ภาพที่ 16.1 แสดงระยะวิกฤติของพืชที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่มีการแข่งขันของพืช(จรูญ 2537)

ตารางที่ 16.1 ระยะวิกฤตของพืชประธานบางชนิดในการแข่งขันกับวัชพืช (จรูญ 2537)

ชนิดของพืช	ระยะเวลาหลังจากปลูก (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)
ข้าวโพด	49 (20-30 ในหลายประเทศ)	120
ถั่วเหลือง	42	125
ถั่วเขียว	21-35	60-65
ถั่วลิสง	42	105
หอม	56	95
ข้าวไร่	40 (40-60 ในบางประเทศ)	120
ข้าวนาดำ	30-40	12

3. เป้าหมายของการแข่งขัน

3.1 ธาตุอาหาร (Nutrients)

วัชพืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารต่าง ๆ จากดินได้เร็วกว่า และในปริมาณที่มากกว่าพืชปลูก จึงสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้ดีกว่าพืชปลูก นอกจากนี้ปุ๋ยที่ใส่อาจไปกระตุ้นให้วัชพืชเจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น ทำให้พืชปลูกได้รับผลกระทบมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย หรือถ้าจะให้การใส่ปุ๋ยได้ผลดีก็ต้องมีวัชพืชขึ้นอยู่น้อย ธาตุอาหารที่แก่งแย่งกันมาก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน

ในข้าวไร่ที่มีแห้วหมูเป็นพืชหลัก พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้แห้วหมูเจริญเติบโตดูดไนโตรเจนได้มากขึ้น หรือช่วยเพิ่มความสามารถในการแก่งแย่งของวัชพืช เป็นเหตุให้ผลผลิตของข้าวไร่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตามมีวัชพืชบางชนิด เช่น จอก ที่ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในข้าว

วัชพืชหลายชนิดอาจไม่ค่อยได้รับผลกระทบจากดินที่ขาดธาตุโปแตสเซียม ต่างกับพืชประธานที่จะมีอาการแคระแกร็นอย่างรุนแรง แต่ถ้ามีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมให้เมื่อใด วัชพืชก็จะแก่งแย่งได้ดีกว่า ความสามารถในการดูดซึมฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมของวัชพืชและพืชประธานแตกต่างกันไปตามชนิดและระยะการเจริญเติบโตของพืชที่ขึ้นอยู่ร่วมกัน เช่น ถั่วลันเตาดูดธาตุฟอสฟอรัสในดินได้ในปริมาณน้อยกว่าวัชพืชพวกผักโขมรากแดง (*Amaranthus retroflexus*) ซึ่งมีระบบรากแผ่กว้างกว่าและน้อยกว่าหญ้าหางจิ้งจอก (*Setaria viridis*) ซึ่งมีรากหยั่งลงดินได้ลึกกว่ารากถั่ว ดังนั้นในการใส่ปุ๋ยเพื่อให้เกิดผลดีกับพืชปลูก จึงควรทำควบคู่ไปกับการกำจัดวัชพืช ถ้าใส่ปุ๋ยโดยไม่กำจัดวัชพืชอาจก่อให้เกิดผลเสียกับพืชปลูกมากกว่าผลดีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว (จรูญ 2537)

3.2 น้ำ (Water)

วัชพืช นอกจากจะแย่งใช้น้ำจากพืชประธานโดยตรงแล้ว ยังทำให้ปริมาณน้ำที่พืชประธานจะใช้ได้ลดลงอีกด้วย การที่วัชพืชและพืชประธานมีการตอบสนองต่อปริมาณน้ำในดินแตกต่างกันอาจบอกถึงความแตกต่างกันในการแพร่กระจายของระบบราก อัตราการเจริญเติบโตของราก ความทนทานต่อการขาดน้ำในเนื้อเยื่อพืช และความสามารถในการควบคุมการคายน้ำของพืชแต่ละชนิด มีการศึกษาการแพร่กระจายของรากข้าวฟ่างกับวัชพืช 3 ชนิด และพบว่า ข้าวฟ่างมีระบบรากอยู่ลึกไม่เกิน 1.7 เมตร และกระจายออกด้านข้างประมาณ 4.3 เมตร ในขณะที่หญ้าตีนนก (*D. sanguinalis*) และหนามกระสุนมีระบบรากที่กว้างใหญ่กว่า ส่วนวัชพืชพวกผักโขม (*Amaranthus sp.*) ถึงแม้จะมีระบบรากเล็กกว่าแต่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุให้วัชพืชสามารถแก่งแย่งน้ำหรือธาตุอาหารในดินได้ดีกว่าข้าวฟ่าง (Davis *et al.* 1967) มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างถั่วเหลืองและวัชพืช 7 ชนิด พบว่าวัชพืชพวกผักโขมมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง และอัตราส่วนของการสังเคราะห์แสงต่อการคายน้ำสูงกว่าพืชอื่น ๆ 2-3 เท่า และถั่วเหลืองจะมีการสูญเสียน้ำมากที่สุด การที่วัชพืชมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพืชปลูก อาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้วัชพืชเจริญเติบโตได้เร็วกว่าและแก่งแย่งปัจจัยเพื่อการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชปลูก (Patteson and Flint 1983)

3.3 แสงสว่าง (Light)

พืชทั่วไปใช้แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานในการสังเคราะห์แสง ควบคุมพัฒนาการและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืช แต่วัชพืชและพืชประธานหรือวัชพืชกันเอง อาจเกิดการบังร่มซึ่งกันและกัน เป็นเหตุให้ปริมาณและคุณภาพของแสงที่ส่องเข้าไปใต้ทรงพุ่มเปลี่ยนไป เช่น ทำให้สัดส่วนของแสงสีแดง (R) กับแสง far-red (FR) ลดต่ำลง ส่งผลกระทบต่อระบบ phytochrome ทำให้ลำต้นพืชใต้ทรงพุ่มยืดตัวยาวกว่าปกติ และกระทบต่อการงอกของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ใต้ทรงพุ่ม ตามปกติพืชหรือวัชพืที่อยู่ใต้ทรงพุ่มจะได้รับแสงน้อย ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะด้อยลง การ

เจริญเติบโตไม่ดี แต่ก็มีวัชพืชหลายชนิด สามารถปรับตัวได้ดีทั้งทางด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา จึงไม่ได้รับผลกระทบต่อการเจริญเติบโตมากนัก เมื่อได้รับแสงน้อยลง ตัวอย่างเช่น แห้วหมู และหญ้าคา

บางครั้งการบังร่มอาจเป็นปัจจัยส่งเสริมความสูงของตัวอย่าง เช่น หญ้าโขย่ง เมื่อขึ้นในสภาพที่มีแสงประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ จะมีลำต้นสูงกว่าเมื่อได้รับแสงเต็มที่ การตอบสนองต่อการบังร่มในลักษณะนี้ใช้อธิบายความสามารถในการแข่งขันของหญ้าโขย่ง (*Rottboellia exaltata*) กับข้าวโพดได้เป็นอย่างดี และมีรายงานว่า ส่วนยังเน้นด้วยว่าหญ้าโขย่งที่ขึ้นอยู่ในข้าวโพดแก่งแย่งกันในเรื่องแสงมากกว่าเรื่องธาตุอาหารหรือน้ำในดิน (Thomas and Allison 1975)

การแก่งแย่งแสงระหว่างแห้วหมู กับกระเทียมภายใต้สภาพที่มีธาตุอาหารและน้ำพอเพียง ทำให้ผลผลิตกระเทียมลดลงถึง 89 เปอร์เซ็นต์ พืชหรือวัชพืชที่มีทรงพุ่มสูง ต้นตั้งตรง ใบแผ่กว้าง มีความสามารถในการแก่งแย่งแสงได้ดีกว่าพวกที่มีทรงพุ่มเตี้ย ต้นแผ่หรือเลื้อยไปตามดินหรือพวกที่มีใบตั้ง (จรูญ 2537)

3.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ในสภาพปกติวัชพืช C_4 มีประสิทธิภาพในการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า สามารถเจริญเติบโตและมีพัฒนาการได้เร็วกว่าพืชประธาน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ ส่งผลให้วัชพืชแข่งขันได้ดีกว่าพืชประธาน แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 350 เป็น 600 หรือ 1000 ppm ปรากฏว่าวัชพืชพวก C_3 และถั่วเหลืองมี net assimilation rates (NAR) เพิ่มขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นช่วยกระตุ้นให้พืช C_3 สร้างมวลชีวภาพแห้งได้มากขึ้น และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นสามารถช่วยให้ถั่วเหลือง (C_3) แข่งขันกับหญ้าพง ซึ่งเป็นพืช C_4 ได้ดีขึ้น (Patterson and Flint 1983)

4. ปัจจัยที่มีผลในการแข่งขันและการเจริญเติบโตของวัชพืช

การเจริญเติบโต หรืออัตราในการเจริญเติบโตของวัชพืช มีความสำคัญมากต่อการแข่งขันและการเจริญเติบโตของวัชพืช ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

4.1 ชนิดของพืชประธาน

พืชประธานที่สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็ว ทรงพุ่มใหญ่ ระบบรากแข็งแรง จะสามารถแข่งขันกับวัชพืชที่เจริญเติบโตช้า ทรงพุ่มเล็ก ต้นเตี้ย หรือระบบรากจำกัด เช่น ข้าวโพด แข่งขันกับวัชพืชได้ดีกว่าถั่วเหลือง เป็นต้น

4.2 ความหนาแน่นของพืชประธาน

พืชประธานที่มีความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่สูง หรือปลูกถี่หรือระยะปลูกแคบ จะคลุมพื้นที่มาก รวดเร็ว และแข่งขันกับวัชพืชได้ดี แต่ต้องคำนึงถึง intraspecies competition ที่จะเกิดขึ้นในพืชประธาน นั้น ๆ ด้วยว่าไม่หนาแน่นจนกระทั่งเกิดการแข่งขันกันเองจนการเจริญเติบโตลดลง

4.3 ช่วงเวลาการงอกของวัชพืช

พืชประธานที่ปลูกเวลาใกล้เคียงกันกับการงอกของวัชพืช คือไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการงอกของวัชพืชเพียงเล็กน้อย และพืชประธานยังไม่ตั้งตัว จะถูกกระทบโดยการแข่งขันของวัชพืชมาก เพราะวัชพืชจะเจริญได้รวดเร็วกว่า แต่ถ้าวัชพืชงอกหลังจากที่พืชประธานตั้งตัวได้แล้ว มักจะมีผลกระทบน้อยต่อการเจริญเติบโตของพืชประธาน

4.4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือสภาพดิน ฟ้า อากาศ ชนิดของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการเขตกรรม ทำให้วัชพืชเจริญเติบโตได้ หรือแข่งขันกับพืชประธานได้

5. การประเมินความสามารถในการแข่งขัน

วิธีการประเมินความสามารถในการแข่งขัน ทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ทำได้ง่ายที่สุด คือ วิธีการทดแทน (Replacement series) โดยวัดผลผลิตสัมพัทธ์ของพืช (Plant Relative Yield, PRY) ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้ง ต่อต้นของชนิดของพืช (คือ วัชพืชแต่ละ species และพืชประธานที่ปลูก) ในพื้นที่ที่กำหนด

ตัวอย่าง เช่น มีพืช ก และ พืช ข ปลูกอยู่ในพื้นที่เดียวกัน การเติบโตและแข็งขัน อาจมีหลายลักษณะคือ

กก = บริเวณที่มีการเจริญของ species ก เดี่ยว ๆ (monoculture)

ขข = บริเวณที่มีการเจริญของ species ข เดี่ยว ๆ (monoculture)

กข หรือ กข = บริเวณที่มีการเจริญร่วมกันของ species ก และ ข (mixculture)

5.1 ผลผลิตสัมพัทธ์ของ ก (ในการแข่งขันร่วมกับ ข)

$$= \frac{\text{น้ำหนักแห้ง ก ต่อต้นที่ปลูกอยู่ในลักษณะ กข}}{\text{น้ำหนักแห้งของ ก ต่อต้น ที่ปลูกอยู่ในลักษณะ กก}}$$

5.2 ผลผลิตสัมพัทธ์ของ ข (ในการแข่งขันร่วมกับ ก)

$$= \frac{\text{น้ำหนักแห้ง ก ต่อต้นที่ปลูกอยู่ในลักษณะ ขก}}{\text{น้ำหนักแห้งของ ข ต่อต้น ที่ปลูกอยู่ในลักษณะ ขข}}$$

ถ้าค่าผลผลิตสัมพัทธ์ = 1.0 แสดงว่าการแข่งขันระหว่าง intraspecies เท่ากับ interspecies

(PRY) < 1.0 แสดงว่าการแข่งขันระหว่าง interspecies รุนแรงกว่า intraspecies

> 1.0 แสดงว่าการแข่งขันระหว่าง intraspecies รุนแรงกว่า interspecies

5.3 ผลรวมของค่าผลผลิตสัมพันธ์ (Relative Yield Total, RYT) คือ ผลรวมของผลผลิตสัมพัทธ์ของพืชแต่ละชนิด ซึ่งสามารถบอกได้ว่าพืชแข่งขันกันเพื่ออะไร

ผลรวมของค่าผลผลิตสัมพันธ์ (RYT) = ผลผลิตสัมพันธ์ของ ก/2 + ผลผลิตสัมพันธ์ของ ข/2

ถ้าค่าผลรวมของค่าผลผลิตสัมพันธ์ (RYT) = 1.0 แสดงว่า ก และ ข แข่งขันกันเพื่อปัจจัยอย่างเดียวกัน

> 1.0 แสดงว่า ก และ ข ใช้ปัจจัยในการเจริญเติบโตต่างกันและเกื้อหนุนซึ่งกันและกันเพราะค่าผลผลิตในการปลูกร่วมกันดีกว่าที่ปลูกเดี่ยว ๆ คือ พืช ก และ ข ส่งเสริมการเจริญเติบโตซึ่งกันและกัน

< 1.0 แสดงว่า ก และ ข ปฏิกิริยาข่มกัน (Allelopathy)

6. การขยายพันธุ์ของวัชพืช (Weed Reproduction)

วัชพืชมีการขยายพันธุ์รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง การขยายพันธุ์ของวัชพืช มี 2 แบบ คือ แบบไม่ใช้เพศ (vegetative หรือ asexual reproduction) และแบบใช้เพศ (sexual reproduction)

6.1 การขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (Vegetative หรือ asexual reproduction)

การขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ เป็นวิธีที่สำคัญมากที่ทำให้วัชพืชยืนต้น (perrenial weed) และวัชพืชล้มลุก (annual weed) ขยายหรือแพร่ไปได้รวดเร็วในขณะที่ยังไม่มีเมล็ด วัชพืชเหมือนพืชอื่น ๆ ทั้งหลายที่มีการขยายพันธุ์ โดยใช้ส่วนของลำตัน ดังนี้ คือ

1) หัว (Tuber) เป็นส่วนของลำต้นใต้ดินที่ขยายใหญ่เพื่อเก็บสะสมอาหารและสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ เช่น แห้วหมู และตระกูลกก ส่วนใหญ่

2) หัวกลีบ (Bulb) เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน ที่มีตาเจริญเป็นกลีบ ๆ มียอดอ่อนของแต่ละกลีบ เช่นเดียวกับหอมแดง หรือ กระเทียมที่ใช้ปรุงอาหาร วัชพืชพวกนี้ได้แก่ หอมป่า และกระเทียมป่า

3) เหง้า (Rhizome) เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน มีข้อ ปล้อง และมีรากที่ข้อแต่ละข้อ ทำให้สามารถแตกหน่อใหม่จากข้อดังกล่าวได้ พบในวัชพืชร้ายแรงตระกูลหญ้า เช่น หญ้าคา หญ้าขจรจบ หญ้าไทร ผักแว่น ฯลฯ

4) ไหล (Stolon) เป็นส่วนของลำต้นเหมือนเหง้าแต่อยู่บนดินและเจริญแผ่ไปบนผิวดิน บริเวณใดที่สัมผัสดินก็จะงอกรากออกมายึดดินและเจริญเป็นต้นได้ เช่น หญ้าตะกรับ กระทกรก ฯลฯ

5) หน่อ (Shoot หรือ sucker) เป็นส่วนตาของโคนต้น ที่แตกออกมาและเจริญเป็นลำต้น เช่น จอกแหน ผักกูดน้ำ หญ้ารังนก ผักตบชวา ฯลฯ

ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ส่วนที่จะขยายพันธุ์ (Vegetative part) เหล่านี้จะพักตัว และจะเจริญใหม่เมื่อมีสภาพที่เหมาะสม และการขยายพันธุ์อาจเริ่มไปพร้อม ๆ กับการเจริญเติบโตของต้นแม่ เช่น แห้วหมูสามารถสร้างหัวใหม่หลังจากงอกจากหัวเก่าเพียง 3 สัปดาห์ ส่วนจอกสามารถแตกหน่อได้หลังจากต้นเก่าอายุเพียง 18 วัน หรือมีใบเพียง 2 ใบ (จรูญ 2537)

6.2 การขยายพันธุ์แบบใช้เพศ (Sexual reproduction)

การขยายพันธุ์แบบใช้เพศ คือ ใช้เมล็ด เป็นการขยายพันธุ์ที่รวดเร็ว และมีปริมาณมากต่อครั้ง ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเช่นฤดูแล้ง เมล็ดเหล่านี้จะพักตัวและจะเจริญอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความชื้นในฤดูฝน การขยายพันธุ์แบบใช้เพศนี้ ส่วนใหญ่จะเป็น annual weeds เช่น ผักโขม ผักเบี้ยหิน หญ้าข้าวนก หญ้าปากควาย ฯลฯ การกระจายของเมล็ดมีความสำคัญมาก เพราะวัชพืชส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักเบา และมีวิวัฒนาการของรูปร่างลักษณะให้เหมาะสมกับการปลิวไปตามลม หรือลอยไปกับน้ำ เช่น มีขนห่อหุ้ม มีปีกเป็นเยื่อบาง ๆ นอกจากนี้แล้วมีตัวนำ เช่นอุปกรณ์ในการเกษตร (จอบ เสียม พลั่ว ฯลฯ) ที่อาจมีเมล็ดวัชพืชติดไป ทำให้มีการกระจายของวัชพืชเร็วขึ้น หรือสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวนำที่สำคัญ เช่น มนุษย์ และนก นกจะกินผลวัชพืชบางชนิด เช่น กาฝาก แล้วจะถ่ายมูลซึ่งมีเมล็ดกาฝาก ที่มีเมือกเหนียวหุ้มและติดบนกิ่งไม้ได้เป็นอย่างดี เมล็ดดังกล่าวก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นกาฝากต่อไป มนุษย์เป็นผู้นำวัชพืชมาปลูกโดยตรง เช่น ผักตบชวา ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซีย เนื่องจากมีดอกสวยงามได้กลายเป็นวัชพืชที่มีปัญหามากในขณะนี้ อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ ไมยราพยักษ์ (*Mimose pigra*) ซึ่งผู้นำเกษตรกรชาวไร่ยาสูบนำเข้ามาเพื่อเป็นพืชบำรุงดิน เลี้ยงครั่ง และปลูกเป็นไม้ยึดหน้าดิน หรือเพื่อป้องกันการพังทลายของดิน ปัจจุบันนี้เป็นวัชพืชที่ร้ายแรงของภาคเหนือ และภาคกลาง

7. ปัจจัยที่สำคัญในการขยายพันธุ์ของวัชพืช

7.1 แสงสว่าง (Light) มีความสำคัญต่อวัชพืช 2 ประการคือ

1) ความยาวของช่วงแสง (Photoperiod)

วัชพืชฤดูเดียว (annual weed) เช่น วัชพืชตระกูลหญ้า ส่วนใหญ่จะออกดอกเมื่อมีช่วงแสงหรือช่วงวันกว้าง (long day) แต่มีวัชพืชบางชนิดที่จะออกดอกได้ดี เมื่อมีช่วงแสงเป็นวันกลาง (neutral day) ในขณะที่วัชพืชบางชนิดต้องการช่วงวันสั้น (short day) เช่น ในแห้วหมูพบว่า ถ้าได้รับช่วงแสงสั้น น้อยกว่า 10 ชั่วโมง จะกระตุ้นการออกดอก นั่นคือแห้วหมูเป็นพืชวันสั้น และจะไม่มีการออกดอกถ้าให้แสงเกิน 18 ชั่วโมง หรือ หญ้าตะกรับ ซึ่งเป็นพืชตระกูลกก จะสร้างจำนวนหัวมากหากได้รับวันสั้น และจะสร้างหัวใหญ่มาก แต่มีจำนวนหัวน้อย ถ้าได้รับช่วงแสงยาว

2) ความเข้มของแสง (Light intensity)

ความเข้มของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโต และการสะสมน้ำหนักแห้งของพืชตัวอย่าง เช่น แห้วหมูในที่กลางแจ้งจะมีใบสั้น และมีจำนวนหัวมาก แต่แห้วหมูที่เจริญในที่ร่ม หรือที่ที่มีความเข้มข้นของแสงต่ำ จะมีจำนวนหัวต่ำและขนาดของหัวจะเล็กมาก (Patterson 1982) และพบว่าหญ้าคาในที่ร่ม จะมีจำนวนเหง้าลดลงถึง 75% (Manuel 1977)

7.2 ดิน (Soil)

ดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของวัชพืชใน 2 ลักษณะดังนี้ คือ

1) ลักษณะเนื้อดิน (Soil texture)

มีผลโดยตรงกับพืชที่ขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ คือสร้างเหง้า หัว หรือ หน่อ เช่น หญ้าพง สามารถเจริญได้ดีในดินร่วนปนทราย และสร้างเหง้าได้มากกว่าในดินเหนียวถึง 2 เท่า

2) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility)

ความสมบูรณ์ของแร่ธาตุที่อยู่ในดิน จะทำให้ผักตบชวาขยายพันธุ์ด้วยหน่อ แต่ถ้าขาดแคลนธาตุอาหารจะขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

7.3 น้ำ (Water)

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการเจริญเติบโตของพืช และพืชประธานที่มีระบบรากลึกและแผ่กว้างจะสามารถแย่งน้ำจากวัชพืชในสภาวะที่มีการแข่งขันกันได้มากกว่าวัชพืช ส่วนใหญ่การแข่งขันจะรุนแรงในพืชประธานที่มีระบบรากแบบรากฝอย (adventitious root) ซึ่งจะไม่ลึก แต่แผ่กระจายออกทางด้านข้าง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำ ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละพืช

8. การแพร่กระจายของวัชพืช (Weed Distribution)

การแพร่กระจายของวัชพืชมักจะหมายถึงการแพร่กระจายโดยใช้เมล็ด หรือ ส่วนขยายพันธุ์อื่น ๆ เช่น หน่อ เหง้า ลำต้น ฯลฯ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการแพร่กระจายของเมล็ดมีดังนี้

8.1 ลม (Wind)

วัชพืชมีวิวัฒนาการเพื่อให้แพร่กระจายไปในอากาศได้ไกล ๆ โดยเมล็ดวัชพืชส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักเบา เช่น เมล็ดของหญ้าจิ๋ว หรือหญ้าแม่มด (*S. asiatica*) จะมีน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 0.0096 mg. หญ้าขน (*B. mutica*) มีน้ำหนักเพียง 0.291 mg. (Noda et al. 1985) **(ภาคผนวกที่ 4)** และบางครั้งเมล็ดจะมีขนหรือปีก และมีลักษณะแบน หรือเรียวเป็นรูปกระสวย เพื่อเอื้ออำนวยให้ลมพัดไปได้ไกลยิ่งขึ้น เช่น หญ้ากำมะหยี่ หญ้าคา ฯลฯ

8.2 น้ำ (Water)

น้ำเป็นตัวกลางที่พัดพาเอาวัชพืชจากที่หนึ่งไปสู่ที่หนึ่งไปสู่ที่หนึ่ง โดยอาจพัดไปทั้งต้น เช่น ผักตบชวา หรือจอกแหน หรือผัดผาเฉพาะเมล็ดเพื่อไปงอกที่อื่น เช่น เมล็ดไมยราบยักษ์ ซึ่งระบาดทั่วไปทั้งลุ่มน้ำโขง และภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ทำให้เป็นปัญหาใหญ่ของประเทสในขณะนี้

8.3 สัตว์ (Animal)

สัตว์กินผลของวัชพืชและถ่ายมูล ทำให้เมล็ดวัชพืชสามารถงอกที่อื่นได้ เช่น เมล็ดกาฝาก เมล็ดตำลึง เมล็ดไทร ฯลฯ หรือ เมล็ดสามารถเกาะติดไปกับลำตัว ขน ขา ปีก เท้า ของสัตว์ได้ เช่น หญ้าเจ้าชู้ หรือ ผักโขม สัตว์ที่สำคัญที่ช่วยในในการแพร่กระจายของวัชพืช คือ นก หนู มด แมลง

8.4 คน (Human)

ในอดีต คนเป็นพาหะของวัชพืชที่ร้ายแรงหลายชนิด จะโดยตั้งใจ หรือไม่ตั้งใจก็ตาม ผักตบชวา ซึ่งเป็นวัชพืชน้ำที่ร้ายแรงในปัจจุบันนี้ นำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซียในปี 2444 เพื่อต้องการใช้เป็นไม้ประดับ ต่อมาในปี 2595 มีการนำเข้าหญ้าขจรจบดอกเล็ก ดอกใหญ่ และดอกเหลือง เพื่อใช้ปลูกเป็นอาหารสัตว์ ทำให้แพร่ระบาดเป็นปัญหาร้ายแรงในการเกษตรในปัจจุบันนี้ และไมยราบยักษ์ ซึ่งมิใช่วัชพืชพื้นเมืองของไทยได้ถูกนำเข้าจากประเทสอินโดนีเซีย ในปี 2590 เพื่อเป็นพืชคลุมดิน และทำปุ๋ยสดในแปลงยาสูบ (บรรพต 2524) ต่อมามีการระบาดแพร่กระจายไปตามลุ่มน้ำที่สำคัญ ในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือตอนบน (คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำ 2520)

นอกจากนี้วัชพืชยังติดไปกับเครื่องมือการเกษตรของคน เช่น รถไถ จอบ มีด รวมทั้งเมล็ดพันธุ์ที่ใช้หว่าน อีกด้วย

8.5 แรงระเบิดตามธรรมชาติ (Explosion mechanism)

เมล็ดวัชพืชเป็นจำนวนมากที่แตกออกจากฝักโดยแรงระเบิดของฝักและสามารถแพร่กระจายไปได้ไกล ๆ เช่น ต้อยติ่ง หญ้ายาง ฯลฯ

บทที่ 17 การควบคุมวัชพืชเบื้องต้น

Chapter 17 Introduction to Weeds Control

17 การควบคุมวัชพืชเบื้องต้น
Introduction to Weed Control

1. ความหมายของการควบคุมวัชพืช (Definition)

การควบคุมวัชพืช คือ การป้องกันและกำจัดวัชพืช (prevention and control of weeds) ให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินความเสียหายทางเศรษฐกิจ หรือระดับวิกฤตของปริมาณวัชพืช (critical threshold level) การควบคุมวัชพืชจึงหมายความครอบคลุมถึง

1.1 การป้องกัน (Prevention) หมายถึง การสกัดหรือกีดกั้นมิให้เกิดขึ้น หรือ หมายถึง วิธีการใด ๆ ก็ตามที่สกัดกั้นหรือกีดกั้นมิให้ เมล็ดหรือส่วนที่วัชพืชใช้ขยายพันธุ์แพร่กระจายไปยังแหล่งต่าง ๆ

1.2 การกำจัด (Control) หมายถึง การทำลายวัชพืชที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับวิกฤต

1.3 การทำลาย (Eradication) หมายถึง การทำลายให้หมดไป หรือสูญหายไป คือ การทำลายให้สิ้นซาก ซึ่งปัจจุบันถือว่าเป็นการทำลายพันธุ์พืช และทำให้เกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศและไม่นิยมปฏิบัติ

ดังนั้น **การป้องกันและกำจัดวัชพืช** หมายถึง วิธีการใด ๆ ก็ตามที่สกัดกั้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชหรือขจัดวัชพืชที่มีอยู่ให้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ มีขั้นตอน 2 ขั้นตอน คือ การยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งเป็นการควบคุมการงอก (pre-emergence control) สารเคมีที่ใช้เรียกว่า **"ยาคุม"** ส่วนการทำให้ต้นวัชพืชที่งอกแล้วไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายในที่สุด ซึ่งเป็นการควบคุมหลังการงอก (post-emergence control) นั้น หากเป็นการใช้สารเคมี สารเคมีที่ใช้เรียกว่า **"ยาฆ่า"**

2. การป้องกัน (Prevention) มีหลายวิธีการได้แก่

2.1 การใช้เมล็ดพันธุ์พืชปลูกที่บริสุทธิ์ คือปราศจากเมล็ดวัชพืชเจือปน

2.2 การเตรียมดินสำหรับแปลงเพาะกล้าพืชปลูกหรือวัสดุที่ใช้ผสมในการเตรียมดินเพาะกล้าพืช ไม่ควรจะนำมาจากที่ ๆ มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น ถ้าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านั้น ควรจะอบฆ่าเชื้อหรือรมด้วยสารฆ่า เช่น เมลทิลโบรไมด์ เสียก่อน หรือควรเก็บชิ้นส่วนของหัว เหง้า ฯลฯ ออกให้หมด บางครั้งอาจต้องใช้ตะแกรงร่อนออกตากแห้ง แล้วเผารวมกัน

2.3 ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ต้องใช้ในแปลงปลูก ควรจะปราศจากเมล็ดวัชพืช ที่พบว่าเป็นปัญหามากคือวัชพืชในมูลโคและกระบือ ที่พบปัญหาน้อยคือ วัชพืชในมูลสุกร เป็ด ไก่ และห่าน หากเป็นปุ๋ยพืชสด ก็ควรจะระมัดระวังโดยการอบร้อนเพื่อฆ่าเมล็ดวัชพืชที่ติดมาเสียก่อน

2.4 อุปกรณ์ใช้ในการปลูกเช่น จอบ เสียม มีด คราด ไม่ควรจะมีเมล็ดหรือชิ้นส่วนของวัชพืชติดไปเพราะจะเป็นการแพร่กระจายของวัชพืชจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง

2.5 น้ำที่ใช้รดต้นไม้ในแปลงปลูกพืช หากมีเมล็ดวัชพืชหรือชิ้นส่วนของวัชพืชปะปนไป จะทำให้ วัชพืชแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นน้ำที่มีเมล็ดวัชพืชจึงไม่ควรนำมาใช้หากจำเป็นจริงๆ ควรจะผ่านตะแกรงกรองโดยมีขนาดรูของตะแกรงที่สามารถกรองวัชพืชหรือเมล็ดวัชพืชออกได้

2.6 การใช้วัสดุคลุมดิน วัสดุคลุมดินนอกจากจะช่วยรักษาความชื้นในดินและรักษาหน้าดินแล้ว ยังสามารถป้องกันการงอกของวัชพืชได้อีกประการหนึ่ง วัสดุคลุมดินที่นิยมคือใบหญ้าคา, ฟาง, แกลบ, เปลือกถั่วหรือแม้แต่พลาสติกคลุมดิน ซึ่งปัจจุบันนี้ได้ผลิตออกมาในรูปแบบที่ย่อยสลายคลุกไปกับดินได้ สำหรับหญ้าแห้วหมูนั้นสามารถที่จะใช้ทรายหรือแกลบและฟางข้าวคลุมไว้ในบริเวณที่มีหญ้าหรือที่ต้องการกำจัด หญ้าแห้วหมูจะงอกขึ้นมาบนกองทราย จากนั้นเราสามารถใช้มือดึงออกจากทรายได้อย่างง่ายดาย

2.7 การเลือกเวลาปลูก เพื่อลดการแก่งแย่งของวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกพืชไร่ หากปลูกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม วัชพืชจะงอกงามเนื่องจากเป็นฤดูฝน แต่ถ้าเลี่ยงเป็นการปลูกพืชในเดือนมีนาคมหรือเดือนตุลาคม ซึ่งจะมีฝนน้อยแต่พอเพียงสำหรับการงอกของพืชไร่ ส่วนใหญ่จะพบว่ามีวัชพืชน้อย เนื่องจากเป็นช่วงที่มีความชื้นในดินต่ำ เมื่อถึงฤดูฝนพืชประธานก็จะเจริญและตั้งตัวได้ดีแล้ว ในขณะที่วัชพืชเริ่มจะงอก พืชประธานจึงสามารถแก่งแย่งน้ำและอาหารได้ดีกว่าในช่วงต้นฤดูฝน แต่เมื่อถึงระยะกลางฤดูฝนวัชพืชจะเจริญงอกงามแข่งขันกับพืชประธาน เนื่องจากโดยปกติแล้ววัชพืชจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่ามาก เกษตรกรจึงต้องทำการขจัดวัชพืชในช่วงนั้นโดยทันทีการปลูกพืชในช่วงฤดูฝน

2.8 โดยการใช้กฎหมาย (Legal Control) การควบคุมวัชพืชโดยใช้กฎหมายมักจะเป็นการควบคุมการเคลื่อนย้าย การขนส่ง การนำเข้าโดยการควบคุมการดำเนินการ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายวัชพืชจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งโดยการจงใจ หรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือขาดความรู้ในเรื่องของลักษณะทางชีววิทยาของวัชพืช การแพร่กระจาย นิเวศวิทยา ฯลฯ ทำให้เกิดปัญหาร้ายแรงระดับประเทศได้ เช่น การนำเข้าของผักตบชวา

3. การกำจัด หรือ การควบคุม (Control) มีหลายวิธีคือ

3.1 วิธีกล (Mechanical control) คือการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการกำจัด (เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า manual control) เช่น การขุด การตัด การวิด การคราด โดยใช้มือ จอบ เสียม สวิง เรือลาก รวมทั้งการใช้ ไฟเผาและการควบคุมระดับน้ำ การใช้ไฟเผามีปัญหาที่ต้องคำนึงถึงประการหนึ่ง

คือ การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินและอินทรีย์วัตถุหน้าดินทำให้ดินลดความอุดมสมบูรณ์ และบางครั้งเป็นการกระตุ้นหรือทำลายการพักตัวของเมล็ดวัชพืชทำให้เมล็ดวัชพืชงอกเร็วขึ้นเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมวิธีนี้มักจะไม่แนะนำให้ใช้ แต่เกษตรกรมักนิยมปฏิบั ติเนื่องจากประหยัดแรงงาน และค่าใช้จ่ายมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเผาวัชพืชในป่าเปิดใหม่ ซึ่งปัญหารุนแรงที่มักจะตามมาคือการลุกลามของไฟที่เกษตรกรไม่ดูแล หรือห้าม หรือดับไม่ทัน ทำให้เกิดไฟป่า เป็นต้น ดังนั้น วิธีใช้ไฟเผาจึงเป็นวิธีการที่ต้องใช้ในพื้นที่ ๆ สามารถจำกัดขอบเขตความปลอดภัยได้ และไม่ควรใช้ในพื้นที่ที่ต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง

การควบคุมระดับน้ำ มักจะใช้กับวัชพืชที่อยู่ในน้ำหรือเจริญดีในที่ ๆ มีน้ำขัง (aquatic weed) หรือ วัชพืชที่ชอบขึ้นตามที่แห้งแล้ง ในกรณีที่เป็นวัชพืชที่อยู่ในน้ำ เช่น ผักตบชวา จอก สาหร่าย แหน ผักปอด ห้วยเทียนสี ฯลฯ มักจะมีการระบายน้ำออก ทิ้งดินให้แห้ง เมื่อวัชพืชเหล่านั้นถูกแดดเผาก็จะตาย วัชพืชบางชนิดมีความทนทานสูง เช่น ไมยราบยักษ์ แห้วหมู กกชนิดต่าง ๆ หรือวัชพืชที่ไม่ชอบที่ชื้นแฉะ เช่น หญ้าคา หญ้าขน หญ้าละออง ฯลฯ สามารถควบคุมได้โดยปล่อยน้ำเข้าแปลงให้ท่วมถึงยอด และให้น้ำขังอยู่เป็นเวลานานวัชพืชเหล่านี้ก็จะตายในที่สุด

3.2 วิธีการเขตกรรม (Cultural control) เช่น การไถพรวน การไถ การถอน การถาก หรือการทำรุ่น ซึ่งรวมอยู่ในวิธีการปลูกและการดูแลรักษา การพรวนและการไถมักจะทำอย่างน้อย 2-3 ครั้ง เพื่อพลิกดินหรือกลับหน้าดินที่มีวัชพืชงอกแล้วลงไปด้านล่าง ทำให้ วัชพืชเหล่านั้นตายและเป็นการนำเอาเมล็ดวัชพืชหรือส่วนของวัชพืชด้านใต้ดินขึ้นมาอยู่บนหน้าดิน และถูกกระตุ้น โดยแสงและความชื้นให้งอก เมื่องอกแล้วก็ถูกไถพลิกกลับลงไปใต้ดินใหม่ ถ้าทำซ้ำ 2-3 ครั้ง หรือในที่ ๆ มีวัชพืชหนาแน่น อาจทำถึง 4 ครั้ง วัชพืชก็จะถูกกำจัดให้ลดลงเป็นจำนวนมากได้

นอกจากนี้แล้วการเตรียมดินที่ดี ต้องมีการเก็บรากหรือเหง้า หรือส่วนของวัชพืชออกจากแปลงให้หมด เป็นการทำความสะอาดแปลงวัชพืชเหล่านั้น โดยอาจคราดมารวมกันไว้ ตากให้แห้งแล้วเผาทิ้ง วิธีนี้จะขจัดวัชพืชได้เป็นจำนวนมาก

3.3 การควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) เป็นการใช้สิ่งมีชีวิต (biological agent) ในการควบคุมวัชพืช สิ่งมีชีวิตที่ใช้ได้แก่ แมลงศัตรูพืช โรควัชพืชอันเกิดจากเชื้อบัคเตรี เชื้อรา ไส้เดือนฝอย เชื้อไวรัส รวมทั้งสัตว์ หรือสัตว์เลี้ยง เช่น โค กระบือ และห่าน ปัจจุบันนี้การควบคุมวัชพืชโดยชีววิธี เป็นที่นิยมเนื่องจากเป็นการลดมลภาวะอันเนื่องจาก การใช้สารเคมกำจัดวัชพืช (Herbicides) และการอนุรักษ์สมดุลย์ทางธรรมชาติ

ความหมายของ Classical biological control ของวัชพืช (Harley and Ferno 1992)

The concept of classical biological control is founded on the observed differences in abundance and distribution between weeds in their native and introduced ranges and the extent to which weeds are attacked by arthropods/pathogens in these two situations. For example, Illyrian thistle, *Onopordum illyricum*, and mist flower, *Ageratina riparia*, are not weeds in their native

ranges where they are attacked by a number of natural enemies, whereas, they form dense stands and are serious weeds in their introduced ranges where their natural enemies do not occur.

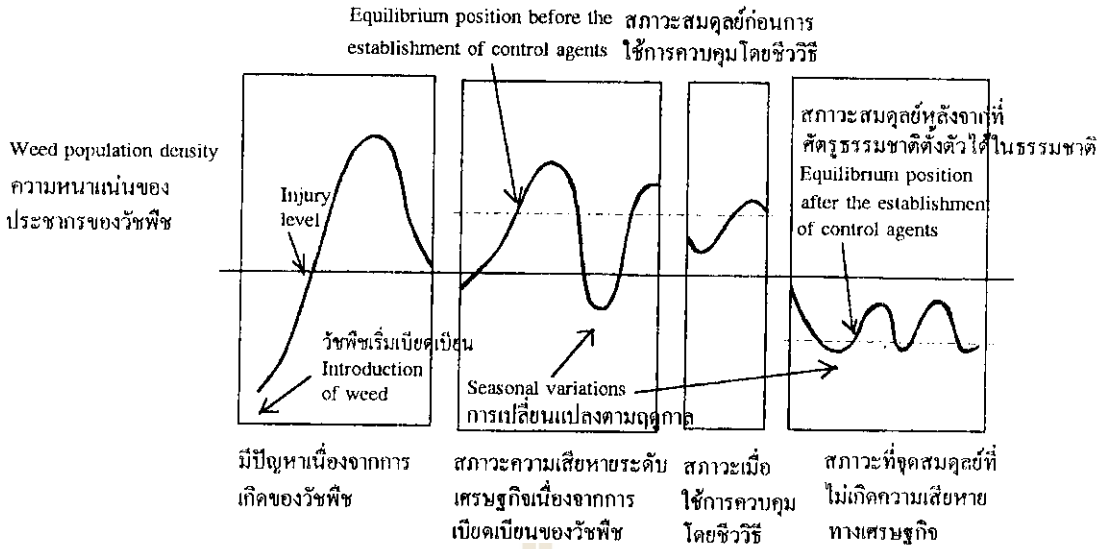
In classical biological control, host-specific natural enemies (control agents) are taken from the native range of a weed and established in its introduced range to reduce the abundance of the weed to a level at which it no longer causes a problem. Biological control establishes a natural balance between the weed and its control agents that is similar tot he balance found in the native range of the weed. Biological control alone does not eradicate a weed. Classical biological control is self-perpetuating and self-regulating as control agents become a permanent part of the biota in the region where they are established. Usually, a complex of control agents is required to produce the desired degree of control.

Classical biological control was defined as the introduction of control agents into a region, that is not part of their natural range, to suppress permanently the populations of selected target weeds. Classical biological control does not result in a steady state; living plants and control agents are involved and, as in any living dynamic system, fluctuations in population densities will occur. Classical biological control does not pollute the environment and, as control agents are chosen for their inability to survive or reproduce on any plant except the target weed, this method of weed control is entirely compatible with responsible environmental management.

หลักการใช้ Classical biological control สืบเนื่องมาจากการระบาดของวัชพืชในท้องถิ่นหนึ่งและไม่พบการระบาดของวัชพืชนั้น ๆ ในท้องถิ่นกำเนิดของมัน ทั้งนี้เนื่องจากในท้องถิ่นกำเนิดมีศัตรูธรรมชาติ เช่น โรค แมลงอาศัยอยู่กินบนวัชพืชนั้น ทำให้วัชพืชนั้น ๆ ไม่สามารถจะเจริญเติบโตแพร่หลายได้ จึงมีการนำเข้าศัตรูธรรมชาติของวัชพืชนั้น ๆ จากถิ่นกำเนิดเข้ามาในท้องถิ่น ที่มีการระบาดเพื่อควบคุมวัชพืชเหล่านั้น ศัตรูธรรมชาติดังกล่าวจะต้องมีข้อจำกัดคือ มีความเจาะจง (host-specificity) ต่อชนิดของวัชพืชและไม่ทำลายพืชชนิดอื่น ๆ

1) ความสำเร็จของการควบคุมโดยชีววิธี

เมื่อทราบรายละเอียดของขั้นตอนของข้อมูลที่ต้องทราบในการควบคุมโดยชีววิธีแล้ว ความสำเร็จของการควบคุมโดยชีววิธีของวัชพืชจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อวัชพืชนั้นก่อความเสียหายลดลงต่ำกว่าระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ



ภาพที่ 17.1 แสดงถึงความสำเร็จของการควบคุมโดยชีววิธี (Harley and Ferno 1992)

ตัวอย่างกรณีความสำเร็จของการควบคุมวัชพืชโดยชีววิธี

a) การควบคุมกระบองเพชรชนิด *Opuntia sp.* ในประเทศออสเตรเลียโดยใช้ผีเสื้อชนิด *Cactoblastis cactorum* เข้าทำลาย

b) การควบคุมผักเป็ด *Alternanthera philoxeroises* โดยใช้ด้วงหมัดชนิด *Agasicles hydrophila*.

c) ปลาเฉา *Ctenopharyngodon idella* เป็นปลาพื้นเมืองในบริเวณแม่น้ำ อาบูร ของประเทศจีนและรัสเซีย เป็นปลากินวัชพืชน้ำทั้งชนิดใต้น้ำ ผิวน้ำ และลอยน้ำ ที่ใช้ในประเทศจีน ฮังการี และญี่ปุ่น ในประเทศไทยเราศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ได้มีโครงการควบคุมวัชพืชโดยชีววิธีหลายโครงการ เช่น โครงการกำจัดผักตบชวา *E. crassipes* โดยใช้ด้วงงวง นำเข้าจากอเมริกาใต้ชื่อ *Neochetina eichharniae* (*F.* Curculionidae) โครงการปราบต้นฝอยน้ำ *(Myriophyllum spicatum)*, โครงการปราบจอกหูหนู *(Salvania molesta)* โดยใช้ด้วงงวงกินใบและลำต้น *Cyrtobagous salviniae* ตั๊กแตน *Paulinia acuminata* และผีเสื้อกลางคืนชนิด *Samea multiplicalis* เป็นต้น รายชื่อของแมลงศัตรูธรรมชขาติของวัชพืชแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 5

2) ขั้นตอนในการควบคุมโดยชีววิธี

ก่อนที่จะถึงความสำเร็จของการควบคุมโดยชีววิธี ผู้ควบคุมจะต้องมีข้อมูลรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

(1) การจำแนกชนิดวัชพืชที่ถูกต้องการศึกษาจากรายงานและออกสำรวจในเรื่องอนุกรมการแพร่กระจายของประชากรของวัชพืชนั้นๆ เพื่อเตรียมรับสถานะการณ์ในการนำชนิดของศัตรูธรรมชาติเข้ามาควบคุม

(2) ศึกษาจากรายงานและออกสำรวจในเรื่องชนิดของศัตรูธรรมชาติของวัชพืชนั้น ๆ รวมทั้งศัตรูธรรมชาติจากในประเทศ จากต่างประเทศ จากถิ่นกำเนิดของวัชพืช และความเป็นไปได้ในการใช้

(3) ศึกษาลักษณะทางชีววิทยา ความเจาะจงชนิด (host specificity) และนิเวศน์วิทยาของชนิดของศัตรูธรรมชาติที่มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ โดยนำมาจากถิ่นกำเนิด

(4) เลือกชนิดของศัตรูและการขออนุญาตการนำเข้าและกฎหมายกักกันพืชระหว่างประเทศ (International Plant Quarantine Law)

(5) นำศัตรูธรรมชาติมาศึกษาในสภาวะกักกัน (quarantine facilities) โดยรวมถึง

- การตรวจสอบโรค และแมลงเบียนที่ติดมากับประชากรศัตรูธรรมชาติที่นำเข้า
- การตรวจสอบคุณภาพ ศึกษาชีวิทยา การเจาะจงชนิดของประชากรศัตรูธรรมชาติที่นำเข้า
- การขออนุญาตนำไปแจกจ่ายหรือทดลองภายในประเทศจากด่านกักกัน
- การขยายพันธุ์ของศัตรูธรรมชาติเพื่อการควบคุมให้ได้ปริมาณมาก และศึกษาการตั้งตัว (establishment) และประสิทธิภาพ (efficacy) ของศัตรูธรรมชาติในสภาพไร่

3.4 การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช (Chemical control)

สารเคมีกำจัดวัชพืชชนิดแรกที่ประสพผลสำเร็จเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลกคือ MCPA และ 2-4-D ในปี 1942 หลังจากนั้นเป็นยุคของการสังเคราะห์สารเคมีปราบวัชพืช รวมทั้งการใช้และการพัฒนาเครื่องฉีดพ่นสารเคมี ตั้งแต่ปี 1968 เป็นต้นมาความต้องการการนำเข้าของสารเคมีปราบวัชพืชในประเทศไทยเรามีมากขึ้นทุกปี รายละเอียดชื่อสารเคมีกำจัดวัชพืช แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 6

การควบคุมวัชพืชโดยวิธีใด ๆ มักจะไม่ได้ผลเต็มที่ในหน้าฝน เนื่องจากต้นวัชพืชที่ถากไว้ไม่ทันแห้งและตาย เมื่อได้รับฝนก็จะเจริญงอกงามได้ดีอีก ในปัจจุบันนี้แรงงานหายาก และอัตราการค่าจ้างสูง เกษตรกรจึงหันมาสนใจการใช้สารเคมี เพราะสะดวกได้ผลเร็ว ประหยัดเวลามากกว่าวิธีอื่นแต่เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายสูง มีพิษต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งแหล่งน้ำ ดินและเกษตรกรผู้พ่นสารเคมี

1) ประเภทของสารเคมีกำจัดวัชพืช (Types of herbicides)

(1) แบ่งตามทางเข้าสู่ลำต้นพืช มี 3 ชนิดคือ

a) ชนิดดูดซึมทางใบ (foliar herbicide) ได้แก่สารเคมีกำจัดวัชพืชที่ฉีดไปที่ใบพืชสามารถดูดซึมเข้าในใบและเคลื่อนย้าย (translocate) ไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้นโดยเข้าทางท่ออาหาร (Phloem) และทำลายส่วนต่าง ๆ ของวัชพืช อาการที่แสดงออกจะอยู่ในช่วง 1-4 สัปดาห์ แล้วแต่ชนิดของสารเคมีและอัตราที่ใช้ สารเคมีประเภทนี้ได้แก่ 2-4-D, Dalapon

b) ชนิดถูกต้นตาย (contact herbicide) เป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชที่ฉีดที่ใบหรือลำต้นแล้วเซลล์พืชที่ถูกสารเคมีจะตาย สารเคมีกลุ่มนี้ไม่มีการเคลื่อนย้ายหรือดูดซึมเข้าไปในส่วนต่างๆ ของพืชและจะทำลายส่วนสีเขียวของพืช ทำให้ขาดการปรุงอาหาร วัชพืชจะค่อย ๆ เหลืองและตายไปในที่สุด

c) ชนิดดูดซึมทางราก (soil herbicide) เป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดลงดินแล้วรากวัชพืชจะดูดซึมเข้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้นโดยผ่านทางท่อส่งน้ำ (xylem) สารเคมีประเภทนี้ใช้ได้ทั้งที่เป็น pre-emergence และ post-emergence สารเคมีประเภทนี้จะออกฤทธิ์ได้ดีในที่ ๆ มีความชื้นสูง จึงควรใช้ในช่วงฤดูฝน สารประเภทนี้ได้แก่ Atrazine, Diuron และ Amythrine

(2) แบ่งตามเวลาของการใช้หรือการเจริญเติบโตของพืชประธาน มี 3 ประเภทคือ

a) ใช้ก่อนการปลูกพืชประธาน (Crop pre-planting) เป็นการใช้สารเคมีฉีดกำจัดวัชพืชก่อนที่มีการปลูกพืชประธาน หรือใช้ขณะการเตรียมดินเพื่อปลูก เพื่อความสะอาดและความสะดวกในการเตรียมดิน สารประเภทนี้อาจเป็นสารคลุกดินหรือฉีดพ่น เช่น Triflurarin, Naprofamide

b) ใช้ก่อนพืชประธานงอก (Pre-emergence หรือ ยาคุม) เป็นการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชฉีดลงดินหลังจากที่ปลูกพืชประธานแล้วหรือก่อนการงอกของพืชประธาน วิธีนี้ต้องมีการเตรียมดินที่ดีมีความชื้นพอสมควร ผิวหน้าดินควรสม่ำเสมอ สารเคมีประเภทนี้จะออกฤทธิ์ดีมากเมื่อมีฝนตกหรือดินมีความชื้นสูงหลังจากฉีดแล้ว ภายใน 3-5 วัน หรือ 1 สัปดาห์ และไม่ควรจะไถพรวนหรือเหยียบย่ำเพราะจะทำให้ฤทธิ์ของสารเคมีเสื่อมเร็ว สารเคมีประเภทนี้ได้แก่ Diuron, Atazine, Metribuzine และ Alachlor

c) ใช้หลังพืชประธานงอก (Post-emergence) เป็นการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชเมื่อพืชประธานงอกแล้ว มักจะเป็นพวกสัมผัสหรือดูดซึมเข้าทางใบและรากได้แก่ 2-4-D, ethribuzine, Ametryne, Azylam

2) ขั้นตอนและวิธีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชอย่างถูกต้อง

(1) ผู้พ่นสารเคมี ควรจะมีการป้องกันการสัมผัสกับสารเคมี เช่น สวมหน้ากากป้องกันสารพิษถุงมือ แว่นตา ใส่เสื้อคลุมป้องกันละอองยา ถุงเท้า รองเท้าผ้าใบ หรือบู๊ทยาง และเตรียมยาแก้และอุปกรณ์การปฐมพยาบาล ตามคำแนะนำของแพทย์ และจะต้องงดสูบบุหรี่ในขณะที่พ่นสาร

(2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องฉีดและอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์วัดความดันทำงานถูกต้องหัวฉีดไม่อุดตัน ถังฉีด สายยาง ปะเก็น ฯลฯ ไม่รั่ว รวมทั้งล้างสะอาดแล้ว ถังฉีดสารกำจัดวัชพืชไม่ควรใช้ปะปนกับสารเคมีชนิดอื่น เช่น สารกำจัดแมลงและโรคพืช

(3) เพื่อเป็นการประหยัดและลดการสูญเสียของสารเคมี ซึ่งมีราคาแพงการทดลองฉีดเพื่อได้ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อไร่ที่ถูกต้อง เป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติอย่างยิ่ง เนื่องจากสารเคมีกำจัดวัชพืชส่วน

ใหญ่ต้องผสมน้ำเพื่อฉีดพ่น ดังนั้นเพื่อที่จะคำนวณให้ได้ปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้ต่อไร่ ก็จะต้องทราบปริมาณน้ำที่ใช้ต่อไร่ที่ถูกต้องเสียก่อน ขั้นตอนการทดลองปฏิบัติมีดังนี้

a) วัดพื้นที่ สมมุติว่า กว้าง x ยาว = 4 x 40 เมตร = 160 ตร.ม. ขนาดพื้นที่ทดลองจะน้อยหรือมากกว่านี้ได้ตามแต่สะดวก แต่ไม่ควรจะน้อยกว่า 100 ตร.ม.

b) ตวงน้ำ 10 ลิตร ลงในถังฉีด (หรือมากกว่านี้หากพื้นที่มีขนาดใหญ่กว่านี้)

c) ทำการฉีดพ่นน้ำลงในพื้นที่ โดย

- เดินในอัตราสม่ำเสมอ
- ถือหัวฉีดนิ่ง ไม่ส่ายหรือแกว่งไปมา
- ฉีดผ่านเป็นแนวครั้งเดียวโดยขาไปและกลับ ไม่ทับแนวฉีดครั้งแรก
- เมื่อฉีดพ่นเต็มพื้นที่แล้วให้หยุดทันที

d) ตวงน้ำที่เหลือในถัง แล้วบันทึกข้อมูลไว้

e) ทำซ้ำ ข้อ c และ d ซ้ำ ๆ กันประมาณ 4 ครั้ง แล้วนำปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้มาหาค่าเฉลี่ยเป็นปริมาณน้ำที่ใช้เฉลี่ยต่อครั้ง สมมุติว่าใช้น้ำโดยเฉลี่ย 5 ลิตร

f) นำมาคำนวณ ดังนี้

เนื้อที่ 160 ตร.ม. ใช้น้ำเฉลี่ย 5 ลิตร

$\therefore$ ถ้าเนื้อที่ 1600 ตร.ม. (1 ไร่) จะใช้น้ำ $\frac{5}{160} \times 1600 = 50$ ลิตร

g) เมื่อทราบปริมาณน้ำที่ต้องใช้ต่อไร่ ก็สามารถคำนวณความเข้มข้นและปริมาตรของสารเคมีได้

(4) การคำนวณความเข้มข้นและปริมาตรของสารเคมี

ตัวอย่าง สมมุติว่ามีสารเคมีปราบวัชพืช A ชนิดละลายน้ำได้มีสารออกฤทธิ์ (อ่านจากสลาก) 20% สาร A นี้ มีคำแนะนำการใช้ให้ฉีดพ่นในอัตราสารออกฤทธิ์ 15 cc ต่อน้ำ 1 ปี๊บ ถามว่าถ้าต้องการฉีดพ่นสาร A ในเนื้อที่ 60 ไร่ ต้องใช้น้ำเท่าไร? ใช้สาร A ปริมาณเท่าใด? หากการทดลองฉีดพ่นน้ำเปล่าของคนงานฉีดพ่นสารเท่ากับ 50 ลิตรต่อเนื้อที่ 1,600 ตร.ม.

- จากการทดลองพ่นน้ำในเนื้อที่ 1 ไร่ ใช้สารผสม 50 ลิตร

$\therefore$ เนื้อที่ 60 ไร่ต้องใช้น้ำ $= 50 \times 60 = 3{,}000$ ลิตร

- คำแนะนำคือ น้ำ 1 ปี๊บ = 20 ลิตร ใช้สารออกฤทธิ์ 15 cc

$\therefore$ ต้องการน้ำ 3,000 ต้องใช้สารออกฤทธิ์ $= \frac{15}{20} \times 3{,}000$ CC

$= 2{,}250$ cc

- ถ้าต้องการสารออกฤทธิ์ 20 cc ต้องตวงสารผสมจากขวดยา 100 cc

∴ " " 2,250 cc " " $\frac{100}{20}$ x 2,250CC

= 12,250 cc

นั่นคือ ต้องใช้สารเคมีจากขวดยา = 12.25 ลิตร

∴ **ต้องใช้สาร A 12.25 ลิตร**

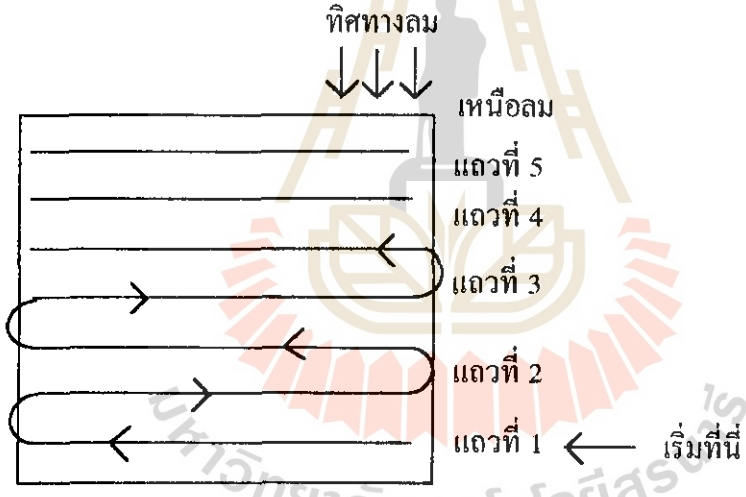
∴ **ต้องใช้น้ำผสม = 3,000-12.25 = 2,987.75 ลิตร**

(5) อ่านดูสลากสารเคมีที่ใช้ว่าเป็นชนิดใช้กับวัชพืชที่ต้องการกำจัด เป็นสารเคมีที่ยังไม่หมดอายุทราบถึงวิธีการใช้ วิธีปฐมพยาบาลเมื่อถูกสารพิษ และวิธีป้องกัน

a) ตวงสารเคมีด้วยความถูกต้องและระมัดระวัง

b) ขณะทำการฉีดพ่นสารมีหลักการว่า ผู้ฉีดจะต้องอยู่เหนือลมเสมอ เพื่อป้องกันการสัมผัสของละอองสารเคมี ดังนั้นจะต้องฉีดจากแถวล่างสุดของแปลงปลูกที่อยู่ใต้ลมแล้วค่อย ๆ ฉีดขึ้นมาจนถึงแถวบนสุด (เหนือลม)

ตัวอย่าง



(6) ห้ามสูบบุหรี่ขณะทำการพ่นสาร

(7) หากมีอาการผิดปกติ เช่น เวียนศีรษะ หน้ามืด ใจสั่น ให้หยุดทำการพ่น และรีบล้างมือ ถอดเสื้อ อาบน้ำ อยู่ในที่ ๆ อากาศถ่ายเทสะดวก ถ้าอาการยังไม่ดีขึ้น รีบไปพบแพทย์การไปพบแพทย์ เมื่อมีอาการแพ้ยาให้นำขวดสารเคมีไปให้แพทย์พร้อมผู้ป่วยด้วย เพื่อที่แพทย์จะได้รักษาได้ถูกต้องตามประเภทของสารเคมีที่ใช้

(8) หลังจากฉีดพ่นสารเรียบร้อยแล้ว ผู้ฉีดจะต้องล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำให้สะอาด และห้ามเทน้ำล้างถังลงในแหล่งน้ำสาธารณะ ล้างถังด้วยน้ำมันเบนซิน คว่ำไว้แล้วถอดชิ้นส่วนที่สำคัญ เช่น หัวฉีด ตะแกรง ฯลฯ มาล้างทำความสะอาด ล้างด้วยเบนซิน แล้วคว่ำไว้ให้แห้ง จึงประกอบกลับเข้าที่เดิม

(9) ผู้ฉีดพ่นจะต้องถอดเสื้อผ้า และเครื่องป้องกันสารเคมีทั้งหมดมาทำความสะอาด อาบน้ำ และล้างมือให้สะอาดก่อนรับประทานอาหาร หรือทำกิจกรรมอย่างอื่น

(10) ห้ามเก็บสารเคมีกำจัดวัชพืชไว้ในที่ ๆ เด็กหยิบได้ และไม่อยู่ในที่ที่ไม่ปลอดภัย เช่น วางปะปนกับอุปกรณ์เครื่องครัว, ยารักษาโรค, นมผง หรืออาหารแห้งและสด ฯลฯ ให้แยกเก็บไว้ในที่ ๆ มิดชิด และไม่มีอุณหภูมิสูงหรือถูกแดดแสง

3) ข้อควรคำนึงถึงในการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช

(1) การใช้สารเคมีในดิน

a) ควรพรวนดินให้ละเอียดและสม่ำเสมอ เพื่อที่เนื้อดินจะได้รับละอองยาเท่า ๆ กัน

b) ให้พ่นสารเคมีขณะที่ดินมีความชื้นสูง หรือถ้าเป็นดินแห้งก็ควรจะประมาณว่าจะต้อง มีฝนตกภายใน 2-3 วัน ถ้าไม่มีฝนก็ควรรดน้ำให้ชุ่ม

c) ลักษณะของเนื้อดิน ถ้าเป็นดินทราย ต้องใช้อัตราของสารเคมีต่ำกว่าปกติ ในขณะที่ดินเหนียว หรือดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะต้องการอัตราของสารเคมีสูง และในดินทรายต้องคำนึงถึงปริมาณของฝน ถ้าเป็นช่วงฝนตกชุกมากเกินไป อาจใช้ไม่ได้ผล เพราะมีการชะล้างสูง

d) จะต้องทราบข้อจำกัดของประเภทของสารเคมี และเลือกสารเคมีให้ตรงกับวัชพืชที่ต้องการกำจัดและไม่ควรถูกต้นพืชหรือใบพืชประธาน

(2) การใช้สารเคมีฉีดพ่นใบ

a) ปกติควรฉีดพ่นในช่วงที่ไม่มีฝน และทิ้งไว้ให้ยาสัมผัสหรือซึมเข้าในใบประมาณ 4-6 ช.ม. ถ้าเป็นช่วงฤดูที่มีฝนตกชุกมาก ต้องใช้ยาจับใบ หรือผงซักฟอกหรือสบู่ผสมลงในสารเคมีเพื่อช่วยให้สารเคมีติดใบดีขึ้น

b) ต้องพ่นสารเคมีให้สม่ำเสมอและทั่วถึง การเดินผ่านควรเดินในอัตราความเร็วที่เหมาะสมและเท่า ๆ กัน หากเดินช้าเกินไปจะสิ้นเปลืองน้ำยาโดยเปล่าประโยชน์ หากเดินเร็วเกินไปน้ำยาจะถูกวัชพืชไม่ทั่วถึง จึงควรทดลองฉีดพ่นโดยใช้น้ำเปล่าก่อนที่จะใช้สารเคมี รวมทั้งตรวจสอบหัวฉีดว่ามีรูออกของน้ำยาสม่ำเสมอดีก่อนใช้

c) น้ำที่นำมาผสมสารเคมี จะต้องสะอาดไม่มีเศษพืช หรือ ตะกอนดิน เพราะทำให้หัวฉีดอุดตันขณะทำการพ่น รวมทั้งลดประสิทธิภาพของสารเคมีด้วย

4) ตัวอย่างการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในพืชชนิดต่าง ๆ

(1) ข้าว

นาหว่านข้าวแห้ง

ชื่อสามัญ	อัตราการใช้ (กรัม/ไร่)	ประเภทใบวัชพืชที่ควบคุม	พิษตกค้าง
a) ยาคุมหรือยาใช้ทางดิน (ผสมน้ำฉีดหรือหว่าน)			
Oxadiazon	160 - 320	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
b) ยาใช้ทางใบหรือยาฆ่า			
2-4-D หรือ MCPA	120	กว้าง	สั้น
Propanyl 1/	320 - 480	แคบ	สั้น
Propanyl + 2-4-D	320 + 100	กว้าง, แคบ	สั้น
Propanyl + Cyobencarb	224 - 228 + 320 - 640	กว้าง, แคบ	สั้น

นาหว่านน้ำตมหรือนาหว่านข้าวงอก (ใช้ภายใน 5-7 วัน หลังจากหว่านข้าว)

a) ยาคุมหรือยาใช้ทางดิน (มักใช้หว่าน)			
Bupachlor	160	แคบ	ปานกลาง
Nitrophen	160	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
Thiobencarb	240	แคบ	ปานกลาง
Oxadiazon 2/	160	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
b) ยาใช้ทางใบหรือยาฆ่า (ให้ระบายน้ำออกจากแปลงให้แห้งก่อนการฉีดพ่นและระบายน้ำเข้าหลังจากการพ่นสารเคมีที่ใช้เหมือนในนาหว่านข้าวแห้ง)			

1/ สาร propanyl มีข้อจำกัดการใช้คือ ห้ามใช้สารเคมีใด ๆ (ไม่ว่าสารเคมีหรือกำจัดแมลง) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารพวกคาร์บาร์เมทและออร์แกนโนฟอสเฟต 10 วัน ก่อนและหลังการใช้สาร propanyl.

2/ ต้องทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ขึ้นไปก่อนการหว่านข้าว

ข้าวปักดำ (transplanted rice)

ชื่อสามัญ	อัตราการใช้ (กรัม/ไร่)	ประเภทใบวัชพืชที่ควบคุม	พิษตกค้าง
a) ยาคุมหรือใช้ทางดิน			
Oxadiazon	160 - 320	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
Butachlor	160	แคบ	ปานกลาง
Nitrofen	160	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
Thiobencarb	240	แคบ	ปานกลาง
2-4-D-Ethyl. ester 4/	120	กว้าง	สั้น
2-4-D-Isopropyl ester 4/	120	กว้าง	สั้น
Triflunalin + 4/	240 +	กว้าง, แคบ	ปานกลาง-นาน
2-4-D-Iso propyl ester	80		
b) ยาใช้ทางใบหรือยาฆ่าผสมน้ำฉีด ดูข้อ b เช่นเดียวกันกับนาหว่านข้าวแห้ง			

4/ ใช้ 5-7 วัน หลังจากปักดำ

(2) ข้าวโพด (Corn)

a) ยาคุมหรือยาใช้ทางดิน ใช้หยอดหรือผสมน้ำฉีดหลังจากหยอดเมล็ดข้าวโพด			
Atrazine	160 - 650	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
Zianazin	120 - 320	กว้าง, แคบ	ปานกลาง-นาน
Alachlor	160 - 400	แคบ	ปานกลาง-นาน
Atrazine+Metholachlor	250 + 290	กว้าง, แคบ	นาน
Metholachlor	160 - 400	แคบ	นาน
b) ยาฆ่าหรือใช้ทางใบ			
Linuson 5/			
Amethryne 5/	240	กว้าง, แคบ	สั้น
2-4-D 5/	240	กว้าง, แคบ	ปานกลาง
	80 - 240	กว้าง, แคบ	สั้น

5/ ใช้ฉีดรอบโคนข้าวโพดเมื่อข้าวโพดสูงกว่า 30 ซม. และอย่าให้ถูกยอดข้าวโพด

(3) ข้าวฟ่าง (Sorghum)

ชื่อสามัญ	อัตราการใช้ (กรัม/ไร่)	ประเภทใบวัชพืชที่ควบคุม	พิษตกค้าง
a) ยาคุม (ใช้ฉีดและคลุกลงดินภายหลังเตรียมดินแล้ว)			
Atrazine	160 - 320	กว้าง, แคบ	นาน
Atrazome+Amethrin	160 + 160	กว้าง, แคบ	นาน
b) ยาฆ่า (ใช้เมื่อข้าวฟ่างสูง 15-30 ซม. หรือมีใบ 2-4 ใบ)			
2-4-D	80 - 240	กว้าง, กก	สั้น

(4) มันสำปะหลัง (Cassava)

a) ใช้ก่อนปลูก (ใช้ฉีดและคลุกลงดินภายหลังเตรียมดินแล้ว)			
Trifluralin	80 - 160	แคบ	ปานกลาง
b) ยาคุม (ใช้ฉีดหลังการปลูกก่อนท่อนพันธุ์งอก)			
Alachlor	160 - 320	แคบ	ปานกลาง
Metholachlor	160 - 320	แคบ	ปานกลาง
Napropamide	160 - 320	แคบ	ปานกลาง
Thiobencarb	240 - 480	แคบ	ปานกลาง
Fluomethuron	160 - 320	แคบ, กว้าง	นาน
zianazine	120 - 240	แคบ, กว้าง	สั้น-ปานกลาง
Alachor + Diuron	240 + 80	แคบ, กว้าง	ปานกลาง

ชื่อสามัญ	อัตราการใช้ (กรัม/ไร่)	ประเภทใบวัชพืชที่ควบคุม	พิษตกค้าง
c) ยาฆ่า (ใช้ฉีดบริเวณโคนต้น เมื่อต้นมันสำปะหลังสูงตั้งแต่ 1 เมตร ขึ้นไป อย่าให้ถูกยอดหรือสัมผัสผิวหนังผู้ใช้)			
d) ยาสัมผัส			
Paraquat 6/	48 - 80	แคบ, กว้าง	ไม่มี
Paraquat 6/ + Diuron	80 + 320	แคบ, กว้าง	นาน
e) ยาดูดซึม			
Dalapon	800	แคบ	สั้น

(5) อ้อย (Sugar cane)

a) ยาคุม (ฉีดพ่นหลังปลูกอ้อยและก่อนที่อ้อยและวัชพืชจะงอก)			
Diuron 7/	360 - 540	แคบ, กว้าง	สั้น
Ametryne	360 - 540	แคบ, กว้าง	สั้น
Alrazine	500	แคบ, กว้าง	นาน
Metribuzine	270 - 360	แคบ, กว้าง	นาน
Alachlor	540 - 720	แคบ	ปานกลาง-นาน
b) ยาฆ่า (ฉีดพ่นหลังจากวัชพืชงอกแล้ว)			
Diuron + 2-4-D	360 + 270	แคบ, กว้าง	สั้น
Azulam	360	แคบ, กว้าง	สั้น
Ametryne + 2-4-D	360 + 270	แคบ, กว้าง	สั้น
Metribuzin + 2-4-D	360 + 270	แคบ, กว้าง	นาน

6/ อย่าให้ถูกยอดพืชประธาน 7/ อย่าใช้กับอ้อยพันธุ์ Q 83

บรรณานุกรม

Bibliography

บรรณานุกรม (Bibliography)

1. กนกพร อุ่นใจชน. 2535. *แนวทางการจัดการสารฆ่าแมลงป้องกันกำจัดศัตรูฝ้ายที่สำคัญ.* เอกสารประกอบการประชุมสัมนาทางวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 8 23-26 มิ.ย. 2535 ณ ห้องประชุมกรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-26.

2. กองกีฏและสัตววิทยา. 2535. *แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร.* เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 400 หน้า.

3. กองกีฏและสัตววิทยา. 2537. *คำแนะนำการใช้สารฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2537.* กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 236 หน้า.

4. เกษม ทองทวี, พวงทอง บุญทรง, กรแก้ว เสือสะอาด และยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ. 2534. *หนูศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด.* การอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิ.ย. 2534. กองกีฏและสัตววิทยา. หน้า 24-37.

5. เกลียวพันธุ์ สุวรรณรักษ์. 2525. *บทบาทของการกำจัดวัชพืชที่มีต่อคุณภาพและความหวานของอ้อย.* เอกสารประกอบการบรรยายในการอบรมเรื่องการวัดความหวานของอ้อย. เมษายน 2525 จังหวัดสุพรรณบุรี. 4 หน้า.

6. เกลียวพันธุ์ สุวรรณรักษ์. 2526 ก. *การควบคุมวัชพืชในไร่อ้อย.* เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรการป้องกันและกำจัดศัตรูอ้อย. 20-25 มีนาคม 2526. ณ ศูนย์ฝึกอบรมการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี. 11 หน้า.

7. เกลียวพันธุ์ สุวรรณรักษ์. 2526 ข. *การควบคุมวัชพืชในไร่อ้อย.* เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่องการปลูกอ้อยของสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออก. จังหวัดราชบุรี 20 พฤษภาคม 2526. ศูนย์วัชพืชไร่อู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. 7 หน้า.

8. เกลียวพันธุ์ สุวรรณรักษ์. 2526 ค. *วัชพืชและการป้องกันกำจัด.* เอกสารประกอบคำบรรยายวิชาวัชพืชและการป้องกันกำจัด การอบรมวิชาการปลูกและตบแต่งต้นไม้สำหรับประชาชน. 4-6 กรกฎาคม 2526. ณ ศาลาที่ว่าการกรุงเทพมหานคร กทม. 31 หน้า.

9. เกลียวพันธุ์ สุวรรณรักษ์, เสรี ทรงศักดิ์ และ เสริมศิริ ดงแสงดาว. 2526 ง. *ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับปัญหาวัชพืชในไร่อ้อยที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพอ้อย.* กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร. 6 หน้า.

10. เกรียงไกร จำเริญมา, มาลี ชวนพงศ์ และบุญสม เมฆสองสี. 2525. *ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยร่วมกับการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2525 สาขาแมลงศัตรูข้าวโพดข้าวฟ่างและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 78-85.

11. คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำ. 2520. *เอกสารวิชาการเรื่องผักตบชวา.* สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพ. 28 หน้า.

12. จรูญ พรหมชุม. 2537. *วัชพืชและการป้องกันกำจัด.* ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 176 หน้า.

13. จินตนา ทยาธรรม , สมศรี สุขสมวัฒน์ และวันทนา เทวภูชม. 2529. *ปฏิกิริยาของพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวต่อการทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2529 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 16 หน้า.

14. เฉลิม สินธุเสก และปรีชา ศิลปศร. 2526. *การประเมินความเสียหายของผลผลิตข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เนื่องจากการทำลายของแมลงศัตรูข้าวบางชนิด.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2527 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 10 หน้า.

15. ชลอ อุทกภาชน์. 2524. *คู่มือยาสมุนไพรและโรคประเทศเขตร้อน และวิธีใช้บำบัดรักษา.* สำนักพิมพ์แพร่พิทยา กรุงเทพ. 579 หน้า.

16. ชาญณรงค์ ดวงสะอาด. 2537. *รถด่วนที่กินได้.* ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 5 หน้า.

17. ชมพูนุช จรรยาเพศ. 2534. *ปูนา.* เอกสารวิชาการเรื่อง *สัตว์ศัตรูพืช* การอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิ.ย. 2534 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 74-84.

18. ชมพูนุช จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. 2532. *ทดสอบอัตราการกินต้นข้าวของหอยเชอรี่.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2532. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 7 หน้า.

19. ชมพูนุช จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. 2534. *หอยเชอรี่.* เอกสารประกอบการอบรมแมลงสัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด 17-18 มิถุนายน 2534. กองกีฏและสัตววิทยา. หน้า 86-103.

20. ชมพูนุช จรรยาเพศ , วิยะดา สีหะบุตร และทักษิณ อาชวาคม. 2535. *หอยเชอรี่ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด.* เอกสารวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 319-323.

21. ชูวิทย์ ศุขปราการ , พินิจ นิจพานิชย์ , กุสุมา นวลวัฒน์ , บุษรา พรหมสถิตย์ , พรทิพย์ วิสารทานนท์ และโสภาวรรณ มงคลธรรมกุล. 2535. *แมลงศัตรูผลิตผลเกษตร.* แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร หน้า 353-370.

22. เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธ์ และสาทร สิริสิงห์. 2535. *หลักการบริหารแมลงศัตรูพืช.* เอกสารวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน. หน้า 12-21.

23. ทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2535. *แมลงศัตรูปาล์มน้ำมันและการป้องกันกำจัด.* แมลงและสัตว์ศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 267-274.

24. ทวีศักดิ์ ชโยภาส , พรรณเพ็ญ ชโยภาส และอัมพร คมสัน. 2528. *การศึกษาเครื่องล่อแสงไฟดึงดูดผีเสื้อของหนอนดานากินใบปาล์มน้ำมัน.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2528 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 6 หน้า

25. ทรงยศ พิสิษฐกุล. 2524. *ลักษณะสำคัญของแมลงในวงศ์ต่าง ๆ.* ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 127 หน้า.

26. ทรงยศ พิสิษฐกุล และ กยวนจิต ฤทธิ์มนตรี. 2539. *ประสิทธิภาพของมวนตัวห้ำกินไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล.* การประชุมวิชาการครั้งที่ 34 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กทม. หน้า 137-142.

27. ทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2535. *คู่มือปฏิบัติการแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจ.* ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 318 หน้า.

28. ณรงค์ศักดิ์ อังคะสุวพลา. 2536. *สารกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพอนามัย.* เอกสารประกอบการบรรยายในการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 1 กองกีฏและสัตววิทยา/สมาคมนักโรคพืช สมาคมวิทยาการวัชพืช/สมาคมผู้ประกอบธุรกิจสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และสมาคมคนไทยผู้ประกอบสารเคมีเกษตร วันที่ 20-22 ต.ค. 2536 ณ. โรงแรมรามาการ์เดน กรุงเทพฯ. 17 หน้า

29. นิพันธ์ รัตนวรพันธุ์ , พรทิพย์ อังคปรีชาเศรษฐ์ , ลักขณา บุญเลี้ยง , ศุภชัย สิทธิเลิศ , ส่งศักดิ์ เย็นบุตร , J. Hamelink , เสริมศักดิ์ หงศ์นาค และทักษิณ อาชวาคม. 2525. *การประเมินผลความเสียหายและความเสียหายขององุ่นที่เกิดจากนก.* ปราบ. 13 : 7-10.

30. นิภา จันท์ศรีสมหมาย และวีรวุฒิ กตัญญูกุล. 2524. *ความสามารถของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในการทำลายข้าวพันธุ์ต้านทาน.* ว.กีฏ.สัตว. 3(3):7-12.

31. นิภา จันท์ศรีสมหมาย , วีรวุฒิ กตัญญูกุล , สมศรี สุขสมวัฒน์ และสุพรรณ สิทธิวงศ์. 2525. *การศึกษาปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล.* แมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2525 การประชุมสรุปผลการค้นคว้าวิจัยกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 3 วันที่ 24-28 พฤษภาคม 2525. 13 หน้า.

32. นิภา จันท์ศรีสมหมาย และจินตนา ทยาธรรม. 2533. *กข.23 ข้าวพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย.* แมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2533. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 7 วันที่ 20-22 มิถุนายน 2533. หน้า 374-292.

33. นิภา จันท์ศรีสมหมาย และจินตนา ทยาธรรม. 2533 ก. *ปฏิกิริยาของพันธุ์ข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและทดสอบชีวชนิด.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2533 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าว กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 13 หน้า.

34. นิภา จันทร์ศรีสมหมาย. 2534 ก. *การควบคุมการใช้น้ำเพื่อป้องกันเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล.* ว. กีฏ. สัตว. 13(4) : 189-193.

35. นิภา จันท์ศรีสมหมาย. 2534 ข. *ข้าวพันธุ์ต้านทานกับการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว.* การอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิถุนายน 2524 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 11-24.

36. บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2520. *การควบคุมวัชพืชน้ำโดยชีววิธี.* เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4 โดยชีวินทรีย์แห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 21 หน้า.

37. บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2524. *แนวทางการควบคุมไมยราบยักษ์โดยชีววิธี.* เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 12 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 11 หน้า

38. บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. *แนวทางการควบคุมไมยราบยักษ์.* เอกสารประกอบคำบรรยาย ในการฝึกอบรมเรื่องการควบคุมกำจัดไมยราบยักษ์ โดยคณะกรรมการเรื่องไมยราบยักษ์ ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จ.เชียงใหม่ วันที่ 10-13 พฤษภาคม 2525. 4 หน้า.

39. บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. *ความรู้ขั้นพื้นฐานและปัญหาที่เกิดจากไมยราบยักษ์.* เอกสารประกอบคำการบรรยายในการฝึกอบรมเรื่องการควบคุมกำจัดไมยราบยักษ์ โดยคณะกรรมการเรื่องไมยราบยักษ์ ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จ.เชียงใหม่ วันที่ 20-23 พฤษภาคม 2525. 5 หน้า.

40. บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. *ด้วงงวงผักตบชวา.* เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 13 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 12 หน้า.

41. บรรพต ณ ป้อมเพชร , โกศล เจริญสม , วิวัฒน์ เสือสะอาด และ เดชพล พงศ์สุประดิษฐ์. 2522. *แมลงที่มีความสำคัญในการควบคุมวัชพืชน้ำโดยชีววิธี.* เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 5 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวอินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 13 หน้า.

42. ประยูร ดีมา และบัณฑิต ดำรักษ์. 2510. *ยาป้องกันกำจัดศัตรูพืช มนุษย์และสัตว์.* เอกสารวิชาการของกรมกสิกรรม กระทรวงเกษตร. 327 หน้า.

43. ประยูร ดีมา. 2517. *วัตถุมีพิษที่ใช้ในการเกษตรและการสาธารณสุข (Pesticide).* เอกสารทางวิชาการที่ 14. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 513 หน้า.

44. ปรีชา วังศิลาบัตร. 2521. *การศึกษาทางนิเวศน์วิทยาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพื่อการป้องกันกำจัด.* แมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2521 เอกสารประมวลผลการค้นคว้าวิจัยเสนอในที่ประชุมสรุปผลการค้นคว้าวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 1 วันที่ 19-23 มิถุนายน 2521. หน้า 200-211.

45. ปรีชา วังศิลาบัตร. 2523. *การศึกษาทางนิเวศน์เพื่อการควบคุมปริมาณและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีผสมผสาน.* แมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2523 รายงานการประชุมวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 2 24-27 มิถุนายน 2523. หน้า 455-468.

46. ปรีชา วังศิลาบัตร. 2525. *ตัวห้ำและตัวเบียนที่สำคัญของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแนวทางการใช้สารฆ่าแมลง.* การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 1. 2-4 มิถุนายน 2525. หน้า 260-268.

47. ปรีชา วังศิลาบัตร , สุวัฒน์ รวยอารีย์ , เฉลิม สินธุเสก , นิภา จันท์ศรีสมหมาย , ธรรมนูญ พุทธสมัย , ณรงค์ จันทรประภา และเฉลิมวงศ์ ถิระวัฒน์. 2535. *แมลงศัตรูข้าวและแนวทางการบริหาร.* เอกสารวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 47-76.

48. พงษ์เทพ อัครธนกุล. 2534. *ว่าด้วยผึ้งและการเลี้ยงผึ้ง.* บริษัทโรงพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพ. 182 หน้า.

49. พวงทอง บุญทรง , เสริมศักดิ์ หงศ์นาค , เกษม ทองทวี , ชุมพูนุท จรรยาเพศ , ทักษิณ อาชวาคม และปรีชา อำนักมณี. 2528. *การทดลองการใช้สารไล่นกร่วมกับวิธีกลในการป้องกันกำจัดนกศัตรูข้าวไร่.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2528 กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 7 หน้า.

50. พวงทอง บุญทรง. 2534. *การป้องกันกำจัดสัตว์ศัตรูปาล์มน้ำมัน.* เอกสารวิชาการเรื่องสัตว์ศัตรูพืช การอบรมหลักสูตรแมลง สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิ.ย. 2534. กองกีฏและสัตววิทยา. หน้า 38-59.

51. พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2537. *ตำราการใช้สารกำจัดวัชพืช.* เคหการเกษตร. กรุงเทพ. 187 หน้า.

52. พรทิพย์ ลีละวิทย์. 2520. *นกชนิดใหม่และปัญหานกกินผลไม้บนดอยอ่างขาง.* กสิกร 50(1) : 74-77.

53. พิสมัย ชวลิตวงษ์พร. 2538. *แมลงศัตรูไม้ดอกไม้ประดับของประเทศไทย.* เอกสารวิชาการประจำปี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 148 หน้า.

54. ไพฑูรย์ พิศุทธิ์สินธุ์ , บุญส่ง หุตังคบดี และ นิยม รัตนพงษ์. 2537. *การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2537.* ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 78 หน้า.

55. ไพฑูรย์ พิศุทธิ์สินธุ์ , บุญส่ง หุตังคบดี และ นิยม รัตนพงษ์. 2539. *การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2539.* ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 82 หน้า.

56. ไพฑูรย์ เล็กสวัสดิ์. 2537. *ชีวประวัติ และศัตรูธรรมชาติของหนอนเยื่อไผ่ (Omplhisa sp.) (Pyralidae : Lepidoptera).* รายงานผลงานวิชาการ ประจำปี 2537. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ/สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 13 หน้า.

57. มาลี ชวนะพงศ์ , เกรียงไกร จำเริญมา , วัชรา ชุณหวงศ์ และโอชา ประจวบเหมาะ. 2530. *การศึกษากลไกความต้านทานของข้าวฟ่างต่อการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอด.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2530 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 72-83.

58. มาลี ชวนะพงศ์ , วัชรา วงศ์กำแหง , ภัทรา ปิยพันธวานนท์ และบุญสม เมฆสองสี. 2523. *ความสามารถในการแตกแขนงของข้าวฟ่างพันธุ์ส่งเสริมต่อการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2523. สาขาแมลงศัตรูข้าวโพดข้าวฟ่างและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 4 หน้า.

59. มาลี ชวนะพงศ์ , อุทัย สังข์สุวรรณ , ปัญญา ปุญญถาวร และบุญสม เมฆสองสี. 2520. *หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง.* กสิกร 50(1) : 32-37.

60. มาลี ชวนะพงศ์ และบุญสม เมฆสองสี. 2524. *หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง.* ว. กีฏ. สัตว 3(2) : 10-16.

61. มาลี ชวนะพงศ์ , วัชรา วงศ์กำแหง , ภัทรา ปิยพันธวานนท์ และบุญสม เมฆสองสี. 2523. *ความสามารถในการแตกแขนงของข้าวฟ่างพันธุ์ส่งเสริมต่อการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2523 สาขาแมลงศัตรูข้าวโพดข้าวฟ่างและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 4 หน้า.

62. มาลี ชวนะพงศ์ , เกรียงไกร จำเริญมา , วัชรา วงศ์กำแหง , อรนุช กองกาญจนะ , อรุณี วงศ์กอบรัษฎ์ และบุญสม เมฆสองสี. 2524. *การหาระยะปลูกที่เหมาะสมของข้าวฟ่างพันธุ์ส่งเสริม เมื่อถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2524 สาขาแมลงศัตรูข้าวโพด ข้าวฟ่างและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 68-70.

63. มานพ นชะพงษ์ , สุพจน์ กิตติบุญญา , กิตติ อ้อไธสง และสมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี. 2531. *การคัดเลือกพันธุ์ฝ้ายต้านทานต่อแมลงจำพวกปากดูด.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2531 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูฝ้ายและพืชเส้นใย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 8 หน้า.

64. มุกดา ตฤษณานนท์. 2516. *การรักษาพิษของยาปราบศัตรูพืช.* แพทยสภาสาร 2(12) : 1-15.

65. สมร ขวัญทอง. 2538. *การกระจายของสัตว์ท้องถิ่นบางชนิดที่ใช้เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 288 หน้า.

66. ลักขณา บำรุงศรี , กิตติ อ้อไธสง , สว่าง วังบุญคง และพนัส ส่งเสริม. 2526. *การเปรียบเทียบความต้านทานของฝ้ายพันธุ์พื้นเมืองต่อการทำลายของเพลี้ยจักจั่นฝ้าย.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2526 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูฝ้าย และพืชเส้นใย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 108-113.

67. วรากร วราอัศวปติ , จำนง วิสุทธิแพทย์ และชูเกียรติ มณีพร. 2518. *แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.* เอกสารการวิจัยฉบับที่ 7 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. 64 หน้า.

68. วาสนา ผลารักษ์ , จรูญ พรหมชุม และสุวิทย์ เลาหศิริวงศ์. 2523. *วัชพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.* เอกสารวิชาการหมายเลข 3 โครงการระบบการปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 48 หน้า.

69. วัชรา วงศ์กำแหง. 2525. *ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการวางไข่ของแมลงวันหนอนเจาะยอดข้าวฟ่าง.* วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ. 84 หน้า.

70. วัชรา ชุณหวงศ์ , อรนุช กองกาญจนะ , สมศักดิ์ อเนกะเวียง และ โอชา ประจวบเหมาะ. 2531. *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประชากรหนอนกระทู้หอมกับแมลงศัตรูธรรมชาติ.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2531 ก. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพด และพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 8-14.

71. วัชรา ชุณหวงศ์ , อรนุช กองกาญจนะ และชำนาญ พิทักษ์. 2531 ข. *การศึกษาชีววิทยาและพืชอาศัยของมอดดิน.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2531 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-7.

72. วัฒนา จารณศรี , ฉัตรชัย ศฤงฆไพบูลย์ และมานิตา คงชื่นสิน. 2530. *ไรศัตรูพืช.* เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัดครั้งที่ 4 วันที่ 1-12 มิ.ย. 2530 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 54 หน้า.

73. วัฒนา จารณศรี และมานิตา คงชื่นสิน. 2534. *ไรศัตรูพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย.* เอกสารวิชาการประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัดครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิย. 2534 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 61 หน้า.

74. วันทนา เทวภูชม และเรวัต ภัทรสุทธิ. 2537. *สารฆ่าแมลงที่ก่อให้เกิดการระบาดมากขึ้นของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล.* เอกสารประกอบการประชุมสัมนาทางวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2537 ครั้งที่ 9 วันที่ 21-24 มิ.ย. 2537 ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียน พาเลซ จ.ชลบุรี. หน้า 99-137.

75. วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2531. *กับดักกาวเหนียวสีเหลืองกับหนอนใยผัก.* ว. กีฏ.สัตว. 10(3) : 147-151.

76. วินัย รัชตปรกรณ์ชัย. 2533 ก. *การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองจำนวนมากกับหนอนใยผัก.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2533. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 12 หน้า.

77. วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2533 ข. *การใช้โรงเรือนตาข่ายเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วฝักยาว.* รายงานผลการค้นคว้า และวิจัยปี 2533 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 15 หน้า.

78. วิวัฒน์ เสือสะอาด ,โกศล เจริญสม และบรรพต ณ ป้อมเพชร. 2522. *การใช้ด้วงงวงผักตบชวา Neochetina eichhorniae Warnner (Coleoptera : Curculionidae) เพื่อการควบคุมผักตบชวาโดยชีววิธีในประเทศไทย.* เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืช โดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 11 หน้า.

79. วิวัฒน์ เสือสะอาด และ บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. *การศึกษาเกี่ยวกับผีเสื้อหนอนจอก (Episamia pectinicornis (Hampsaw) Lepidoptera : Noctuidae) เพื่อการควบคุมจอกโดยชีววิธีในประเทศไทย.* เอกสารวิชาการฉบับที่ 8 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 11 หน้า.

80. ศรีสุดา โท้ทอง , ระพีพันธ์ ภาสบุตร และอนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2530. *การใช้กับดักแสงไฟเพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยฝักแบบผสมผสาน.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2530 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 24 หน้า.

81. สวาท รัตนวรพันธุ์. 2514. *นกศัตรูข้าวในประเทศไทย.* ว.วิทย.กษ. 4(4) : 321-329.

82. สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2530. *หอยเป๋าฮื้อน้ำจืด.* กสิกร. 60(3) : 204-207.

83. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2519. *ยาฆ่าแมลง.* วงศ์สว่างการพิมพ์ กรุงเทพ. 176 หน้า.

84. สุชาติ เจริญรัตน์ , สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง , พรวุฒิ ประเสริฐกุล และศรีสมร พิทักษ์. 2531. *การศึกษาการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูถั่วเขียว.* รายงานประจำปี 2531 ถั่วเขียวและพืชไร่ในเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 5 หน้า.

85. สุวัฒน์ รวยอารีย์ และเพชรหทัย ปฏิรูปานุสร. 2527. *ปริมาณของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดที่จับได้จากการใช้แสงไฟสีต่าง ๆ ล่อแมลงในนาข้าว.* ว.กีฏ.สัตว. 6(1) : 10-14.

86. สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2530. *สถานการณ์การระบาดของเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดศัตรูข้าวที่สำคัญ 4 ชนิด.* ว.กีฏ.สัตว. 9(4) : 209-216.

87. สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2535. *ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนเขียวดูดไข่ในนาข้าวพันธุ์ กข7 และ กข23.* ว.กีฏ.สัตว. 14(1) : 24-39

88. โสภิดา เห-มาคม และสมศักดิ์ ฎาราณุท. 2539. *พระราชบัญญัติภักพืช พ.ศ. 2507 พร้อมด้วยกฎกระทรวงประกาศกระทรวง และประกาศกรมที่เกี่ยวข้อง.* กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 63 หน้า.

89. เสริมศักดิ์ หงส์นาค ทักษิณ อาชวาคม และชูเกียรติ สุวรรณชัย. 2524. *การศึกษาชนิดของนกที่เป็นศัตรูข้าวและผลไม้ในประเทศไทย.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2524 กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 7 หน้า.

90. เสริมศักดิ์ หงส์นาค , ทักษิณ อาชวาคม และชูเกียรติ สุวรรณชัย. 2526. *การศึกษาความชอบและปริมาณการกินอาหารของนกศัตรูข้าว.* รายงานผลการวิจัยปี 2526. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 5 หน้า.

91. เสริมศักดิ์ หงส์นาค , ทักษิณ อาชวาคม และชูเกียรติ สุวรรณชัย. 2527. *การศึกษาชีววิทยาของนกกระติ๊ดขี้หมู.* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2537. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 12 หน้า.

92. เสริมศักดิ์ หงส์นาค และทักษิณ อาชวาคม. 2534. *การป้องกันกำจัดหนูศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว.* เอกสารวิชาการเรื่อง สัตว์ศัตรูพืช. การอบรมหลักสูตรแมลง สัตว์ ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิ.ย. 2534 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 24-37.

93. อรนุช กองกาญจนะ และ วัชรา ชุณหวงศ์. 2521. *ความสูญเสียของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ต่าง ๆ เนื่องจากหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด.* แมลงและสัตว์ศัตรูพืช เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 1 วันที่ 19-23 มิถุนายน 2521. หน้า 350-358.

94. อรนุช กองกาญจนะ , วัชรา ชุณหวงศ์ , สมศักดิ์ อเนกะเวียง และโอชา ประจวบเหมาะ. 2531. *ผลของการปลูกพืชสลับต่อประชากรของหนอนเจาะลำต้นและแมลงศัตรูธรรมชาติ.* รายงานผลการการค้นคว้าวิจัย ปี 2531. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 61-66.

95. อรนุช กองกาญจนะ และ วัชรา ชุณหวงศ์. 2535. *แมลงศัตรูข้าวโพด และแนวทางการบริหาร.* เอกสารวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 111-127.

96. อนันต์ วัฒนธัญกรรม , สุภาพรณ์ ภัทรสุทธิ , จักรพงศ์ พิริยพล , วินัย รัชตปรกรณ์ชัย และเพ็ญศรี คำพิทักษ์. 2532. *การศึกษาการปลูกพืชผักตระกูลครูซิเฟอร์ในโรงเรือนตาข่าย.* การสัมนาทางวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ศูนย์วิจัยการยาง จ. สงขลา. 27 หน้า.

97. องุ่น ลิ่ววาณิช. 2532. *แมลงที่เป็นประโยชน์ แมงมุม และเชื้อโรค.* สำนักพิมพ์ดวงกมล กรุงเทพ. 123 หน้า.

98. อรุณี วงษ์กอบรัษฎ์ , เถลิงศักดิ์ วีระวุฒิ , วัชรา ชุณหวงศ์ และสุชาติ คำอ่อน. 2533. *รูปแบบการแพร่กระจายและการสุ่มตัวอย่างของแมลงศัตรูยาสูบที่สำคัญ.* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2533 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพด และพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 8 หน้า.

99. อรุณี วงศ์กอบรัษฎ์. 2535. *แมลงและไรศัตรูมันสำปะหลังและการป้องกันกำจัด.* เอกสารวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 207-214.

100. อาพันชนิด เทพอวยพร. 2539. *การถ่ายทอดยีนในพืชไร่* "Transgenic Canola." The AgBiotech Bulletin 3(4): 1-3.

101. อารมย์ แสงวนิชย์. 2539. *สะเดาสารธรรมชาติทางการเกษตร.* กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากธรรมชาติ กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 32 หน้า.

102. อัมพร สุวรรณเมฆ. 2523. *คู่มือการป้องกันและกำจัดวัชพืชในพืชไร่ระดับกสิกร.* ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 17 หน้า.

103. อำไพ ยงบุญเกิด , สกล สุธิสร และ จเร สดากร. 2527. *วัชพืชในสวนยางพารา.* สมาคมวัชพืชแห่งประเทศไทย กรุงเทพ. 171 หน้า.

104. Altieri, M.A. and C.I. Nicholls. 1997. *Indigeneous and Modern Approaches to IPM in Latin America.* LEISA Newsletter. 13(4): 6-7.

105. Anderson, S.O. 1979. *Biochemistry of Insect Cuticle.* Ann. Rev. Entomol. 24: 29-61.

106. Areekul, S. 1997. *Entomological Diversity towards the 21st Century.* Keynote Address of the International *Symposium on Entomological Diversity towards the 21st Century, Nov. 27-28, 1997.* Khon Kaen, Thailand. 9 pp.

107. Attajarusit, J. 1990. *Biological and Population Studies of Chilo infuscatellus* Snellen *in the North-East of Thailand with special Reference to the Resistance Mechanisms of Sugar Cane to the Infestation.* A Ph. D. Thesis, Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Japan. 290 pp.

108. Bach, C.E. 1981. *Effect of Plant Density and Diversity on the Population Dynamics of a Specialist Herbivore, Acalymna vittata (Coleoptera : Chrysomellidae).* Oecologia. 50: 370-375.

109. Blaβ, W. and E.W. Weiler. 1990. *Chemistry of Plant Protection. 3: Pyrethroid Residues. Immunoassays for Low Molecular Weight Compounds.* G. Hang and H. Hoffmann. Ed. Springer-Verlag. Berlin. 228 pp.

110. Bendixsen, L.E. 1983. *Another Criterion in Defining the World's Worst Weeds. In* Proc. 9th Asian-Pacific Weed Sci. Conf., Manila. p. 176-180.

111. Bland, R.G. and H.E. Iagues 1978. *How to know the Insect.* WM.C. Brown Co. Pub., Iowa. 409 pp.

112. Bode, L.E., J. L. Hazen and D. G. Chastin. 1990. *Pesticide Formulations and Application Systems.* 10th Volume. American Society for Testing and Materials (ASTM). MI. 257 pp.

113. Borror, D. J., D. M. Delong and C. A. Triplehorn 1976. *An Introduction to the Study o f insects.* Holt Rinehart and Winston Pub., N. Y. 852 pp.

114. Borer, D. J., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson 1989. *An Introduction to the Study of Insects.* 6th Ed. Sauders College Pub., Philadelphia. 950 pp.

115.Breer, H. 1987. *Neurochemical Aspects of Cholinergic Synapes in the Insect Brain. In* Gupta, A.P. Ed. Arthropod Brain. John Wiley & Sons., N.Y. p 415-437.

116. Burgess, H. R. H. 1990. *Public Health Pests.* Chapman and Hall., London. 162 pp.

117. Burn, R. O. 1966. *Mode of Action of Insecticide.* Rev. Ent. 11: 369.

118. Carson, R.L. 1962. *Silent Spring.* Houghton Mifflin, Boston. 256 pp.

119. Chapman, R. F. 1982. *The Insects. Structure and Function 3rd Ed.* Harvard Univ. Press. 819 pp.

120. Cunningham, R. T. 1994. *Population Detection. In* A. S. Robinson and G. Hooper. 1994. *Fruit Flies:Their Biology, Natural Enemies and Control.* Amsterdam, N. Y. p. 169-173.

121. Davis, R.G., W.C. Johnson and F.O. Wood. 1967. *Weed root profiles.* Agron. J. 59: 555-556.

122. De Bach, P. 1964. *Biological Control of Insect Pests and Weeds.* Reihold Pub., N. Y. 844 pp.

123. De Ong, E. R. 1965. *Chemistry and Uses of Pesticides.* Reinhold Pub. Corp., Tokyo. 334 pp.

124. Denno, R. F. and J. Perfect. 1994. *Plant Hoppers. Their Ecology and Management.* N. Y. 799 pp.

125. Dent, D. 1991. *Insect Pest Management.* CAB International. U.K. 604 pp.

126. Dether, V. G. 1963. *The Physiology of Insect Sense.* Rienhard Clay & Co., Great Britain. 266 pp.

127. Division of Entomology and Zoology. 1995. *Biennial Report 1994-1995.* Division of Entomology and Zoology, Dept. of Agric., Bangkok. 121 pp.

128.Doutt, R. L. and W. W. Kilgore. 1967. *Pest Control : Biological Physical and Selected Chemical Method.* Academic Press, N. Y. 477 pp.

129. Engels, W. 1990. Social Insects : *An Evolutionnary Approach to Caste and Reproduction.* Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. 244 pp.

130. Geirer, P.W. and L.R. Clark. 1961. *An Ecological Approach to Pest Control.* Proc. Tech. Meeting 8th Inter. Union Conserv. Nature Nat. Res. p. 10-18.

131. Grant, V. and K. Grant. 1965. *Flower Pollination in the Phlox Family.* Colombia Univ. Press, N.Y. 250 pp.

132. Guenzi, W. D. 1974. *Pesticides in Soil and Water.* Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Pub., Wisconsin. 562 pp.

133. Gullan, P. J. and P. S. Cranston. 1994. *The Insects: An Outline of Entomology.* Chapman & Hall, London. 491 pp.

134. Harley, K. L. S. and I. W. Ferno 1992. *Biological Control of Weeds.* Inkata Press, Melbourne. 74 pp.

135. Heinrichs, E. A. 1994. *Biological and Management of Rice Insects.* New Delhi. 779 pp.

136. Hickman, C.P., L.S. Roberts and F.M. Hickman. 1990. *Biology of Animal.* Times Miror/Mosby College Pub., 648 pp.

137. Hidaka, T., P. Vungsilabutr and S. Kadkao. 1974. *Studies on Ecology and Control of Rice Gall Midge in Thailand.* Technical Bulletin (TARC) No 6, Ministry of Agriculture and Forestry. Tokyo, Japan. 113 pp.

138. Higbee, B. S., D. R. Horton and J. L. Krysan. 1995. *Reduction of Egg Hatch in Pear Psylla (Homoptera:Psyllidae) after Contact by Adult with Insect Growth Regulator.* J. Econ. Entomol. 88(5): 1420-1424.

139. Imms, A. D. 1970. *A General Textbook of Entomology.* John Wiley and Son. Inc., N. Y. 539 pp.

140. Kearns, C. M. 1955. *The Mode of Action of Insecticide.* Ann. Rev. Ent. 1: 23.

141. Kenmore, P. 1997. *A Perspective on IPM.* LEISA Newsletter. 13(4): 8-9.

142. Kittipong, P., M.Teerawatsakul, P. Vongsaroj, P. Krasaesindhu, K. Suwanarak, C. Prakongvongs, S. Kanchanajirawong and C. Boonsrirat. 1984. *Suggested Guide for Weed Control in Thailand.* Botany and Weed Sci. Div. Dept. of Agric., Bangkok. 45 pp.

143. Krebs, C. J. 1978. Ecology: *The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.* 2nd Ed. Harper and Row Pub., N. Y. 678 pp.

144. Laird, M., A. L. Lacey and E. W. Davidson. 1990. *Safty of Microbial Insecticide.* CRC Press, Florida. 259 pp.

145. Leigh, T. F. 1975. *Insect Resistance in cotton what for the future. In* Proceeding of Beltwide Cotton Production Research Conference, Louisiana, U.S.A. p 140-141.

146. Lekakul, B. and E. W. Cronin Jr. 1974. *Bird Guide of Thailand.* Kurusapa Ladprao Press, Bangkok. 316 pp.

147. Leslie, A. R. and G. W. Cuperces. 1993. *Successful Implementation of Integrated Pest Management for Agricultural Crops.* Lewis Pub., USA. 193 pp.

148. Lowery, D. T. and M. B. Isman. 1996. *Inhibition of Aphid (Homoptera : Aphididae) Reproduction by Neem Seed Oil and Azadirachtin.* J. Econ. Entomol. 89(3): 602-607.

149. Luckmann, W.H. and R.L. Metcalf. 1982. *The Pest-management Concept. In* R.L. Metcalf and W.H. Luckman Ed. Introduction to Insect Pest Management. John Wiley & Sons. N.Y. p 1-31.

150. Mangan, M.S. 1997. *Chinese Rice Farmers : the New IPM Experts.* LEISA Newsletter 13(4): 14-15.

151. Manuel, J.S. 1977. *Reproduction and Dispersal of Weeds.* Phil. Weed Sci. Bull. 4: 69-74.

152. Matthews, G. A. 1992. *Pesticide Application Methods.* Longman Scientific & Tech., U.K. 405 pp.

153. Muirhead-Thomson, R. C. 1991. *Trap Responses of Flying Insects.* Academic Press. London. 287 pp.

154. Nachtigall, W.A. 1974. *Insects in Flight.* Mc. Graw-Hill, N.Y. 250 pp.

155. Naiyanetr, P. 1994. *On Three New Genera of Thai Ricefield Crabs Allied to Samaniathelphusa Bott. 1968 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae).* Raffles Bulletin of Zoology. 42(3): 695-700.

156. Napompeth, B. 1982. *Biological Control Research and Development in Thailand.* Proc. Int. Conf. Pl. Prot. in Tropics. p. 301-323.

157. Napompeth, B. 1988. Biological Control of Insect Pests and Weeds in Thailand. Symposium on Biological control of Pests in Tropical Agricultural Ecosystem. June 1-3, 1988 SEAMEO/ BIOTROP, Bogor, Indonesia. 17 pp.

158. National Academy of Science. 1969. *Insect Pest Management and Control Publication.* Washington D. C., N. Y. 508 pp.

159. National Biological Control Research Center. 1984. *Summary Report 1984.* National Biological Control Research Council. Bangkok. 9 pp.

160. Noda, K., C. Prakongvongs and L. Chaiwiratnukul. 1985. *Topography of Tropical Weeds.* Project Manual No.2, National Weed Science Research Institute/JICA. Dept. of Agric., Min of Agric and Coorps., Bangkok. 159 pp.

161. Noda, K., M. Teerawatskul, C. Prakongvongs and L. Chaiwiratnukul. 1986. *Major Weeds in Thailand.* National Weed Science Research Institute/JICA. Dept. of Agric., Min. of Agric. and Coorps., Bangkok. 142 pp.

162. Niles, G. A., J. K. Walker and J. R. Gannaway. 1974. *Breeding for Insect Resistance. In Proceeding of Beltwide Cotton Production Research Conference.* Louisiana, U.S.A. p. 84-86.

163. Nualsri Wongsiri. 1991. *List of Insect, Mite and Other Zoological Pests of Economic Plants in Thailand.* Entomology and Zoology Division, Dept. of Agric., Bangkok. 168 pp.

164. O' Brien, R. D. 1967. *Insecticide Action and Metabolism.* Academic Press, N. Y. 332 pp.

165. Patterson, D.T. 1982. *Shading Responses of Purple and Yellow Nutsedge (Cyperus rotundus and C. esculentus).* Weed Sci. 30: 25-29.

166. Patterson, D.T. and E.P. Flint. 1983. *Comparative water relations, photosynthesis and growth of soybean (Glycine max) and seven associated weeds.* Weed Sci. 31: 318-323.

167. Penman, D. R. 1997. *Biodiversity, Biosecurity and Biosystematics.* International Symposium on Entomological Diversity Towards the 21st Century, Nov. 27-28 1997, Khon Kaen, Thailand. 9 pp.

168. Pham, C.P. 1997. *Caterpillars and Ducks.* LEISA Newsletter. 13(4): 16-17.

169. Pottinger, R. P. and E. J. Le Roux. 1971. *The Biology and Dynamics of Lithocolletis blancardella (Lipidoptera: Gracillariidae) on Apple in Quebec.* Memoirs of the Entomological Society of Canada No 77. Ottawa. 437 pp.

170. Putman, R. J. 1989. *Mammals as Pests.* Chapman and Hall. N. Y. 271 pp.

171. Rabb, R.L. 1972. *Principles and Concepts of Pest Management. In* Implementing practical pest management strategies. Proceedings of a National Extension Pest-management workshop. Purdue Univ., Lafayette, Indiana. p 6-9.

172. Radanachaless, T. and J.F. Maxwell. 1994. *Weeds of Soybean Fields in Thailand.* Multiple Cropping Center. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 408 pp.

173. Rees, H. H. 1977. *Outline Studies in Biology: Insect Biochemistry.* Chapman and Hall, London. 63 pp.

174. Reising, W. H. *et. al.* 1986. *Illustrated Guide to Integrated Pest Management in Rice in Tropical Asia.* IRRI. 72 pp.

175. Renolds, H. F., P. L. Adkinson, R. F. Smith and R. E. Frisbe. 1982. *Cotton Insect Pest Management.* 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York. p. 375-441.

176. Richard, O. W. and R. G. Davies. 1994. *Imm's General Textbook of Entomology.* Vol. I. 10th Ed. Chapman and Hall Ltd., 418 pp.

177. Richard, O. W. and R. G. Davies. 1994. *Imm's General Textbook of Entomology.* Vol. II.10th Ed. Chapman and Hall Ltd., 1354 pp.

178. Rojanasuphot, S. O. Charoensook, A. Srijaggrawalwong, S. Pothipanya, B. Panthummachinda and K. Ungchusak. 1992. *Japanese Encephalitis Antibody Prevalence Survey in Northern Thailand.* Mosquito born diseases Bull. 9(4): 111-118.

179. Romoser, W. S. and J. H. Stoffolano Jr. 1994. *The Science of Entomology.* Wm. C. Brown Publishers, Iowa. 532 pp.

180. Ross, H. H. 1965. *A Textbook of Entomology.* 3rd Ed. John Wiley and Sons, N. Y. 519 pp.

181. Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology.* Wadsworth, Pub. Co., California. 682 pp.

182. Scheunert, I. and H. Parlar. 1992. *Terrestrial Behavior of Pesticides.* W. Ebing Ed. Springer-Verlag, Berlin. 141 pp.

183. Shepard, B. M., A. T. Barrion and J. A. Litsinger. 1987. *Friends of the Rice Farmer, Helpful Insects, Spiders and Pathogens.* International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 135 pp.

184. Shorey, H. H. 1991. *The Use of Chemical Attractants in Insect Control. In.* D. Pimentel 1991. Handbook of Pest Management in Agriculture Vol. II. N. Y. p. 289-295.

185. Snodgrass, R. E. 1963. *The Anatomy of Honey bee. In.* R. A. Grout Ed. The Hive and the Honey Bee. Dadant and Sons Inc., p. 141-190.

186. Southwood, T.R.E. 1966. *Ecological Methods with Particular References to the Study of Insect.* Populations. Methuen, London. 367 pp.

187. Sparks, F. 1990. *Endocrine-based Insecticide. In.* E. Hudson and R. J. Kuhr. Safer Insecticide Development and Use. Macel Pekker Inc., U.S.A. p. 159-260.

188. Stern, V. M. 1965. *Significance of the Economic Threshold in Integrated Pest Control.* Proc. FAO. Symp. Integrated Control 2: 41-56

189. Strong, D.R., J.H. Lawton and T.R.E. Southwood. 1984. *Insects on Plants.* Harvard Univ. Press., 250 pp.

190. Stoll, G. 1997. *Crop protection in 1990s.* LEISA Newsletter 13(4): 10-11.

191. Sukprakarn, C., K. Attaviriyasook, L. Khowchaimaha, K. Bhudhasamai and B. Promsatit. 1989. *Carbondioxide Treatment for Sealed Storage of Bag Stags of Rice in Thailand.* Proceeding of the International Conference on Fumigation and Controlled Atmosphere Storage of Grain. Singapore. ACIAR Proceedings No. 25. p 188-196.

192. Suwunamek, U. 1983. *Profile on Weed Management and Related Problems in Thailand.* Report submitted to FAO Regional Center for South East Asia Department of Agronomy, Kasetsart University, Bangkok. 37 pp.

193. Takahashi, F. 1977. *Triops spp. [Notostraca : Triopsidae] for the Biological Control Agents of Weeds in Rice Paddy in Japan.* Entomophaga. 22(4): 351-357.

194. Tanaka, Y. and H. K. Kaya. 1993. *Insect Pathology.* Academic Press, N.Y. 666 pp.

195. Tiegs, O. W. and S. M. Manton. 1958. *The Evolution of Arthropods.* Biological Reviews 33: 255-337.

196. Thomas, P.E.L. and J.C.S. Allison. 1975. *Competition between Maize and Rottboellis exalata.* J. Agric. Sci. 84:305-312.

197. Van Beek, T. A. and H. Breteler 1993. *Phytochemistry and Agriculture.* Clarendon Press., Oxford. 390 pp.

198. Van Emden, H. F. 1974. *Pest Control and Its Ecology.* Edward Arnold, London. 59. pp.

199. Vungsilabutr, P. 1981. *Relative Composition of Egg-parasite species of Nilaparvata lygens, Sogatella furcifura, Nephotettix virescens and N. nigropictus in Paddy Fields in Thailand.* Tropical Pest Management 27 (3) : 313-217.

200. Walker, P.T. 1980. *The Need for Pest and Loss Appraisal in the Development of Pest Management Systems.* UNDP/FAO/THA/74/010 Phase II, Thailand, 6-10 Oct. 1980. p. 21-39.

201. Way, M. J. 1971. *A Prospect of Pest Control.* Inagural Lecture. Imperial College of Science and Technology, Univ. Of London. E. J. Milner & Son Ltd., Middlesex. p. 127-162.

202. Weis, A. E. and M. R. Berebaum. 1989. *Herbivorous Insects and Green Plants. In* W.G. Abrahamson, Ed. 1989. Plant-animal interactions. Mc Graw-Hill, N. Y. p. 123-162.

203. Weis, N. 1976. *The Rat Fighter: Practical Instruction on the Control of the Field Rat.* Rattanaworabhan, S. Ed. Local Affair Press, Ministry of Interior, Bangkok. 85 pp.

204. West, L.S. 1951. *The Housefly : Its Natural History, Medical, Importance and Conrol.* Comstock Pub. Co. Inc., Ithaca, N.Y. 250 pp.

205. Wheeler, Q. D. 1990. *Insect Diversity and Cladistic Constraints.* Annals of the Entomological Society of America. 83: 1031-1047

206. Whipp A. 1993. *Pest Control in Rice : Deltamethrin file.* Roussel Uclaf. Printer Trento s. r. L., Italy. 109 pp.

207. Wigglesworth, V. B. 1972. *The Priciples of Insect Physiology.* 7th Ed. Chapman and Hall, London. 166 pp.

208. Williams, D. D. and B. W. Feltmate 1992. *Aquatic Insects.* CAB. International, U.K. 358 pp.

209. Yasumatsu, K., T. Wongsiri, S. Navavichit and C. Tirawat. 1975. *Approaches towards an Integrated Control of Rice Pest Part 1: Survey of Natural Enemies of Important Rice Pest in Thailand.* Pl. Proct. Ser. Tech. Bull. No 24. Dept. of Agric. 7 UNDP9/FAO-Thailand. 526 pp.

ภาคผนวก

Appendices

ภาคผนวกที่ 1 รายชื่อของแมลงศัตรูธรรมชาติและแมลงอาศัยที่เป็นศัตรูพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย (Napompeth 1988)

Insect host species	Natural enemies
Rice Pests:	**Egg Parasites:**
Rice stem borer complex:	*Telenomus dignus*
Scirpophaga incertulas	*Telenomus rowani*
Chilo suppressalis	*Tetrastichus ayyari*
Sesamia inferens	*Tetrastichus schoenobii*
Chilo polychrysa	*Trichogramma australicum*
	Trichogramma chilotraeae
	Trichogramma japonicum
	Larval parasites:
	Amauromorpha accepta schoenobii
	Bracon chinensis
	Cotesia flavipes
	Ischnojoppa luteator
	Temelucha philippinensis
	Temelucha stangli
	Tropobracon schoenobii
	Predators:
	Several species of spiders and general predators
Leafhopper and Planthopper complex:	**Egg parasites:**
Nephotettix spp.	*Anagrus optabilis*
Nilaparvata lugens	*Gonatocerus sp.*
	Mymar taprobanicum
	Oligosita brevicauda
	Oligosita sp.
	Oligosita yasumatsui
	Paracentrobia garuda
	Paracentrobia yasumatsui
	Tetrastichus formosanus
	Nymphal and adult parasites:
	Elenchus yasumatsui
	Pipunculus javanensis
	Pipunculus mutillatus
	Pipunculus orientalis
	Tomosvaryella oryzaetora
	Tomosvaryella subvirescens
	Tomosvaryella sylvatica

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Insect host species	Natural enemies
	Predators:
	Cyrtorhinus lividipennis
	Several species of spiders, coccinellids, general predators and sphecids.
Armyworm complex:	
Mythimna loreyi	**Egg parasite:**
Mythimna separata	*Trichogramma japonicum*
Mythimna venalba	**Larval parasites:**
	Apanteles taragamae
	Brachymeria euploease
	Carcelia kockiana
	Exorista civiloides
	Exorista sorbillans
	Litomastix sp.
	Microbracon sp.
	Nemorilla anomala
	Prosopaea paradosum
	Pseudogonia jacobsoni
	Sturmia inconspicuella
Rice gall midge:	
Orseolia oryzae	**Larval-pupal parasites:**
	Neanastatus cinctiventris
	Neanastatus oryzae
	Obtusiclava oryzae
	Platygastr foersteri
	Platygaster oryzae
Rice leaffolder:	
Cnaphalocrocis medinalis	**Egg parasites:**
	Trichogramma sp.
	Trichogramma chilonis
	Larval parasites:
	Apanteles angustibasis
	Brachymeria excarinata
	Elasmus claripennis
	Goniozus hanoiensis
	Litomastrix sp.
	Macrocentrus sp.
	Stenomesius japonicus
	Pupal parasites:
	Brachymeria sp.
	Trichospilus pupivora
	Xanthopimpla flavolineata

Insect host species	Natural enemies
Rice skipper:	
Pelopidas mathias	**Larval parasites:**
	Apanteles baoris
	Argyrophylax nigritibialis
	Charops bicolor
	Halidaya lutevcornis
	Pupal parasite:
	Scenocharops flavipetiola
Rice bug:	
Leptocorisa acuta	**Egg parasite:**
	Gryon nixonii
Rice grasshopper:	
Herroglyphus banian	**Egg parasites:**
	Scelio facialis
	Scelio heiroglyphi
	Fungal pathogen:
	Entomophaga grylli
Corn Pests:	
Asiatic corn borer:	
Ostrinia furnacalis	**Egg parasites:**
	Trichogramma australicum
	Trichogramma chilotraeae
	Predators:
	Proreus similans
	Several general predators
Corn aphid:	
Rhopalosiphum maidis	**Predators:**
	Menochilus sexmaculata
	Micraspis discolor
Corn thrips:	
Frankliniella williamsi	**Predators:**
	Orius persequens
Bombay locust:	
Patanga succincta	**Egg parasites:**
	Scelio facialis
	Scelio heiroglyphi
	Nymphal and adult parasites:
	Mermithid nematodes
	Fungal pathogen:
	Entomophaga grylli

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Insect host species	Natural enemies
Cotton Pests:	
Cotton bollworm:	
Heliothis armigera	**Egg parasites:**
	Trichogramma confusum
	Trichogrammatoides bactrae
	Larval parasites:
	Carcelia rutilla
	Eriborus argentiopilosus
	Exorista sorbillans
	Phorcida sp.
	Predators:
	Chrysoperla basalis
	Chrysoperla ochracea
	Eocanthecona furcellata
	Several general predators
Cotton leafworm:	
Spodoptera litura	**Egg parasites:**
	Chelonus sp.
	Tetrastichus nawai
	Larval parasites:
	Apanteles sp.
	Predators:
	Eocanthecona furcellata
	Several general predators
Legume Pests:	
Bean fly:	**Larval parasites:**
Ophiomyia phaseoli	*Biosteres sp.*
	Plutarchia giraulti
	Unidentified cynipids, eulophid, and pteromalid
Green stink bug:	
Nezara viridula	**Egg parasites:**
	Telenomus sp.
	Trissolchus basalis
Soybean leaffolder:	
Hedylepta inaequalis	**Larval parasite:**
	Apanteles sp.
	Pupal parasites
	Brachymeria excarinata
	Xanthopimpla flavolineata

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Insect host species	Natural enemies
Vegetable Pests:	
Diamondback moth:	**Egg parasites:**
Plutella xylostella	*Trichogramma confusum*
	Trichogrammatoides bactrae fumata
	Pupal parasite:
	Cotesia plutellae
Thrips:	
Thrips palmi	**Egg parasites:**
	Trichogrammatidae:
	Megaphragma sp.
	Nymphal parasite:
	Eulophidae: *Ceranisus sp.*
	Predators: Anthocoridae: *Bilia sp.*
	Miridae: *Compylomma sp.*
	Predatory thrips
	Franklinothrips vastiformis
Sugarcane Pests:	
Sugarcane borer complelx:	**Egg parasites:**
Chilo infuscatellus	*Trichogramma australicum*
Scirpophaga nivella	*Trichogramma chilotraeae*
	Larval parasites:
	Bracon chinensis
	Cotesia flavipes
Sugarcane scale:	
Aulacaspis tegalensis	**Nymphal and adult parasites:**
	Adelencyrtus miyari
	Predators:
	Chilocorus circumdatus
	Chilocorus nigritus
	Coccinella transversalis
	Menochilus sexmaculatus
Sugarcane whitefly:	
Aleurolobus barodensis	**Larval and pupal parasites:**
	Azotus sp.
	Encarsia ochai
	Prospatella sp.
Coconut Pests:	
Rhinoceros beetle:	**Larval predators:**
Oryctes rhinoceros	*Scolia oryctophaga*
	Scolia spp.

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Insect host species	Natural enemies
Coconut slug caterpillar:	
Parasa lepida	**Larval parasites:**
	Apanteles parasae
	Chrysis shanghainensis
	Systropus nigritarsus
Fruit Pests:	
Oriental fruit fly:	**Larval parasites:**
Dacus dorsalis	*Biosteres arisanus*
	Biosteres javanus
	Biosteres longicaudatus
	Biosteres manii
	Biosteres oophilus
	Biosteres persulcatus
	Spalangia sp.
Banana skipper:	
Pelopidas thrax	**Egg parasites:**
	Anastatus sp.
	Ooencyrtus erionotae
	Larval parasite:
	Apanteles erionotae
	Pupal parasites:
	Brachymeria euploeae
	Brachymeria marginata
	Scenocharops sp.
	Xanthopimpla sp.
Longan stink bug:	
Tessaratoma javanica	**Egg parasites:**
	Anastatus sp.
	Encyrtus sp.
	Macrophanurus sp.
Lemon butterfly:	
Papilio demoleus	**Egg parasites:**
	Ooencyrtus malayensis
	Tetrastichus sp.
	Larval parasite:
	Erycia nymphalidophaga
	Pupal parasites:
	Brachymeria marginata
	Pteromalus puparum

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Insect Host Species	Natural Enemies
Forest Pests:	
Teak beehole borer:	**Larval parasites:**
Xyleutes ceramicus	*Nemeritus tectonae*
	Podomyia atkinsoni
	Fungal pathogen:
	Beauvaria bassiana
Teak defoliator complex:	
Hyblaea puera	**Larval parassites:**
Eutectona machaeralis	*Carcelia kockiana*
	Exorista civiloides
	Pupal parasites:
	Brachymeria euploeae
	Brachymeria obscurata
	Echthromorpha notulatoria
	Predators:
	Chlaenius bimaculata
	Eocanthecona furcellata

ภาคผนวกที่ 2 บัญชีชื่อสามัญและชื่อการค้าของสารเคมีฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืช (กองกีฏและสัตววิทยา 2537)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
abamectin	เวอร์ทิเม็ค	1.8% EC
abamectin + endosulfan	อากริเมค + ธีโอดาน	1.8% + 35% EC
acephate	ออร์ธีน 75 เอสพี	75% SP
alphachlorohydrin	อีบีบลอค	1%
alphacypermethrin/BPMC	ฟาสแทค-ดี	41% EC
alphacypermethrin/PBO	ซุปเปอร์คอร์ด 30	5%/25% EC
	ซุปเปอร์คอร์ด	6 ULV
	ซุปเปอร์คอร์ด	9 ULV
	ซุปเปอร์คอร์ด	5 ULV
alphafenitrothion + fervalerate	อัลฟา-คอมบี	30 ULV
aluminium phosphide หรือ phosphine	ดีลีเซีย	56.8% tablets
	ดีเทีย-แก๊ส อีเอ็กซ์-บี	57% powder
	ดีเทีย-แก๊ส อีเอ็กซ์-ที	57% tablets
amitraz	ไมแทค, ไมโครไมท์, ไมทาไซด์ 20 อีซี	20% + 35% EC
amitraz + endosulfan	ไมแทค + ธีโอดาน	20% + 35% EC
arprocarb	อันเด็น	20% EC
azinphos-ethyl	กูซาไธออน-เอ	40% EC
Bacillus thuringiensis	อาร์โกน่า	WP
	โกแลค	SC
	ซุปเปอร์แบค	FC
	ดิพเพล	-
	ไดเพล 8 เอเอฟ	-
	ธูริไซด์ เอสซี	SC
	ธูริไซด์ เอสซี	WP
	บาซิลลัส	SC
	บาซิลลัส-ที	WP
	แบคคัท	SC
	แบคโทสปิน	WP
	แบคโทสปิน เอฟซี	FC
	ไบโอนอล	FC
	เดลฟีน	WG
bendiocarb	กาวอกซ์	20% WP
benfuracarb	ออนคอล	20% EC
	ออนคอล	3% G
betacyfluthrin (cyfultrin K+L)	บลูด๊อก 025 อีซี	2.5% EC
bifenthrin	เทลสตาร์	10% EC

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
BPMC	คอนโดซ่า	50% EC
	ซีซ่า-50	50% EC
	ท๊อพคิล 50	50% EC
	บัซซ่า	50% EC
	บี.พี. 50 อีซี	50% EC
	บูลเล็ท	50% EC
	ไบขาบ 500 อีซี	50% EC
	ยิบซิน-แอล	50% EC
	วาน๊อกซ์	50% EC
	ออสแบค	50% EC
	เอลซิไซด์	50% EC
	แอ็กนาซิน	50% EC
	ฮ็อปซิน 50 อีซี	50% EC
	ซีซ่า-ดี	2% D
	ท๊อพคิล 2% ฝุ่น	2% D
	บัซซ่า	2% D
	ยิบซิน-ดัส	2% D
	ออสแบค	2% D
	เอลซิไซด์-ดี	2% D
	ฮ็อปซิน	2% D
	เอส.บี พระอาทิตย์	2% D
brodifacoum	คลีแร็ต	0.005% Pellets
	ทาล่อน	0.005% Pellets
	คลีแร็ต	0.005% Wax block
	ทาล่อน	0.005% Wax block
bromadiolone	เสี๊ด	0.005%
bromopropylate	นีโอรอน 250	25% EC
	โฟลเบกซ์ วีเอ	
buprofezin	แอพพลอด	50% WP
	แอพพลอด	25% WP
	แอพพลอด	10% WP
buprofezin/decamethrin	ดาดิกี้	5.625% EC
buprofeezin/MIPC	แอปซิน	25% WP
carbaryl	เซฟวิน 85%	85% WP
	ดีคาร์บาม 85	85% WP
	วาตาบาริล	85% WP
	เอส-85	85% WP
	เซฟวิน 50	50% WP
	ดีคาร์บาม 50	50% WP
	เซฟวิน 5% ดี	5% D
	เซฟวิน 10% ดี	10% D
	เซฟวิน เอฟ	35% F

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
carbofuran	ฟูราดาน	35% ST
	คาร์โบฟูราน	3% G
	คูราแทร์	3% G
	ฟูราดาน 3% จี	3% G
	เอ.บี.ดาน	3% G
carbosulfan	พอสซ์	20% Ec
	มาร์แชล 25 เอสที	25% ST
	คาแมง	20% EC
	มาร์แชล	15% ED
cartap	พาดาน 4 จี	4% G
	คาลดาน	50% SP
	พาดาน	50% SP
cartap/isoprocarb (MIPC)	พาดาน-มิพซิน 6 จี	3% + 3% G
chlordane	คลอร์เดน	72% EC
	คลอร์เดน	40% WP
chlorfluazuron	อาทาบรอน	5% EC
chlorpyrifos	ลอร์สแบน 20 อีซี	20% EC
	คลอริดิน	20% EC
	ไพรีเน็กซ์ 5 จี	5% G
chlorpyrifos/BPMC	ลอร์สแบน 155	15% + 5% EC
chlorpyrifos-methyl	เรลแดน 50 อีซี	50% EC
copper sulphate	-	-
coumatetralyl	ราคูมิน ก้อนเหยื่อ	0.0375%
	รูมาไซด์	0.0375%
cyfluthrin	ไบทรอยด์ 10 อีซี	10% EC
	ไบทรอยด์ 050 อีซี	5% EC
cyhalothrin L	คาราเต้	5% EC
	คัตเตอร์	5% EC
cypermethrin	ซิมบุช 3 อีดี	3% EC
	เซอร์ป่า	25% EC
	แซมป์	25% EC
	ซิมบุช	25% EC
	ซุปเปอร์ เอส. ดี	25% EC
	ไซเปอร์	25% EC
	น๊อคทริน	25% EC
	นูเรลล์	25% EC
	บอมบาร์ด	25% EC
	ไพเรท๊อกซ์	25% EC
	มาแตง	25% EC
	มิกซ์ 25	25% EC

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
	เวลไซด์	25% EC
	เอ.บี. ทรอยด์	10% EC
	ริพคอร์ด-ดี	10% EC
	ไซแอ็ก	10% EC
	ไฟท์	10% EC
	ริพคอร์ด	10% E
	แอ็กโกร 15	25% EC
	แชมป์ 10	25% EC
	ซิมบุช-ดี	15% EC
	ไซซี	15% EC
	นูเรลล์	15% EC
	บาตอง	15% EC
	มาแตง	10% EC
	ไมพริน	10% EC
cypermethrin high-cis	เฟมอน 200 อีซี	20% EC
cypermethrin/phosalone	พาร์ซอน	6.25%/22.5% EC
detamethrin	เดซิส	5% EC
	เดซิส 3 อีซี	3% EC
	ดัสโต้	3% EC
	ซิสริน 2.5 อีซี	2.5% EC
	ซิสริน 2.5 ดับบลิว พี	2.5% WP
	เดซิส 2.5 อีซี	2.5% EC
	เดซิส 0.5 ยูแอลวี	5 ULV
deltamethrin/triazophos	เดลต้าฟอส ยูแอลวี	13% ULV
diafentiuron	โปโล	25% SC
diazinon	บาซูดิน 90 ยูแอลวี	90% ULV
	บาซูดิน 60 อีซี	60% EC
	ไดอาซิโนน	60% EC
	บาซูดิน 40 ดับบลิวพี	40% WP
dicofol	คาร์ไรท์	25% EC
	คิลไมท์ เอคตร้า	25% EC
	คิลไมท์ 250	25% EC
	ดีคาไมท์	25% EC
	วาทาไมท์ 250	25% EC
	คอนโคริน	18.5% EC
	คิลไมท์	18.5% EC
	ซีราไมท์	18.5% EC
	ไซโคล 18.5	18.5% EC
	ดี-ไมท์	18.5% EC
	ไดโคเทล	18.5% EC

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
	ไดโคทอล	18.5% EC
	ไดโคล	18.5% EC
	เคลเทน	18.5% EC
	ทวินไซด์ เอ็ม 2	18.5% EC
	เอ็ม หมายเลข 77	18.5% EC
	โนไมท์	18.5% EC
	ฟรอนเต้	18.5% EC
	มิทโกร	18.5% EC
	เมโทรไมท์	18.5% EC
	อีโคไมท์	18.5% EC
	อิลิไมท์	18.5% EC
	แอ็กไมท์ 18.5 อีซี	18.5% EC
dicotophos	ไบดริน 24 อีซี	24% EC
	คาร์ไบครอน 24	24% EC
	เอ.บี.ดริน	24% EC
	ไดนาครอน 24	24% EC
	คาร์ไบครอน 50	50% EC
	ไดนาครอน 50	50% EC
difethialone	บาราคี	0.0025%
diflubenzuron	ดิมิลิน	25% WP
	ไคติน	25% WP
	ยูมิลิน	25% WP
dimethoate	ไดเมทโทเอท	40% EC
endosulfan	ธีโอดาน 35 อีซี	35% EC
	เมโทรดาน 35 อีซี	35% EC
	ธีโอดาน 25 ยูแอลวี	25% ULV
endosulfan/BPMC	ธีโอคาร์บ 4.5 จี	2.5% + 2% G
ethion	โรโดไซด์	50% EC
ethofenprox	ทรีบอน	10% EC
ethoprop	โมแค็ป	10% G
etrimphos	เอคาเมท 50	50% EC
	ซาติสฟาร์	50% EC
fenitrothion	ซูมิไธออน 50 อีซี	50% EC
	โตรนิเฟน	83% LUV
	ซูมิไธออน 83 ยูแอลวี	83% ULV
	โมไนท 50	50% EC
fenitrothion/BPMC	ซูมิบาส	45% + 15% EC
fenitrothion/esfenvalerate	อัลฟา-คอมบี	100 ULV
fenitrothion/fenvalerate	ซูมิคอมบี	30 ULV
	ซูมิคอมบี	12 ULV

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
fenpropathrin	แดนนิตอล	10% EC
fenvalerate	ซูมิ 35	35% EC
	ซูมิไซดิน 20	20% EC
	ซูมิไซดิน 20 ผง	20% WP
	ซันรอยด์	5% EC
flocoumafen	สะตอม	0.005% Wax block
flucyclozulon	แอนดาลิน	25% EC
flufenoxuron	แคสเคด	5% EC
fonofos	ไดโฟเนท 5 จี	5% G
	ไดโฟเนท 3 จี	3% G
formetanate	ไดคาร์โซ,	25% SP
	คาร์โซน	25% SP
	ไรเนต	25% SP
formothion	แอนธิโอ-33	33% EC
	แอนธิโอ-25	25% EC
hexythiazox	นิสโซรัน	20% SC
imidacloprid	คอนฟีดอร์	10% SL
	เอ็ดไมร์	5% EC
	เกาโช	70% WP
isocardophos/dimethoate	กูซาดอน	20/20% EC
isofenphos	ออฟทานอล	50% EC
isoprocarb (MIPC)	คาร์บาโกร	50% WP
	ซินโฟลาน	50% WP
	มิพซิน	50% WP
	มีดัส 50	50% WP
	ไมแคป 50	50% WP
	ยู-50	50% WP
	เอโทรโฟลาน	50% WP
	เอมโทเมช	50% WP
	มิพซิน	2% D
	มีดัส 2 ดี	2% D
	ยู-2	2% D
	เอส. บี. ฝุ่น	2% D
malation	มาลาเทน	84% EC
	มาลาไธออน	84% EC
	มาลาไธออน 83	83% EC
	มาลาไธออน 1,000 อี	100% EC
	มาลาฟอส	83% EC
	มาลาเฟ่ซ 83	57% EC
	เมโทร มาลาเอ็ม 83	57% EC

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
	ยิบไธออน	57% EC
	มาลาคอนโด 57	57% EC
	มาลาไธออน	57% EC
	มาลาไธออน 570	57% EC
	มาลาเฟซ 57	57% EC
	โอโซ-มาลา 57 อี	57% EC
metaldehyde	แองโกล สลัก	5% G
methamidophos (	โซนาต้า	60% SC
	มอนทานา	60% SC
	แอสโทรอน 600	60% SC
	นาทาร์น	60% SC
	โมนิเตอร์ 600	60% SC
	เอ.บี. รอน	60% SC
methiocarb	เมซูโรล 50 ดับบลิวพี	50% WP
methomyl	แลนเนท	40% SP
	เมธาวิน	-
methy bromide	เมธิลโบรไมด์	-
	ดาวฟูม	-
monocrotophos	อโซดริน	60% WSC
	ไซครอน	60% WSC
	ดอลล่าร์ 60	60% WSC
	พิทเด็ด	60% WSC
	สเปโต	60% WSC
	อโซเดร็น	60% WSC
	เอ.บี. ครอน	60% WSC
	แอสตรอน	60% WSC
	คอนเทสท์	60% WSC
	คาบีเดร็น	60% WSC
	แทคเกิล	60% WSC
	นูวาครอน	60% WSC
	โนวาเร็น 56	60% WSC
	บาดิครอน	60% WSC
	เมซาน	60% WSC
	โมครอน	55%
	โมโนครอน 560	55% WSC
	โมวาดริน	56% WSC
	โยเกน	56% WSC
	อะโกรดิน	60% WSC
	อโซดริน 56	56% WSC
	โนวาเรน 40	40% WSC

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
naled	ไดบรอม	58% EC
	ทวินบรอม	58% EC
	โปรโกร	50% EC
naphthalen ball	ลูกเหม็น	-
niclosamide	ไบลูสไซด์ 25% อีซี	25% EC
nuclear polyhedrosis virus	-	-
omethoate	โมทโธเอท 50	50% SL
	โอเมทโธเอท 50 แอลซี	50% LC
	แอสโทแมท	50% SL
	โอเมทโธเอท 80	50% EC
oxzmyl	ไวย์เดท แอล	24% LC
oxydemeton-methyl	เมทาซีสท๊อกซ์-อาร์	25% EC
permetrin	คอนยัก	25% EC
	ดูเพ็กซ์	25% EC
	บุก-79	25% EC
	แอมบุช-250	25% EC
	สโตโมซิพ พี	25% WP
	ดูเพ็กซ์ 25% ดับบลิวพี	25% WP
	แอมบุช	20% EC
	สโตโมซิน อีซี	20% EC
	พาราเอส ดี	20% EC
	ดูเพ็กซ์	10% EC
	ไซทรอยด์	10% EC
	บุก 100	10% EC
	เพอริเจน 10% อีซี	10% EC
	ฟลายแอ็ก	10% EC
	แอมบุช	10% EC
	แอมบุช 5% ยูแอลวี	5% ULV
phosalone	โซโลน	35% EC
phoxim	ไบไธลอน	50% EC
	ซีบาซิล พัว-ออน	7.5% S
	วาลา	80% ULVL
pirimicarb	พิริมอร์	50% DG
pirmiphos-methyl	แอคเทลลิค 50 อีซี	50% EC
profenofos	ดูราครอน-60	50% EC
	ซีลีครอน 500 อีซี	50% EC
	ซูเปอร์ครอน 500 อีซี	50% EC
	ดูราครอน	25% ULV
promecarb	คาร์บามัลท์	20% EC

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
propagite	โอไม้ท์ 30	30% WP
protein autolysate	อินไวท์	15%
	ออโตฟลาย	15%
protein hydrolysate	นาสิมาน	16%
prothiofos	โตกุไธออน 500 อีซี	50% EC
pyraclofos	โวลเดท	50% EC
quinalphos	เอคาลักซ์	40% Ec
	เอคาลักซ์	25% EC
	เอคาลักซ์ 5 จี	5% G
scillirocide	ซิลมูริน	1% Powder
Steinernema (Neoaplectana) carpocapsae	นีมาโทดิค 22	-
sulprofos	โบลสตาร์ 720 อีซี	72% EC
	โบลสตาร์	64% EC
	โบลสตาร์	64% EC
	โบลสตาร์	36% ULV
teflubenzuron	แซดคิลเลอร์	5% EC
	แซดคิลเลอร์	5% EC
terbufos	เคาน์เตอร์	2% G
	เคาน์เตอร์	3% G
tertradifon + synergist	เอ็ม 77 เอส	12% EC
thiodicarb	ลาร์วิน	75% WP
	ลาร์วิน 375 เอฟ	37.5% F
thiometon	เอคาทิน-25	25% EC
thiofanox	ดาคามอกซ์ 5 จี	5% G
tralomethrin	ทราเลต	3.6% EC
triazophos	ฮอสตาธีออน 40 อีซี	40% EC
	ฮอสตาธีออน 15 ยูแอลวี	15% ULV
	ฮอสตาธีออน 5 จี	5% G
triazophos/deltamethrin	เดลต้าฟอส	31% EC
triazophos + endosulfan	ฮอสตาธีออน + ธโอดาน	40% + 35% EC
trichlorfon	ดิพเทอร์เร็กซ์ 95	95% WP
	ดาเน็กซ์	95% SP
	ดิพเทอร์เร็กซ์ 95 เอสพี	95% SP
triflumuron	อัลซิสติน	25% WP
	อัลซิสติน	48% SC
wettable sulfur	กำมะถันผงไบเออร์	80% WP
	โคโลซัล	80% WP
	ซัลฟูไซด์	80% WP
	ซัลเฟอร์	80% WP
	ซัลโฟเวท	80% WP

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	% สารออกฤทธิ์และสูตรที่ใช้
zinc phosphide	แดทโกร	80% WP
	ทวิลซัลแมกซ์	80% WP
	ไธโอวิท	80% WP
	อีโคซัลฟ์	80% WP
	เอ.บี. ซัลฟ์	80% WP
	ซิงค์ฟอสไฟด์	80%
	ยาเบื่อหนูประตูทอง	80%
ขี้เถ้าแกลบ	-	-
น้ำมันปาล์ม	-	-
น้ำมันมะพร้าว	-	-
น้ำมันถั่วเหลือง	-	-
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	-	-
ปูนขาว	-	-
น้ำมันละหุ่ง	-	-
น้ำมันรำข้าว	-	-
น้ำมันมะกอก	-	-
ส่วนผสมของกำมะถันและลูกเหม็นบดละเอียด	-	-

ภาคผนวกที่ 3 โครงสร้างของผิวใบของวัชพืชชนิดต่าง ๆ (Noda *et al* 1986)

Scientific Name	Stomata Ad.	Stomata Ab.	No. of stomata	Length of aperture	Wax Ad.	Wax Ab.	Appendages, etc.
1. Grassy Weeds				*micron*			
Brachiaria mutica	e	e	1-2	10	3	1	mi, ma
B. reptans	e	e	2-4	7	3	1	mi
Cenchrus echinatus	e	e	1-2	20	1	1	mi, d
Chloris barbata	e	e	2-3	8	3	1	pr, pa
Coix aquatica	e	e	2	30	1	1	mi, ma, d
Cynodon dactylon	e	e	3	15	4	4	pa, pr
Dactyloctenium aegyptium	e	e	3-5	10-15	2	2	ma, pa
Echinochloa colonum	e	e	1-2	10	4	4	pa
E. crusgalli	e	e	2-4	25	4	2	mi
Eleusine indica	e	e	2-4	15	4	1	
Eragrostis viscosa	e	e	2-3	8	4	1	mi, pr
Eriochloa procera	e	e	2	20	3	1	mi
Imperata cylindrica	e	e	4-5	10	4	1	mi, pa
Ischaemum rugosum	e	e	4-5	10-15	3	3	mi, pa
Leersia hexandra	e	e	4	14	3	3	mi, pa, pr, si
Leptochloa chinensis	e	e	2	10	3	3	pa, pr, si
Panicum repens	e	e	4	10	3	3	pr, si, ma
Pennisetum pedicellatum	e	e	2-4	30	1	1	mi, pr
P. polystachyon	e	e	2-4	30	1	1	ma, mi, pr, d
P. purpureum	e	e	2-4	30	1	1	mi, ma, pr
Rhynchelytrum repens	e	e	2-4	20	4	2	mi, pr
Rottboellia exaltata	e	e	2-3	25-30	1	1	pr, mi
Saccharum spontaneum	e	e	?	12	3	3	pr
Setaria pallide-fusca	e	e	2-3	20	4	1	pr, mi
2. Cyperaceae Weeds							
Cyperus compactus	n	e	2-4	12	2	2	w
C. difformis	n	e	2-4	20	1	1	w
C. distans	n	e	2-4	15	1	1	w
C. imbricatus	n	e	3-5	20	1	1	w, pr
C. iria	n	e	2-4	20	1	1	w
C. pulcherrimus	n	e	2-3	18	1	1	w
C. rotundus	n	e	2-3	20	1	1	w
Eleocharis dulcis	(e)		4-6	15	(1)		w
E. spiralis	(e)		4-6	17	(1)		w
Fimbristylis miliacea	(e)		1-2	35	(1)		w
Fuirena ciliaris	n	e	3-5	35	1	1	w
Scirpus articulatus	(e)		3	15	(1)		w
S. grossus	e	e	2-4	15	1	1	w

Notes: Ad. = adaxial surface, Ab. = abaxial surface.
e = existence of stomata, n = no existence of stomata.
Wax deposits; 1 = no, 2 = little, 3 = moderate, 4 = dense.
( ) are in the cases of no distinction of adaxial and abaxial surfaces.
No. of stomata is per $(100 \text{ micron})^2$
Appendages; mi = microhair, ma = macrohair, pr = prickle, pa = papilla, si = silica body, w = wart, se = stellate, st = striae, tr = trichome, d = dumb-bell-shaped substance.
* ; observed on the adaxial only.

ภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

Scientific Name	Stomata Ad.	Stomata Ab.	No. of stomata	Length of aperture	Wax Ad.	Wax Ab.	Appendages, etc.
				micron			
3. Broadleaved Weeds							
Abutilon indicum	e	e	1-2	8	1	1	se
Aeschynomene americana	e	e	8-10	10	2	1	
A. indica	e	e	8-10	6	4	3	
Ageratum conyzoides	e	e	3-5	15	1	1	ma, mi
Alternanthera philoxeroides	e	e	2-3	20	1	1	ma, mi
A. sessilis	e	e	2-3	25	1	1	ma
Amaranthus viridis	e	e	2-3	10	1	1	st
Boerhavia diffusa	e	e	2-4	15	1	1	st, tr
Commelina benghalensis	e	e	1	30	1	1	st, ma, mi
C. diffusa	e	e	1	25	1	1	mi, pa
Eclipta alba	e	e	2-3	15	1	1	ma
Eichhornia crassipes	e	e	1-2	35	1	1	
Emilia sonchifolia	e	e	3	10	3	3	
Eupatorium odoratum	e	e	2-3	15	1	1	ma, mi, tr
Euphorbia geniculata	e	e	8-10	8	3	3	ma, si
E. hirta	e	e	1-3	8	1	4	ma
E. thymifolia	e	e	2-5	4	3	3	si, ma, mi
Gomphrena celosioides	e	e	2-4	8	1	1	ma
Heliotropium indicum	e	e	3-8	12	1	1	ma, pr, tr
Hyptis suaveolens	e	e	7-10	15	1	1	ma, mi, st, tr
Ipomoea aquatica	e	e	3-5	10	1	1	st, tr
Jussiaea linifolia	e	e	3-10	8-10	1	1	st
J. repens	e	e	5	8-10	1	1	st
Marsilea crenata	e	e	2	8	3	3	
Mimosa invisa	e	e	2-4	5	2	2	ma
M. pigra	e	e	5	8	3	3	ma
M. pudica	e	e	1-2	5-7	3	3	ma
Monochoria hastata	e	e	3-4	17	1	1	st
M. vaginalis	e	e	4	10	1	1	st
Paederia linearis	n?*	e	0*-5	15	1	1	st, ma, mi
Passiflora foetida	e	e	4-5	10	1	1	ma, mi
Phyllanthus amarus	e	e	2-3	5	4	4	
Pistia stratiotes	e	e	1-2	10	3	?	ma
Polygonum tomentosum	e	e	3-6	12	1	1	ma, st, pa
Portulaca oleracea	e	e	1-2	20	1	1	st
Sida acuta	e	e	1-2	8	1	1	st, se
Sphaeranthus africanus	e	e	1-2	15	1	1	mi, tr
Sphenoclea zeylanica	e	e	3-5	6	3	3	
Tridax procumbens	e	e	2-3	20	1	1	pr, mi
Vernonia cinerea	e	e	1-3	10	1	1	mi, ma, tr, st

ภาคผนวกที่ 4 ขนาดและน้ำหนักเมล็ดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ (Noda *et al.* 1985)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ความยาว (มม.)	ความกว้าง ($\bar{X}$ ความกว้าง - ความหนา) (มม.)	น้ำหนัก mg/เมล็ด
I. Grassy weeds			
Brachiaria mutica	3.137 (3.06-3.32)	1.009 (0.97-1.07)	0.291
Brachiaria reptans	1.618 (1.49-1.68)	0.949 (0.91-1.03)	0.473
Cenchrus echinatus	2.331 (2.04-2.55)	1.504 (1.27-1.58)	1.915
Chloris barbata	2.142 (2.04-2.17)	0.903 (0.66-1.12)	0.165
Dactyloctenium aegyptium	0.931 (0.85-1.01)	0.826 (0.65-0.95)	0.268
Digitaria adscendens	3.397 (2.96-3.62)	0.928 (0.82-1.07)	0.603
Digitaria sanguinalis	1.847 (1.78-1.96)	0.649 (0.61-0.69)	0.309
Echinochloa colonum	2.152 (1.94-2.49)	1.229 (1.07-1.43)	1.050
Echinochloa crusgalli	2.963 (2.81-3.16)	1.821 (1.63-2.04)	3.145
Eleusine indica	1.239 (1.12-1.38)	0.673 (0.56-0.77)	0.345
Heteropogon contortus	7.55 (6.8 -8.2)	0.645 (0.5 -0.8)	0.621
Hymenachne pseudointerrupta	1.654 (1.52-1.88)	0.756 (0.72-0.83)	0.502
Ischaemum rugosum	2.611 (2.45-2.81)	1.157 (0.97-1.38)	0.970
Leersia hexandra	2.059 (1.78-2.25)	0.890 (0.83-0.96)	0.755
Leptochloa chinensis	1.357 (1.12-1.68)	0.510 (0.46-0.61)	0.139
Pennisetum pedicellatum	2.392 (2.19-2.50)	1.023 (0.98-1.05)	0.719
Pennisetum polystachyon	2.392 (2.09-2.60)	0.921 (0.77-1.02)	0.627
Pennisetum purpureum	2.276 (2.09-2.43)	0.753 (0.65-0.88)	0.421
Rhynchelytrum repens	2.322 (1.99-2.45)	0.681 (0.62-0.72)	0.385
Rottboellia exaltata	3.667 (3.21-4.18)	2.943 (2.81-3.21)	10.05
Setaria geniculata	2.091 (1.99-2.14)	1.117 (1.07-1.22)	0.703
II. Cyperaceae weeds			
Cyperus compactus	1.847 (1.71-1.96)	0.433 (0.39-0.46)	0.145
Cyperus difformis	0.587 (0.56-0.61)	0.298 (0.26-0.31)	0.012
Cyperus distans	1.913 (1.79-2.04)	0.469 (0.41-0.51)	0.111
Cyperus imbricatus	0.663 (0.62-0.77)	0.402 (0.31-0.44)	0.038
Cyperus iria	0.462 (0.45-0.47)	0.263 (0.26-0.28)	0.097
Cyperus pilosus	0.602 (0.51-0.71)	0.316 (0.26-0.36)	0.038
Cyperus procerus	1.414 (1.29-1.52)	0.694 (0.65-0.75)	0.193
Cyperus pulcherrimus	0.475 (0.44-0.52)	0.275 (0.23-0.31)	0.009
Cyperus rotundus	1.392 (1.22-1.53)	0.530 (0.46-0.61)	0.108
Eleocharis dulcis	1.989 (1.70-2.27)	1.045 (0.95-1.14)	0.653
Eleocharis spiralis	1.837 (1.68-2.06)	1.045 (0.85-1.16)	0.583
Fimbristylis dichotoma	1.004 (0.95-1.11)	0.668 (0.62-0.72)	0.129
Fimbristylis miliacea	0.525 (0.51-0.56)	0.326 (0.31-0.36)	0.017
Fuirena ciliaris	0.867 (0.77-0.97)	0.495 (0.46-0.51)	5.25
Scirpus articulatus	1.535 (1.43-1.68)	0.979 (0.87-1.17)	0.454
Scirpus grossus	1.471 (1.42-1.58)	0.986 (0.83-1.06)	0.285
Scirpus juncoides	1.05 (0.97-1.17)	0.806 (0.71-1.02)	0.237

ภาคผนวกที่ 4 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ความยาว (มม.)		ความกว้าง ($\bar{X}$ ความกว้าง - ความหนา) (มม.)		น้ำหนัก mg/เมล็ด
III. Broadleaved weeds					
Abutilon indicum	2.423	(2.30-2.55)	2.091	(1.58-2.24)	4.405
Aeschynomene americana	2.064	(1.94-2.19)	1.489	(1.42-1.68)	3.116
Aeschynomene aspera	5.963	(5.84-6.05)	4.573	(4.52-4.65)	36.20
Aeschynomene indica	3.245	(2.89-3.51)	2.361	(2.25-2.51)	7.314
Ageratum conyzoides	1.725	(1.59-2.01)	0.345	(0.25-0.41)	0.120
Alternanthera philoxeroides	1.234	(1.12-1.37)	1.173	(1.07-1.22)	0.543
Alternanthera sessilis	1.246	(1.06-1.70)	1.068	(0.95-1.29)	0.445
Amaranthus spinosus	0.893	(0.77-1.06)	0.802	(0.69-0.95)	0.176
Amaranthus viridis	0.939	(0.79-1.03)	0.849	(0.77-0.95)	0.197
Boerhavia diffusa	3.74	(3.5 -3.9)	1.32	(1.2 -1.5)	2.142
Cleome viscosa	1.582	(1 42-1.69)	1.416	(1.24-1.52)	1.202
Commelina benghalensis	2.815	(2.19-3.06)	1.779	(1.63-1.89)	2.049
Commelina diffusa	4.102	(3.65-4.91)	2.215	(2.15-2.28)	11.51
Corchorus olitorius	1.801	(1.65-1.88)	1.478	(1.29-1.71)	1.504
Crotalaria striata	2.693	(2.45-3.03)	2.126	(1.95-2.32)	5.266
Cyanotis axillaris	2.05	(1.8 -2.5)	1.58	(1.3 -1.7)	2.910
Eclipta alba	2.703	(2.49-3.01)	1.147	(0.96-1.27)	0.401
Eichhornia crassipes	1.156	(0.93-1.32)	0.619	(0.52-1.32)	0.159
Eupatorium odoratum	3 581	(3.32-3.93)	0.392	(0.36-0.46)	0.243
Euphorbia geniculata	2 412	(2.29-2.55)	2.147	(1.53-2.45)	6.311
Euphorbia hirta	0.645	(0.57-0.70)	0.392	(0.34-0.46)	0.065
Euphorbia thymifolia	0.931	(0.79-1.03)	0.604	(0.57-0.65)	0.107
Gomphrena celosioides	1.623	(1.57-1.68)	1.097	(0.95-1.16)	1.019
Heliotropium indicum	3.157	(2.78-3.57)	1.867	(1.63-2.14)	1.775
Hydrocera triflora	7.33	(6.9-8.2)	3.91	(3.4-4.4)	28.33
Hyptis suaveolens	3.876	(3.37-4.25)	2.672	(2.25-2.81)	6.058
Ipomoea aquatica	4.701	(4.52-6.71)	3.872	(3.12-4.42)	36.408
Jussiaea linifolia	0.686	(0.36-0.93)	0.360	(0.23-0.49)	0.064
Lagascea mollis	3.075	(2.91-3.26)	0.913	(0.82-1.12)	0.859
Limnocharis flava	1.055	(0.98-1.16)	0.629	(0.57-0.77)	0.195
Melochia corchorifolia	2.269	(2.04-2.39)	1.668	(1.53-1.73)	2.492
Mimosa invisa	3.202	(2.95-3.45)	2.265	(2.15-2.45)	5.768
Mimosa pigra	5.228	(4.69-5.51)	2.519	(2.40-2.81)	11.45
Mimosa pudica	2.601	(2.45-2.75)	2.321	(1.63-2.49)	9.301
Mimulus orbicularis	0.629	(0.57-0.69)	0.203	(0.18-0.22)	0.018
Monochoria hastata	0.801	(0.56-0.97)	0.464	(0.41-0.56)	0.109
Monochoria vaginalis	0.684	(0.59-0.72)	0.392	(0.35-0.43)	0.065
M vaginalis var. *Plantaginea*	0.599	(0.57-0.62)	0.404	(0.36-0.43)	0.041
Mucuna pruriens	7.71	(6.1 -8.3)	5.72	(5.1 -6.2)	140.45
Murdannia nudiflora	1.729	(1.59-1.83)	1.213	(1.08-1.29)	1.009
Nymphoides indica	1.205	(1.08-1.29)	1.104	(1.06-1.16)	0.505
Ottelia alismoides	0.898	(0.77-1.14)	0.464	(0.39-0.54)	0.155
Passiflora foetida	3.985	(3.55-4.25)	2.615	(2.25-2.85)	7.165
Pentapetes phoenicea	2.183	(1.94-2.35)	1.801	(1.52-1.99)	4.562
Phaseolus lathyroides	3.330	(2.81-3.83)	2.198	(2.14-2.35)	8.325
Phyllanthus amarus	0.913	(0.87-0.97)	0.668	(0.61-0.71)	0.156
Physalis minima	1.447	(1.316-1 574)	1.133	(1.032-1.213)	0.439
Polygonum tomentosum	3.34	(2.9 -3.7)	2.94	(2.8 -3.1)	3.501
Portulaca oleracea	0.694	(0.62-0.77)	0.627	(0.57-0.92)	0.061
Potamogeton malaianus	3.167	(2.81-3.46)	2.152	(1.73-2.49)	3.386
Pueraria phaseoloides	3.963	(3.77-4.08)	2.586	(2.45-2.75)	11.898
Richardia braziliensis	2.402	(2.12-2.55)	1.296	(1.19-1.42)	1.985
Sesbania aculeata	3.274	(2.91-3.67)	1.551	(1.42-1.63)	6.55
Sida acuta	2.061	(1.94-2.14)	1.429	(1.37-1.49)	2.054
Sphaeranthus africanus	0.938	(0.92-1.28)	0.296	(0.26-0.36)	0.064
Sphenoclea zeylanica	0.472	(0.44-0.52)	0.165	(0.15-0.18)	0.0089
Striga asiatica	0.318	(0.24-0.35)	0.185	(0.15-0.21)	0.0096
Trianthema portulacastrum	1.612	(1.43-1.84)	1.423	(1.33-1.58)	1.188
Tridax procumbens	2.162	(1.94-2.39)	0.732	(0.46-0.87)	0.640
Vernonia cinerea	1.510	(1.38-1.63)	0.474	(0.36-0.54)	0.156
Xanthium strumarium	12.38	(10.8-13.1)	4.67	(3.9 -5.1)	59.371
IV. Miscellaneous weeds					
Blyxa japonica	0.882	(0.80-0.95)	0.591	(0.44-0.75)	
Najas graminea	1.538	(1.47-1.68)	0.539	(0.49-0.67)	0.212
Typha angustifolia	1.504	(1.37-1.63)	0.312	(0.28-0.39)	0.065
Utricularia aurea	0.885	(0.77-1.08)	0.686	(0.59-0.77)	0.058
Xyris indica	0.592	(0.55-0.65)	0.227	(0.18-0.26)	0.015

ภาคผนวกที่ 5 รายชื่อของแมลงศัตรูธรรมชาติของวัชพืชที่สำคัญในประเทศไทย (Napompeth 1988)

Weed species	Insect natural enemies
Terrestrial Weeds:	
Amaranthus viridis	*Hypolixus truncatulus*
Chromolaena odorata	*Aphis gossypii*
	Aphis spiraecola
	Unidentified cicindellid larva
Melastoma malabathricum	Unidentified grasshopper
	Unidentified lepidopterous larva
Mimosa invisa	*Euproctis fraterna*
Mimosa pigra	Aphids
	Archips micasceana
	Caseworms
	Cicadellids
	Euproctis fraterna
	Icerya sp.
	Sagra femorata
	Zeuzera coffeae
Aquatic Weeds:	
Alternanthera philloxeroides	*Hymenia recurvalis*
	Nanophyes sp.
	Precis lemonias
	Psara basalis
	Psara hipponalis
Eichhornia crassipes	*Atractomorpha crenulata*
	Gesonula punctifrons
	Oxya minima
	Spodoptera mauritia
Hydrilla verticellata	*Parapoynx sp.*
Ludwigia adscendens	*Altica foeveicollis*
	Theretra oldenlandiae
	Theretra pinastrina
Pistia stratiotes	Aphids
	Criotettrix sp.
	Episamea pectinicornis
	Nymphula turbata
	Parapoynx diminutalis
Salvinia cucullata	*Bangous sp. nr. nodieri*
	Criotettrix sp.

ภาคผนวกที่ 6 ชื่อสามัญ ชื่อการค้า เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ และสูตรของสารเคมีกำจัดวัชพืชในประเทศไทย (Thailand Pesticide Handbook 1981)

ชื่อการค้า	ชื่อสามัญ	สารออกฤทธิ์ (%) และสูตร
alachlor	Lasso, Arosal, Alanex	45.1% *EC*
	Alachlor C.T.	43.7% *EC*
ametryn	Gesapax	50% FL, 80% *WP*
	Shell-Ametryn, Twinmetrin 80, Mebatryn 80, Watafac 80, Barapax 80, Ametryn 80	80% *WP*
asulam	Asulox 40	40% *L*
atrazine	Gesaprim	40% *L*, 80% *WP*, 90% *G*
	Shell-Atrazine, Twintrazin 80, Mebazine, Baraprim, Wataprim, Atrazine	80% *WP*
bentazon	Basagran	48% *EC*
benthiocarb	Saturn	8% *G*, 50% *EC*
bifenox	Modown	10% *G*
bromacil	Bromacil C.T., Bromacil, Bromix, Hyvar X.	80% *WP*
butachlor	Chelete, Machete	5% *G*
chlorthal-dimethyl (DCPA)	Dacthal	80% *WP*
chlorthiamid	Prefix	7.5% *G*
2, 4-D	Shell-D 80, Edsanchor, Twindronal, Tophormone, Phenox-D, Hedonal	80% *WP*
	D-M-A-6, Twin 2,4-D, Butyl 6D, Bara-amine, Pittamine	69.5% *EC*
	Ester 79, Bara-ester, Phenomine	79.2% *EC*
dibutalin	Butalin	36.5% *EC*
dalapon	Gramavin, Kalala, Zicapon, Dalapon, Dalap, Dowpon M.Blue, Twincarpon 85, Perapon, Rotrapon, Lalapon, Sumpon	85% *WP*
diphenamid	Enide	50 % *WP*
diuron	Karmex, Diuron, Diuron-Bayer, Dirox 80, Ronfix, Watatax 80, Voron, Summiron	80% *WP*
fosamine ammonium	Krenite	41.5% *L*
glyphosate	Cowboy, Roundup	41% *L*
hexazinone	Velpar	90% *WP*
linuron	Lorox, Afalon	50% *WP*
metolachlor	Dual	40% *EC*
metribuzin	Sencor	50% *WP*
napropamide	Devrinol	50% *WP*
nitralin	Planavin	75% *WP*

ภาคผนวกที่ 6 (ต่อ)

(continued)

common name	Trade name	a.i.% Formulation
nitrofen	Tok-E 25	24 % *EC*
oxyfluorfen	Gole 2E	24% *EC*
paraquat	Gramoxone, Ecoparade, Herbizone	27.6% *LC*
	Glasszone, Kingzone, Karazone, T-Quat, Noxzone, Perazone, Planzone, Ruta	24% *LC*
propanil	Propanil C.T., Stam F.34, Bara F 100	25% *EC*
simzine	Gesatop	78% *WP*
terbacil	Zinbar	80% *WP*
trifluralin	Treflan	44.5% *EC*
ametryn + atrazine	Gesapax-Combi, Watafac-Combi	40.0 + 40.0% *WP*
2, 4-D + benthiocarb	Saturn-D	(2.0 + 5.0)7% *G*
2, 4-D + ioxynil	Actril DS, Actril DR	(10.0 + 60.0) 70% *EC*
2,D-D-metribuzin	Sencor-Combi	(57.0 + 16.6) 73.6% *WP*
2,4-D + oxadiazon	Ronstar 2D	(8.3 + 8.3) 16.6% *EC*
diuron + bromacil	Krovar 1, Bromaron 1	(40.0 + 40.0)80% *WP*
diuron + hexazinone	Velpar K 3	(43.64 + 16.36)60 % *WP*
diuron + MSMA	Monex H C	(12.0 + 60.0) 72% *EC*
diuron + paraquat	Paracol	(20.0 + 27.6) 47.6% *EC*
2, 4-D + trifluralin	Treflan R.	(1.6 + 3.0) 4.6% *G*
piperophos + dimethametryn	Avirosan	(2.64 + 0.66) 3.3% *G*
amitrole + diuron + MCPA	Ustinex, Emdinac	(47.5 + 24.0 + 18.0)89.5% *SP*

Note : *G*-granule, *WP*-wettable powder, *EC*- emulsifiable concentrate, *L*-liquid, *LC*-liquid concentrate, *SP*- soluble powder, *FL*-flowable liquid

ดรรชนี

Index

ดรรชนี (Index)