บทที่ 2

บทสอบสวนเอกสาร

สะเดา

สะเดามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Azadirachta indica* A. Juss. มีชื่อพ้องคือ *Melia indica* A. Juss. จัดอยู่ในวงศ์ Meliacidae (Radwanski, 1981; Schumutterer, 1990) มีชื่อสามัญที่ใช้เรียกกันทั่วไปในแต่ละประเทศแตกต่างกันไป เช่น Neem, Indian lilac Margosa, Yeppa และ Nim เป็นต้น (National Research Council, 1992) สำหรับชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นในประเทศไทยมีหลายชื่อ เช่น สะเดา เดา กะเดา กาเดา ควินิน ควินนิน จะตัง และ สะเลียม เป็นต้น (สะอาด บุญเกิด และ คณะ, 2525; วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม, 2531) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย ปัจจุบันพบแพร่กระจายอยู่ในป่าเขตร้อนและกึ่งร้อน

1. <u>ลักษณะทางพฤกษศาสตร์</u>

ต้นสะเดาเมื่อโตเต็มที่ลำต้นมีความยาวรัศมี 30 - 80 ซม. ส่วนเปลือกลำต้นมี 2 ชั้น เปลือกชั้นนอกหนา มีสีเทาเข้มและมีรอยแตกเป็นร่อง ๆ อยู่ทั่วไป เปลือกชั้นในมีสีน้ำตาลแดง รากเป็นระบบรากแก้ว ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียวยาว 20 - 30 ซม. ใบย่อยของสะเดามีสีเขียวอมเหลืองขอบใบหยัก ขนาดความกว้างและความยาวของใบประมาณ 1.5 - 2.0 และ 3.0 - 10.5 ซม. ตามลำดับ ก้านใบย่อยยาวประมาณ 1 - 3 มม. ช่อดอกของสะเดาประกอบด้วยส่วนของดอกย่อยมีขนาดเล็กเป็นดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกสีเหลืองมี 5 กลีบ ผลรูปร่างกลมรี ขนาดความยาวของผลประมาณ 1.4 - 2.4 ซม. (Schumutterer, 1990) ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกหรืออายุประมาณ 60 วัน หลังจากดอกบานมีสีเหลือง เปลือกผลเป็น

เยื่อบาง ๆ และมีน้ำยางสีขาว เนื้อมีรสขม เมล็ดมีลักษณะกลมยาวขนาดประมาณ 0.5 - 1.5 ซม.

สะเดาเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ความสูงโดยเฉลี่ย 6 - 25 เมตร เป็นไม้ไม่ผลัดใบในสภาพธรรมชาติสะเดาสามารถเจริญงอกงามในเขตร้อน ที่มีอุณหภูมิสูงถึง 44 °ซ มีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 450 - 1,150 มม. ต่อปี ค่า pH ของดินที่เหมาะสมประมาณ 6.2 - 6.5 สามารถทนต่อสภาพอากาศร้อนและสภาพของดินเค็มได้ดี (โสภณ บุญมีวิเศษ, 2531) โดยจะให้ผลผลิต 1 หรือ 2 ครั้งต่อปี ประมาณ 10 - 12 กก. ต่อต้น สามารถเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อต้นสะเดาอายุประมาณ 3 - 10 ปี ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมปริมาณน้ำฝนและสภาพของดิน (Ermel, et al., 1986)

ปัจจุบันพบสะเดามากในเขตร้อนหรือร้อนชื้น พบได้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกาตะวันออก อเมริกากลาง และ ออสเตรเลีย (บุญฤทธิ์ ภูริยากร, 2526; Schumutterer, 1990) ต้นสะเดาได้ถูกนำไปปลูกในหลาย ๆ ประเทศ เพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ กัน นอกเหนือจากการนำไปใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น ใช้ในวงการอุตสาหกรรมไม้แปรรูป น้ำมันจากเมล็ดสะเดา (neem oil หรือ margosa oil) ใช้ส่วนผสมของยาพื้นบ้านรักษาโรคต่าง ๆ เป็นต้น

ในประเทศไทย พบพันธุ์ไม้ในสกุลสะเดา (*Azadirachta*) มี 3 ชนิด ได้แก่ สะเดาอินเดีย สะเดาไทย และ สะเดาช้างหรือไม้เทียม คือ

1. สะเดาไทยหรือสะเดาบ้าน *Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton เป็นชนิดที่พบเห็นได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย เป็นสะเดาชนิดที่นิยมใช้ยอดอ่อนหรือใบมารับประทาน

2. สะเดาอินเดีย *Azadirachta indica* A. Juss เป็นพันธุ์ไม้พื้นเมืองในประเทศอินเดีย ในประเทศไทยสะเดาอินเดียพบน้อยกว่าสะเดาไทย และไม่นิยมรับประทานเนื่องจากใบมีรสขมกว่าสะเดาไทย

3. สะเดาช้างหรือไม้เทียม *Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs เป็นพันธุ์ไม้ในสกุลสะเดาไทยและสะเดาอินเดีย พบมากทางภาคใต้ของประเทศไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพร

รายละเอียดความแตกต่างของลักษณะลำต้น ใบ ดอก และผลของสะเดา ทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างของลักษณะลำต้น ใบ ดอกและผลของสะเดาไทย สะเดาอินเดีย และสะเดาช้าง (สุพรรณี พิมพ์สมาน, 2537)

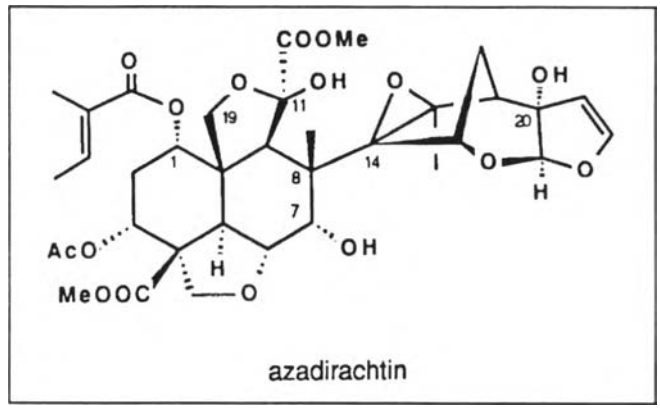
ชนิด	ลำต้น	ใบ	ดอกและผล
สะเดาไทย *Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton	ช่วงลำต้นสั้น เรือนยอดแผ่กว้าง เป็นพุ่มหนาทึบกว่าสะเดาอินเดีย สูง 15 - 20 เมตร เปลือกไม้สีเป็นร่องลึกเห็นชัดเจน	สีเขียวเข้มเป็นมัน ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อยทู่ โคนใบเบี้ยวแต่กว้าง ฐานใบเยื้องกันเล็กน้อย ปลายใบแหลม ขนาดใหญ่กว่าสะเดาอินเดีย ขนาดใบ 2.0-4.5 x 4.5-8.5 ซม.	ออกดอกเดือนธันวาคม - มกราคม เป็นช่อดามปลายกิ่ง ดอกสีขาว มีกลิ่นหอมเล็กน้อย ผลรูปกลมรี ขนาดประมาณ 10 x 20 มม. ผลแก่เดือนมีนาคม- พฤษภาคม
สะเดาอินเดีย *Azadirachta indica* A. Juss	เรือนยอดโปร่งกว่าสะเดาไทย สูง 15-20 เมตร เปลือกลำต้นสีน้ำตาลอมเทา มีลักษณะเรียบกว่า และแตกเป็นร่องเล็ก ๆ เห็นไม่ชัดเจน	ใบเล็กสีเขียวปนเหลือง ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อยแต่ปลายของฟันเลื่อยแหลม โคนเบี้ยว ฐานใบเยื้องกันมาก ปลายใบแหลมเรียวแคบมากจนคล้ายเส้นขนขนาด 1.5-2.5 x 2.5 ซม.	ออกดอกประปรายตลอดปี ผลกลมรีแต่มีขนาดเล็กกว่าสะเดาไทย ขนาดผลประมาณ 11x14 มม.
สะเดาช้าง *Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs	ลำต้นตรงสูง 20-40 ม. เมื่อยังอ่อนเปลือกเรียบสีน้ำตาลแดง แต่เมื่ออายุมากขึ้น(มากกว่า 10 ปี) เปลือกออกสีเทาและแตกออกเป็นแผ่นตามยาว	ขนาดใบค่อนข้างใหญ่ ใบหนามีสีเขียวเป็นมัน ขอบใบเรียบหรือบิดขึ้นลงเล็กน้อย โคนใบเบี้ยว ปลายใบแหลม	ออกดอกประมาณเดือนมีนาคม ดอกเป็นช่อสีเขียวตามง่ามใบ ผลรูปไข่รีขนาด 2.4-3.2x1.3-1.6 ซม. ผลแก่เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน

ลักษณะแตกต่างระหว่างสะเดาอินเดียและสะเดาไทยสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน จากลักษณะของใบ คือ ใบสะเดาอินเดียจะเล็กกว่าและขอบใบมีหยักมากกว่าสะเดาไทย ขนาดของผลและเมล็ดสะเดาอินเดียจะมีขนาดเล็กกว่าสะเดาไทย ในประเทศไทยสะเดามักออกดอกในระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม และผลจะสุกระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน (บุญฤทธิ์ ภูริยากร, 2526)

ภาพที่ 2.1 สะเดาไทย *Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton

2. สารออกฤทธิ์

การทดลองในการสกัดและแยกชนิดของสารประกอบจากสะเดาเริ่มขึ้นในประเทศอินเดีย ในปี ค.ศ. 1942 โดย Sidigui ได้ทำการแยกสารที่มีรสขมจากเมล็ดสะเดา ในเวลาต่อมาสามารถแยกชนิดของสารประกอบที่ได้ 4 ชนิด คือ nimbidin, nimbin, nimbinin และ nimbidol (Rembold, 1989) ซึ่งการสกัดและการแยกชนิดของสารประกอบจากสะเดายังคงมีการศึกษาค้นคว้ากันต่อไปเรื่อย ๆ โดยสามารถสกัดสาร azadirachtin ซึ่งเป็นสารประกอบที่สำคัญจากเมล็ดสะเดา เนื่องจากพบว่าปริมาณสารที่แยกได้จากเมล็ดสะเดาอัตราร้อยละ 90 ของสารออกฤทธิ์ ซึ่งมีผลต่อแมลงคือ สาร azadirachtin (National Research Council, 1992) หรือปริมาณสาร azadirachtin 10 กรัม ต่อ น้ำหนัก 1 กก. ของเมล็ด (Schumutterer, 1990) อย่างไรก็ตามปริมาณสารที่พบในเมล็ดสะเดาอาจจะผันแปรตามลักษณะพันธุกรรมและปัจจัยตามสภาพแวดล้อม จากปริมาณสารที่สกัดได้จากเมล็ดสะเดา สาร azadirachtin น่าที่จะเป็นแหล่งสารที่สำคัญของสารออกฤทธิ์ในเมล็ดสะเดา ซึ่งมีผลต่อแมลงในด้านต่าง ๆ เช่น มีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) รบกวนการเจริญเติบโต (growth disruption) และยับยั้งการสร้างไข่ (anti -oviposition) เป็นต้น สารสกัดจากเมล็ดสะเดาประกอบด้วยสารหลายกลุ่ม เช่น triterpenoid, phenolic compound, carotenoid, steroids และ ketones เป็นต้น แต่สาร azadirachtin มีโครงสร้างคล้ายสารจำพวก steroids เป็นพวก tetranortriterpenoid (limniod) และมีรายงานสูตรโครงสร้างของสาร Azadirachtin ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1972 (Butterworth and Morgan, 1972)



ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของสาร Azadirachtin

สารกลุ่ม azadiracthtin มีทั้งหมด 7 isomers ได้แก่ AZ. A, B, C, D, E, F และ G โดยจะพบอัตราส่วนของ AZ. A มากกว่าชนิดอื่น ๆ นอกจากสาร azadirachtin แล้วยังพบสารประกอบชนิดอื่น ๆ ที่แยกได้จากเมล็ดสะเดาเช่น salanin, salanol, salanol acetate, 3 - deacetyl salanin, azadiracdion, 14 - epoxy azadiracdion, gedunin, nimbinen และ diacetylnimbenen เป็นต้น (Jones, et al. 1989)

3. <u>ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาต่อแมลง</u>

สารสกัดจากสะเดามีประสิทธิภาพในการควบคุมป้องกันกำจัดแมลงในหลาย ๆ อันดับ เช่น Orthoptera, Homoptera, Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera และ Lepidoptera เป็นต้น ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาที่มีต่อแมลงแตกต่างกันไปตามชนิดของแมลงและระยะการเจริญเติบโตของแมลงด้วย โดยจะมีผลต่อแมลงในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (National Research Council, 1992)

1. รบกวนหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของไข่, ตัวอ่อน หรือดักแด้
2. ยับยั้งและป้องกันการลอกคราบของตัวอ่อน
3. รบกวนการสื่อสารระหว่างเพศเพื่อการผสมพันธุ์
4. ไล่ตัวอ่อนและตัวเต็มวัย
5. ขัดขวางการวางไข่ของตัวเมีย
6. ทำให้ตัวเต็มวัยเป็นหมัน
7. ยั้บยั้งการกินอาหาร

8. เป็นพิษต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัย
9. ทำให้ขบวนการเจริญเติบโตผันแปรไปได้หลายระยะ
10. ยับยั้งการสร้างไคติน

การใช้สารสกัดจากสะเดานอกจากจะสามารถใช้ได้ผลดีกับแมลงหลายชนิดแล้วยังเป็นอันตรายน้อยมากต่อแมลงที่มีประโยชน์ และแมลงศัตรูธรรมชาติ เช่น ผึ้ง แตนเบียน ด้วงเต่า เป็นต้น (Heyde, 1983; Sharma, 1983; National Reseach Council, 1992; Boonthai, 1994)

ในการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดา ซึ่งเป็นสารสกัดที่มีผลต่อแมลงในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น การฆ่าตัวอ่อน (larvicide) การไล่ (repellant) การทำให้ลดการกิน (antifeedant) และมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบในแมลงหลายชนิด มีรายงานการทดลองที่ให้ผลแตกต่างกันไปในแมลงชนิดต่าง ๆ Webb, et al. (1983) รายงานการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่ความเข้มข้น 0.1 % สามารถลดประสิทธิภาพการวางไข่ของผีเสื้อหนอนชอนใบ *Liriomyza sativae*

Sombatsiri and Tigvattanont (1983) ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดสะเดา ต่อหนอนกระทู้ยาสูบ *Spodoptera litura* และหนอนใยผัก *Plutella xylostella* ระยะที่ 3 และ 4 ตามลำดับ โดยวิธีผสมสารให้หนอนกิน พบว่า หนอนกระทู้ยาสูบ และหนอนใยผักมีอัตราการตายเท่ากับ 87.1 และ 78.6 % ที่ความเข้มข้น 1 และ 5 % ตามลำดับ

Prabhaker, et al. (1986) ได้ศึกษาพบว่า สารสกัดจากเมล็ดสะเดาอินเดียที่ ความเข้มข้น 2.0 % ทำให้หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* ระยะที่ 5 ไม่สามารถเจริญเข้าสู่ระยะดักแด้ได้ และให้อัตราการตายในหนอนระยะที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 86 และ 72 % ตามลำดับ ส่วนในหนอนคืบกระหล่ำ *Trichoplusia ni* มีค่าเท่ากับ 78 และ 100 % ตามลำดับ

Koul, et al. (1987) ศึกษาผลกระทบของสาร azadirachtin ต่อหนอนไหม *Bombyx mori* ระยะที่ 5 พบว่า สาร azadirachtin จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนไหม ทำให้ไม่สามารถเจริญเข้าสู่ระยะดักแด้ได้อย่างสมบูรณ์

Hollis and Parks (1989) รายงานว่า สารสกัดจากสะเดาในรูปการค้า Margosan - O ที่ความเข้มข้นของสาร azadirachtin เท่ากับ 160 ppm. สามารถลดจำนวนการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยของแมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* ได้ถึง 60 %

Miller and Chamberlain (1989) พบว่าสาร azadirachtin ซึ่งสกัดได้จากเมล็ดสะเดา ทำให้หนอนแมลงวัน *Musca domestica* มีการเจริญเป็นตัวเต็มวัยที่ผิดปกติ และมีค่า LC_{50} ต่อหนอนเท่ากับ 10.5 ppm. โดยวิธีผสมสารให้หนอนกิน

Jilani, et al. (1990) รายงานการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่แมลง (repellant) เมื่อใช้น้ำมันสะเดาที่ความเข้มข้น 80 $\mu g/cm^3$ สามารถขับไล่มอดข้าวเปลือก *Rhyzopertha dominica* ได้มากกว่า 50 %

John, et al. (1990) รายงานว่า โดยวิธีผสมสาร azadirachtin ให้ตัวหนอนแมลงวันทอง *Dacus dorsalis* ระยะที่ 3 กิน จะมีผลทำให้ความสามารถในการวางไข่ของแมลงวันทองลดลง

Lowery, et al. (1993) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาในเพลี้ยอ่อน 3 ชนิด คือ *Myzus persicae*, *Nasonovia ribisnigri* และ *Chactosiphon fragacfolii* พบว่าสามารถลดจำนวนประชากรเพลี้ยอ่อนทั้ง 3 ชนิดได้โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.2, 1.0 และ 1.4 % ตามลำดับ

หนอนผีเสื้อกินไขผึ้ง (wax moth)

หนอนผีเสื้อกินไขผึ้ง ที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้ง คือ หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ (Greater wax moth) และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก (Lesser wax moth) โดยทั่วไปแล้วตัวเต็มวัยของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งทั้งสองชนิดนี้ ไม่ได้เข้าทำลายรวงรังผึ้งและผลิตภัณฑ์จากผึ้งโดยตรง แต่การเข้าทำการลายดังกล่าว เกิดจากตัวหนอนของผีเสื้อกินไขผึ้ง และมักพบว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่จะมีการเข้าทำลายที่รุนแรงหรือก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก (Singh, 1962)

การจัดเรียงลำดับชั้น (classification) ของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ (Greater wax moth) และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก (Lesser wax moth) สามารถจัดจำแนกได้ ดังนี้ คือ

อาณาจักร (Kingdom)	Metazoa
ไฟลัม (Phylum)	Arthropoda
ชั้น (Class)	Insecta
อันดับ (Order)	Lepidoptera
วงศ์ (family)	Pyralidae
สกุล (Genus)	*Galleria*
	Achroia
สปีชีส์ (Species)	*Galleria mellonella* Linn.
	Achroia grisella Fabr.

ลักษณะของ Pyralidae เป็นวงศ์ที่มีสมาชิกมากที่สุดเป็นอันดับสองในอันดับ Lepidoptera (Borror, et al. 1976) ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและค่อนข้างยาว ปีกหน้ายาวเรียว หรือเป็นรูปสามเหลี่ยม หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กจะเจริญอยู่บนแผ่นไขผึ้งในระยะตัวหนอนซึ่งจะทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายภายในรังผึ้งและผลิตภัณฑ์จากผึ้ง

ก. <u>เขตการแพร่กระจาย</u>

พบการเข้าทำลายของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งในรังเลี้ยงผึ้งเป็นครั้งแรกในเมืองบอสตัน (Boston) รัฐแมสสาชูเซทส์ (Messachusetts) (Mangum, W., 1989) หลังจากนั้นก็ได้ระบาดไปยังพื้นที่ที่มีการเลี้ยงผึ้งในสหรัฐอเมริกา และแพร่กระจายไปทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตที่มีอุณหภูมิพอเหมาะอันยาวนาน มีฤดูหนาวช่วงสั้น ๆ (Southwick, 1987) สำหรับในทวีปเอเชียมีรายงานว่า หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก จะเข้าทำความเสียหายทั้งรังเลี้ยงผึ้งและผลิตภัณฑ์จากผึ้ง ตลอดจนแผ่นไขผึ้งที่ใช้แล้ว มีการระบาดมากในเขตร้อน โดยพบว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งทั้งสองชนิดจะเข้าทำลายรังผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera*) ผึ้งโพรง (*Apis cerana*) และผึ้งหลวง (*Apis dorsata*) (Singh, 1962) นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งเป็นศัตรูหรือสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผึ้งโพรงทิ้งรังหรือหนีรัง (Akrathanakul, 1987; Wongsiri, et al., 1987)

ข. <u>ลักษณะทั่วไป</u>

หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก จัดเป็นผีเสื้อกลางคืน (moths) โดยมีการเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) เป็นแมลงที่ไม่มีการเจริญของปีกให้เห็นในระยะตัวอ่อน แมลงเหล่านี้เมื่อออกจากไข่ (egg) จะเข้าสู่ระยะตัวหนอน (larva) จากนั้นจะเข้าสู่ระยะดักแด้ (pupa) และเป็นตัวเต็มวัย (adult) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการเจริญเติบโตนั้น ไม่มีรูปร่างลักษณะเหมือนกันเลย การกินอาหารของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยก็ต่างกัน โดยในระยะที่เป็นตัวหนอนนั้นจะเข้าทำลายรวงรังผึ้งและแผ่นไขผึ้งที่ใช้แล้วในโรงเก็บ (Brewer, 1978)

1. <u>หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ (Greater wax moth)</u>

1.1 ไข่ (eggs)

ไข่ของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่มีรูปร่างกลม สีขาวครีม ขนาด

ประมาณ 0.4 - 0.5 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ครั้งละประมาณ 300 - 500 ฟอง ไข่นี้จะฟักออกเป็นตัวภายใน 5 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 30 - 35 °ซ ถ้าหากอุณหภูมิต่ำประมาณ 10° ซ ต้องใช้เวลานานถึง 5 สัปดาห์ จึงจะฟักเป็นตัวหนอน (Morse, 1978)

1.2 ตัวหนอน (Larvae)

ตัวหนอนที่ฟักออกจากไข่ จะมีสีขาวครีม เคลื่อนที่ได้เร็ว ตัวหนอนที่เจริญเติบโตเต็มที่จะมีสีเทาสกปรก และมีความยาวประมาณ 22 - 29 มม. มีขนาดใหญ่กว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก การเจริญของตัวหนอนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความสมบูรณ์ของอาหาร (Milum, 1952) โดยทั่วไปการเจริญในระยะตัวหนอนใช้เวลา 28 - 35 วัน ที่อุณหภูมิ 30 - 35 °ซ

1.3 ดักแด้ (pupae)

ก่อนที่ตัวหนอนจะเจริญเข้าสู่ระยะดักแด้ จะสร้างเส้นใยสีขาวปกคลุมลำตัว (cocoons) และตัดรังไหมเป็นช่องเล็ก ๆ เพื่อเป็นทางออกของตัวเต็มวัย ตัวหนอนจะสร้างดักแด้อยู่เรียงชิดกันเป็นกลุ่ม ขนาดความยาวของดักแด้ประมาณ 14 - 15 มม. การเจริญในระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 8 วัน

1.4 ตัวเต็มวัย (Adults)

ตัวเต็มวัยประกอบด้วยปีกสองคู่ มีลักษณะแบนบาง ปีกคู่หน้า เป็นจุดสีน้ำตาลขนาดของตัวเต็มวัยเมื่อหุบปีก ความยาวจากหัวถึงปลายปีกเท่ากับ 5/16 - 3/14 นิ้ว (7.94 - 19.08 มม.) เมื่อกางปีกความยาวจากปลายปีกทั้งสองด้านของปีกคู่หน้าของตัวเต็มวัยเท่ากับ 1 - 1/ 1/4 นิ้ว (37 - 75 มม.) ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ครั้งละ 300 - 500 ฟอง ความแตกต่างระหว่างตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้ที่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน คือ ขนาดและสีบริเวณลำตัว พบว่า โดยส่วนใหญ่เพศเมียจะมีขนาดใหญ่และสีเข้มกว่าเพศผู้ ทั้งนี้ขึ้นกับความสมบูรณ์ของอาหารที่ได้รับในระยะตัวหนอน (Morse, 1978)

1.5 วงชีวิต

วงชีวิตของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ เริ่มจากตัวเต็มวัยเพศเมียเข้าไปวางไข่บนแผ่นรวงรังผึ้ง หรือรอยแตกภายในหีบเลี้ยงผึ้ง หลังจากนั้นประมาณ 10 - 12 วันที่อุณหภูมิประมาณ 35 °ซ ไข่จะฟักเป็นตัวหนอนและอาศัยอยู่บนแผ่นไขผึ้ง กินไขผึ้ง เศษคราบของตัวอ่อนและเศษดักแด้ของผึ้ง อัตราการเจริญของตัวหนอนขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของอาหารและ อุณหภูมิ โดยเฉลี่ยระยะตัวหนอนใช้เวลาประมาณ 29 วัน จึงเข้าสู่ระยะดักแด้ ซึ่งจะใช้เวลาอีกประมาณ 8 วัน ดักแด้ก็จะออกมาเป็นตัวเต็มวัย ในที่อุณหภูมิต่ำระยะดักแด้จะขยายเวลาออกไป และจากนั้นภายใน 10 วัน ตัวเต็มวัยจะเริ่มวางไข่ต่อไปอีก (Southwick, 1987)

2. หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก (Lesser wax moth)

2.1 ไข่ (eggs)

ไข่ของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กมีลักษณะกลมรี สีขาวครีม ขนาดความยาวประมาณ 0.3 - 0.4 มม. ไข่จะฟักออกเป็นตัวภายใน 3 - 4 วัน ที่อุณหภูมิ 30 - 35 °ซ

2.2 ตัวหนอน (larvae)

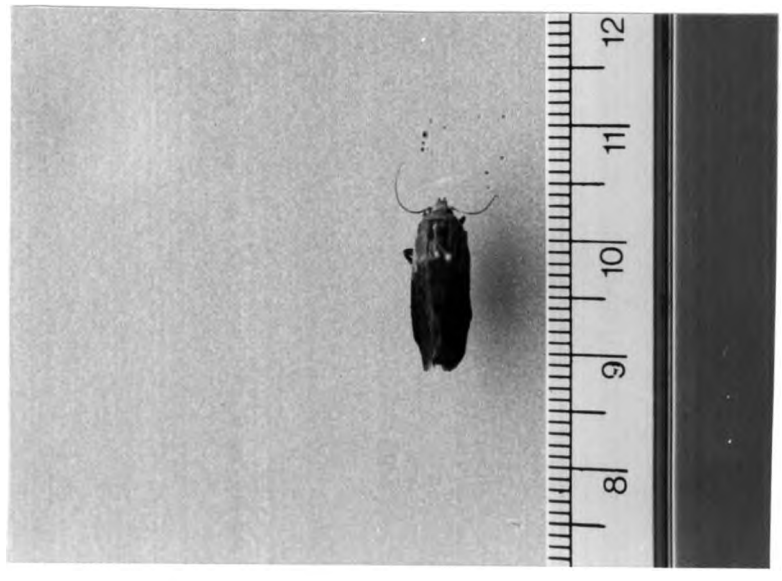
ตัวหนอนที่ฟักออกจากไข่มีขนาดประมาณ 1 มม. เคลื่อนที่ได้รวดเร็ว มีสีขาวครีม เมื่อโตเต็มที่มีขนาดความยาวของลำตัวประมาณ 15 - 16 มม. มีขนาดเล็กกว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ การเจริญของหนอนขึ้นกับความสมบูรณ์ของอาหารและอุณหภูมิ โดยทั่วไปการเจริญในระยะตัวหนอนจะใช้เวลาประมาณ 30 - 48 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 30 - 35 °ซ

2.3 ดักแด้ (pupae)

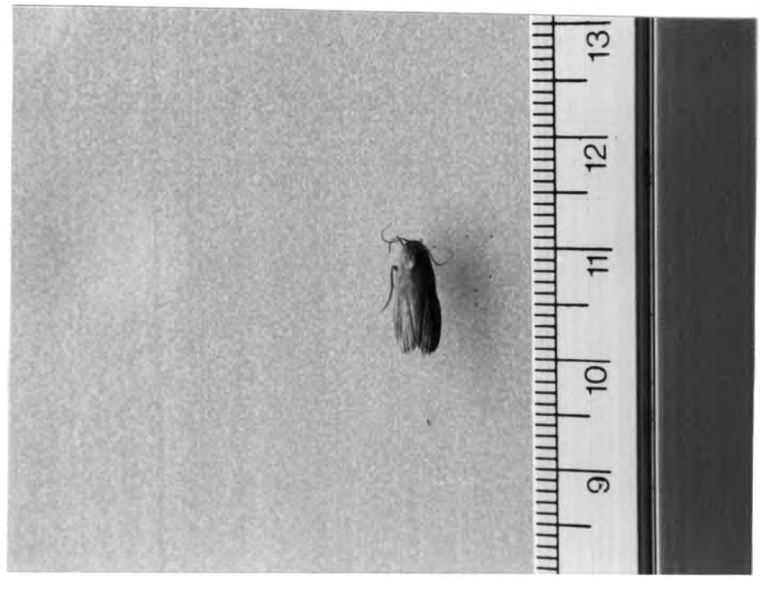
ดักแด้ของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กมีลักษณะจะแตกต่างจากดักแด้ของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ คือ ลักษณะการสร้างดักแด้ของตัวหนอน ในหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กจะไม่สร้างดักแด้เรียงชิดกันเป็นกลุ่ม แต่จะสร้างดักแด้อยู่เดี่ยว ๆ พบตามบริเวณฐานรังหรือหีบเลี้ยงขนาดความยาวของดักแด้ประมาณ 10 - 11 มม. การเจริญในระยะดักแด้จะใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 6 - 7 วัน

2.4 ตัวเต็มวัย (adults)

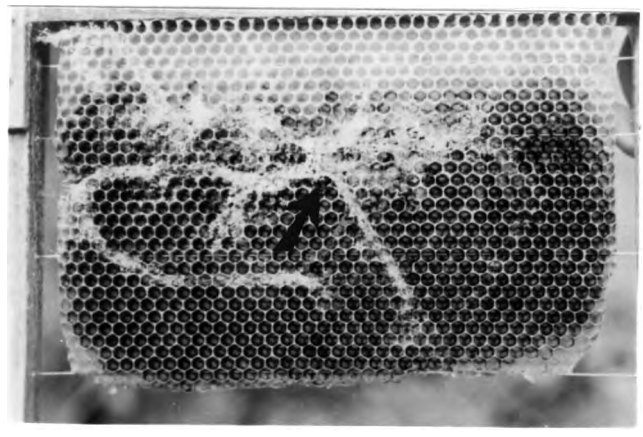
ตัวเต็มวัย ประกอบด้วยปีกปกคลุมลำตัว 2 คู่ มีสีเทาเงินถึงสีเหลืองอ่อน เมื่อหุบปีกจะแบนราบ ส่วนหัวมีสีเหลืองส้มมีขนาดเล็กกว่าหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ ปกติขนาดความยาวของตัวเต็มวัยมีขนาดประมาณ 13 - 16 มม. ตัวเต็มวัยของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ (Morse, 1978) เมื่อออกจากดักแด้จะมีอายุประมาณ 7 - 8 วัน ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ครั้งละประมาณ 250 - 300 ฟอง



ภาพที่ 2.3 ผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ *Galleria mellonella* Linn.



ภาพที่ 2.4 ผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก *Achroia grisella* Fabr.



ภาพที่ 2.5 ลักษณะแผ่นไขผึ้งที่ถูกหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งเข้าทำลาย

3. วิธีการควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้ง

การป้องกันและกำจัดหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กมีหลักการเบื้องต้น คือ การจัดการภายในรังเลี้ยงผึ้ง เช่น หมั่นตรวจรังผึ้งให้แข็งแรงอยู่เสมอเนื่องจากการที่มีประชากรผึ้งงานมากจะสามารถช่วยกำจัดหนอนที่เข้าทำลายรวงรังผึ้ง การลดขนาดของทางเข้าออกให้เล็กลง เพื่อป้องกันผีเสื้อหนอนกินไขผึ้งลอบเข้าไปวางไข่ภายในรังผึ้งในเวลากลางคืน กรณีที่ตรวจพบการเข้าทำลายของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งในรังเลี้ยงควรทำความสะอาดฐานรังและเปลี่ยนคอนที่มีหนอนเข้าทำลายออกไปเผาทิ้ง นอกจากนี้การเก็บคอนหรือแผ่นรวงรังที่ใช้แล้วไว้ในโรงเก็บควรเก็บในที่ไม่อับชื้น อากาศถ่ายเทได้ดี แต่ควรป้องกันการเข้าไปวางไข่ของผีเสื้อหนอนกินไขผึ้ง

วิธี การควบคุมและป้องกันกำจัด หนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก มีหลายวิธี ดังนี้ คือ

3.1 วิธีการทางกายภาพ (physical methods)

เป็นการควบคุมโดยใช้อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ พบว่า การอบแผ่นรวงรังที่อุณหภูมิ 46 - 49 ° ซ เป็นเวลา 80 นาที การใช้ความร้อนในการควบคุมหนอนผีเสื้อหนอนกินไขผึ้งไม่ควรจะใช้อุณหภูมิสูงเกิน 60° ซ เนื่องจากไขผึ้งมีจุดหลอมเหลวประมาณ 60 - 65 ° ซ (อุดสาหกรรม, กระทรวง, 2529; Callow, 1963; Linstromberg, 1983)

Burges, (1966) รายงานการใช้ความเย็นที่อุณหภูมิต่ำในระยะเวลาต่าง ๆ กันเพื่อควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้ง ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งที่อุณหภูมิต่ำในระยะเวลาต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลา(ชม.)
- 17	1 - 5
- 18 ถึง - 15	2
- 12	3
- 7	4 - 5
0	> 4
+ 2	> 144
+ 5	> 240
+ 10	> 360

2. วิธีการใช้สารเคมี (chemical methods)

การใช้สารเคมีในการควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็ก จะมีการนำสารเคมีหลายชนิดมาใช้ในรูปของสารรมควัน (fumigants) เช่น *para* - dichlorobenzene (PDB), calcium cyanide, carbon disulphide, ethylene dibromide (EDB) และ methyl bromide เป็นต้น สารรมควันเหล่านี้สามารถทำลายหนอนระยะแรกที่ฟักออกจากไข่ แต่ไม่สามารถทำลายไข่ของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งได้ ยกเว้นการใช้ methyl bromide สามารถทำลายได้ทั้งไข่และตัวหนอนของผีเสื้อกินไขผึ้ง จากการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารรมควัน EDB และ PDB Tremblay (1979) พบว่าสารรมควันทั้งสองชนิดนี้สามารถควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ได้ 100 และ 17.2 % ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 32.2 ° ซ ภายในเวลา 96 ชม.

3. การควบคุมโดยชีววิธี (biological method)

การป้องกันกำจัดหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งทางด้านชีววิธีเป็นวิธีที่มีการศึกษาค้นคว้ากันอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นทางที่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเคมี ซึ่งพบว่าการควบคุมโดยชีววิธีนี้สามารถกระทำได้หลายวิธี แต่ที่มีการศึกษาค้นคว้าและทำการ

ใช้แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* หลายสายพันธุ์ และการใช้ไวรัส Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) นอกจากนี้ยังพบว่า แตนเบียน (*Apanteles galleriae*) สามารถเข้าทำลายหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งโดยแตนเบียนเพศเมียจะเข้าวางไข่บนตัวหนอนทำให้หนอนไม่สามารถเจริญต่อไปได้ (Singh, 1962)

มีรายงานการทดลองที่เกียวกับการควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งโดยใช้สารพิษจากแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* Ali, et al. (1973) ทดสอบความไวของหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ต่อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ในรูปการค้า (Thuricide - HP) พบว่าค่า LC_{50} (168 ชม.) ของสารพิษจากแบคทีเรียต่อหนอนระยะที่ 4 มีค่าเท่ากับ 10^{8} X 32 สปอร์/กรัม Vandenberge (1990) ศึกษาเสถียรภาพความคงทนของสารพิษแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* พบว่า ที่อุณหภูมิ 10 °ซ จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง (30 °ซ) Kassim and Wongsiri (1993) ศึกษาประสิทธิภาพของ *Bacillus thuringiensis* 2 สายพันธุ์ คือ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* และ *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* ต่อหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดใหญ่และหนอนผีเสื้อกินไขผึ้งขนาดเล็กระยะที่ 3 และ 4 โดยทดลองจากแบคทีเรียทั้งสองสูตร ในความเข้มข้น 1 - 10 % ไม่พบว่ามีอัตราการตายถึง 100 %

ปัจจุบันได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกลไกการสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารพิษ *Bacillus thuringiensis* พบว่า หนอนใยผัก *Plutella xylostella* และผีเสื้อข้าวสาร *Plodia interpunctella* สามารถสร้างความต้านทานต่อสารพิษ *Bacillus thuringiensis* (Shelton, et al., 1993; Van, 1990)