

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลำไย (Longan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longan* Lour. ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae และเป็นพืชตระกูลเดียวกับลิ้นจี่ (*Lychee*; *Litchi* : *Litchi chinensis* Soon.) และเงาะ (*Rambutan* : *Nephelium lappaceum* L.) (Yaacob and Subhadrabandhu, 1995) ลำไยมีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตอนใต้ของประเทศจีน จากนั้นได้มีการแพร่กระจายไปสู่ประเทศต่าง ๆ เช่น อินเดีย บังกลาเทศ ศรีลังกา ไทย ใต้หวัน ออสเตรเลียในรัฐควีนส์แลนด์ หมู่เกาะฮาวายและรัฐฟลอริดาประเทศสหรัฐอเมริกา ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญ และมีการส่งออกทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นอันดับหนึ่ง โดยส่งออกตลาดต่างประเทศคิดเป็นร้อยละ 30 ของผลไม้ออกทั้งหมด พันธุ์ลำไยที่นิยมปลูกโดยทั่วไป คือ พันธุ์อีค้อ พันธุ์สีชมพู พันธุ์แก้ว พันธุ์เบียวเขียว พันธุ์อีแดง พันธุ์อีดำ และพันธุ์ดัลบันนาค (Subhadrabandhu, 1990)

พันธุ์ที่นิยมปลูก และมีความสำคัญในเชิงการค้ามากที่สุด คือ พันธุ์อีค้อ ซึ่งให้ผลผลิตคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 80 ของผลผลิตลำไยทั้งหมดในประเทศ นอกจากนั้นยังเป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อโรค ดูแลรักษาง่าย และให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ผลผลิตที่ได้รับมีคุณภาพดี จึงเป็นที่ต้องการของตลาด โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศและโรงงานลำไยกระป๋อง (กรมการค้าภายใน, 2539) ในปัจจุบันลำไยจึงเป็นพืชที่ทางราชการส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยเน้นการปลูกลำไยในพื้นที่ที่มีศักยภาพในด้านการผลิตเพื่อทดแทนการปลูกพืชอื่น ๆ ที่มีปัญหาทางด้านการผลิตและการตลาด

อย่างไรก็ตามการปลูกลำไยก็ยังมีประสบปัญหาหลาย ๆ อย่าง โดยเฉพาะปัญหาเรื่องอาการหงอยของลำไย ซึ่งจัดได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในขณะนี้ และอาการหงอยของลำไยมีแนวโน้มขยายพื้นที่การแพร่ระบาดและทำความเสียหายรุนแรงเพิ่มมากขึ้น (ชาติรี และคณะ, 2539) ต้นลำไยที่แสดงอาการหงอยมักพบมีหนอนกินเปลือกลำต้น (*Indarbela* sp.) เข้าทำลายร่วมเสมอ และการเข้าทำลายของหนอนกินเปลือกลำต้นในปริมาณที่สูง คาดว่าน่าจะมีผลทำให้อาการหงอยของลำไยทรุดโทรมได้มากยิ่งขึ้น

2.1 ความสำคัญของอาการทรุดโทรมของต้นลำไย (โรคหงอย)

2.1.1 เขตการแพร่กระจายและความเสียหายของลำไยที่แสดงอาการหงอย

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกลำไยในเขตภาคเหนือประสบปัญหาในการที่จะผลิตลำไยให้มีคุณภาพดี และมีปริมาณให้เพียงพอกับความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่เป็นอุปสรรคต่อผลผลิต โดยเฉพาะปัญหาต้นทรุดโทรม ต้นลำไยที่แสดงอาการหงอยมีลักษณะทรงพุ่มไม่สมบูรณ์ จำนวนใบลดลง และขนาดใบหดสั้น และแคบกว่าใบปกติ เมื่อมองเข้าไปในทรงพุ่มของต้นเห็นกิ่งก้านภายในชัดเจน ลำไยมีลักษณะทรุดโทรม เมื่อเปรียบเทียบกับต้นลำไยปกติ

Agrios (1988) กล่าวถึงอาการทรุดโทรมของต้นลำไยว่า ต้นลำไยที่แสดงอาการทรุดโทรมมีการชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกร็น จำนวนใบและขนาดใบลดลง ใบมีสีเขียวซีด และร่วงก่อนกำหนด ทำให้ต้นลำไยอ่อนแอลงเรื่อย ๆ และตายในที่สุด

ชาติริและคณะ (2539) ได้สำรวจพื้นที่ปลูกลำไยในลำพูนทั้งหมด 28 พื้นที่ ใน 5 อำเภอ รวมจำนวนต้นลำไยที่สำรวจทั้งหมด 2,530 ต้น พบต้นลำไยที่แสดงอาการหงอยทุกอำเภอเฉลี่ย 33 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปคือ อาการหงิกที่เกิดจากสารกำจัดวัชพืช 23 เปอร์เซ็นต์ อาการหงิกจากไร 9 เปอร์เซ็นต์ และโรคพุ่มแฉ้ 0.06 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในจังหวัดเชียงใหม่ทำการสำรวจ 15 พื้นที่ ใน 6 อำเภอ โดยสำรวจต้นลำไยจำนวน 1,322 ต้น พบโรคหงอยโดยเฉลี่ย 41 เปอร์เซ็นต์ ใบหงิกจากไร 13 เปอร์เซ็นต์ โรคพุ่มแฉ้ 3 เปอร์เซ็นต์ และใบหงิกที่เกิดจากสารกำจัดวัชพืช 2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าโรคหงอยจัดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของชาวสวนลำไยทั้งในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน และมีพื้นที่ในการแพร่ระบาดของกระจายทั่วไปแทบทุกแห่งที่เป็นแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญ

2.1.2 สาเหตุของการเกิดอาการทรุดโทรม

Tisdale and Nelson (1966) รายงาน สาเหตุที่ทำให้ต้นลำไยไม่แสดงอาการหงอยหรืออาการทรุดโทรม ว่าอาจเกิดเนื่องจากการที่ต้นลำไยได้รับน้ำมากเกินไป ทำให้ช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีน้ำเข้าไปแทนที่ ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของรากพืช ในขณะที่ Wayne and Griffiths (1994) ได้สรุปอาการทรุดโทรมของต้น *Fraxinus* sp. ซึ่งเป็นพืชตระกูลมะกอก (Oleaceae) ว่าอาการทรุดโทรมอาจเกิดจากปัจจัยหลายปัจจัย เช่น สภาพการขาดน้ำ การขาดธาตุอาหาร การเข้าทำลายร่วมของแมลง รวมถึงการมีเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น มายโคพลาสมา หรือไวรัสเข้าทำลายซ้ำเติม

Hibben (1964) ได้ศึกษาสาเหตุการทรุดโทรมของต้นเมเปิล (*Acer saccharum*) พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชหลายชนิด เช่น *Helicotylenchus* sp., *Hemicyclophora* sp., *Xiphinema* sp. และ *Tylenchus* sp. เข้าทำลายระบบรากของต้นเมเปิลที่แสดงอาการทรุดโทรมเป็นจำนวนมาก แต่ไส้เดือนฝอยเหล่านี้ไม่ได้เป็นสาเหตุโดยตรงที่ทำให้เกิดอาการทรุดโทรม ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Tarjan and O' Bannon (1969) ที่พบว่าไส้เดือนฝอย *Pratylenchus brachyurus* เข้าทำลายรากของต้นอ่อน และต้นแก่ของส้ม ในรัฐฟลอริดา มีผลโดยตรงทำให้ต้นส้ม แสดงอาการทรุดโทรม

Vite (1961) รายงานว่า การเข้าทำลายของหนอนเจาะต้นชนิดต่าง ๆ บนพืช มักจะพบบนต้นพืชที่แสดงอาการทรุดโทรมในสถานะที่แห้งแล้งมากกว่าในสภาพที่ชื้น โดยหนอนเจาะกินส่วนของด้านในของเปลือกไม้ และบางครั้งอาจเข้าทำลายลึกลงไปเนื้อไม้ได้ ทำให้ต้นพืชแสดงอาการทรุดโทรมมากยิ่งขึ้น ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าสภาพที่ต้นไม้ทรุดโทรม เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพไม่เหมาะสม เช่น ต้นไม้ไม่ได้รับน้ำที่เพียงพอก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แมลง หรือเชื้อโรคเข้าทำลายซ้ำเติมได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้ต้นไม้แสดงอาการอ่อนแอรุนแรงมากยิ่งขึ้น

Schutt and Cowling (1985) กล่าวถึงลักษณะอาการทรุดโทรมของป่าไม้ในยุโรปโดยทั่วไปว่า อาการที่พบเสมอมี 3 อาการ คือ การชะงักการเจริญเติบโต (hypoplastic) การเจริญเติบโตที่ผิดปกติ (hyperplastic) และต้นไม้แสดงอาการเครียด (stress) หลังจากต้นไม้แสดงอาการทรุดโทรมแล้ว มีเชื้อโรคต่าง ๆ รวมทั้งแมลงจะเข้าทำลายซ้ำเติมภายหลัง

Free-Smith (1996) ได้สรุปอาการทรุดโทรมของป่าไม้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้ อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ป่าไม้ทรุดโทรม เช่นเดียวกับ Kandler (1990) ที่ได้กล่าวถึงสาเหตุสำคัญของอาการทรุดโทรมของต้นไม้ว่า อาจเกิดจากภาวะมลพิษทางอากาศร่วมกับสภาพทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม

Nagoa et al. (1991) รายงานว่า ในหมู่เกาะฮาวาย พบต้นแมคคาเดเมีย (*Macadamia integrifolia* Macden and Betck) แสดงอาการทรุดโทรม โดยอาการเริ่มแรกใบมีสีซีด จากนั้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว และในที่สุดต้นแมคคาเดเมียแห้งตาย สำหรับสาเหตุอาการทรุดโทรมเกิดจากต้นแมคคาเดเมียถูกมอดกินไม้แอมโบรเซีย *Xyleborus affinis* Eichhoff และ *X. perforans* Wallastan (Coleoptera : Scolytidae) เข้าทำลายส่วนท่อน้ำและท่ออาหารของลำต้น และพบมีเชื้อรา *Nectria rugolosa* Pat. และ *Shizopora paradax* (Schard : Fr.) เข้าทำลายร่วมด้วย

Barbosa and Wagner (1989) อธิบายว่า ระบบท่อลำเลียงอาหาร (phloem) ของพืชมีหน้าที่ลำเลียงสารอาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ คาร์โบไฮเดรต ที่เกิดขึ้นที่ใบพืชส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ในลำต้น และท่อลำเลียงน้ำ (xylem) มีหน้าที่ลำเลียงน้ำจากส่วนรากสู่ลำต้น ถ้าหากระบบท่อลำเลียงและเนื้อเยื่อเจริญ (cambium) ถูกทำลาย มีผลทำให้ต้นพืชแสดงอาการผิดปกติ เช่น ใบอ่อนมีสีเหลืองซีด และใบมีลักษณะกรอบผิดปกติ การเข้าทำลายของแมลงบางชนิดได้ทำความเสียหายแก่ระบบลำเลียงในต้นพืช และสามารถทำให้ต้นพืชมีลักษณะที่ผิดปกติได้ เช่น ค้างเจะไม้ *Agrius anxius* (Coleoptera : Buprestidae) เจะเข้าทำลายต้น poplar ทำให้แสดงอาการทรุดโทรมและตายในที่สุด นอกจากนั้นการเข้าทำลายของแมลงบางชนิดก็พบว่ามีการเข้าทำลายร่วมด้วย เช่น มอดไม้ *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera : Scolytidae) กัดกินเนื้อไม้และบริเวณใต้ผิวเปลือก ทำให้ต้นพืชสูญเสียน้ำได้โดยตรง และเชื้อราที่เข้าทำลายร่วมเป็นตัวเร่งให้ต้นพืชสูญเสียน้ำได้เร็วยิ่งขึ้น โดยที่เชื้อราเข้าไปเจริญอยู่ภายในเนื้อเยื่อของพืช

Manion (1991) รายงานว่า อาการทรุดโทรมของต้นเมเปิล (maple decline) ไม่ได้เกิดจากสาเหตุของเชื้อโรคชนิดใดชนิดหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว แต่มีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น สภาพของดินที่แน่นแข็งทำให้รากชอนไชอาหารได้ยาก ความแห้งแล้งขาดน้ำ มีโรค แมลง และไส้เดือนฝอยเข้าทำลายระบบราก ส่วนบนใบและลำต้นมีโรคและแมลงเข้าทำลายซ้ำเติม ถึงแม้ว่าแต่ละปัจจัยจะสามารถทำให้ต้นเมเปิลแสดงอาการทรุดโทรมได้ทั้งสิ้น แต่ปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถทำให้ต้นเมเปิลแสดงอาการทรุดโทรมได้ สำหรับต้นลำไยที่แสดงอาการหงอย อาจเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน และบางสาเหตุอาจจะใช้เวลาสะสมนานพอสมควร จึงจะทำให้พืชแสดงอาการหงอย

สวนลำไยที่แสดงอาการหงอยส่วนใหญ่มีสภาพเป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขัง ทำให้ระบบรากเน่าเสียหาย สวนบางพื้นที่เป็นที่ดอนขาดน้ำในฤดูแล้ง สภาพสวนบางแห่งเจ้าของสวนไม่ดูแล ไม่มีการบำรุงดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว สวนบางแห่งเป็นลำไยที่มีอายุมากและมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่แท้จริงยังไม่สามารถยืนยันแน่นอนได้ในขณะนี้ (ชาตรีและคณะ, 2539) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าต้นลำไยที่แสดงอาการหงอย มักจะพบมีการเข้าร่วมของหนอนกินเปลือกลำต้น (*Indarbela* sp.) ร่วมด้วยเสมอ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าต้นลำไยที่เป็นโรคหงอยมักอ่อนแอทำให้เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายซ้ำเติม ทำให้แสดงอาการของโรครุนแรงมากยิ่งขึ้น เป็นผลทำให้ต้นลำไยยืนต้นแห้งตาย

2.2 หนอนกินเปลือกลำต้นในวงศ์ *Metarbelidae*

2.2.1 ลักษณะการเข้าทำลายของหนอนกินเปลือกลำต้น

แมลงหลายชนิดในอันดับ *Lepidoptera* และ *Coleoptera* จัดเป็นแมลงกลุ่มที่ทำความเสียหายแก่ต้นพืช โดยเจาะเข้าไปในลำต้นและกิ่งไม้ กัดกินส่วนเนื้อไม้ และเปลือกไม้ของต้นพืชที่สำคัญหลายชนิด Hill (1987) รายงานว่าแมลงในอันดับ *Lepidoptera* ซึ่งประกอบด้วยผีเสื้อในวงศ์ *Metarbelidae*, *Cossidae* และ *Sesiidae* เป็นกลุ่มแมลงที่ทำความเสียหายกับต้นไม้มากที่สุด หนอนผีเสื้อในวงศ์ *Metarbelidae* ทำลายบริเวณผิวเปลือกของกิ่งและลำต้น บริเวณเนื้อเยื่ออ่อนของเปลือกไม้ใต้อุโมงค์ที่หนอนสร้างขึ้น และหนอนเจาะรูตามง่ามกิ่งหรือตาไม้ เพื่อใช้เป็นที่หลบซ่อนตัว ขณะที่หนอนผีเสื้อในวงศ์ *Cossidae* และ *Sesiidae* เจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้ของลำต้นและกิ่ง กัดกินเนื้อไม้และอาศัยอยู่ภายในรูที่สร้างขึ้น สำหรับด้วงปีกแข็งในอันดับ *Coleoptera* พบแมลงในวงศ์ *Cerambycidae*, *Buprestidae*, *Bostrichidae* และ *Scolytidae* โดยหนอนของแมลงในวงศ์ *Cerambycidae* และ *Buprestidae* เข้าทำลายต้นพืชโดยเจาะและกัดกินอยู่ภายในลำต้น ทำให้เกิดความเสียหายกับต้นไม้เป็นจำนวนมาก ส่วนแมลงในวงศ์ *Bostrichidae* และ *Scolytidae* ระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่เข้าทำลายต้นพืช นอกจากนั้นแมลงในวงศ์ *Scolytidae* ยังสามารถเป็นพาหะนำโรคได้ด้วย เช่น ด้วงแอมโบรเซีย (*Ambrosia beetle*) สามารถนำสปอร์ของเชื้อราติดไปกับลำตัว และถ่ายทอดไปยังต้นพืชอื่น ๆ ต่อไปได้

Scoble (1995) กล่าวว่าพฤติกรรมการกินอาหารของหนอนผีเสื้อในวงศ์ *Metarbelidae* และ *Cossidae* มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือหนอนผีเสื้อในวงศ์ *Metarbelidae* เข้าทำลายพืชอาศัยโดยกัดกินเปลือกลำต้นและกิ่งของพืชอาศัย และเจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้ โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นง่ามกิ่งเพื่อใช้เป็นที่หลบซ่อนตัว นิสัยของหนอนผีเสื้อในวงศ์นี้ ออกหากินในเวลาากลางคืน และสร้างใยเหนียวพันกับสิ่งที่ขบถ่ายออกมาสีน้ำตาลแดงสร้างเป็นอุโมงค์ หนอนกัดกินผิวเปลือกอยู่ภายในอุโมงค์นี้ เมื่อกินอาหารต่อไปก็จะสร้างอุโมงค์เป็นทางยาวเพิ่มมากขึ้น ในเวลากลางวัน หนอนจะหลบซ่อนตัวอยู่ในรูที่สร้างขึ้น โดยหนอนจะเจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้บริเวณง่ามกิ่งหรือตา กิ่ง ในขณะที่หนอนผีเสื้อในวงศ์ *Cossidae* เจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อกัดกินและอาศัยอยู่ภายในรูที่สร้างขึ้น

2.2.2 รูปร่างลักษณะหนอนกินเปลือกลำต้น

Common (1990) ได้จำแนกผีเสื้อในวงศ์ Cossidae, Metarbelidae และ Dudgineidae ให้อยู่ใน superfamily Cossoidea ลักษณะของผีเสื้อ superfamily นี้โดยทั่วไป ในระยะที่เป็นหนอนเจาะกินกิ่งไม้ของพืชอาศัย บางชนิดกินเปลือกไม้และบางชนิดอาศัยอยู่ในดินกัดกินผิวเปลือกกรากของพืชอาศัย

ผีเสื้อตัวเต็มวัยหลังจากที่ผสมพันธุ์แล้ว ตัวเมียจะวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ บริเวณรอยแตกตามเปลือกไม้ของกิ่งและลำต้น ไข่ของผีเสื้อในกลุ่มนี้มีลักษณะแบนติดกับผิวเปลือกของต้นพืช ไข่มีขนาดเล็กรูปร่างทรงกลมหรือวงรี หนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ จะกัดกินผิวเปลือก จากนั้นเจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อสร้างเป็นที่หลบอาศัย

Scoble (1995) รายงานว่า หนอนผีเสื้อในวงศ์ Metarbelidae มีรูปร่างทรงกระบอก (eruciform) ส่วนหัวและกราม (mandible) มีขนาดใหญ่ และแผ่นปิดที่อกปล้องแรก (prothoracic plate) เห็นได้ชัดเจน มีขาเทียม (proleg) สั้น การจัดเรียง crochet มีหลายรูปแบบทั้งที่เป็น ellipses, penillips หรือ transverse band และจัดเรียงเป็นแบบ uni-, bi- และ triordinal หนอนเมื่อโตเต็มที่มีความยาวลำตัวประมาณ 3.5-5.0 เซนติเมตร มองเห็นส่วนขาชัดเจน รู้อากาศ (spiracle) รูปไข่ และรูอากาศที่อกปล้องแรก และปล้องท้องที่แปดมีขนาดใหญ่กว่ารูอากาศอื่นๆ

ดักแด้ของหนอนชนิดนี้ Kranz *et al.* (1977) อธิบายว่า ดักแด้มีรูปร่างค่อนข้างยาวคล้ายรูปกรวย (obtect) ที่ปล้องท้องแต่ละปล้องมีหนาม (spine) ขึ้นอยู่ 2 แถว และปล้องท้องทุกปล้องเคลื่อนไหวได้ ดักแด้ของ *Indarbela quadrinotata* Walk. มีขนาด 1.8x0.5 เซนติเมตรสีน้ำตาลแดง

ฉวีวรรณ (2533) กล่าวว่า ตัวเต็มวัยของหนอนกินเปลือกลำต้นเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง กางปีกวัดได้ 3.0-3.5 เซนติเมตร ปีกสีขาวแต้มสีเทาจำนวนมาก และที่ปลายปีกมีแต้มสีหนาแน่นมากกว่าที่โคนปีก ปีกคู่หน้ายาวกว่าปีกคู่หลัง เมื่อกางปีกออกเห็นส่วนปลายท้องยื่นเลยออกปีกคู่หลังไปมาก

Scoble (1995) อธิบายว่า ผีเสื้อตัวเต็มวัยของหนอนกินเปลือกลำต้นในวงศ์ Metarbelidae มีลักษณะคล้ายกับผีเสื้อในวงศ์ Cossidae แตกต่างกันตรงที่ผีเสื้อวงศ์ Metarbelidae ปากเสีอม (proboscis) ไม่มีอวัยวะประสานปีก (frenulum) ที่ปีกคู่หลัง นอกจากนั้นเนื้อเยื่อระหว่างปล้องท้องที่เจ็ดและอวัยวะสืบพันธุ์จะขยายออก หนวดผีเสื้อเป็นแบบรูปฟันหวีสองแถว (bipectinate) ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ขามีหนามสั้นเท้า (spur) 1 คู่ เห็นได้ชัดเจน

2.3 ชีวิตประวัติของหนอนผีเสื้อในวงศ์ Metarbelidae

Beeson (1941) อธิบายลักษณะของหนอนกินเปลือกลำต้นในวงศ์ Metarbelidae หนอนมีลำตัวสีน้ำตาล โตเต็มที่ลำตัวยาว 3.5-5.0 เซนติเมตร หนอนกัดกินผิวเปลือกได้ ๖ โมงค์ที่สร้างขึ้นในตอนกลางคืนและหลบซ่อนตัวในรูในตอนกลางวัน หนอนเข้าดักแด้ในรูที่หนอนอาศัยอยู่นี้ ระยะดักแด้ประมาณ 3 สัปดาห์ ผีเสื้อหลังจากที่ออกจากดักแด้แล้วจะทิ้งคราบดักแด้ไว้ที่ปากรูเห็นได้ชัดเจน ผีเสื้อตัวเต็มวัยพบในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน ระยะที่เป็นตัวอ่อนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนเมษายนในปีถัดไป ในประเทศพม่าพบผีเสื้อตัวเต็มวัยในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน โดยพบมากในเดือนเมษายน ผีเสื้อเพศเมียของหนอนกินเปลือกลำต้นวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 15-20 ฟอง ตามบริเวณรอยแตกตามเปลือกไม้ เพศเมียหนึ่งตัวสามารถวางไข่ได้เกือบ 2,000 ฟองตลอดชั่วอายุขัย หนอนเมื่อฟักออกจากไข่จะกัดกินเปลือกไม้ของพืชอาศัย และเจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อเป็นที่อาศัย

Kranz *et al.* (1977) รายงานว่า ผีเสื้อตัวเต็มวัยของ *I. quadrinotata* พบในช่วงเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน เพศเมียวางไข่ทันทีภายใน 25 ชั่วโมง หลังจากที่มีผีเสื้อออกจากดักแด้ ผีเสื้อวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 15-25 ฟอง บริเวณใต้ผิวเปลือกของพืชอาศัย แม่ผีเสื้อหนึ่งตัวสามารถวางไข่ได้ 2,000 ฟอง ซึ่งไข่จะฟักภายใน 8-15 วัน หนอนที่ฟักจากไข่ใหม่ ๆ จะอาศัยอยู่บริเวณผิวเปลือกไม้ หลังจากนั้น 2-3 วัน หนอนจะเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ ระยะหนอนใช้เวลา 9-11 เดือน หนอนผีเสื้อโตเต็มที่ในเดือนธันวาคม และยังคงกัดกินเปลือกพืชอาศัยต่อไปจนถึงเดือนมีนาคมถึงเมษายน จากนั้นจะเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ 3-4 สัปดาห์ จึงออกเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุประมาณ 24 ชั่วโมง เพศผู้จะตายทันทีหลังจากที่ทำการผสมพันธุ์ ผีเสื้อเพศเมียมีอายุ 2-3 วัน และพบว่าผีเสื้อชนิดนี้ใน 1 ปี มีเพียง 1 รุ่นเท่านั้น

รายงานว่ามีผีเสื้อ *Salagena* sp. ออกเป็นตัวเต็มในช่วงฤดูร้อน ในเดือนสิงหาคมและตุลาคม ตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียมีอายุ 1-3 วัน ทั้งนี้เนื่องจากผีเสื้อตัวเต็มวัยปากเสื่อม ดังนั้นไม่สามารถกินอาหารได้อายุขัยจึงสั้น หนอนฟักออกจากไข่ในฤดูฝน และพบหนอนวัยแรกในเดือนกุมภาพันธ์ หนอนในระยะนี้มีความยาวลำตัวประมาณ 5 มิลลิเมตร ลำตัวสีดำ หนอนเจริญเต็มที่สีลำตัวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หัวมีสีน้ำตาลเข้ม และมีความยาวลำตัว 4.0-5.0 เซนติเมตร หนอนเข้าดักแด้ในช่วงฤดูหนาว ผีเสื้อตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้จะทิ้งคราบไว้ที่รูเห็นได้ชัดเจน

2.4 พืชอาหารของหนอนกินเปลือกลำต้นในวงศ์ Metarbelidae

หนอนกินเปลือกในวงศ์ Metarbelidae เป็นแมลงที่มีพืชอาหารหลายชนิด รายละเอียดดังแสดงในตาราง 1 Holloway (1986) รายงานว่า หนอนกินเปลือกเข้าทำลายต้นพืชหลายชนิด ได้แก่ ต้นจามจุรี โกโก้ ส้ม มะม่วง ต้นหนังกยุงฝรั่ง เงาะ นอกจากนั้น Beeson (1941) และ Hill (1994) รายงานว่าหนอนกินเปลือกสามารถเข้าทำลายไม้ผลและไม้ป่าได้หลายชนิด เช่น ลิ้นจี่ ต้นสัก สนทะเล กระจับปี่ จี๋เหล็ก เป็นต้น

Zhang (1994) รายงานพืชอาหารของหนอนกินเปลือกลำต้น *Indarbela* sp. ชนิดต่างๆ ที่เข้าทำลายไม้ผลและไม้ป่า ในประเทศอินเดีย บังกลาเทศ และศรีลังกา ดังนี้ *Indarbela dea* Swinhe. มีพืชอาหารหลายชนิด เช่น ลิ้นจี่ ชา มะม่วง โกโก้ มะเดื่อ พบหนอนกินเปลือกลำต้น *Indarbela minima* Walk. เข้าทำลายต้นชาโดยเจาะเข้าไปในลำต้น *Indarbela tetraonis* Moor. พบทำลายมะม่วง ลิ้นจี่ ฝรั่ง สนทะเล ส้ม พุทรา ชา และ หนอนกินเปลือกลำต้น *Indarbela theivora* Hampson โดยกัดกินเปลือกและเจาะเข้าไปในลำต้นทำความเสียหายกับต้นชา

Kranz *et al.* (1977) รายงานว่ามีหนอนกินเปลือกลำต้น *I. quadrinotata* ทำความเสียหายแก่ไม้ผลหลายชนิดอย่างรุนแรง ในประเทศอินเดีย พม่า บังกลาเทศ และศรีลังกา และพบหนอนกินเปลือก *I. tetraonis* และ *Indarbela baibarana* ทำลายต้นลิ้นจี่ในประเทศจีน Baska and Islam (1990) รายงานว่าหนอนกินเปลือก *I. quadrinotata* เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญตัวหนึ่งที่ทำลายไม้ป่า โดยเฉพาะไม้ด่อนในประเทศบังกลาเทศ โดยหนอนกัดกินเปลือกลำต้นและเจาะรูเข้าไปในส่วนของเนื้อไม้เพื่อเป็นที่หลบซ่อน

Latis (1990) รายงานพบหนอน *Salagena* sp. ซึ่งเป็นหนอนในวงศ์ Metarbelidae เข้าทำลายต้นมะม่วงหิมพานต์ ในประเทศแซมเบีย ว่าลักษณะการเข้าทำลายของแมลงชนิดนี้คล้ายกับการเข้าทำลายของหนอน *I. tetraonis* ที่เข้าทำลายมะม่วงหิมพานต์ในประเทศอินเดีย หนอนกัดกินเปลือกลำต้นในตอนกลางคืน และหลบซ่อนตัวอยู่ในรูที่สร้างขึ้นในตอนกลางวัน หนอนเข้าดักแด้ในรูนี้ หลังจากที่ถูกดักแด้ออกเป็นตัวเต็มวัย รูหนอนจะเป็นช่องทางให้แมลงและเชื้อราต่าง ๆ เข้าทำลายซ้ำเติมได้ง่าย ทำให้ต้นมะม่วงหิมพานต์แสดงอาการอ่อนแอและทรุดโทรมเพิ่มมากขึ้น

ศิริวัฒน์ (2526) รายงานว่าในประเทศไทย พบหนอนกินเปลือกลำต้น *I. maculata* Heyl. เข้าทำลายต้นลิ้นจี่และยางสาด พบมากในจังหวัดจันทบุรี การเข้าทำลายของหนอนทำให้กิ่งลิ้นจี่และยางสาดแห้งตายเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ต้นไม่เจริญเติบโตและทำให้ผลผลิตลดลง อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานพบหนอนกินเปลือกลำต้น *Indarbela* sp. เข้าทำลายต้นลำไยแต่อย่างใดในขณะนี้

ตาราง 1 พืชอาหารของหนอนกินเปลือกลำต้นในวงศ์ Metarbelidae

ชนิดของพืชอาหาร				
ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ตระกูล	หนอนกินเปลือกลำต้น	เอกสารอ้างอิง
จามจุรี	<i>Albizia</i> sp.	Leguminosae	<i>Squamura maculata</i>	Holloway (1986)
โกโก้	<i>Theobroma</i> sp.	Sterculiaceae	<i>Squamura maculata</i> <i>Indarbela dea</i>	Holloway (1986) Zhang (1994)
ส้ม	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	<i>Squamura maculata</i> <i>Indarbela tetraonis</i>	Holloway (1986) Zhang (1994)
มะม่วง	<i>Mangifera</i> sp.	Anacardiaceae	<i>Squamura maculata</i> <i>Indarbela dea</i> <i>Indarbela tetraonis</i>	Holloway (1986) Zhang (1994) Zhang (1994)
หางนกยูงฝรั่ง	<i>Delonix</i> sp.	Leguminosae	<i>Squamura maculata</i>	Holloway (1986)
เงาะ	<i>Nephelium</i> sp.	Sapindaceae	<i>Squamura maculata</i>	Holloway (1986)
ลิ้นจี่	<i>Litchi chinensis</i>	Sapindaceae	<i>Indarbela dea</i> <i>Indarbela tetraonis</i> <i>Indarbela baibarana</i> <i>Indarbela maculata</i>	Zhang (1994) Zhang (1994) Kranz et al. (1977) สิริวัฒน์ (2526)
ชา	<i>Malpighia</i> <i>coccigera</i> Linn.	Malpighiaceae	<i>Indarbela dea</i> <i>Indarbela tetraonis</i> <i>Indarbela minima</i> <i>Indarbela theivora</i>	Zhang (1994) Zhang (1994) Zhang (1994) Kranz et al. (1977)
ฝรั่ง	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	<i>Indarbela tetraonis</i>	Zhang (1994)
พุทรา	<i>Ziziphus jujuba</i>	Rhamnaceae	<i>Indarbela tetraonis</i>	Zhang (1994)
มะเดื่อ	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	<i>Indarbela dea</i>	Zhang (1994)
กลางสาด	<i>Aglaia domestica</i>	Meliaceae	<i>Indarbela maculata</i>	สิริวัฒน์ (2526)
ถ่อน	<i>Albizzia falcataria</i>	Leguminosae	<i>Indarbela</i> <i>quadrinotata</i>	Baska and Islam (1990)
มะม่วงหิมพานต์	<i>Anacardium</i> <i>occidentale</i>	Anacardiaceae	<i>Salagena</i> sp. <i>Indarbela tetraonis</i>	Latis (1990) Latis (1990)

2.5 การควบคุมและการป้องกันกำจัด

วัชรและคณะ (2529) รายงานการทดลองการควบคุมหนอนกินใต้ผิวเปลือกไม้ (*Cossus* sp.) (Lepidoptera : Cossidae) ของไม้สกุลกลางสาด โดยการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* พบว่าไส้เดือนฝอยชนิดนี้สามารถควบคุมหนอนกินใต้ผิวเปลือกดังกล่าวได้ดี หนอนชนิดนี้หากินใต้ผิวเปลือกไม้ทำให้เปลือกเป็นปุ่ม เมื่อหนอนเข้าทำลายมาก ทำให้กิ่งไม้แห้งและตายในที่สุด จากการทดลองพบว่าอัตราความหนาแน่นของไส้เดือนฝอย 1,000-2,000 ตัวต่อมิลลิเมตรสามารถทำลายหนอนได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการพ่นไส้เดือนฝอย จากการทดลองในครั้งนี้ จิวรรณ (2533) จึงคาดว่ามีความโน้มที่จะนำไส้เดือนฝอยชนิดนี้มาควบคุมหนอนกินเปลือกลำต้น (*Indarbela* sp.) เนื่องจากหนอนกินเปลือกมีลักษณะการเข้าทำลายคล้ายกับหนอนกินใต้ผิวเปลือกไม้สกุลกลางสาดนี้

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในดิน ดำรงชีวิตเป็นอิสระโดยไม่กินอาหารเป็นเวลานาน เพื่อรอแมลงที่เป็นเหยื่อ เมื่อพบแมลง ไส้เดือนฝอยเข้าสู่แมลงทางปากช่องขั้วถ่าย และรูอากาศทางผิวหนัง เป็นผลทำให้แมลงตายภายใน 24-48 ชั่วโมง ไส้เดือนฝอยเจริญเติบโตพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณ โดยใช้อาหารจากตัวแมลง เมื่ออาหารหมดไส้เดือนฝอยเคลื่อนตัวออกจากซากแมลง และหาเหยื่อใหม่ สิ่งสำคัญที่ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็วเกิดจากแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ร่วมกับไส้เดือนฝอย ในลักษณะพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) และได้ถูกพาเข้าไปในตัวแมลงด้วย โดยพบเซลล์แบคทีเรียระหว่าง 0-25 เซลล์ บริเวณลำไส้ส่วนหน้าของไส้เดือนฝอย เมื่อไส้เดือนฝอยเข้าสู่ตัวแมลง เริ่มกินเนื้อเยื่อของแมลง ระบบย่อยอาหารทำงานมีการขั้วถ่าย แบคทีเรียถูกปลดปล่อยออกมาทางช่องขั้วถ่าย (anus) เข้าสู่เลือด (haemolymph) ของแมลงเป็นผลทำให้เลือดแมลงเป็นพิษ และตายอย่างรวดเร็ว (Gaugler and Kaya, 1990)

Razak *et al.* (1996) ได้ทดลองควบคุมหนอนด้วงเจาะลำต้นมะม่วง (*Rhitudodera simulans*) โดยการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ในสภาพห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองพบว่าหนอนด้วงเจาะลำต้นตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 3 วัน และตายหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 5 วัน หลังจากการทดลอง แต่ยังไม่มียางานการทดลองควบคุมหนอนด้วงชนิดนี้ในสภาพแปลงปลูกแต่อย่างใด

ในการป้องกันกำจัดหนอน *I. quadrinotata* Kranz et al. (1977) กล่าวว่าในเขตพื้นที่สวนไม่กว้างมากและพบมีปริมาณการเข้าทำลายของหนอนไม่มาก การป้องกันสามารถทำได้โดยวิธีการเขตกรรมร่วมกับการตัดแต่งกิ่ง หรือการใช้ลวดที่ไม่อ่อนจนเกินไปแยงเข้าไปแทงหนอนในรู เป็นวิธีการกำจัดหนอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีที่ต้องใช้สารเคมี แนะนำให้ใช้สารคาร์บอนไดซัลไฟด์ (carbonyl disulfide) หรือน้ำมันเชื้อเพลิงซุบสำลีหรือเศษผ้า แล้วหยอดลงในรูของหนอนจากนั้นนำโคลนหรือดินเหนียวมาปิดรูไว้ สามารถกำจัดหนอนชนิดนี้ได้ นอกจากนั้นการใช้สารฆ่าแมลงบางชนิดฉีดเข้าไปในรูหนอนโดยตรงได้ เช่น เอทริลีนร่วมกับเคโรซีน (ethylene : kerosene) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 , ไดคลอวอส (DDVP) 0.003% , ไตรคลอฟอน (trichlofon) 0.05 % , เอนโดซัลแฟน (endosulfan) 0.05 % หรือฉีดพ่นด้วยสารฆ่าพวก gamma-BHC 0.2 % , เอนดริน (endrin) 0.04 % และ gamma-BHC+DDT โดยก่อนที่จะทำการฉีดพ่นให้ขูดเอาอุโมงค์หนอนออกก่อน

ในการควบคุมหนอน carpenter moth (*Salagena* sp.) ซึ่งเป็นหนอนผีเสื้อในวงศ์ Metarbelidae ซึ่ง Latis (1990) แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเฟนิโตรไธออน (fenitrothion) 0.08 % หรือ สารฆ่าแมลง BHC 0.01 % ทาหรือฉีดพ่นบริเวณผิวเปลือกภายใต้อุโมงค์ของหนอน หรือขูดเอาอุโมงค์ของหนอนออกก่อนที่จะทำการทาหรือฉีดพ่นสารเคมีดังกล่าว ในระยะที่เป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยให้ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเอนโดซัลแฟน (endosulfan) ติดต่อกันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ สามารถลดปริมาณการแพร่ระบาดของหนอนชนิดนี้ได้