บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญของถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสด หรือถั่วแระญี่ปุ่น (vegetable soybean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill เป็นพืชใน วงศ์ Leguminosae, วงศ์ย่อย Papalionoideae และกลุ่ม Phaseoleae โดยแต่เดิมนั้นถั่วเหลืองได้รู้จักกันดีในชื่อ *Glycine soja* และ *Soja max* ซึ่งในปี พ.ศ. 2491 Ricker และ Morse ได้เสนอหลักฐานทางอนุกรมวิธานที่สำคัญว่าถั่วเหลืองควรได้รับการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์เป็น *Glycine max* (L.) Merrill ซึ่งต่อมาชื่อนี้ก็เป็นที่ยอมรับกันอย่างเป็นสากล (อภิพรรณ, 2546)

ถั่วเหลืองฝักสดมีลักษณะที่แตกต่างไปจากถั่วเหลืองไร่ (grain soybean) คือมีขนาดฝักและเมล็ดใหญ่กว่า มีโครงสร้างและรสชาติของเนื้อเมล็ดที่ดีกว่า มีกำหนดเก็บเกี่ยวหลังจากระยะ R_6 และก่อนระยะ R_7 ขณะที่ฝักถั่วยังคงมีสีเขียว และเมล็ดภายในมีการเจริญเติบโตประมาณ 80 – 90% ของความกว้างฝัก ส่วนของเมล็ดเหมาะสำหรับรับประทานเป็นอาหารว่างโดยใช้ประโยชน์ในรูปพืชผัก มีคุณค่าทางอาหารสูง สามารถรับประทานเป็นอาหารว่าง ประกอบอาหาร และแปรรูปได้หลายชนิด ซึ่งชนชาวญี่ปุ่นได้นิยมบริโภคกันมาช้านานแล้ว ปัจจุบันเป็นพืชที่มีความน่าสนใจในแง่พืชอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก ทั้งในรูปฝักสดแช่แข็งและเมล็ดแช่แข็ง แต่มีปัญหาด้านการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูง และได้ฝักที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับการส่งออก (แก้วใจ, 2535)

ถั่วเหลืองฝักสดมีหลายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยอาทิ พันธุ์เชียงใหม่ 1 เป็นพันธุ์ที่ปลูกบริโภคภายในประเทศ พันธุ์หมายเลข 75 (No.75) และ พันธุ์เอจีเอส 292 (AGS 292) หรือพันธุ์กำแพงแสน 292 เป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการส่งออก เป็นต้น ประเทศไทยสามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดทั้งปี แต่ไม่ชอบอากาศหนาวจัดหรือร้อนจัดจนเกินไป เพราะทำให้ผลผลิตต่ำ และมีฝักผิดปกติมาก สำหรับพื้นที่ปลูกที่สำคัญในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันตก สำหรับในภาคใต้ยังมีพื้นที่ปลูกอยู่ค่อนข้างน้อย ซึ่งขณะนี้เริ่มมีการส่งเสริมให้ปลูกกันมากขึ้นเป็นลำดับโดยส่งเสริมให้ปลูกเพื่อการบริโภคในครัวเรือนก่อน (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ถั่วเหลืองฝักสดสามารถปลูกได้ทั้งสภาพดินนา สภาพสวนและไร่ ดินควรเป็นดินร่วน มีความอุดมสมบูรณ์ ความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6.0-6.5 และควรมีแหล่งน้ำรองรับอย่างเพียงพอ เพราะถ้าขาดน้ำ ผลผลิตฝักสดจะไม่ได้คุณภาพ อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 42 องศาเซลเซียส และไม่ต่ำกว่า 10 องศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 22-25 องศาเซลเซียส ไม่ร้อนและไม่หนาวเย็นเกินไปในช่วงออกดอกและติดฝัก (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองฝักสดอยู่ในระดับดี จากข้อมูลของกองโภชนาการ กรมอนามัยนั้น พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดหนัก 100 กรัม มีพลังงาน 139 หน่วยแคลอรี่ ไขมัน 5.7 มิลลิกรัม คาร์โบไฮเดรท 11.4 มิลลิกรัม เส้นใย 1.9 กรัม โปรตีน 13.0 กรัม แคลเซี่ยม 78 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 158 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 3.8 มิลลิกรัม วิตามินเอ 600 หน่วยสากล วิตามินบีหนึ่ง 0.40 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.17 มิลลิกรัม ไนอาซิน 1.5 มิลลิกรัม และวิตามินซี 27 มิลลิกรัม ซึ่งสารอาหารทุกตัวล้วนมีความจำเป็นต่อร่างกายทั้งสิ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ถั่วเหลืองฝักสดนับเป็นพืชหนึ่งที่ขณะนี้มีศักยภาพในการผลิตและการตลาดสูง ไม่ว่าจะเป็นการใช้ภายในประเทศ หรือเพื่อการส่งออก สำหรับตลาดต่างประเทศมีการส่งเสริมให้ส่งออกในรูปถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็ง ซึ่งมีลู่ทางเป็นไปได้มาก ทั้งนี้มีประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดที่สำคัญ (นิพนธ์ และคณะ. 2537)

2.2 อนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยาของหนอนเจาะฝักถั่ว

หนอนเจาะฝักถั่ว (soybean podborer, limabean podborer) จัดเป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ Lepidoptera, วงศ์ Pyralidae, วงศ์ย่อย Phycitinae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Etiella zinckenella* (Treitschke) มีชื่อพ้อง (synonym) คือ *Tinea marginella* ซึ่งเป็นชื่อที่ได้รับการตั้งโดย Treitschke ในปี ค.ศ. 1832 อย่างไรก็ตามหนอนเจาะฝักถั่วชนิดนี้ยังมีชื่อเรียกอื่น ๆ อีก อาทิ *Etiella schisticolor* (Zeller) และ *Phycis zinckenella* เป็นต้น (Herbison-Evans and Crossley, 2003)

พรพจน์ (2541) ได้รายงานลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตไว้ดังต่อไปนี้

ไข่ (egg) ของหนอนเจาะฝักถั่วมีลักษณะกลมรี มีความยาวประมาณ 0.5 มิลลิเมตร เปลือกไข่มีสีขาวนวลค่อนข้างใส เมื่อมีการพัฒนาในระยะดักแปเปลือกไข่จะเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู และเปลี่ยนเป็นสีเทาเมื่อตัวหนอนใกล้ฟักออกมา

หนอน (larva) เป็นแบบ eruciform มีลำตัวยาวเรียวเป็นทรงกระบอก มีส่วนหัวเจริญดี ที่อกมีขาจริงสั้น ๆ 3 คู่ ที่ส่วนท้องมีขาเทียม (prolegs) 4 คู่ ตัวหนอนมี 5 วัย (instars) ตัวหนอนในวัยที่ 1 และวัยที่ 2 ส่วนกะโหลก (head capsule) เป็นสีดำ ส่วนลำตัวเป็นสีขาวครีม ตัวหนอนในวัย 3 และวัย 4 ส่วนกะโหลกเป็นสีน้ำตาลอ่อน ส่วนลำตัวเป็นสีเขียว และปรากฏแถบสีน้ำตาลจาง ๆ ตามแนวความยาวลำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวทั้งหมด 4 แถบ ที่ด้านบนของอกปล้องแรกปรากฏจุดสีดำทั้งหมด 6 จุด ตัวหนอนในวัย 5 ส่วนกะโหลกเป็นสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวเป็นสีเขียวเข้มและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง ทำให้แถบยาวบนลำตัวกลืนหายไปกับสีของผนังลำตัว ที่ด้านบนของอกปล้องแรกเปลี่ยนเป็นสีส้มและปรากฏจุดสีดำทั้งหมด 6 จุด มีขนาดความกว้างหัวกะโหลกของหนอนทั้ง 5 วัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดความกว้างหัวกะโหลกของหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke) ในระยะหนอนวัยทั้ง 5 วัย (พรพจน์, 2541)

วัย (instars)	ความกว้างหัวกะโหลก
1	0.277 ± 0.017 มิลลิเมตร
2	0.630 ± 0.015 มิลลิเมตร
3	0.891 ± 0.014 มิลลิเมตร
4	1.240 ± 0.026 มิลลิเมตร
5	1.635 ± 0.013 มิลลิเมตร

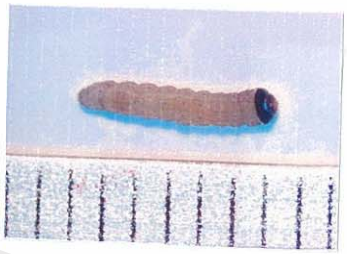
ส่วนความยาวลำตัวของหนอนเจาะฝักถั่วในระยะหนอนทั้ง 5 วัยมีดังนี้ วัย 1 ประมาณ 2.5 มิลลิเมตร วัย 2 ประมาณ 6.0 มิลลิเมตร วัย 3 ประมาณ 10-12 มิลลิเมตร วัย 4 ประมาณ 15 มิลลิเมตร และวัย 5 ประมาณ 13-15 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1)

ดักแด้ (pupa) เป็นแบบ obtect type รูปร่างหัวมนท้ายแหลม ความยาวประมาณ 9-10 มิลลิเมตร ระยะแรกมีสีเขียวจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงเข้ม (ภาพที่ 2) มีรังไหมบาง ๆ สีขาวใสห่อหุ้มภายนอกหนึ่งชั้น ซึ่งรังไหมนี้ทำหน้าที่ในการยึดดักแด้ให้ติดกับฝักถั่วหลาย ๆ ฝัก หรือยึดติดกับก้อนดิน ก้อนกรวด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ตัวหนอนเข้าดักแด้ ดักแด้มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับดักแด้ของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดชนิดอื่น

ตัวเต็มวัย (adult) เป็นผีเสื้อกลางคืน(pyralid moth) ขนาดเล็ก รูปร่างบอบบาง มีอวัยวะรับฟังเสียงตั้งอยู่ที่ส่วนท้อง ปีกคู่หน้าเรียวยาวเป็นทรงสามเหลี่ยมมีสีน้ำตาลปนเทาและมีแถบสีขาวปนเหลืองพาดขวางบริเวณโคนปีก ปีกคู่หลังมีสีขาวครีมบนปีกไม่มีลวดลายใด ๆ มีเส้นสีดำและขนละเอียดบนขอบปีกด้านนอก หนวดเรียวยาวแบบเส้นด้าย (filiform) รยางค์ริมฝีปากล่าง (labial palpi) มีขนาดใหญ่และยื่นชี้ไปข้างหน้าเห็นได้ชัดเจน ความยาวของช่วงปีกประมาณ 19.30 ± 0.30 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

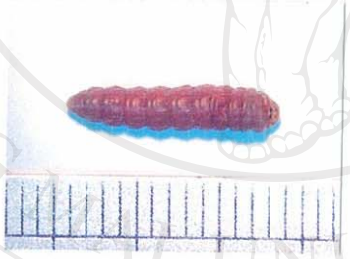
ก.



ข.

ค.

ง.

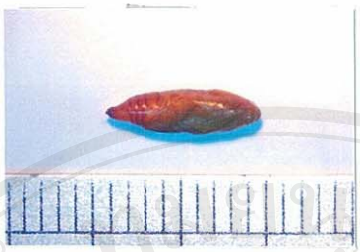


จ.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 1 ลักษณะของหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke)

ก. วัยที่ 1
ข. วัยที่ 2
ค. วัยที่ 3
ง. วัยที่ 4
จ. วัยที่ 5



ก.

ข.

ค.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2 ลักษณะดักแด้และผีเสื้อหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Treitschke)

ก. ดักแด้ ค. รยางค์ริมฝีปากล่างขนาดใหญ่

ข. ผีเสื้อ

2.3 วงจรชีวิตของหนอนเจาะฝักถั่ว

ตัวเต็มวัยของหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* จะวางไข่ประมาณ 60 – 200 ฟอง โดยวางเดี่ยวหรือวางเป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 2 – 12 ฟอง บนฝักอ่อน กลีบเลี้ยง ก้านใบ เป็นต้น ไข่จะใช้เวลาในการถูกบ่มประมาณ 4-7 วัน ก่อนที่จะฟักเป็นตัว ตัวหนอนหลังจากลอกคราบครั้งแรกจะมีลำตัวสีครีมและมีหัวสีดำ มีความยาวเพียง 1 มิลลิเมตร หลังจากฟักตัวออกจากไข่แล้ว ตัวหนอนเหล่านี้ก็จะสร้างร่างแหขึ้นมาคลุมตัวมันในขณะที่มันเจาะเข้าไปในฝักและเริ่มกัดกินเมล็ดถั่วที่กำลังเจริญเติบโต จึงสามารถสังเกตเห็นร่างแหที่มีลักษณะคล้ายท่อหรืออุโมงค์ขนาดเล็ก ปรากฏบนผิวเปลือกฝักถั่ว แสดงว่าถั่วฝักนั้นถูกหนอนเจาะฝักเจาะทำลายแล้ว ถึงแม้ตัวหนอนหลายตัวสามารถเจาะเข้าไปอยู่ในฝักเดียวกันได้ แต่เนื่องจากพฤติกรรมของตัวหนอนที่มีความดุร้าย ตัวหนอนจึงมักกินกันเอง (cannibalism) จนสุดท้ายจำนวนของตัวหนอนในฝักมักเหลืออยู่เพียง 1 หรือ 2 ตัว เท่านั้น ระยะเวลาที่หนอนเจาะฝักถั่ว เป็นตัวหนอน (larval period) ใช้เวลา 2-4 สัปดาห์ขึ้นกับสภาวะแวดล้อม เมื่อตัวหนอนโตเต็มที่ จะมีความยาวประมาณ 15 มิลลิเมตร หนอนที่โตเต็มที่จะมุดออกมาจากฝัก เพื่อลงมาเข้าดักแด้ในดิน หรือออกมาชักใยเข้าดักแด้อยู่ภายนอกฝัก ในระยะดังกล่าวฝักถั่วจะถูกเจาะจนเสียหายและสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูที่ฝักที่ตัวหนอนใช้เป็นที่เจาะเข้าไปในฝักและเจาะออกมา ระยะดักแด้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิมีผลอย่างมาก หากอุณหภูมิต่ำระยะดักแด้มักใช้เวลานานกว่าในสภาวะที่อุณหภูมิสูง (อภิพรรณ, 2546)

หลังจากหนอนเจาะฝักถั่วพ้นจากระยะดักแด้และฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยแล้ว ผีเสื้อหนอนเจาะฝักถั่วสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1-3 สัปดาห์ แต่สามารถวางไข่ได้หลังจากฟักออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว 24 ชั่วโมงในสภาพอากาศร้อน หรือภายใน 2 สัปดาห์ในสภาพอากาศเย็น ระยะนี้หากไม่มีการปลูกถั่วเหลืองหรือพืชเศรษฐกิจตระกูลถั่วอื่น ๆ ผีเสื้อหนอนเจาะฝักถั่วก็สามารถบินไปวางไข่ลงบนถั่วป่าชนิดอื่น ๆ ได้

2.4 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของหนอนเจาะฝักถั่ว

หนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* เป็นแมลงที่ทำความเสียหายให้ถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างชัดเจนมากที่สุด เนื่องจากเข้าทำลายถั่วเหลืองฝักสดโดยการเจาะผ่านฝักถั่วเข้าไปกัดกินเมล็ดภายในโดยตรง เป็นสาเหตุให้เมล็ดเสียหาย เน่า เสื่อมคุณภาพ มีแมลงชนิดอื่น ๆ เข้าทำลายซ้ำ และเกิดเชื้อราได้ง่าย ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือผลผลิตฝักสดที่ถูกหนอนเจาะฝักถั่วเข้าทำลายนั้นไม่เป็นที่ต้องการของผู้รับซื้อ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็นภายในประเทศหรือต่างประเทศ ทำให้ขายผลผลิตได้ราคาต่ำ หรือถูกปฏิเสธการซื้อหากผลผลิตนั้นมีจำนวนหนอนเจาะฝักถั่วมากเกินกว่าที่ผู้รับซื้อยอมรับได้ ดังนั้นแม้ว่าหนอนเจาะฝักถั่วจะสามารถเข้าทำลายในช่วงหลังจากถั่วเหลืองฝักสดติดฝักเป็นต้นไป ก็ทำความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้ลงทุนปลูกได้อย่างรุนแรง ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าโรคและแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ เลย

Kobayashi (1976) ได้ศึกษาจำนวนแมลงศัตรูที่เข้าทำลายฝักถั่วเหลืองในประเทศญี่ปุ่น พบว่าหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* เป็นหนึ่งในหนอนเจาะฝักถั่วที่สำคัญ 3 ชนิด (ได้แก่ *Helicoverpa armigera*, *Maruca testulalis* และ *E. zinckenella*) สามารถสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตได้สูงกว่า 56% ของผลผลิตทั้งหมด โดยจำนวนประชากรของหนอนเจาะฝักถั่วและความเสียหายของผลผลิตมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในแปลงปลูก นอกจากนี้ในสภาวะอุณหภูมิที่สูงขึ้นยังทำให้ประชากรแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ เพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ Dahiya and Chauhan (1992) รายงานว่าหนอนเจาะฝักถั่วสามารถทำลายผลผลิตถั่วได้มากถึง 36 – 72% จากผลผลิตทั้งหมด มูลค่าความเสียหายจึงมีเป็นจำนวนมาก

ที่ได้หวันความเสียหายที่เกิดจากหนอนเจาะฝักถั่ว ต่อถั่วเหลืองมีประมาณ 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเสียหายดังกล่าวเห็นได้ชัดบนฝักที่เมล็ดกำลังพัฒนา การพ่นสารฆ่าแมลงไม่ให้ผลดีนัก ในแง่ของการควบคุมการระบาด (อภิพรรณ, 2546) ดังนั้นพบว่าประเทศที่มีการปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจเกือบทุกประเทศก็ประสบปัญหาเกี่ยวกับหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ด้วยกันทั้งสิ้น อาทิ อินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และประเทศอื่น ๆ เป็นต้น

นอกจากนี้ปัญหาที่ประเทศไทยประสบคือ การเสียตลาดส่งออกเนื่องจากผลผลิตมีคุณภาพไม่เพียงพอ ไม่ผ่านเงื่อนไขด้านศัตรูพืชของประเทศคู่ค้า และยังพบว่าจากการพยายามป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วด้วยสารฆ่าแมลงที่มีพิษร้ายแรง เป็นสาเหตุให้ผลผลิตมีการปนเปื้อนพิษจากสารฆ่าแมลงที่เป็นอันตรายสูงกว่าค่ามาตรฐาน Maximum Residue Limits (MRL) ซึ่งส่งผลเสียหลายประการต่อธุรกิจการค้าถั่วเหลืองฝักสด อาทิ อาจก่อให้เกิดพิษภัยต่อผู้บริโภคในระยะยาว ผู้บริโภคขาดความมั่นใจ ประเทศคู่ค้าไม่ต้องการรับซื้อ ฯลฯ ซึ่งผลเสียดังกล่าวย่อมตกอยู่ที่ตัวเกษตรกรเองที่ต้องรับภาระในการลงทุนควบคุมคุณภาพผลผลิตของตน เมื่อไม่สามารถขายผลผลิตได้ก็ย่อมประสบปัญหาการขาดทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 การแพร่กระจายของหนอนเจาะฝักถั่ว

หนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ระบาดและทำลายพืชวงศ์ถั่ว รวมทั้งถั่วเหลืองที่ปลูกในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน (tropicopolitan species) หนอนเจาะฝักถั่วชนิดนี้มี species อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงอยู่มาก เช่น *E. hobsoni* ซึ่งทำลายถั่วชนิดต่าง ๆ ในอินโดนีเซีย และ *E. behrii* ซึ่งพบในประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ โดยอาศัยอยู่ในพืชอาศัยที่แตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามหนอนเจาะฝักถั่วทุกชนิดในที่นี้นับเป็นหนึ่งในศัตรูพืชหลักของการผลิตทั้งถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดตลอดจนถั่วอื่น ๆ อีกหลายชนิด

นอกจากนี้ van den Berg *et al.* (1998) รายงานว่าหนอนเจาะฝักถั่วมีลักษณะการกระจายตัวในแปลงปลูกพืชแบบอยู่เป็นกลุ่ม (Clumped pattern) โดยมีการระบาดไม่พร้อมกัน โดยจากการสำรวจแปลงเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองจำนวน 100 แห่ง พบว่ามี 44 แห่งที่พบการเข้าทำลายน้อยกว่า 5% ในขณะที่มี 26 แห่งที่พบการเข้าทำลายสูงกว่า 15% และ van den Berg *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาจำนวนประชากรของ *E. zinckenella* จากแปลงเกษตรกรในประเทศอินโดนีเซีย ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวเต็มวัยที่จับได้ด้วยสวิงในขณะที่ถั่วเหลืองอยู่ในระยะสร้างฝัก กับจำนวนฝักที่เสียหาย พบว่าปัจจัยทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน จึงได้พยากรณ์ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฝักภายในแปลงจะแปรผันตามจำนวนตัวเต็มวัยที่จับได้

เกี่ยวกับการแพร่ระบาดของหนอนเจาะฝักถั่วนั้น ส่วนใหญ่มีรายงานว่าหนอนเจาะฝักถั่วสามารถระบาดได้ดีในสภาวะอากาศร้อนและแห้ง มากกว่าในฤดูฝน ซึ่งอาจเป็นเพราะในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งนั้นเหมาะสมกับการเจริญเติบโตและพัฒนาของหนอนเจาะฝักถั่วจึงสามารถทำให้เพิ่มจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็ว (Naito and Harnoto, 1984) แต่มีบางรายงานเช่น Hirano *et al.* (1992) รายงานว่าหนอนเจาะฝักถั่วหลายชนิดเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้ดีในช่วงฤดูฝนและ Kobayashi (1972) รายงานว่าประเทศญี่ปุ่นในจังหวัดที่อยู่ในเขตหนาวจะมีการระบาดของหนอนเจาะฝักถั่วมากกว่าในเขตอบอุ่น นอกจากนี้ Wang and Song (1984) รายงานว่าในพื้นที่ที่มีดินร่วน (loamy soil) และมีการระบายน้ำดีจะพบการระบาดของหนอนเจาะฝักถั่วมากกว่าในพื้นที่ที่มีดินเหนียว (clay soil) จึงได้สันนิษฐานว่าการระบาดขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีดินเหนียวมากนั้นไม่เหมาะสมกับการพัฒนาของหนอนเจาะฝักถั่ว เนื่องจากดักแด้ไม่สามารถฟักออกเป็นตัวเต็มวัยได้ในสภาพที่ดินแน่นและมีความชื้นสูง จึงทำให้การระบาดเกิดขึ้นต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 พืชอาหารของหนอนเจาะฝักถั่ว

หนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* จะกัดกินอยู่ภายในเมล็ดถั่วเท่านั้น ดังนั้นพืชอาหารส่วนใหญ่จึงเป็นพืชวงศ์ถั่วทุกชนิด แต่หนอนเจาะฝักถั่วก็สามารถเข้าอาศัยในถั่วป่าชนิดอื่น ๆ ที่ไม่เป็นพืชเศรษฐกิจได้เช่นเดียวกัน ทำให้ในขณะที่ไม่มีพืชอาหารหลัก หนอนเจาะฝักถั่วก็ยังสามารถขยายพันธุ์และดำเนินชีวิตต่อไปได้จนครบวงจรชีวิต จากรายงานแหล่งต่าง ๆ พบว่าพืชอาหารของหนอนเจาะฝักถั่วมีดังนี้ (ตารางที่ 2)

ตาราง 2 พืชอาหารหลักของหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenalla* (Treitschke) ที่ในหลายประเทศมีการปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	เอกสารอ้างอิง
Glycine max	soybean	Edmonds *et al.* (2000)
Robinia pseudoacacia	locust, false acacia	Georgevits (1981)
Phaseolus vulgaris	commonbean	Romalho *et al.* (1977)
Vigna mungo	black gram	Chhabra *et al.* (1983)
Cajanus cajan	pigeonpea	Jadhav *et al.* (1983)
Pisum sativum	fieldpea	Sharma (2000)
Tephrosia vogelii	hoarypea	Stone and Freyre (1972)
Phaseolus aureus	mungo bean	Pablo and Pangga (1971)
Vigna radiata	green gram	Yein and Singh (1981)
Vigna unguiculata	cowpea	Harakly (1974)
Lathyrus sativus	grasspea, chicklingpea	Koshta *et al.*(1988)
Cicer arietinum	bengal gram	Verma (1983)

นอกจากนี้ Zhou *et al.* (1994) พบว่าหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* สามารถเข้าทำลายผลของต้นแปะก๊วย (*Ginkgo biloba*) ในประเทศจีนได้แต่สามารถควบคุมได้ด้วยสารฆ่าแมลง omethoate 40% หรือ dichlorvos (DDVP) 80%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 การควบคุมประชากรหนอนเจาะฝักถั่ว

หนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* เป็นแมลงที่แพร่ระบาดอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงที่มีการเพาะปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจ ดังนั้นการศึกษาวิจัยด้านการควบคุมและป้องกันกำจัดจึงได้กระทำมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการใช้สารฆ่าแมลงมาเป็นปัจจัยหลักในการศึกษา ซึ่งผลของการศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ พบว่าค่อนข้างมีความหลากหลายมาก ทั้งที่ในความเป็นจริงการควบคุมประชากรหนอนเจาะฝักถั่วให้ได้ผลสูงสุดควรทำการใช้หลักการบริหารศัตรูพืชหลาย ๆ วิธีควบคู่กันไป ซึ่งอาจเรียกได้ว่าใช้วิธีการควบคุมแบบผสมผสาน (integrated control) จะให้ผลในการควบคุมประชากรดีที่สุด กว่าการมุ่งเน้นไปในแนวทางใดแนวทางหนึ่งเพียงอย่างเดียว

การเขตกรรม (cultural control) ถือเป็นวิธีการหลักในการควบคุมประชากรหนอนเจาะฝักถั่ว เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถกำจัดตัวหนอนและดักแด้ของหนอนเจาะฝักถั่วได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เนื่องจากเป็นการตัดวงจรชีวิตของหนอนเจาะฝักถั่วโดยตรง และที่สำคัญคือเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างน้อยมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ สามารถทำได้โดยการกำจัดวัชพืชหรือพืชอาศัยของหนอนเจาะฝักถั่วที่เป็นพืชตระกูลถั่วในบริเวณใกล้เคียงแปลงปลูกออกเพื่อป้องกันไม่ให้แม่ผีเสื้อเข้าไปวางไข่ ทำการปล่อยน้ำให้ท่วมแปลงปลูกทุกครั้งหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อกำจัดหนอนและดักแด้ที่เหลือตกค้างอยู่ในแปลงปลูก และควรปลูกพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่วสลับกันไปในลักษณะการปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) ไม่ควรปลูกแต่ถั่วเพียงอย่างเดียวเป็นระยะเวลานาน ๆ ติดต่อกัน

ในปัจจุบันพบว่าหนอนเจาะฝักถั่วมีศัตรูตามธรรมชาติเช่นเดียวกับแมลงศัตรูพืชอื่น ๆ เช่นกัน โดยแบ่งเป็นแตนเบียน (parasitic wasp) และแมลงวันเบียน (parasitic fly) รวมกันประมาณ 6 – 8 ชนิด ตามแต่ละถิ่นอาศัย ศัตรูธรรมชาติส่วนใหญ่เข้าเบียนในระยะหนอน จากการศึกษาพบว่าสามารถลดประชากรของหนอนเจาะฝักถั่วลงได้ประมาณ 10% ซึ่ง Cruz and Sagarra (1996) ได้ทำการศึกษาผลการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติบางชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วในประเทศเปอร์โต ริโก้ พบว่าการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติเข้ามาควบคุมในรูปแบบชีววิธี (biological control) ในหนอนเจาะฝักถั่วยังถือว่าไม่ประสบผลสำเร็จ (ตารางที่ 3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ผลการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมประชากรหนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenalla* (Treitschke) โดยรูปแบบชีววิธี (Cruz and Sagarra, 1996)

ศัตรูพืช	ศัตรูธรรมชาติ	ระดับความสำเร็จ
Etiella zinckenella	*Macrocentrus ancylovorus*	Failure
	Bracon piger	Failure
	Apanteles beaussetensis	Failure
	Bracon pectoralis	Failure
	Phanerotoma planifrons	Failure
	Cyrtotyx lichtensteini	Failure
	Bracon cajani	Unknown
	Icomella etiellae	Partial

ในขณะเดียวกันเชื้อโรคต่าง ๆ ทั้งเชื้อรา และแบคทีเรียที่มีอยู่ในธรรมชาติสามารถกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วได้ถึง 40% จากทั้งหมด แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพอุณหภูมิและความชื้นในถิ่นอาศัยของหนอนเจาะฝักถั่วด้วย ในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง เชื้อโรคต่าง ๆ สามารถลดประชากรหนอนเจาะฝักถั่วลงได้มากกว่าสภาพความชื้นต่ำ เนื่องจากมีสภาวะเหมาะสมต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรคมากกว่า

ในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิตฟีโรโมนส์สังเคราะห์ของผีเสื้อหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* มาใช้ในการป้องกันกำจัดด้วยซึ่ง Tóth *et al.* (1996) รายงานว่าปัจจุบันสามารถสังเคราะห์สารประกอบที่มีคุณสมบัติคล้ายสารล่อเพศของเพศเมีย (female sex pheromone) ของผีเสื้อหนอนเจาะฝักถั่วได้ สารประกอบเหล่านี้ได้แก่ (Z)-11-tetradecenyl acetate, (Z)-9- tetradecenyl acetate, (E)-11- tetradecenyl acetate, tetradecyl acetate และ (Z)-11-hexadecenyl acetate โดยสารประกอบเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในกับดักเพื่อใช้ดักตัวเต็มวัยเพศผู้ โดยได้ทำการศึกษาในประเทศฮังการีกับประเทศไต้หวันพบว่า (Z)-11-tetradecenyl acetate, (Z)-9- tetradecenyl acetate สามารถดึงดูดเพศผู้ได้จำนวนมากที่สุด โดยให้ผลไม่มีความแตกต่างกับกับดักที่ใส่ตัวเต็มวัยเพศเมียของหนอนเจาะฝักไว้

อย่างไรก็ตามผลการทดลองบางแหล่งก็ยังให้ข้อมูลไม่ตรงกัน อาทิ Hattori *et al.* (2001) รายงานว่าฟีโรโมนส์สังเคราะห์จากประเทศญี่ปุ่นมีประสิทธิภาพในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้ เมื่อนำมาใช้ในประเทศอินโดนีเซียพบว่าสามารถใช้จำแนกตัวเต็มวัยของ *E. zinckenella* ออกจากตัวเต็มวัยของ *E. behrii* ได้ แต่ van den Berg *et al.* (2000) ได้รายงานว่าฟีโรโมนส์สังเคราะห์ของ *E. zinckenella* ที่ผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากประเทศญี่ปุ่นไม่สามารถดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้ของหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ที่อยู่ในประเทศอินโดนีเซียได้

ด้านการควบคุมด้วยสารฆ่าแมลงนั้นได้มีผู้ทำการศึกษาไว้เป็นจำนวนมากมาเป็นเวลานานแล้ว ซึ่งสารฆ่าแมลงบางชนิดในปัจจุบันก็ไม่เป็นที่นิยมใช้หรือได้ยกเลิกการใช้ไปแล้วในประเทศไทยโดยมีรายงานดังต่อไปนี้

Chang (1971) ได้ทำการศึกษาในประเทศไต้หวัน พบว่าสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วสูงได้แก่ endosulfan และ fenitrothion โดยให้ฉีดพ่นเมื่อถั่วเหลืองเริ่มติดฝักเป็นต้นไป

Singh *et al.* (1980) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสารฆ่าแมลง carbaryl ในการใช้ป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* พบว่าสามารถใช้ควบคุมได้ และยังมีความปลอดภัยเมื่อนำไปบริโภคสูง

Yein and Singh (1981) ได้ใช้สารฆ่าแมลง endosulfan ฉีดพ่นในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 หลังการปลูก เพื่อป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว พบว่าสามารถลดการเข้าทำลายบนฝักได้ประมาณ 24 – 25% ในขณะที่การใส่สารฆ่าแมลง aldicarb ลงในดินไม่สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนเจาะฝักถั่วได้ และพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสเฟตแก่ต้นถั่วในปริมาณสูงจะปรากฏการเข้าทำลายของหนอนเจาะฝักถั่วสูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ในการทดลองของ Yadav and Chauhan (2000) ในประเทศอินเดีย และ Minja *et al.* (2000) ในประเทศเคนยา ก็พบว่าสารฆ่าแมลง endosulfan ให้ผลในการกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วได้ดีที่สุดเช่นกัน และพบว่าการใช้สารฆ่าแมลงในรูปแบบ ultra low volume (ULV) ให้ผลดีกว่าการใช้สารฆ่าแมลงปกติที่ฉีดพ่นในอัตราสูง ๆ ในส่วนของสารสกัดจากสะเดา (Neem extract) และเชื้อแบคทีเรีย BT (*Bacillus thuringiensis*) ได้รายงานไว้ว่าไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วแต่อย่างใด ในขณะที่ Pandey *et al.* (1993) ได้แนะนำสารฆ่าแมลง phosphamidon, monocrotophos และ dimethoate เพื่อใช้ควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วและหนอนชอนใบถั่วในพืชวงศ์ถั่ว

Szeoke and Takacs (1984) ศึกษาการใช้สารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ในประเทศฮังการี โดยได้เรียกหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ในอีกชื่อหนึ่ง คือ acacia moths และพบว่าสารฆ่าแมลงที่ให้ผลในการป้องกันกำจัดดีที่สุดคือ methomyl และ triazophos ซึ่งให้ผลดีที่สุดในทุกสภาพอากาศทั้งในการฉีดพ่นแบบครั้งเดียว (หลังดอกบาน) และแบบสองครั้ง (หลังดอกบานและ 14 วันหลังจากนั้น) สารฆ่าแมลงชนิดอื่นให้ผลดีเมื่อฉีดพ่นสองครั้งได้แก่ flucythrinate และ pirimiphos-methyl

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Shukla and Lal (1989) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการผสมสารฆ่ารากับสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดโรคราแป้ง (powdery mildew) ควบคู่กับหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ในถั่ว พบว่าสารผสมระหว่าง dinocap + endosulfan และ carbendazim + monocrotophos ให้ผลการควบคุมดีที่สุด

Hattori *et al.* (1992) พบว่า สารสกัด methanolic leaf extract ของ *Populus nigra* cv. Italica สามารถนำมาใช้ยับยั้งการวางไข่ของหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ในถั่วเหลืองได้ และพบว่าสารที่มีประสิทธิภาพยับยั้งเป็น ethyl acetate soluble ซึ่งจากการแยกด้วยโครมาโทกราฟฟี่ พบว่าสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ eugenol รองลงมาคือ pyrocetechol

Senapati *et al.* (1992) ได้ศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลง 3 ชนิดที่ใช้ในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* จากผลผลิตถั่วได้แก่ endosulfan ที่ความเข้มข้น 0.14% monocrotophos ที่ความเข้มข้น 0.08% และ quinalphos ที่ความเข้มข้น 0.10% หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงดังกล่าว 20 วัน สามารถตรวจพบการตกค้างของสารดังกล่าวได้ และพบว่ามีการตกค้างอยู่ที่ฝักมากกว่าที่เมล็ด

Sinha *et al.* (1993) ได้แนะนำว่าการใช้สารฆ่าแมลง carbofuran และ phorate กับฝักโดยตรงให้ผลในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ได้ดีกว่าการใช้กับดิน และยังประหยัดกว่าด้วย

Leite *et al.* (1996) ได้ศึกษาการใช้สารฆ่าแมลงชนิดดูดซึม (systemic insecticide) ได้แก่ fosthiazate และ aldicarb กับถั่ว *Phaseolus vulgaris* พบว่าแมลงศัตรูที่ทำความเสียหายให้แก่เมล็ดมากที่สุดคือหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ซึ่งนอกจากจะทำความเสียหายให้แก่เมล็ดโดยตรงแล้ว ยังเป็นเหตุให้มีเชื้อราเข้าทำลายซ้ำอีกด้วย

Sanjay (1997) ทดลองใช้สารฆ่าแมลง chlorpyrifos กับถั่วพบว่าสามารถลดจำนวนของหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ลงได้แต่พบการตกค้างของสารพิษบนฝักถั่วในปริมาณสูง

Yadav *et al.* (2000) รายงานว่าสารฆ่าแมลงที่ให้ผลในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ซึ่งเข้าทำลายในในถั่ว *Pisum sativum* L. ได้ดีเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เช่น fenvalerate, cypermethrin หรือ deltamethrin สามารถใช้ควบคุมหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ได้ดี

Itoh *et al.* (1994) ได้ทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ของเชื้อรา *Beauveria bassiana* (no. B-EZ-001) จาก *E. zinckenella* ได้และพบว่าสามารถใช้กำจัด หนอนกอข้าว *Chilo suppressalis* และหนอนเจาะฝักถั่ว *E. zinckenella* ในห้องปฏิบัติการได้ผลดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

El-Ghar *et al.* (1994) ได้รายงานว่าสารฆ่าแมลงประเภท Insect growth regulator ที่สามารถใช้ในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วได้คือ flufenoxuron โดยประเมินหลังจากการฉีดพ่นไปแล้ว 21 วัน

อย่างไรก็ตามในประเทศไทยปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้แนะนำสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วดังนี้ ใช้ไตรอะโซฟอส (triazophos) 40% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือแลมบ์ดาไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยพ่น 1- 2 ครั้ง ห่างกัน 7 – 10 วัน ในระยะถั่วติดฝักอ่อน (กองกีฏและสัตววิทยา, 2545)

2.8 มาตรฐานการส่งออกถั่วเหลืองฝักสด

เนื่องจากถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่ตลาดต่างประเทศต้องการเป็นปริมาณมาก ประกอบกับเป็นพืชบริโภคสด ดังนั้นส่วนใหญ่ตลาดหรือทางบริษัทฯ ผู้รับซื้อจึงกำหนดมาตรฐานในการส่งออกไว้ดังนี้

- ฝักสีเขียวสด ไม่มีรอยตำหนิจากการทำลายของโรคและแมลงบนฝัก
- ฝักสดมี 2 – 3 เมล็ดต่อฝัก ความยาวไม่น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความหนาฝัก 7 มิลลิเมตรขึ้นไป
- ภายใน 1 ฝักต้องมีเมล็ด 2 เมล็ดขึ้นไป
- ฝักต้องมีสีเขียว ไม่มีจุดเหลืองหรือดำ
- ฝักต้องไม่มีหนอนเจาะฝัก เป็นโรค ฝักงอ ผิดรูป ฝักเน่า
- ขั้วฝักต้องไม่ฉีกขาด หรือมีส่วนของก้านติดมากับฝัก
- การเก็บเกี่ยวต้องไม่เก็บฝักอ่อนหรือแก่จนเกินไป และต้องรีบส่งโรงงานภายใน 8 ชั่วโมง
- ต้องไม่เป็นถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์อื่นที่บริษัทฯ ไม่ได้ส่งเสริมปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved