

ความต้านทานด้านพันธุกรรมของพืชต่อแมลง

โดย นายกฤติญา แสงภักดี

กลไกการต่อต้านของพืช

ความต้านทานของพืชเพื่อต่อต้านแมลงต่างๆที่มากิน อาจแตกต่างกันตามชนิดของพืชและแมลงที่กินพืช ระบบการต่อต้านของพืชมีการวิวัฒนาการเพื่อให้ได้สัดส่วนกับชนิดและปริมาณความเสียหายของพืชเนื่องจากแมลงศัตรูที่กินพืช ระบบการต่อต้านของพืชที่มีความหลากหลายและเฉพาะเจาะจงเพื่อต่อต้านแมลงศัตรูที่ทำลายเนื้อเยื่อเมื่อแมลงศัตรูเข้ามาอยู่ในเนื้อเยื่อพืช พืชจะต้องมีศักยภาพที่สูงทั้งทางชีวเคมีและหรือทางฟิสิกส์จะรบกวนพฤติกรรมหรือสรีรวิทยาของแมลง ส่งผลให้แมลงมีพฤติกรรมหรือสรีรวิทยาที่ไม่ยอมรับพืชอาหาร ลักษณะทางฟิสิกส์ของพืช เช่น รูปร่างลักษณะ สี osmotic pressure ของน้ำในเซลล์พืช และปริมาณสารเคมีในพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเลือกพืชอาหารของแมลง

Dr. Painter ได้วางหลักเกณฑ์เกี่ยวกับสาเหตุที่พืชสามารถต้านทานแมลงว่า การที่พืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งมีคุณลักษณะที่สามารถต้านทานการระบาดของแมลงได้นั้น ก็เนื่องจากพืชนั้นมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เช่น การต่อต้านของพืชต่อแมลง มีผลเสียต่อแมลง หรือพืชสามารถทนทานการทำลายของแมลงได้ ดังนี้

1. การต่อต้านของพืชต่อแมลง (Antixenosis) หรือความไม่ชอบพืชของแมลง (Non-Preference)
2. พืชมีผลเสียต่อชีวิตแมลง (Antibiosis)
3. พืชสามารถทนทานการระบาดของแมลง (Tolerance)

การต่อต้านของพืชต่อแมลง (Antixenosis) หรือความไม่ชอบพืชของแมลง ((Non-Preference) อันเนื่องมาจากลักษณะการต่อต้านที่พืชสร้างขึ้น หมายถึง การที่พืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งสามารถต้านทานแมลงได้ เพราะแมลงไม่สามารถใช้พืชพันธุ์นั้นเป็นที่พักอาศัย เป็นพืชอาหาร และเป็นที่ยวางไข่ได้ อย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่างรวมกัน

Antixenosis

Antixenosis เป็นกลไกความต่อต้านของพืชที่ยับยั้งแมลงหรือแมลงลดจำนวนการเข้ามาสู่พืช โดยทั่วไปแมลงจะหันเข้าสู่พืชเพื่อกินอาหาร เป็นสถานที่วางไข่ หรือที่อยู่อาศัย อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวแม้ว่าแมลงเข้ามาหาพืช ลักษณะ antixenosis ของพืชที่ไม่ให้แมลงเข้ามาหาพืชเพื่อใช้ประโยชน์ ในบางครั้งที่กลไกความต้านทานแบบ antixenosis มีประสิทธิภาพสูงส่งผลให้แมลงอดอาหารและตายได้

ลักษณะของพืชอาหารทั้งทางสัณฐานวิทยา ทางฟิสิกส์ หรือโครงสร้างของพืชรบกวนพฤติกรรมของแมลง เช่น การผสมพันธุ์ การวางไข่ การกินอาหาร และการย่อยอาหาร จนและความแข็งของเนื้อเยื่อพืชกีดขวางและกำจัดการเคลื่อนไหวของแมลง (Wevster, 1975: อ้างถึงโดยทรงยศ, 2545)

ความต้านทานแบบ antixenosis ของพืชต่อการกินของแมลง

แมลงตอบสนองต่อสารกระตุ้นการกินหลายอย่างเมื่อแมลงคัดเลือกพืชอาหาร ถ้าขาดสารประกอบที่กระตุ้นและมีสารประกอบที่ยับยั้ง ก่อให้เกิดความต้านทานแบบ antixenosis ต่อแมลงที่กินพืช จากการสังเกตแมลงที่กินพืชจำนวนหนึ่งของแมลงหลายชนิดพบว่า ก่อนที่แมลงจะกินพืชอาหาร แมลงจะสัมผัสขนผิวของพืชก่อนบนผิวใบพืชเกี่ยวข้องกับสารเคมีในพืชและอวัยวะรับสัมผัสเคมีของแมลง ความต้านทานแบบ antixenosis ของพืชอาหารต่อการกินของแมลงประกอบด้วยขนที่ไม่มีต่อมและมีต่อมของพืช สารเคมีที่ผิวใบ ความแข็งของเนื้อเยื่อพืช การขาดธาตุอาหารของพืช และสารเคมีจำพวกขับไล่และยับยั้งแมลงของพืช

ปัจจัยด้านโครงสร้างของพืช

ปัจจัยหลายอย่างด้านโครงสร้างของพืชที่เป็นกลไกต้านทานของพืช เมื่อแมลงที่กินพืชเข้าไปใกล้พืช ปัจจัยที่ธรรมชาติที่สุดได้แก่ ความแข็งแรงและเหนียวของเนื้อเยื่อพืช ส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช เนื้อเยื่อพืชที่เป็นแผล และขนบนพืช

ขนของพืช (Plant pubescence)

ขนของพืชรบกวนการกินอาหารของแมลงที่มีฟันกรามเล็ก และมีการตายสูงเนื่องจากหนอนวัยแรกมักจะกัดถูกขน 3 ครั้ง ก่อนที่ปากของแมลงจะถึงเนื้อเยื่อของใบที่เป็นแหล่งอาหาร ด้วยเหตุผลดังกล่าวแมลงจึงต้องกัดกิน cellulose และ lignin ของพืชที่ไม่มีคุณค่าทางอาหารเข้าไป cellulose และ lignin ผ่านเข้าสู่ทางเดินอาหารของแมลงโดยไม่สามารถย่อยได้ และหนอนวัยอ่อนก็ตายเนื่องจากอาหารที่ไม่สมดุลจากเส้นใยของพืช

ขนที่ไม่มีต่อม (nonglandular trichomes)

ขนตั้งอยู่บน epidermis ของพืช มีรูปร่างและโครงสร้างหลายแบบ เช่น ขนที่ไม่มีต่อและ มีต่อม ขนที่ไม่มีต่อมมักจะมีส่วนร่วมในความต้านทานแบบ antixenosis โดยมีประสิทธิภาพในการกีดขวางเพื่อป้องกันแมลงตัวเล็กๆในการอ่อนลงสู่ผิวพืช และป้องกันการเคลื่อนไหวและการกินของแมลง ขนของพืชมีผลต่อพฤติกรรมของแมลงบนผิวใบพืช 3 ประการ ดังนี้ 1. การสืบคลาน 2. กับคักจากขนของพืช 3. ความเหนียวเหนืดของสารที่ออกจากขนที่มีต่อม การสืบคลานของแมลง เช่น ขนของใบฝ้ายมีผลต่ออัตราการเคลื่อนที่ของหนอนวัยแรกของหนอนเจาะสมอฝ้ายสีชมพู *Pectiniphora gossypiella* โดยหนอนเคลื่อนที่เร็วเป็น 6 เท่าบนผิวใบที่เรียบ เมื่อเปรียบเทียบกับผิวใบที่มีขน การทดลองในหนอน *Heliothis virescens* ที่ฟักใหม่ๆบนผิวใบด้านบน และด้านล่าง การเคลื่อนไหวที่ช้าลงของแมลง เนื่องจากขนของพืชมีผลให้หนอนอดอาหาร ซึ่งทำให้การตายของหนอนเพิ่มขึ้น ขนที่ยาวของใบไม่เพียงแต่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของแมลง ยังป้องกันแมลงไม่ให้กินบนผิวใบพืช เช่น อวัยวะส่วนปากที่ยาว 0.2-0.4 มม. ของเพลี้ยจักจั่น *Empoasca fabae* ไม่สามารถเอื้อมถึง mesophyll หรือท่อลำเลียงอาหาร (vascular bundles) ของใบถั่วเหลืองที่มีขน แมลงที่เจาะดูดกินถึงท่ออาหาร (phloem) และท่อลำเลียงน้ำ (xylem) จะต้องสอดอวัยวะส่วนปากที่แหลม (stylets) ลึกลงไปในเนื้อเยื่อพืช และขนของใบ (trichomes) มีผลต่อการสอดของ stylet ของแมลงลงสู่เนื้อเยื่อพืช จากการทดลองถอนขนของฝัก mustard *Brassica hirta* var. *Gisiba* ออกพบว่า ความเสียหายจากการกินของ flea beetle *Phyllotreta cruciferae* เพิ่มขึ้น ดังนั้นสรุปได้ว่าแมลงเจาะดูดหลีกเลี่ยงที่จะดูดน้ำเลี้ยงจากพืชเพราะมีขน ซึ่งเป็นความต้านทานของพืชแบบ antixenosis

แมลงไม่เพียงแต่เคลื่อนที่ลำบากเนื่องจากขนของพืช เมื่อแมลงเข้ามาสัมผัสกับพืช แมลงยังถูกจับโดยการทิ่มแทงจากขนของพืช ขนเหล่านี้มักพบเสมอในพืชที่เป็นไม้เลื้อย ขนหรือหนามของพืชแทงทะลุผิวหนังของแมลงที่ถูกจับและฆ่าตาย จากการสังเกตประสิทธิภาพของขนที่แหลมคมของ French bean, *Phaseolus* sp. ต่อพฤติกรรมของเพลี้ยจักจั่นมันฝรั่ง *Empoasca fabae* พบว่า ขนที่แหลมคมของถั่วดังกล่าว ทำให้ผนังลำตัวของเพลี้ยจักจั่นได้รับบาดเจ็บและตายในที่สุด

ขนที่มีต่อม (glandular trichomes)

ขนที่มีต่อมพบทั่วไปในพืชที่ปล่อยสารเหนียว ซึ่งขัดขวางความสามารถในการเคลื่อนที่ การกินอาหาร และหรือความอยู่รอดของแมลง บทบาทการต่อต้านของขนที่มีต่อมของพืชในตระกูล Solonaceae ที่ต่อต้านแมลงที่กินพืช มีการศึกษาวิจัยในระดับวิทยาศาสตร์ประยุกต์พืชจำพวก *Solanum*, *Lycopericon*, *Nicotiana* และ *Madicago* spp. มีการผลิตสารเหนียวออกจากใบมันฝรั่งพันธุ์ป่า ได้แก่ *Solanum polyadenium*, *S. berthaultii* และ *S. tariyense* เมื่อเพลี้ยอ่อน *Myzus persicae* หรือ *Macrosiphum emphorbiae* คุกกินมีรอยแผลที่ผนังเซลล์พืช จะมีสารเหนียวขับออกมาจากขนที่มีต่อม เมื่อสารเหนียวซึ่งละลายน้ำได้ตั้งกล่าวสัมผัสกับก๊าซออกซิเจนในอากาศก็จะเปลี่ยนเป็นสารเหนียวสีดำ ไม่ละลายน้ำ และแข็งตัวอยู่ล้อมรอบบริเวณ tarsi ของขาเพลี้ยอ่อน และขัดขวางการเคลื่อนไหวของแมลง การสะสมสารเหนียวจากขนที่มีต่อมของพืช มีผลทำให้เพลี้ยอ่อนถูกตรึงแน่นอยู่กับพืชและอดอาหารถึงตายได้

รายงานการศึกษาขนของพืชต่อแมลง

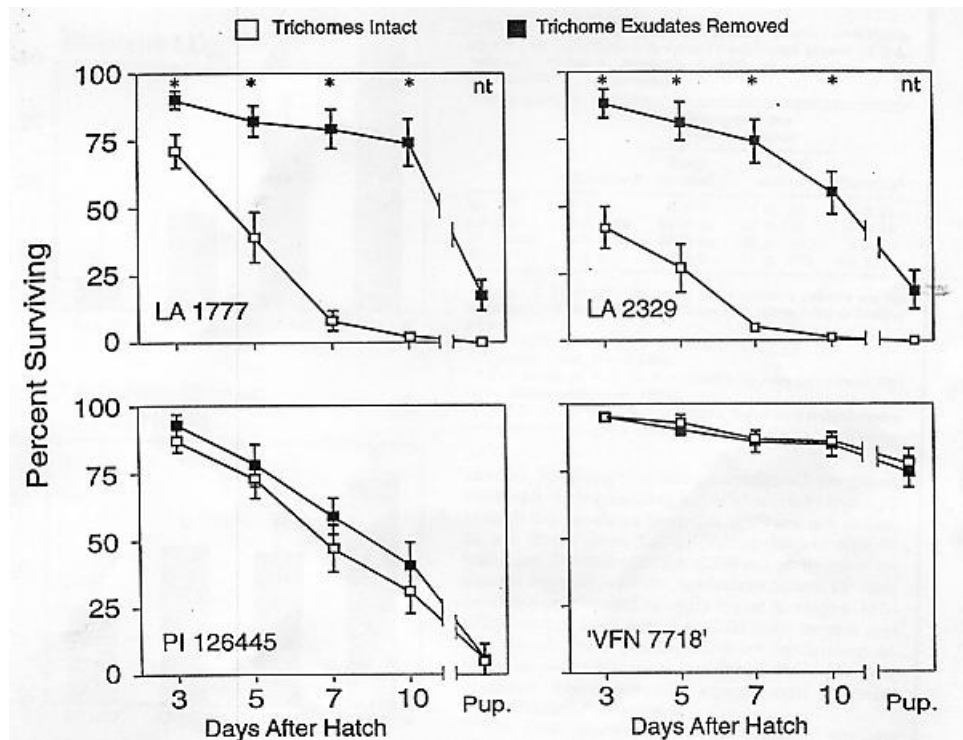
(Parnell et al.,1949: อ้างถึงโดย ทรงยศ, 2545) การปรับปรุงพันธุ์ฝ้ายในทวีปแอฟริกาและเอเชียเพื่อป้องกันเพลี้ยจักจั่น *Empoasca* spp. ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสำเร็จในยุคแรกๆของพืชต้านทานแมลงในฝ้าย

(Brettell, 1980: อ้างถึงโดย ทรงยศ, 2545) แสดงให้เห็นว่าขนมากขึ้นในฝ้าย upland พันธุ์ *Gossypium hirsutum* และฝ้าย Egyptian พันธุ์ *G. barbadense*เกี่ยวข้องกับความต้องการต่อเพลี้ยจักจั่น หลังจากการปรับปรุงฝ้ายพันธุ์มีขนและเผยแพร่ปลูกมากในแอฟริกา และเป็นการพิสูจน์ถึงกลยุทธ์ความสำเร็จในด้านการจัดการเพลี้ยจักจั่นฝ้าย

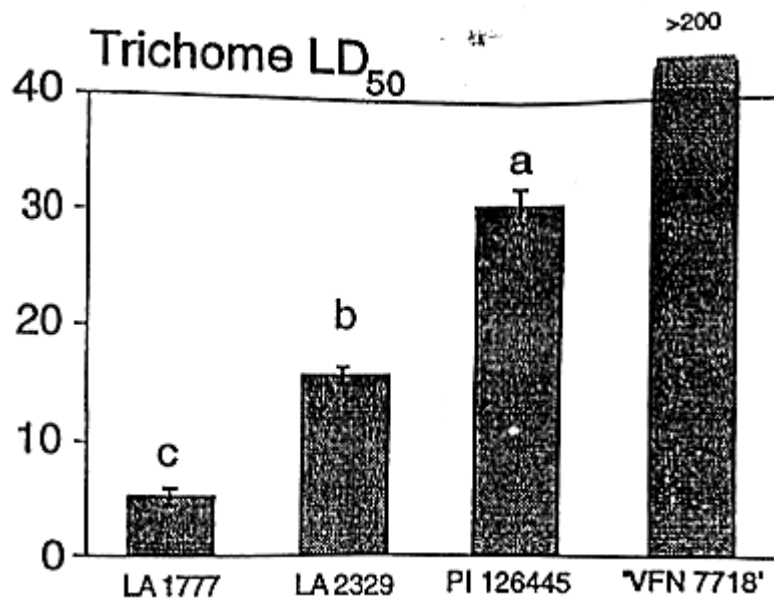
(Lee, 1983: อ้างถึงโดย ทรงยศ, 2545) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนของใบและการตอบสนองด้านการวางไข่ของเพลี้ยจักจั่นในถั่วเหลือง พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีขนหนาสามารถป้องกันการวางไข่ และการต่อต้านการกินของเพลี้ยจักจั่น ขนของใบพืชสามารถต่อต้านการวางไข่และการกินของแมลง โดยป้องกันไม่ให้อวัยวะวางไข่หรือปากของแมลงไม่ให้ถึงชั้น epidermis ของใบพืช

(Eigenbrode, 1996) ได้ทำการศึกษา Trichome exudates บนต้นมะเขือเทศ 4 สายพันธุ์ คือ LA 1777 (*L. hrisutum*), LA 2329 (*F. typicum*), PI 126445 (*L. esculentum*) และ 'VFN 7718' ต่อความต้านทานต่อหนอนกระทู้หอม จากการทดลองพบว่า มะเขือเทศทั้ง 4 ชนิด มีผลทำให้การเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของหนอนกระทู้ลดลง คือ LA 1777 มีผลทำให้ความมีชีวิตรอดของหนอนกระทู้ลดลงมากที่สุด รองลงมาคือ LA 2329, PI 126445 และ 'VFN 7718' ตามลำดับ (แสดงในภาพที่ 1) ดังนั้น LA 1777 มีความต้านทานต่อหนอนกระทู้มากที่สุด

ส่วน trichome exudates คือส่วนที่เป็นของเหลวไหลออกมา ซึ่งมีความเป็นพิษ (LD_{50}) ต่อ หนอนกระทู้มากที่สุด คือ LA 1777 รองลงมาคือ LA 2329, PI 126445 และ 'VFN 7718' ตามลำดับ ดังนั้น LA 1777 มีความต้านทานต่อหนอนกระทู้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ อื่นๆ (แสดงในภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 แสดงความมีชีวิตรอดของ *S. exigua* จาก 10 วันจนถึงระยะดักแด้ ของตัวอ่อนบนใบอ่อนต้น ตีน *L. hirsutum* (LA 1777), *F. typicum* (LA 2329), *L. esculentum* (PI 126445) และ 'VFN 7718' nt = ไม่ได้ทำการทดสอบ



ภาพที่ 2 แสดงความเป็นพิษ LD₅₀ ของของเหลวใน Trichome

สรุปและวิจารณ์

พันธุ์พืชที่มีระดับความต้านทานที่สูง หรือมีความต้านทานที่คงที่ มักจะมีส่วนประกอบของความต้านทานจากหลายแหล่ง หรือปัจจัยทางพันธุกรรมที่ต้านทานหลากหลาย อย่างไรก็ตาม ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยาของพืช อาทิ สัณฐานวิทยา ทางฟิสิกส์ หรือโครงสร้างของพืช โดยเฉพาะ ขนบนใบพืช มีความสำคัญระดับหนึ่ง ที่มีผลต่อพฤติกรรมของแมลง เช่น การผสมพันธุ์ การวางไข่ การกินอาหาร การย่อยอาหาร และกีดขวางการเคลื่อนไหวของของแมลง ส่งผลถึงการลดจำนวนของประชากรแมลง ในทางตรงกันข้ามแมลงบางชนิดอาจใช้ประโยชน์จากขนบนใบพืชในการเพิ่มจำนวน เช่น ในหนอนเจาะสมอฝ้าย *Helicoverpa zea* ชอบฝ้ายพันธุ์ *Gossypium* sp. ซึ่งมีขนเพื่อการวางไข่ โดยการวางไข่ของแมลงเพศเมียใช้ขนของใบพืชเพื่อให้ขาจับช่วยในการวางไข่บนพืช ดังนั้น การปลูกพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยใช้พืชพันธุ์ต้านทานต่อแมลงจึงขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของช่วงระยะเวลาของพืชปลูก ช่วงระยะวัยของแมลง และชนิดของพืชกับชนิดของแมลงด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ทรงยศ พิสิษฐ์. 2545. ความต้านทานของพืชต่อแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น
- EIGENBRODE S.D., J.T. TRUMBLE, AND K.K. WHITE. 1996. Trichome Exudates and Resistance to Beet Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* Accessions. *Environ. Entomol.* 25 (1): 90-95.