# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Comin (1979) ได้แบ่งการพัฒนาความต้านทานออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรก เป็นช่วงที่ยังไม่มีผลกระทบ (pressure) จากสารฆ่าแมลงทำให้ความถี่ของ resistant allele ถูกรักษาระดับไว้ในระดับต่ำ ๆ ต่อมาในช่วงที่สอง เมื่อมีการใช้สารฆ่าแมลงบ่อย ๆ ความถี่ของ resistant allele เริ่มเพิ่มสูงขึ้น แต่ยังไม่สามารถสังเกตว่าเกิดความต้านทานขึ้นแล้ว และในช่วงที่สามนี้จะเริ่มพบว่าเกิดความต้านทานขึ้นอย่างชัดเจน เนื่องจากการใช้สารฆ่าแมลง ความเข้มข้นที่แนะนำ (recommended doses) ไม่สามารถควบคุมแมลงศัตรูได้ resistant allele ก็จะเพิ่มมากขึ้น และทำให้ประชากรที่สามารถเกิดความต้านทานแพร่กระจายไปยังพื้นที่อื่น ๆ

Hama (1992) รายงานว่า สาเหตุที่ทำให้ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วอาจเป็นเพราะ 1) ประชากรของแมลงมีการปรากฏของหน่วยถ่ายพันธุ์ต้านทานสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (pyrethroid resistant gene(s)) ในความถี่ที่มาก เมื่อมีการนำไพรีทรอยด์สังเคราะห์เข้าไปใช้ 2) การเคลื่อนย้ายถิ่นของแมลงมีข้อจำกัด ทำให้แมลงที่ไม่ต้านทาน (susceptible) ต่อสารฆ่าแมลงไม่สามารถเข้าสู่พื้นที่ที่ประชากรแมลงมีความต้านทานสูง เมื่อไม่สามารถเพิ่มปริมาณของแมลงที่ไม่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในพื้นที่แล้ว ความต้านทานจึงไม่ลด (dilute) ลง และ 3) การใช้สารฆ่าแมลงในปริมาณมากและใช้บ่อยเกินไปในพื้นที่ที่แมลงไม่มีการเคลื่อนย้ายเข้าออก

น้ำย่อยภายในตัวแมลงนั้นจะมีอยู่หลายชนิด แต่พบว่ามีน้ำย่อย DDT-dehydrochlorinase, microsomal oxidases (MFO), esterase และ glutathione transferases เป็นตัวสำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องในการเพิ่ม metabolism ที่ใช้สลายสารฆ่าแมลง ทำให้เกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้หลายกลุ่ม ส่วนการเกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์นั้น สันนิษฐานว่าการเพิ่มปริมาณของน้ำย่อย MFO อาจจะเป็นปัจจัยสำคัญของกลไกที่ทำให้เกิดความต้านทานในหนอนใยผัก (Oppenoorth and Welling. 1976; Takeda *et al.*, 1986)

ในส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ (tissue) ของลำไส้ส่วนกลาง (midgut) จะเป็นบริเวณสำคัญในการผลิต MFO ในแมลงที่ต้านทานต่อไพรีทรอยด์สังเคราะห์ สารประกอบอินทรีย์ที่ละลายได้ดีในไขมันจะเกิดปฏิกิริยา oxidation กับ MFO ได้ง่าย ซึ่งโดยปกติแล้วผลลัพธ์ที่ได้ทำให้แมลงสามารถขจัดสารพิษนั้นออกนอกร่างกายได้ง่ายขึ้น แต่ในกรณีของ Bt จะเกิดผลในทางตรงกันข้าม คือ MFO สามารถไปกระตุ้นสาร substrates แล้วกลับทำให้เกิดพิษขึ้นมาได้ ดังนั้นถ้าในกรณีนี้จึงเป็นไปได้ว่าบทบาทหน้าที่ของ MFO ในลำไส้ส่วนกลางอาจมีความสามารถในการไปกระตุ้นการเกิดพิษของ Bt ได้ (Drummond *et al.*, 1995)

การกำจัดศัตรูพืชโดยใช้ Bt ด้วยวิธีผสมผสานใน Western North Carolina พบว่าถ้าจำนวนประชากรของ *Trichoplusia ni* และ *Heliothis zea* มีความหนาแน่นน้อย การใช้สารฆ่าแมลงผสมจะให้ผลในการป้องกันการเข้าทำลายจากแมลงทั้งสองได้ดีกว่าการใช้ตัวเบียน (parasites) เนื่องจากจะมีอัตราการเบียน (parasitization) ต่ำมากถ้าประชากรของแมลงอาศัยมีน้อย จากการทดลองพบว่า esfenvalerate ผสมกับ Bt จะช่วยให้เกิดการทำลายจากแมลงน้อยที่สุด (Campbell *et al.*, 1991) นอกจากนี้การทดลองของ Chilcutt and Tabashnik (1997) ยังพบว่าประสิทธิภาพของ Bt เมื่อใช้ร่วมกับตัวเบียน ในการกำจัดหนอนใยผักนั้น ผลที่ได้จะขึ้นอยู่กับความไม่ต้านทานของตัวแมลงที่มีต่อ Bt โดยหนอนใยผักในกลุ่มที่ไม่ต้านทาน อัตราการตายสูงสุดจะเกิดจากการใช้ Bt ร่วมกับตัวเบียน แต่ในหนอนใยผักในกลุ่มที่ต้านทาน การใช้ตัวเบียน อย่างเดียวก็ทำให้เกิดการตายพอ ๆ กับการใช้ Bt และการใช้ Bt ร่วมกับตัวเบียน หรืออาจสรุปได้ว่า Bt จะฆ่าหนอนใยผักที่ไม่ต้านทาน ส่วนตัวเบียนจะฆ่าหนอนใยผักที่ต้านทาน

มีการใช้สารฆ่าแมลงผสมกับ Bt ในหลายแห่ง ได้แก่ ในฮอนดูรัสเริ่มมีการใช้สารฆ่าแมลงผสม Bt มาตั้งแต่ปี 1988 และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (Andrews *et al.*, 1992) ในฟลอริดา Jansson (1992) ได้ทดลองใช้ teflubenzuron, methomyl, mevinphos ผสมกับ Bt ควบคุมหนอนใยผัก พบว่า teflubenzuron ผสมกับ Bt จะให้ผลดีที่สุดและดีกว่าการใช้ Bt อย่างเดียว แต่เปอร์เซ็นต์สำคัญในการออกฤทธิ์ส่วนใหญ่จะมาจาก teflubenzuron มากกว่า Bt อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลงทั้งคู่นี้มีแนวโน้มว่าเริ่มมีการพัฒนาความต้านทานขึ้นแล้ว ในอินโดนีเซีย พบว่า การใช้ Bt ผสมกับสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เช่น fenvalerate หรือ cypermethrin จะให้ผลในการควบคุมและสามารถลดระดับความเสียหาย (injury level) ในหนอนใยผักดีกว่าใช้สารฆ่าแมลงทั้งสองโดยไม่ทำการผสม และการใช้สารผสมนี้ยังทำให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ไพรีทรอยด์อย่างเดียวแล้วยังไม่เป็นอันตรายต่อตัวเบียนบางชนิดอีกด้วย (Iman *et al.*, 1986) รวมทั้งยังมีการใช้ Bt ที่เป็นคนละสายพันธุ์มาผสมกัน เช่น ในแคนาดา Morris *et al.* (1996) ได้ทดลองผสม Bt หลาย ๆ สายพันธุ์เข้าด้วย

กัน โดยพบว่าสายพันธุ์ *aizawai* ซึ่งเป็นพิษสูงสุดต่อ *Manestra configurata* สามารถให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับ Bt สายพันธุ์ *kurstaki*, สายพันธุ์ *kenyae* และ สายพันธุ์ *kurstaki* ที่ผสมอยู่รวมกับสายพันธุ์ *kenyae* ได้ เมื่อนำไปผสมในอาหารเทียมให้หนอนวัยที่ 3 กิน

การผสมสารฆ่าแมลงกับ Bt พบว่า สารฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีแนวโน้มว่าจะให้ผลในทางที่ไม่ดี จากการทดลองของ Wilding (1986) พบว่า demeton-S-methyl และ dimethoate จะไปลดประสิทธิภาพของ Bt ลง 4 และ 10 เท่า ตามลำดับ รวมถึงการทดลองของ Hamilton and Attia (1977) ซึ่งรายงานว่า ทั้ง demeton-S-methyl และ dimethoate เมื่อผสมกับ Bt แล้ว จะเกิด antagonistic อย่างแรง นอกจากนี้การทดลองของ Chen *et al.* (1974) ยังพบว่า stirophos ก็เกิด antagonistic อีกด้วย

ในภาคกลางของประเทศไทย การควบคุมหนอนใยผักระหว่างปี ค.ศ. 1978-1982 จะนิยมใช้การพ่นสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ผสมกับสารเคมีชนิดต่าง ๆ จนกระทั่งประมาณปี ค.ศ. 1989 จึงเริ่มมีการใช้ mevinphos ผสมกับ Bt ในการควบคุมหนอนใยผักร่วมกับการจับตัวเต็มวัยด้วยกับดักกาวเหนียวสีเหลือง (yellow sticky trap) (Rushtapakornchai and Vattanatangum, 1986; Rushtapakornchai *et al.*, 1992)