บทที่ 5
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

5.1 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1.1 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

- **การหาค่า LC_{50} ของ Bt**

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในระยะแรก ๆ (ที่ 24 ชั่วโมง) หนอนจะมีการตายไม่มาก การตายของหนอนจะไปเพิ่มมากในระยะเวลาหลัง ๆ (ที่ 72 ชั่วโมง) หมายความว่า Bt จะไม่ออกฤทธิ์อย่างทันที แต่จะออกฤทธิ์อย่างช้า ๆ หลังจากที่หนอนกินเข้าไป ซึ่งเป็นไปตามลักษณะการออกฤทธิ์ของ Bt

กราฟแสดงค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดลอง (ภาพที่ 1) มีความชันมากที่สุดในบรรดาสารที่นำมาทดลองในครั้งนี้ (ความชันเท่ากับ 2.66) หมายความว่า เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Bt มากกว่าทุก ๆ สารที่ใช้ในการทดลอง โดยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจะเพิ่มมากขึ้นแม้ว่าความเข้มข้นของ Bt จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็ตาม แสดงว่า Bt มีพิษต่อหนอนใยผักมากที่สุดในบรรดาสารฆ่าแมลงที่ไม่ได้ผสม

- **การหาค่า LC_{50} ของ permethrin**

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในระยะแรก ๆ (ที่ 24 ชั่วโมง) หนอนจะมีการตายไม่มาก การตายของหนอนจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นในระยะเวลาหลัง ๆ (ที่ 48 และ 72 ชั่วโมง) แต่การตายก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากเหมือนกับกรณีของ Bt เป็นไปได้ว่า การออกฤทธิ์ของ permethrin ในการทดลองนี้ไม่เป็นไปตามลักษณะการออกฤทธิ์ ซึ่งควรจะมีอัตราการตายในช่วงแรก ๆ สูงกว่าอัตราการตายในช่วงหลัง ๆ และตัวเลขของหนอนที่ตายก็ไม่เพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น

กราฟแสดงค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดลอง (ภาพที่ 2) มีความชันน้อยที่สุดในบรรดาสารที่ไม่ได้ผสมที่นำมาทดลองในครั้งนี้ (ความชันเท่ากับ 1.24) หมายความว่า เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ permethrin น้อยกว่าทุก ๆ สารที่ใช้ในการทดลอง โดยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจะเพิ่มขึ้นน้อยมากแม้ว่าความเข้มข้นของ permethrin จะเพิ่มขึ้นอย่างมากก็ตาม แสดงว่า permethrin มีพิษต่อหนอนใยผักน้อยที่สุดในบรรดาสารฆ่าแมลงที่ไม่ได้ผสม

- **การหาค่า LC_{50} ของ cypermethrin**

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในระยะแรก ๆ (ที่ 24 ชั่วโมง) หนอนจะมีการตายไม่มาก การตายของหนอนจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นในระยะเวลาหลัง ๆ (ที่ 48 และ 72 ชั่วโมง) แต่การตายก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากเหมือนกับกรณีของ Bt เป็นไปได้ว่า การออกฤทธิ์ของ cypermethrin ในการทดลองนี้ไม่เป็นไปตามลักษณะการออกฤทธิ์ ซึ่งควรจะมีอัตราการตายในช่วงแรก ๆ สูงกว่าอัตราการตายในช่วงหลัง ๆ ผลที่ได้นี้เป็นไปในทำนองเดียวกับ permethrin แต่กรณีของ cypermethrin แตกต่างจาก permethrin ที่ตัวเลขของหนอนที่ตายเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น โดยตัวเลขเรียงอัตราการตายมากไล่จากความเข้มข้นสูงไปความเข้มข้นต่ำอย่างที่ควรจะเป็น

กราฟแสดงค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดลอง (ภาพที่ 3) มีความชันน้อยกว่า Bt แต่มากกว่า permethrin (ความชันเท่ากับ 2.43) หมายความว่า เมื่อเทียบกันแล้วเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ cypermethrin น้อยกว่า Bt แต่มากกว่า permethrin โดยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ cypermethrin เพิ่มขึ้น แต่ไม่ตอบสนองมากเท่ากับการตายที่เกิดกับความเข้มข้นจาก Bt แต่ตอบสนองมากกว่าที่เกิดกับ permethrin แสดงว่า cypermethrin มีพิษต่อหนอนใยผักน้อยกว่า Bt แต่มีพิษมากกว่า permethrin

- **การหาค่า LC_{50} ของสารผสมระหว่าง permethrin กับ Bt**

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในระยะแรก ๆ (ที่ 24 ชั่วโมง) หนอนจะมีการตายโดยประมาณมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในทุก ๆ อัตราส่วน การตายของหนอนจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในระยะเวลาหลัง ๆ (ที่ 48 และ 72 ชั่วโมง) โดยอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาหลัง ๆ จากการใช้สารผสมนี้มากกว่าที่เกิดกับ Bt เสียอีก การออกฤทธิ์ของสารผสมนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับลักษณะการออกฤทธิ์ของ Bt คือค่อย ๆ ออกฤทธิ์แต่คล้ายกับว่าจะดีกว่ามาก โดยที่ระยะเวลาที่ 48 และ 72

ชั่วโมงนั้นหนอนตายเกือบหมดในทุก ๆ อัตราส่วน แม้ว่าอัตราการตายจะสูงมากซึ่งเป็นสิ่งที่ดีแต่ควรจะมีอัตราการตายแตกต่างกันไปในแต่ละอัตราส่วนของสารผสม แต่จากผลที่ได้พบว่าที่อัตราส่วนของสารผสมทุกอัตราส่วนคล้ายกับว่าไม่มีความแตกต่างกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าใช้อัตราส่วนที่เท่าไรก็ได้จะให้ผลใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่ควรเป็นเช่นนั้น

จากผลที่ได้ว่าสารผสมทุกอัตราส่วนให้ผลไม่แตกต่างกัน อาจสันนิษฐานได้ว่า

1) ในกรณีที่การออกฤทธิ์ของสารผสมมาจาก permethrin ทำให้อัตราส่วนของ Bt ที่เพิ่มขึ้นเป็น 2, 3, 4 และ 5 เท่า ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องที่จะช่วยให้สารผสมออกฤทธิ์ดีขึ้น เพราะฤทธิ์ในการฆ่าแมลงของสารผสมมาจาก permethrin

2) ในกรณีที่การออกฤทธิ์ของสารผสมมาจาก Bt ผลที่ได้อาจบอกได้ว่าอัตราส่วนที่เกิดประสิทธิภาพแล้วก็คือ 1:1 เพราะฉะนั้นถึงจะเพิ่มอัตราส่วนของ Bt ขึ้นไปเป็น 2, 3, 4 และ 5 เท่า ก็ไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ อีก

3) หรือเมื่อใช้สารสองชนิดนี้ผสมกันแล้วมีรูปแบบการออกฤทธิ์เป็นของตนเอง เราไม่ทราบการทำปฏิกิริยาระหว่างสารทั้งสองว่าเป็นอย่างไร ทำงานอย่างไร และไม่สามารถบอกได้ว่าการออกฤทธิ์ของสารผสมมาจากส่วนไหน ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าอัตราส่วนของทั้ง permethrin และ Bt เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกฤทธิ์อย่างไร การเปลี่ยนอัตราส่วนของ Bt เกี่ยวข้องอย่างไร

กราฟแสดงค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดลอง (ภาพที่ 4) มีความชันเกือบจะขนานกับแกน X (ความชันเกือบเป็น 0 (-0.11)) ถ้าแปลความหมายจากกราฟจะได้ว่า เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารผสมระหว่าง permethrin กับ Bt เลย โดยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจะไม่เกิดความเปลี่ยนแปลงใด ๆ แม้ว่าความเข้มข้นของ Bt จะเพิ่มขึ้นเท่าไรก็ตาม อาจกล่าวได้ว่าการทดลองที่ 24 ชั่วโมงนั้น ไม่ว่าจะใช้อัตราส่วนของสารผสมเท่าไรก็ตาม ก็ไม่ทำให้เกิดการตายที่ 99 เปอร์เซ็นต์ เพราะทุกอัตราส่วนให้ผลไม่แตกต่างกัน (ให้ผลที่การตายประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกัน)

การผสม permethrin กับ Bt ในห้องปฏิบัติการนั้น แม้ว่าการใช้ Bt อัตราส่วนที่มากขึ้นแต่กลับไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์การตายแตกต่างกัน อาจสรุปได้ว่าไม่ควรนำสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดนี้มาผสมกันเพราะจากกราฟที่ได้เป็นเส้นนอนที่ค่อนไปทางลบ สันนิษฐานได้ว่าสารทั้งสองชนิดนี้ไม่ได้สนับสนุนกันทำให้ไม่ว่าจะผสมกันที่อัตราส่วนที่มี Bt ผสมอยู่เท่าไรก็ตามก็ไม่เกิดประโยชน์ แต่กลับพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายที่ได้คล้ายกับว่าจะดีกว่าการใช้ Bt อย่างเดียวมาก (ทั้งที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง) ดังนั้นถ้าประสิทธิภาพที่ดีหมายถึงเปอร์เซ็นต์การตายที่มาก การใช้สารผสมระหว่าง

permethrin กับ Bt ก็จัดได้ว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สารฆ่าแมลงแต่ละชนิดโดยไม่ผสม เพราะให้เปอร์เซ็นต์การตายที่มากกว่า สำหรับอัตราส่วนระหว่างสารทั้งสองชนิดนี้ที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น การทดลองในครั้งนี้ให้คำตอบไม่ได้

- **การหาค่า LC_{50} ของสารผสมระหว่าง cypermethrin กับ Bt**

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในระยะแรก ๆ (ที่ 24 ชั่วโมง) หนอนจะมีการตายโดยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนที่ 1:1 และ 1:2 สำหรับอัตราส่วนที่ 1:3, 1:4 และ 1:5 จะมีเปอร์เซ็นต์การตายใกล้เคียงกันที่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ การตายของหนอนจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในระยะเวลาหลัง ๆ (ที่ 48 และ 72 ชั่วโมง) โดยอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาหลัง ๆ จากการใช้สารผสมนี้มากกว่าที่เกิดกับ Bt เหมือนกับที่เกิดในกรณีของสารผสม permethrin กับ Bt แต่เปอร์เซ็นต์การตายที่เกิดจากการใช้สารผสม cypermethrin กับ Bt จะน้อยกว่า การออกฤทธิ์ของสารผสมนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับลักษณะการออกฤทธิ์ของ Bt คือค่อย ๆ ออกฤทธิ์แต่คล้ายกับว่าจะดีกว่าโดยที่ระยะเวลาที่ 48 ชั่วโมงหนอนมีเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มสูงขึ้นมาก เมื่อถึงที่ 72 ชั่วโมงหนอนก็ตายเกือบหมดในทุก ๆ อัตราส่วน แม้ว่าอัตราการตายจะสูงมากซึ่งเป็นสิ่งที่ดีแต่ควรจะมีอัตราการตายแตกต่างกันไปในแต่ละอัตราส่วนของสารผสม แต่จากผลที่ได้พบว่าที่อัตราส่วนของสารผสมทุกอัตราส่วนให้ผลในลักษณะว่าไม่มีความแตกต่างกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าใช้อัตราส่วนที่เท่าไรก็ได้จะให้ผลใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่ควรเป็นเช่นนั้น

จากผลที่ได้ว่าสารผสมทุกอัตราส่วนให้ผลไม่แตกต่างกันแม้ว่าการตรวจผลที่ 24 ชั่วโมงจะได้เปอร์เซ็นต์การตายแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม (กลุ่มแรกตายประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มที่สองตายประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นก็พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายไม่แตกต่างกัน อาจสันนิษฐานสาเหตุของเหตุการณ์นี้ได้ในทำนองเดียวกับที่สันนิษฐานไว้ในกรณีของสารผสม permethrin กับ Bt

กราฟแสดงค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดลอง (ภาพที่ 5) มีความแตกต่างจากสารฆ่าแมลงต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง (ความชันเท่ากับ –2.75) โดยมีทิศทางของกราฟตรงกันข้ามกับทุกกราฟ (ยกเว้นกราฟที่ 4 ที่ได้เป็นเส้นแนวนอน) ถ้าตีความหมายจากกราฟจะได้ว่า เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารผสมระหว่าง cypermethrin กับ Bt ในทิศทางตรงกันข้าม โดยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจะเกิดความเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อสารผสมมีอัตราส่วนของ Bt มากขึ้น ซึ่งสารฆ่าแมลงทั้งสามที่ใช้ในการทดลองเปอร์เซ็นต์การตายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น ยกเว้นสารผสมระหว่าง permethrin กับ Bt ที่แม้ว่าอัตรา

ส่วนของสารผสมจะเพิ่มขึ้นเท่าไรก็ตามจะได้เปอร์เซ็นต์การตายไม่แตกต่างกัน นี่คือความแตกต่างอย่างหนึ่งระหว่างสารฆ่าแมลงทั้งสาม สารผสมระหว่าง permethrin กับ Bt และสารผสมระหว่าง cypermethrin กับ Bt

อาจกล่าวได้ว่าการทดลองที่ 24 ชั่วโมงนั้น การใช้อัตราส่วนของสารผสมเท่าไรก็ตาม ก็ไม่ทำให้เกิดการตายที่ 99 เปอร์เซ็นต์ได้ เปอร์เซ็นต์การตายจะมีมากในช่วงอัตราส่วนของ Bt ที่ 1:1 และ 1:2 แล้วค่อย ๆ ลดลงในสารผสมที่มีอัตราส่วนของ Bt สูงขึ้น แต่แนวโน้มการตายของหนอนโดยรวมจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับกรณีของ permethrin ผสมกับ Bt คือที่ 24 ชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์การตายประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถึงเวลาที่ 48 และ 72 ชั่วโมงเปอร์เซ็นต์การตายก็เพิ่มขึ้นมากใกล้เคียงกัน และทุกอัตราส่วนให้ผลไม่แตกต่างกัน

การผสม cypermethrin กับ Bt นั้น พบว่ายิ่งใช้ Bt อัตราส่วนมากแต่กลับทำให้เปอร์เซ็นต์การตายลดลง สันนิษฐานได้ว่าสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดนี้ไม่ควรนำมาผสมกันในอัตราส่วนที่มี Bt มากกว่า cypermethrin มาก ๆ เพราะจากกราฟที่ได้ ที่อัตราส่วนที่มี Bt ผสมอยู่มาก ๆ มีแนวโน้มว่าสารทั้งสองชนิดนี้จะขัดแย้งกันหรือไปรบกวนการทำงานกันเอง โดยพิจารณาได้จากเปอร์เซ็นต์การตายที่เริ่มลดลงเมื่อมี Bt ผสมอยู่มาก (1:3, 1:4 และ 1:5) อัตราส่วนที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 1:1 และ 1:2 เท่านั้น

จากผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมงแสดงให้เห็นว่า เมื่อจะใช้สารผสมระหว่าง cypermethrin กับ Bt ต้องใช้ Bt ในการผสมกับ cypermethrin มากกว่าเพียง 1.61 เท่า ในขณะที่การใช้สารผสมระหว่าง permethrin กับ Bt ต้องใช้ Bt ในการผสมกับ permethrin มากกว่าถึง 6.09 เท่า จึงจะสามารถทำให้เกิดการตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์เท่ากันได้ ดังนั้นระหว่างสารผสม 2 ชนิดนี้ อาจสันนิษฐานได้ว่าในสารผสมระหว่าง permethrin กับ Bt นั้น คาดว่า Bt จะมีบทบาทสำคัญในการออกฤทธิ์ของสารผสมชนิดนี้ ส่วนในสารผสมระหว่าง cypermethrin กับ Bt นั้น คาดว่าสารทั้งสองชนิดมีบทบาทในการออกฤทธิ์ใกล้เคียงกัน

5.1.2 การทดสอบในสภาพแปลงปลูก

การสำรวจปริมาณหนอนใยผักในสภาพแปลงปลูกก่อนการทดสอบครั้งนี้พบว่ามีปริมาณค่อนข้างน้อย ซึ่งสันนิษฐานได้หลายสาเหตุ ได้แก่

1) ในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบนี้ปริมาณสะสมของหนอนใยผักยังไม่ถึงจุดที่มากที่สุดของประชากรหนอน

2) สภาพแวดล้อมไม่ค่อยเอื้ออำนวยให้เกิดการระบาด เช่น อุณหภูมิในช่วงเดือนธันวาคมที่ทำการทดสอบค่อนข้างสูง ซึ่งโดยปกติควรจะต่ำกว่านี้ รวมถึงการพ่นสารกำจัดแมลงอย่างต่อเนื่องของเกษตรกรข้างเคียง อาจไปรบกวนการดำรงชีวิตของหนอนใยผักในบริเวณนั้น

3) ช่วงเวลาที่ทำการตรวจนับนั้น อาจตรงกับช่วงที่ประชากรส่วนใหญ่ของหนอนใยผักอยู่ในระยะไข่หรือผีเสื้อ ทำให้หนอนที่พบมีน้อย

เมื่อได้ข้อมูลมาหลังจากที่ได้ทำการทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการแปลงข้อมูล (transformation) ให้อยู่ในรูปของ log (x+1) ก่อน เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำและมีค่าศูนย์ในข้อมูล (จรัญ, 2523) จากนั้นจึงวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติต่อไป จากการวิเคราะห์ความแตกต่างที่ได้ทั้ง 6 ครั้ง ได้ผลดังนี้

- **การทดสอบในวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2543 (ก่อนการพ่นสารครั้งที่ 1)**

การตรวจนับหนอนใยผักก่อนการพ่นสาร พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากยังไม่ได้พ่นสารฆ่าแมลงใด ๆ ก็ไม่ควรเกิดความแตกต่าง ทำให้สุ่มปริมาณหนอนได้ใกล้เคียงกัน

- **การทดสอบในวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2543 (หลังการพ่นสารครั้งที่ 1)**

เป็นการตรวจนับปริมาณหนอนหลังจากที่ได้พ่นสารฆ่าแมลงครั้งที่ 1 ไป พบว่า ประชากรรวมโดยเฉลี่ยของหนอนในวันนี้ลดลงจากวันที่ 12 ธันวาคม และเกิด phytotoxic ขึ้นในกรรมวิธีที่ใช้ permethrin จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติเกิดขึ้นแต่ผลที่ได้ไม่แบ่งแยกออกเป็นกลุ่มอย่างชัดเจน ไม่สามารถบอกได้ว่ากรรมวิธีใดให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากค่าเฉลี่ยของปริมาณหนอนที่ใช้ในการคำนวณค่อนข้างต่ำและอยู่ในช่วงใกล้ ๆ กันไม่แตกต่างกันมาก แต่จากผลที่ได้นี้ แสดงให้เห็นว่า

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการนั้นพบว่า ถ้าไม่ทำการผสมสารเข้าด้วยกัน Bt มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ทั้งสองชนิด แต่เมื่อนำมาใช้ในสภาพแปลงปลูกกลับพบว่า Bt จะให้ผลไม่แตกต่างกับ permethrin จะแตกต่างจาก cypermethrin เท่านั้นแต่ที่สำคัญคือ cypermethrin กลับให้ประสิทธิภาพดีกว่า

2) เมื่อทำการผสมสารฆ่าแมลงเข้าด้วยกัน พบว่า ทั้งสารผสม permethrin+Bt และสารผสม cypermethrin+Bt ให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน และยังไม่แตกต่างกับสารฆ่าแมลงที่ไม่ได้ทำการผสมอื่น ๆ อีกเช่นกัน (ยกเว้น permethrin เนื่องจากก่อให้เกิด phytotoxic กับพืชทดสอบ)

ผลที่ได้จากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกวันนี้แตกต่างจากผลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ สันนิษฐานได้ว่า ในสภาพแปลงปลูกมีความแปรปรวนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ สูงกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เช่น ในกรณีของ Bt ความชื้นในสภาพแปลงปลูกต่างจากในห้องปฏิบัติการทำให้ได้ประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงแตกต่างกัน และผลที่ได้ว่า Bt มีประสิทธิภาพน้อยกว่า cypermethrin อาจเป็นเพราะลักษณะการออกฤทธิ์ของ Bt ที่ค่อนข้างช้า การพ่นสารผ่านไปเพียง 3 วันทำให้ Bt ยังไม่ออกฤทธิ์ หรือถูกทำลายไปโดยรังสีอุลตราไวโอเลตจากแสงแดด หรือหนอนในแปลงผ่านระยะแรกที่เพิ่งฟักออกจากไข่ไปแล้วซึ่งเป็นช่วงที่ทำการป้องกันกำจัดแล้วได้ผลดี (อัจฉรา, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์) ในกรณีของ permethrin และ cypermethrin ที่มีรายงานว่าหนอนใยผักเกิดความต้านทานไปแล้ว (วีรเทพ, 2536) แต่จากการทดสอบในวันนี้พบว่าสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดนี้ยังสามารถทำให้ปริมาณหนอนน้อยกว่า check ได้ ถ้าพิจารณาจากผลที่ได้แสดงว่าทั้ง permethrin และ cypermethrin ยังใช้ได้อยู่ อีกทั้งถ้ามองจากภาพรวมพบว่าไม่แตกต่างจากสารผสมเช่นเดียวกัน

- **การทดสอบในวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2543 (ก่อนการพ่นสารครั้งที่ 2)**

หลังจากที่พ่นสารครั้งแรกไปแล้ว 7 วัน พบว่า ประชากรรวมโดยเฉลี่ยของหนอนในวันนี้ไม่แตกต่างจากวันที่ 15 ธันวาคมแต่ลดลงจากวันที่ 12 ธันวาคม และผลที่ตรวจนับจากกรรมวิธีต่าง ๆ กลับไม่แตกต่างกันอีกครั้ง สันนิษฐานว่า ถ้าพิจารณาจากลักษณะการออกฤทธิ์แล้ว permethrin และ cypermethrin ซึ่งออกฤทธิ์ในระยะแรก ๆ ที่พ่น (ออกฤทธิ์เร็ว) อาจลดประสิทธิภาพลงเนื่องจากเวลาผ่านไปแล้ว 7 วัน ทำให้ควบคุมปริมาณหนอนไม่ได้ สำหรับ Bt นั้นคาดว่าน่าจะหมดประสิทธิภาพไปแล้วจึงไม่ได้ผลอะไร ส่วนสารผสมทั้งสองชนิดนั้นก็เช่นเดียวกัน นอกจากลักษณะการออกฤทธิ์แล้วการระเหยไปของสารที่พ่นก็อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดสอบในครั้งนี้เช่นกัน

- **การทดสอบในวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2543 (หลังการพ่นสารครั้งที่ 2)**

หลังจากพ่นสารฆ่าแมลงทุกกรรมวิธีผ่านไป 2 ครั้งพบว่าเกิด phytotoxic อย่างรุนแรงและชัดเจนในกรรมวิธีที่ใช้ permethrin จึงหยุดพ่นสาร permethrin ในการทดสอบครั้งต่อไป (วันที่ 26 ธันวาคม) การตรวจนับปริมาณหนอนนั้นพบว่าประชากรรวมโดยเฉลี่ยของหนอนในวันนี้ลดลงจากหลังการพ่นสารครั้งแรก (วันที่ 12 ธันวาคม) แต่ไม่แตกต่างจากวันที่ 15 และ 19 ธันวาคม และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติเกิดขึ้น แต่ผลที่ได้ไม่แบ่งแยกออกเป็นกลุ่มอย่างชัดเจน ไม่สามารถบอกได้ว่ากรรมวิธีใดให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากค่าเฉลี่ยของปริมาณหนอนที่ใช้ในการคำนวณค่อนข้างต่ำและอยู่ในช่วงใกล้ ๆ กันไม่แตกต่างกันมาก ผลที่ได้หลังจากการพ่นสารครั้งที่ 2 ผ่านไป 3 วันมีส่วนน้อยที่เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการดังนี้

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการนั้นพบว่า ถ้าไม่ทำการผสมสารเข้าด้วยกัน Bt มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารไพรีทรอยด์ทั้งสองชนิด และเมื่อนำมาใช้ในสภาพแปลงปลูกก็พบว่า Bt ก็ให้ผลแตกต่างกับ permethrin และ cypermethrin แต่ที่สำคัญคือทั้ง permethrin และ cypermethrin กลับให้ประสิทธิภาพดีกว่า Bt

2) เมื่อทำการผสมสารฆ่าแมลงเข้าด้วยกัน พบว่า ทั้งสารผสม permethrin+Bt และสารผสม cypermethrin+Bt ให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าเทียบกับสารฆ่าแมลงที่ไม่ได้ทำการผสม permethrin+Bt จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า Bt เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่วน cypermethrin+Bt นั้นถือว่าให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากสารฆ่าแมลงอื่น ๆ (ยกเว้น permethrin เนื่องจากก่อให้เกิด phytotoxic กับพืชทดสอบ)

ผลที่ได้จากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกวันนี้แตกต่างจากผลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ สันนิษฐานได้ว่า ในสภาพแปลงปลูกมีความแปรปรวนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ สูงกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เช่น ในกรณีของ Bt ความชื้นในสภาพแปลงปลูกต่างจากในห้องปฏิบัติการทำให้ได้ประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงแตกต่างกัน และผลที่ได้ว่า Bt มีประสิทธิภาพน้อยกว่า permethrin, cypermethrin และ permethrin+Bt น่าจะเป็นเพราะลักษณะการออกฤทธิ์ของ Bt ค่อนข้างช้า การพ่นสารครั้งที่ 2 ผ่านไปเพียง 3 วันทำให้ Bt ยังไม่ออกฤทธิ์ หรือถูกทำลายไปโดยรังสีอุลตราไวโอเลตจากแสงแดด หรือหนอนในแปลงผ่านระยะแรกที่เพิ่งฟักออกจากไข่ไปแล้วซึ่งเป็นช่วงที่ทำการป้องกันกำจัดแล้วได้ผลดี (อัจฉรา, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์) อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาจากผลที่ได้จากทุก ๆ กรรมวิธี (ยกเว้น permethrin) เปรียบเทียบกับ check แสดงให้เห็นว่าสารฆ่าแมลงทุก ๆ สารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีประสิทธิภาพ เพราะไม่มีความแตกต่างจาก check

ในกรณีของ permethrin ที่มีรายงานว่าหนอนใยผักเกิดความต้านทานไปแล้ว (วีรเทพ, 2536) และจากการทดสอบในวันนี้พบว่ายังสามารถทำให้ปริมาณหนอนน้อยกว่า check ได้ แต่หลังจากพ่นสารไป 2 ครั้ง แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า permethrin ที่ความเข้มข้นนี้ทำให้เกิด phytotoxic อย่างแน่นอน ซึ่งการเกิด phytotoxic ที่รุนแรงนี้จัดว่าเป็นข้อเสียที่ร้ายแรง สามารถบอกได้ว่าสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ permethrin มีประสิทธิภาพต่ำสุด เนื่องจากความเข้มข้นที่ทำให้หนอนใยผักในห้องปฏิบัติการตายเพียง 50% แต่กลับมีความเข้มข้นมากพอที่จะทำให้เกิด phytotoxic กับคะน้าได้

- **การทดสอบในวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2543 (ก่อนการพ่นสารครั้งที่ 3)**

หลังจากที่พ่นสารครั้งที่ 2 ไปแล้ว 7 วัน พบว่า ประชากรรวมโดยเฉลี่ยของหนอนในวันนี้ลดลงจากวันที่ 12 และ 15 ธันวาคม แต่ไม่แตกต่างจากวันที่ 19 และ 22 ธันวาคม ส่วนผลที่ตรวจนับจากกรรมวิธีต่าง ๆ กลับไม่แตกต่างกันอีกครั้ง สันนิษฐานว่า ถ้าพิจารณาจากลักษณะการออกฤทธิ์แล้ว permethrin และ cypermethrin ซึ่งออกฤทธิ์ในระยะแรก ๆ ที่พ่น (ออกฤทธิ์เร็ว) อาจลดประสิทธิภาพลงเนื่องจากเวลาผ่านไปแล้ว 7 วัน หลังจากพ่นสารครั้งที่ 2 (ถ้า permethrin ที่พ่นไปครั้งแรกหมดประสิทธิภาพไปแล้ว แต่ถ้า permethrin จากการพ่นครั้งแรกยังไม่หมดประสิทธิภาพก็เท่ากับว่ามี permethrin สะสมอยู่ในแปลง 14 วัน) ทำให้ควบคุมปริมาณหนอนไม่ได้ จึงไม่สามารถทำให้เกิดความแตกต่างได้ อย่างไรก็ดีการทดสอบในวันนี้จะไม่ทำการพ่น permethrin ซ้ำอีกแล้วเนื่องจากเป็นที่ชัดเจนว่า permethrin ที่ความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เกิด phytotoxic กับคะน้า สำหรับ Bt นั้นคาดว่าจะหมดประสิทธิภาพไปแล้วจึงไม่เกิดผลอะไรขึ้น ส่วนสารผสมทั้งสองชนิดนั้นก็เช่นเดียวกัน ผลที่ได้นี้อาจกล่าวได้ว่าสารฆ่าแมลงทุก ๆ สารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีประสิทธิภาพสั้นมาก สามารถแสดงผลได้ภายใน 3 วันแรกหลังจากที่พ่นไปแล้วเท่านั้น หลังจากเวลาผ่านไป 7 วันก็จะไม่แสดงความแตกต่างใด ๆ ในกรรมวิธีที่ทดลอง

- **การทดสอบในวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2543 (หลังการพ่นสารครั้งที่ 3)**

หลังจากที่พ่นสารครั้งที่ 3 ไปแล้ว 3 วัน พบว่า ประชากรรวมโดยเฉลี่ยของหนอนในวันนี้ลดลงจากวันที่ 12 ธันวาคม แต่ไม่แตกต่างจากวันที่ 15, 19, 22 และ 26 ธันวาคม ส่วนผลที่ตรวจนับจากกรรมวิธีต่าง ๆ ก็ไม่เกิดความแตกต่างอีกเช่นกัน สันนิษฐานว่า นอกจากลักษณะการออกฤทธิ์และการระเหยไปของสารที่พ่น ปริมาณของหนอนในแปลงที่มีค่อนข้างน้อยก็อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดสอบในครั้งนี้เช่นกัน

ค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีและค่าเฉลี่ยที่ได้จากทุก ๆ กรรมวิธีในแต่ละวัน

ค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีสามารถบอกได้ว่า ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงทุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างกัน (ไม่แตกต่างกันเองและไม่แตกต่างจาก check) ไม่สามารถบอกได้ว่าสารฆ่าแมลงชนิดใดมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่อย่างไรก็ดีการที่พ่นสารฆ่าแมลงผ่านไป 1 ครั้ง แล้วทำให้ประชากรรวมโดยเฉลี่ยของหนอนในแต่ละวันลงลงจากวันแรกและคงที่ตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคมจนสิ้นสุดการทดสอบนั้น อาจสันนิษฐานผลที่ได้ว่า

1) ถ้าสารฆ่าแมลงเป็นสาเหตุ ดังนั้นปริมาณของหนอนในแปลงคะน้าลดลงเป็นเพราะถูกสารฆ่าแมลงที่ทำการพ่นในวันแรก ทำให้ตรวจพบว่าหนอนมีปริมาณน้อยและมีปริมาณคงที่เพราะว่าการพ่นสารในครั้งที่ 2 และ 3 จะไปควบคุมไม่ให้ประชากรเพิ่มขึ้นมาอีก ในกรณีนี้แสดงว่าในการทดสอบครั้งนี้การพิจารณาผลการทดสอบจากการพ่นสารฆ่าแมลงเพียง 1 ครั้งอาจเหมาะสมกว่าเพราะหนอนในแปลงยังมีมากพอที่จะบอกความแตกต่างของกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ทดสอบได้ หลังจากนั้นปริมาณหนอนก็ลดลงและคงที่ตลอดทำให้หนอนในแปลงมีน้อยเกินไปที่จะบอกความแตกต่างได้ (ดังที่พบในการทดลองที่ทำการพ่น 3 ครั้ง)

2) ถ้าสารฆ่าแมลงไม่ใช่สาเหตุเพียงอย่างเดียว หลังจากพ่นสารไปครั้งแรกปริมาณของหนอนในแปลงคะน้าลดลงเกิดจากประชากรหนอนตายเพราะสารฆ่าแมลง รวมถึงมีการเปลี่ยนวัย เช่น เข้าดักแด้หรือเป็นผีเสื้อ ทำให้ครั้งถัดมาตรวจพบว่าหนอนมีปริมาณน้อยและการที่มีปริมาณคงที่เพราะว่าในช่วงเวลานั้น ๆ นอกจากส่วนที่ตายไปแล้วแมลงส่วนใหญ่ยังไม่อยู่ในระยะหนอน และผีเสื้อจากแหล่งอื่นไม่มีการเคลื่อนย้ายเข้ามาในบริเวณที่ทดสอบเนื่องจากมีการพ่นสารฆ่าแมลง ในกรณีนี้แสดงว่า การที่หนอนมีปริมาณลดลงนอกจากผลของสารฆ่าแมลงแล้ว ปริมาณของหนอนก็สามารถลดลงได้ด้วยวงจรชีวิตและพฤติกรรมของหนอนเอง

แต่ผลการทดสอบที่ได้จากสภาพแปลงปลูกในครั้งนี้ สันนิษฐานถึงสาเหตุสำคัญได้ว่ามาจากประชากรของหนอนใยผักในแปลงมีค่อนข้างน้อย ทำให้โอกาสที่จะได้รับสารฆ่าแมลงที่พ่นไว้จึงมีน้อยตามไปด้วย ในทางกลับกันถ้าหนอนใยผักได้รับสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลองแล้วมีการตายเกิดขึ้น ประชากรของหนอนที่มีน้อยอยู่แล้วในแต่ละกรรมวิธีก็จะลดหายไป การตรวจนับประชากรจึงไม่เกิดความแตกต่าง ดังนั้นถ้าต้องการยืนยันผลที่ได้นี้ควรทดสอบเมื่อปริมาณประชากรของหนอนใยผักมากกว่านี้ (ควรให้มีค่าเฉลี่ยหนอนไม่น้อยกว่า 1 ตัว ต่อ คะน้า 1 ต้น) ถ้าผลที่ได้ยังเป็นไปในทำนองเดียวกันนี้แสดงว่าการใช้สารผสมไม่ได้ผลในสภาพแปลงปลูก

5.2 สรุปผลการทดลอง

1) การแสดงค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการที่เกิดกับหนอนใยผักในการทดลองนี้ ในกรณีของสารฆ่าแมลงที่ไม่ได้ผสม พบว่า Bt ให้ความเป็นพิษสูงสุด (ค่าLC_{50} มีค่าต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 90 ppm) รองลงไปคือ cypermethrin (ค่าLC_{50} มีค่า 1,300 ppm) และ permethrin (ค่าLC_{50} มีค่า 7,800 ppm) ตามลำดับ ในกรณีของสารผสม พบว่า การใช้ permethrin ผสมกับ Bt ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 7,800:548.1 ppm หรือถ้าเทียบเป็นอัตราส่วนจะได้เท่ากับ 1:6.09 ส่วนการใช้ cypermethrin ผสมกับ Bt ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 1,300:144.9 ppm หรือถ้าเทียบเป็นอัตราส่วนจะได้เท่ากับ 1:1.61

2) ผลที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการสรุปได้ว่า การใช้ *Bacillus thuringiensis* (Berliner) ผสมกับสารฆ่าแมลง permethrin และ cypermethrin ที่เกิดความต้านทานแล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักนั้นได้ผลไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นผู้ทดลองจึงขอแนะนำว่า ถ้าจะเลือกใช้สารฆ่าแมลงโดยไม่ทำการผสม ผู้ทดลองขอแนะนำให้ใช้ Bt และถ้าจะเลือกใช้สารผสมให้ใช้สารผสมระหว่าง cypermethrin กับ Bt แต่ควรใช้ที่อัตราส่วน 1:1 หรือ 1:2 เท่านั้น ส่วนการผสม permethrin กับ Bt ผู้ทดลองขอแนะนำให้ใช้ Bt อย่างเดียวไม่ต้องผสม เนื่องจากอัตราส่วนที่เหมาะสมยังไม่ชัดเจน อย่างไรก็ดีสารผสมทั้งสองมีแนวโน้มว่าจะให้ประสิทธิภาพดีกว่าสารฆ่าแมลงที่ไม่ทำการผสม แต่ก็ต้องพิจารณาผลจากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกประกอบด้วย

3) ผลที่ได้จากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกโดยภาพรวมสรุปได้ว่า สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลองนี้ให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะใช้โดยไม่ได้ผสมหรือผสมก็ตาม ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยในห้องปฏิบัติการพบว่า Bt ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ทั้งสองชนิด รวมถึงสารผสมทั้งสองชนิดก็มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพมากกว่าไม่ทำการผสม แต่เมื่อนำไปใช้ในสภาพแปลงปลูกกลับให้ผลไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลที่ได้นี้ผู้ทดลองสันนิษฐานว่าสาเหตุสำคัญมาจากปริมาณหนอนในแปลงที่มีค่อนข้างน้อย ถ้าต้องการยืนยันผลการทดลองนี้อีกครั้งควรทำการทดสอบเมื่อมีปริมาณของหนอนในแปลงมากกว่านี้ (ควรมีค่าเฉลี่ยหนอนไม่น้อยกว่า 1 ตัวต่อคะน้า 1 ต้น) ถ้าผลที่ได้ยังเป็นไปในทำนองเดียวกันนี้แสดงว่าการใช้สารผสมไม่ได้ผลในสภาพแปลงปลูก

4) จากวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาประสิทธิภาพของสารผสมระหว่าง Bt กับสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เพื่อนำสารฆ่าแมลงที่ด้านทานแล้วกลับมาใช้ใหม่ และผลที่ได้จากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกที่สรุปได้ว่า สารฆ่าแมลงทั้งหมดที่ใช้ทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน และการใช้ permethrinในครั้งนี้ยังก่อให้เกิด phytotoxic กับคะน้าอีกด้วย ดังนั้นการเลือกว่าจะนำสารฆ่าแมลงชนิดที่มีรายงานว่าหนอนใยผักด้านทานแล้วกลับมาใช้ใหม่หรือไม่ก็ต้องอาศัยราคา ความสะดวกในการซื้อ ความสะดวกในการใช้ หรือวิธีการอื่น ๆ มาช่วยในการตัดสินใจแทน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University