บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella*

1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1.1.1 ระยะตัวเต็มวัย (adult stage)

เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก ลำตัวยาวเรียว เพศเมียมีลำตัวส่วนปลายท้องป้อมกว่าเพศผู้ จากส่วนหัวถึงปลายสุดของลำตัวในเพศผู้และเพศเมียมีความยาว 1.55-1.60 และ 2.00-2.20 มิลลิเมตร ลำตัวส่วนอกมีความกว้าง 0.35-0.40 และ 0.50-0.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ ลำตัวปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลปนเทา พื้นปีกคู่หน้าปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลปนเทา บริเวณโคนปีกมีเส้นสีน้ำตาล 2 เส้นวางตามแนวยาวจากโคนปีกถึงกลางปีก ส่วนกลางปีกมีเส้นสีน้ำตาลรูปตัววายหัวกลับ ขอบปลายปีกมีขนยาวรอบด้าน โดยขอบล่างของปลายปีกมีเส้นสีน้ำตาลคู่ขนาน 2 เส้น และปลายสุดของปีกแต่ละด้านมีจุดสีดำ 1 จุด ปีกคู่หน้าของเพศผู้และเพศเมียยาว 1.40 -1.50 และ 2.10 - 2.20 มิลลิเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 9 ก. และ 10 ก.) ส่วนปีกคู่หลังมีขนาดเล็กกว่าปีกคู่หน้าและปกคลุมด้วยขนยาวสีครีม ปีกคู่หลังของเพศผู้และเพศเมีย มีความยาวประมาณ 1.25 – 1.35 และ 1.50 -1.65 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 9 ข. และ 10 ข.)

หัว มีอวัยวะต่างๆ ดังนี้ ตารวมจำนวน 1 คู่ อยู่ด้านข้างของส่วนหัวและมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงดำ ไม่มีตาเดี่ยว หนวดมีจำนวน 1 คู่อยู่ระหว่างตารวม หนวดแบบเส้นด้าย (filiform) (ภาพที่ 11) จำนวนปล้องหนวดในเพศผู้ประกอบด้วยปล้องเล็กๆจำนวน 30 ปล้อง ส่วนในเพศเมียประกอบด้วยปล้องจำนวน 33 ปล้อง ปากมีลักษณะแบบดูดกิน (siphoning)

อก ประกอบด้วย 3 ปล้อง ปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลปนเทาทั้งในเพศผู้และเพศเมีย ทางด้านล่างของอกจะมีขนยาวสีเทา (ภาพที่ 12) ส่วนของอกพบระยางค์ต่างๆ คือ ขาจำนวน 3 คู่ อยู่ด้านล่างของส่วนอก ปล้องละ 1 คู่ ปีกมีจำนวน 2 คู่ และมีลักษณะยาวเรียว

ท้อง ประกอบด้วย 11 ปล้อง รูปร่างทรงกระบอกเรียวไปทางด้านท้าย เพศเมีย (ภาพที่ 13 ก.) มีรูปร่างป้อมกว่าเพศผู้ (ภาพที่ 13 ข.) เล็กน้อย ลำตัวส่วนท้องปกคลุมด้วยเกล็ดสีน้ำตาลปนเทา

ภาพที่ 9 ลักษณะปีกตัวเต็มวัยเพศผู้ของ *P. citrella*
(ก) ปีกหน้า (ข) ปีกหลัง

ภาพที่ 10 ลักษณะปีกตัวเต็มวัยเพศเมียของ *P. citrella*
(ก) ปีกหน้า (ข) ปีกหลัง

ภาพที่ 11 ลักษณะหนวดแบบเส้นด้ายของตัวเต็มวัยของ *P. citrella*

ภาพที่ 12 ลักษณะขนยาวสีเทาบริเวณส่วนอกตัวเต็มวัยของ *P. citrella* เมื่อมองจากด้านล่าง (ventral view)

ภาพที่ 13 ลักษณะด้านล่าง (ventral view) ของปลายท้องตัวเต็มวัย *P. citrella*
(ก) เพศเมีย (ข) เพศผู้

1.1.2 ระยะตัวอ่อน (immature stages)

ไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ฟองเดี่ยวบนใบอ่อนส้ม ไข่มีลักษณะกลมแบน (flat and scalelike) คล้ายหยดน้ำหรือวุ้นใส (ภาพที่ 14) เส้นผ่าศูนย์กลางไข่ประมาณ 0.20-0.30 มิลลิเมตร ผิวของไข่เมื่อแห้งจะมีลักษณะย่น

ภาพที่ 14 ลักษณะไข่ของ *P. citrella*

ตัวหนอน เป็นแบบ vermiform ไม่มีขาเทียม (proleg) ส่วนท้องประกอบด้วยปล้องจำนวน 11 ปล้อง ระยะหนอนประกอบด้วย 4 วัย หนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 3 มีลำตัวแบน สีขาวใส หัวกะโหลกเป็นแบบ prognathous เป็นรูปสามเหลี่ยม (ภาพที่ 15-17) หนอนวัยที่ 4 หรือ ดักแด้ระยะแรก (ภาพที่ 19) ลำตัวกลมทรงกระบอก สีเหลืองอ่อน หัวกะโหลกกลมมน ลักษณะปากของหนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 3 และหนอนวัยที่ 4 แตกต่างกัน คือ หนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 3 ปากแบบกัดกิน มีหัวกะโหลกและกรามแบน (ภาพที่ 1) ส่วนหนอนวัยที่ 4 ปากแบบสร้างเส้นใย มีหัวกะโหลกและกรามกลมมน (ภาพที่ 2) ตัวหนอนแต่ละวัยมีขนาดความยาวลำตัว ขนาดหัวกะโหลก ความกว้างส่วนอกและส่วนท้อง และ ลักษณะทางสัณฐานทั่วไป ดังตารางที่ 1

ดักแด้ (pupa) เป็นแบบ obtected ดักแด้อายุ 1-2 วัน ลำตัวมีสีเหลืองอ่อน ส่วนที่จะเจริญเป็นปีกบนส่วนอกเริ่มมองเห็นเป็นตุ่ม (ภาพที่ 20) และเมื่ออายุมากขึ้นลำตัวจะมีสีเหลืองอมน้ำตาล (ภาพที่ 21) มีความกว้าง 0.50-0.55 มิลลิเมตร เฉลี่ย 0.52 $\pm$ 0.01 มิลลิเมตร มีความยาว 2.30-2.50 มิลลิเมตร เฉลี่ย 2.38$\pm$0.03 มิลลิเมตร ส่วนที่เจริญไปเป็นปีกและหนวดมองเห็นชัดเจน มีขน (setae) สีน้ำตาลยาวเรียงเป็นแถวทางด้านข้างส่วนท้องทุกปล้อง ปล้องสุดท้ายด้านข้างมีแพนหาง 1 คู่

ภาพที่ 15 ลักษณะหนอนวัยที่หนึ่งของ *P. citrella*

ภาพที่ 16 ลักษณะหนอนวัยที่สองของ *P. citrella*

ภาพที่ 17 ลักษณะหนอนวัยที่สามของ *P. citrella*

ภาพที่ 18 ลักษณะส่วนปลายท้องของหนอนวัยที่สามของ *P. citrella*

ภาพที่ 19 ลักษณะหนอนวัยที่สี่ หรือ ดักแด้ระยะแรกของ *P. citrella*

ภาพที่ 20 ลักษณะดักแด้อายุ 1-2 วัน ของ *P. citrella*

ภาพที่ 21 ลักษณะดักแด้อายุ 4 วัน ของ *P. citrella*

1.2 ชีววิทยาของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella*

จากการศึกษาชีววิทยาของหนอนชอนใบส้ม ในสภาพโรงเรือน และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ภายใต้อุณหภูมิเฉลี่ย 27.57±0.66 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย 84.57± 3.53 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างวันที่ 6 ตุลาคม - 30 พฤศจิกายน 2543 ปรากฏผลดังนี้

1.2.1 ระยะตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียจะผสมพันธุ์ (ภาพที่ 22) หลังออกจากดักแด้ 6-12 ชั่วโมงแล้วจะเริ่มวางไข่ภายหลังการผสมพันธุ์ 20-24 ชั่วโมง โดยจะวางไข่ในช่วงตอนเย็นเวลาตั้งแต่ 17.00 น. เป็นต้นไป เพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ บนใบอ่อนพืช (ใบอ่อนที่มีขนาดสั้นกว่า 10 มิลลิเมตร) ใกล้เส้นกลางใบ โดยเฉพาะส่วนใกล้ฐานใบ มักพบไข่ทางด้านใต้ใบมากกว่าด้านบนใบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Smith *et al* (1997 b) Waterhouse (1998) และ Garrido and Gascon (1995) ตลอดอายุขัยตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ประมาณ 50 - 60 ฟอง เฉลี่ย 20.00 ± 0.53 ฟองต่อคืน ผลจากการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Beattie and Smith (1993) ซึ่งรายงานว่าตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้มากกว่า 50 ฟอง นอกจากนี้พบว่า ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย มีอายุเฉลี่ย 3.70 ± 0.13 และ 4.40 ± 0.15 วัน ตามลำดับ

ภาพที่ 22 ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียขณะผสมพันธุ์

(ก.) เพศผู้ (ข.) เพศเมีย

1.2.2 ระยะตัวอ่อน

ผิวของไข่เมื่ออายุประมาณ 12-24 ชั่วโมง จะมีลักษณะย่น (ภาพที่ 14) ไข่จะฟักเป็นตัวหนอน ภายใน 2-3 วัน ทันทีที่ฟักออกจากไข่ หนอนวัยที่ 1จะเจาะและชอนเข้าไปใต้ชั้นผิวใบและดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ใต้ผิวใบ ระยะหนอนประกอบด้วย 4 วัย และมีการลอกคราบ 3 ครั้ง อายุของตัวหนอนในวัย 1 2 3 และ 4 เฉลี่ย 1.17 $\pm$ 0.08 2.08$\pm$ 0.05 1.05$\pm$ 0.04 และ 1.00 วัน ตามลำดับ รวมระยะเวลาในการเจริญเติบโตของหนอนเฉลี่ย 5.30$\pm$ 0.17วัน (ตารางที่ 2) ลักษณะของรอยชอนของตัวหนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 3 เป็นรอยคดเคี้ยวสีเงินหรือฟ้าขาว ตรงกลางรอยชอนเห็นเป็นเส้นสีดำซึ่งเกิดจากการขับถ่ายมูลหรือของเสีย (ภาพที่ 23-25) หนอนแต่ละตัวจะไม่ใช้รอยชอนร่วมกัน หรือข้ามจากรอยชอนหนึ่งสู่อีกรอยชอนหนึ่งหรือชอนจากด้านผิวใบด้านล่างสู่ผิวใบด้านบน ซึ่งในกรณีดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณของแมลงมีจำนวนมากเท่านั้น และหากรอยชอนมาชนกันหนอนจะกินกันเอง รอยชอนของหนอนก่อนถึงวัยที่ 4 มักพบใกล้ขอบใบบริเวณฐานใบ ตัวหนอนวัยที่ 4 ไม่กินอาหาร จะพักตัวนิ่งอยู่ภายในรอยชอน (ภาพที่ 26) ลักษณะของปากมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้างเส้นใย และเข้าดักแด้โดยจะม้วนพับขอบใบและเข้าดักแด้อยู่ภายในรอยพับ (pupal chamber) นั้น (ภาพที่ 27) ระยะดักแด้เพศผู้และเพศเมียอายุเฉลี่ย 6.10 $\pm$ 0.06 และ 7.13 $\pm$ 0.07 วัน จึงออกเป็นตัวเต็มวัย ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียอายุเฉลี่ย 3.70 $\pm$ 0.13 และ 4.40 $\pm$ 0.15 วัน วัฏจักรชีวิตจากระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยในเพศผู้และเพศเมียใช้เวลาเฉลี่ย 17.50 $\pm$ 0.45 และ 19.23 $\pm$ 0.47 วัน (ตารางที่ 2) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแตกต่างจากที่เคยรายงานมาก่อน โดย ชลิดา ชุณหวุฒิ (2534) ซึ่งรายงานว่า ระยะไข่ 3-5 วัน ระยะหนอน 7-10 วัน และระยะดักแด้ 5-10 วันจึงฟักเป็นตัวเต็มวัย

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของหนอนชอนใบส้มในระยะหนอนที่เคยรายงาน โดย อรพรรณ เกินอาษา และ คณะ (2544) ซึ่งรายงานว่าระยะหนอนของหนอนชอนใบส้มมีการเจริญเติบโตแบบ Hypermetamorphosis และ จากการศึกษาครั้งนี้มีความเห็นไม่สอดคล้องกันในประเด็นแบบของการเจริญเติบโตของระยะหนอน (metamorphosis) โดยความแตกต่างของรูปร่างลำตัวหนอนจากหนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 3 ซึ่งมีลำตัวแบน ไม่มีขา ปากเป็นแบบกัดกิน และหนอนวัยที่ 4 มีลำตัวกลม ลักษณะของปากมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้างเส้นใย ไม่กินอาหาร และจะพักตัวนิ่งอยู่ภายในรอยชอน ซึ่งจากลักษณะที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น หนอนวัยที่ 4 เป็นระยะที่หนอนเริ่มมีการพักตัวและเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ ดังนั้นหนอนวัยที่ 4 จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นดักแด้ระยะแรก มากกว่าการเป็นรูปแบบของหนอนอีกรูปแบบหนึ่งของการเจริญเติบโตแบบ Hypermetamorphosis แต่เนื่องจากรูปร่างลักษณะของลำตัวของแมลงในระยะนี้ ยังคงรูปร่างเป็นหนอน (vermiform) มากกว่าดักแด้ จึงเรียกระยะหรือวัยของหนอนวัยนี้ว่า หนอนวัย 4 หรือดักแด้ระยะแรก ดังตารางที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของรุจ มรกต (2541 ข) และ Waterhouse

(1998) ในด้านการกำหนดวัยของหนอนเป็นหนอนวัยที่ 4 หรือดักแด้ระยะแรก

ตารางที่ 2 ระยะการเจริญเติบโตของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* ภายใต้ห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27.57 ± 0.66 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.57 ± 3.53 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างวันที่ 6 ตุลาคม –30 พฤศจิกายน 2542

ระยะการเจริญเติบโตของแมลง		จำนวน (ตัว)	ค่าเฉลี่ย (วัน) ± SE
ระยะไข่		25	2.40 ± 0.08
ระยะหนอน	วัยที่ 1	25	1.17 ± 0.08
	วัยที่ 2	25	2.08 ± 0.05
	วัยที่ 3	25	1.05 ± 0.04
(ระยะดักแด้ระยะแรก)	วัยที่ 4	25	1.00
รวมระยะตัวหนอน		25	5.30 ± 0.17
ระยะดักแด้	เพศผู้	10	6.10 ± 0.06
	เพศเมีย	15	7.13 ± 0.07
ระยะตัวเต็มวัย	เพศผู้	10	3.70 ± 0.13
	เพศเมีย	15	4.40 ± 0.15
รวมระยะไข่-ตัวเต็มวัย	เพศผู้	10	17.50 ± 0.45
	เพศเมีย	15	19.23 ± 0.47
อัตราส่วนเพศ (เพศผู้ : เพศเมีย)		25	1:1.5
ความสามารถในการวางไข่ของเพศเมีย		40	20.00 ± 0.43
ความสามารถในการอยู่รอด (ไข่ - ตัวเต็มวัย)		150	66.67 %

ภาพที่ 23 ลักษณะการทำลายของหนอนวัยที่หนึ่ง ของ *P. citrella*

ภาพที่ 24 ลักษณะการทำลายของหนอนวัยที่สอง ของ *P. citrella*

ภาพที่ 25 ลักษณะการทำลายของหนอนวัยที่สาม ของ *P. citrella*

ภาพที่ 26 ลักษณะหนอนวัยที่สี่หรือดักแด้ระยะแรกของ *P. citrella* ที่อยู่ในใบส้มที่ม้วนพับ

ภาพที่ 27 ลักษณะดักแด้ของ *P. citrella* ที่อยู่ในใบส้มที่ม้วนพับ

การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของหนอนวัยต่างๆ โดยวัดความกว้างของหัวกะโหลกของตัวหนอนแต่ละวัยภายหลังการลอกคราบแต่ละครั้ง พบอัตราการเพิ่มของความกว้างของหัวกะโหลกในแต่ละวัยเฉลี่ย 2.00 เท่า และดำเนินการทดสอบด้วยไคสแควร์โดยใช้ค่าจากการสังเกตและค่าจากการคำนวณของหนอนแต่ละวัยจากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99 % ปรากฏว่าไม่มีค่าไคสแควร์ของหนอนแต่ละวัยค่าใดแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3) ดังนั้นอัตราการเพิ่มของความกว้างหัวกะโหลกของตัวหนอนแต่ละวัย ซึ่งมีอัตราการเพิ่มเป็นแบบเรขาคณิต จึงสอดคล้องกับกฎของ Dyar's rule (Wigglesworth, 1974) และแสดงว่า หนอนชอนใบส้ม *P. citrella* มีระยะหนอน 4 ระยะ หลังจากนั้นนำความกว้างของหัวกะโหลกที่ได้จากการวัด (O) และการคำนวณ (E) (แปลงเป็นค่า log 10) กับหนอนวัยต่างๆ ของ *P. citrella* มาหาความสัมพันธ์กัน (ภาพที่ 28) เพื่อยืนยันผลการศึกษา

ตารางที่ 3 แสดงความกว้างของหัวกะโหลกในหนอนวัยต่างๆของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* (n = 25)

ตัวหนอน (วัยที่)	ความกว้างของหัวกะโหลก (มม.) (Mean ± SE) (O)	พิสัย (มม.)	อัตราการเพิ่มความกว้างหัวกะโหลก (เท่า)	ความกว้างของหัวกะโหลกที่ได้จากการคำนวณตาม Dyar' s rule (E)	$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$
1	0.10 ± 0.002	0.09-0.10	0	0.10	0
2	0.27 ± 0.010	0.26-0.28	2.70	0.20	0.0245
3	0.56 ± 0.010	0.55-0.57	2.07	0.40	0.0640
4	0.69 ± 0.008	0.68-0.70	1.23	0.80	0.0151
ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มของความกว้างหัวกะโหลก = 2.00					

Pool χ^2 = 0.1036 ^{ns}

หมายเหตุ χ^2 0.05 (3) = 7.81 χ^2 0.01 (3) = 11.34

ค่าจากการสังเกตความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางหัวกะโหลกและค่าจากการคำนวณตาม Dyar's rule ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %

ภาพที่ 28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของหัวกะโหลกจากการคำนวณ (แปลงค่าเป็น $\log_{10}$) กับหนอนวัยต่างๆของ *P. citrella*

2. การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่ออัตราการตายของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนหนอนชอนใบส้มวัย 2 ที่ตายเมื่อได้รับสารฆ่าแมลงหลังการทดสอบพิษโดยการหยดสารลงบนรอยชอนเหนือส่วนนอกของตัวหนอน ที่เวลา 72 ชั่วโมง โดยใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย aza. 0.1% น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง 100% น้ำมันปิโตรเลียม 83.9% EC imidacloprid 10% SL cyfluthrin 5% EC และ carbosulfan 20% EC ในอัตราความเข้มข้น 5 90 2.50 0.40 0.25 และ 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และชุดควบคุม (control)ไม่ใช้สารฆ่าแมลง ตามลำดับ จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า การใช้สารฆ่าแมลงทุกชนิดมีความแตกต่างกันในทางสถิติจากชุดควบคุม ($P<0.01$) โดยสาร imidacloprid cyfluthrin carbosulfan น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง และน้ำมันปิโตรเลียม เป็นสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงต่ออัตราการตายของหนอนชอนใบส้มและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยพบจำนวนหนอนที่ตายเฉลี่ย 84.00±4.00 84.00±4.00 80.00±6.32 76.00±4.00 และ 76.00±4.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำสุด โดยพบจำนวนหนอนที่ตายเฉลี่ย 68.00±4.90 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาจากจำนวนหนอนที่ตาย พบว่า imidacloprid cyfluthrin carbosulfan น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง และ น้ำมันปิโตรเลียม เป็นสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงต่ออัตราการตายของหนอนชอนใบส้มและไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากสาร imidacloprid และ carbosulfan เป็นสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ชนิดดูดซึม และ cyfluthrin เป็นสารฆ่าแมลงที่มีคุณสมบัติที่ทำให้แมลงสลบและตายอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้สารฆ่าแมลงทั้งสามชนิดออกฤทธิ์ทั้งในด้านสัมผัสและกินตาย (Tomlin,1994) ดังนั้นจึงมีผลทำให้หนอนชอนใบส้มตายอย่างรวดเร็ว ส่วนสารฆ่าแมลงที่ได้จากเมล็ดสะเดาช้างและน้ำมันปิโตรเลียมมีผลต่อการตายของหนอนชอนใบส้มไม่แตกต่างจากสารฆ่าแมลงสังเคราะห์นั้น ขวัญชัย สมบัติศิริ (2540) รายงานว่าเมล็ดสะเดาช้างมีปริมาณน้ำมันและสารออกฤทธิ์ ในเมล็ดมากกว่าและสูงกว่าเมล็ดสะเดาไทย อีกทั้งมีอัตราการใช้ของสารค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย และสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดนอกจากออกฤทธิ์โดยการสัมผัสแล้ว ยังสามารถออกฤทธิ์ในด้านอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนชอนใบส้ม กล่าวคือ น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง รบกวนกระบวนการลอกคราบ การสร้างฮอร์โมนเอคดายโซน ยับยั้งในการกินอาหาร ยับยั้งการวางไข่ และมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ (Hellap, 1991) ส่วนน้ำมันปิโตรเลียม นอกจากจะออกฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารแล้ว ยังทำให้แมลงขาดอากาศโดยไปอุดรูหายใจ ลดออกซิเจน และป้องกันการแลกเปลี่ยนแก๊ส (รุจ มรกต, 2541 ก)

สำหรับสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยเป็นสารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีอัตราการใช้ของสารค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้จากน้ำมันเมล็ดสะเดาช้าง จึงทำให้อัตราการตายของแมลงน้อยกว่าสารชนิดอื่น แต่อาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงในระยะต่อๆไป (ขวัญชัย สมบัติศิริ, 2540)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่ออัตราการตายของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* วัยที่ 2 โดยการหยดสารลงบนรอยชอนเหนือส่วนนอกของตัวหนอน ที่เวลา 72 ชั่วโมง ในห้องสภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิ 27.30 $\pm$ 2.42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 81.46 $\pm$ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างวันที่ 21-30 มกราคม 2543

ชุดการทดลอง	ความเข้มข้นของสาร (มล./ลิตร)	จำนวนหนอนที่ตาย (%) [1/] $\pm$ SE
สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย aza. 0.1 %	5	68 b [2/] $\pm$ 4.90
น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง 100%	90	76 ab $\pm$ 4.00
น้ำมันปิโตรเลียม 83.9% EC	2.50	76 ab $\pm$ 4.00
imidacloprid 10% SL	0.40	84 a $\pm$ 4.00
cyfluthrin 5% EC	0.25	84 a $\pm$ 4.00
carbosulfan 20% EC	2	80 a $\pm$ 6.32
ชุดควบคุม (control)	-	0
F-test		73.8 **
CV(%)		11.68

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

[2/] ตัวเลขในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT (P> 0.05)

3. การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่อการลดปริมาณหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* ในสภาพโรงเรือน

จากตารางที่ 5 แสดงจำนวนเฉลี่ยของหนอนชอนใบส้มที่พบก่อนและหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงและเปอร์เซ็นต์หนอนเฉลี่ยที่ลดลง เมื่อเวลาผ่านไป 2 3 และ 4 วันในสภาพโรงเรือน โดยใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ อัตราความเข้มข้นและชุดควบคุม เช่นเดียวกับข้อ 2 จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ก่อนการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติจากชุดควบคุม ($P>0.05$) โดยมีจำนวนเฉลี่ยหนอนที่พบจากทุกวิธีการเท่ากับ 12.20±0.66 12.20±1.10 11.60±0.51 12.40±0.51 12.00±0.32 11.8 ±0.58 และ 12.20±0.49 ตัวต่อ10 ยอด ตามลำดับ

หลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อเวลาผ่านไป 2 3 และ 4 วัน พบว่า การฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุกชนิดมีความแตกต่างกันในทางสถิติจากชุดควบคุม ($P<0.01$) โดยหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อเวลาผ่านไป 2 วัน สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงที่มีผลต่อการลดปริมาณหนอนชอนใบส้ม ได้แก่ cyfluthrin carbosulfan และ imidacloprid โดยมีจำนวนเฉลี่ยของหนอนที่พบเท่ากับ 4.40± 0.25 4.60±0.51 และ 4.80±0.73 ตัวต่อ 10 ยอด ตามลำดับและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง และน้ำมันปิโตรเลียม โดยมีจำนวนเฉลี่ยของหนอนที่พบเท่ากับ 8.80±0.97 8.80±0.37 และ 9.00±0.71 ตัวต่อ 10 ยอด ตามลำดับและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับจำนวนหนอนชอนใบส้มเฉลี่ยหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ imidacloprid cyfluthrin carbosulfan น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง และ น้ำมันปิโตรเลียม โดยมีจำนวนเฉลี่ยของหนอนที่พบเท่ากับ 2.00±0.32 2.20± 0.37 2.60±0.51 3.00±0.45 และ 3.00±0.45 ตัวต่อ10 ยอด ตามลำดับและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย โดยมีจำนวนเฉลี่ยของหนอนที่พบ 5.60±0.51 ตัวต่อ 10 ยอด และหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อเวลาผ่านไป 4 วัน สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการลดปริมาณประชากรของหนอนชอนใบส้ม ได้แก่ imidacloprid cyfluthrin carbosulfan น้ำมันปิโตรเลียม และ น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง โดยมีจำนวนเฉลี่ยของหนอนที่พบเท่ากับ 1.80± 0.37 2.00±0.32 2.40±0.51 2.40±0.40 และ 2.80± 0.37 ตัวต่อ10 ยอด ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยโดยมีจำนวนเฉลี่ยของหนอนที่พบเท่ากับ 5.20±0.58 ตัวต่อ10 ยอด

ตารางที่5

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของสารหลังการฉีดพ่น 2 วัน พบว่า สาร imidacloprid cyfluthrin และ carbosulfan เป็นสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงและไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนสารฆ่าแมลงที่ได้จากธรรมชาติ คือ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย น้ำมันเมล็ดสะเดาช้าง และน้ำมันปิโตรเลียม มีผลทำให้ปริมาณของหนอนชอนใบส้มที่พบไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติและมีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ หลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง 3 และ 4 วัน พบว่า สาร imidacloprid cyfluthrin carbosulfan น้ำมันเมล็ดสะเดาช้าง และน้ำมันปิโตรเลียม มีประสิทธิภาพสูง และไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยมีประสิทธิภาพต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ ดังนั้นผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆในสภาพโรงเรือนจึงสอดคล้องกับผลการทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

4. การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่อการลดปริมาณหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* ในสภาพแปลงเกษตรกร

จากตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่อปริมาณหนอนชอนใบส้มที่ลดลงหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน ในสภาพแปลงเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 10 - 30 พฤษภาคม 2543 โดยใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย aza. 0.1% น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง 100% น้ำมันปิโตรเลียม 83.9% EC imidacloprid 10% SL cyfluthrin 5% EC และ carbosulfan 20% EC ในอัตราความเข้มข้น 100 1,800 70 8 5 และ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และชุดควบคุม (control) ตามลำดับ

จากผลการตรวจนับจำนวนหนอนชอนใบส้มก่อนการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง พบว่า สารฆ่าแมลงทุกชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนชอนใบระหว่าง 30.25 ± 6.22 ถึง 44.75 ± 5.68 ตัวต่อ 20 ยอด สำหรับประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงหลังการฉีดพ่นสารในแต่ละครั้ง ปรากฏผลดังนี้

หลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงครั้งที่ 1 สารฆ่าแมลงทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากชุดควบคุม ($P>0.05$) โดยในชุดการทดลองที่ใช้สาร imidacloprid พบหนอนชอนใบน้อยที่สุด (37.25 ± 1.89 ตัวต่อ 20 ยอด) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย โดยพบหนอนชอนใบมากที่สุด (54.25 ± 4.77 ตัวต่อ 20 ยอด) ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาร imidacloprid เป็นสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ชนิดดูดซึม ออกฤทธิ์ในด้านสัมผัสและกินตาย ทำให้หนอนตายอย่างรวดเร็ว (Tomlin, 1994) ส่วนสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยซึ่งเป็นสารจากธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ต่ำ สลายตัวเร็วในสภาพธรรมชาติ จึงมีผลทำให้หนอนตายช้ากว่า (ขวัญชัย สมบัติศิริ, 2540) อีกทั้งจำนวนหนอนชอนใบส้มก่อนการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงจากชุดการทดลองสาร

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่อการลดปริมาณหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* ในสภาพแปลงเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 10 –30 พฤษภาคม 2543

ชุดการทดลอง	อัตราการใช้(มล. / น้ำ20 ลิตร)	จำนวนหนอนชอนใบ(ตัว) [1/] ± SE ก่อนฉีดพ่น	จำนวนหนอนชอนใบ (ตัว) [2/] ± SE หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่			ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง (%) [3/]
			1	2	3	
สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย aza.0.1 %	100	44.75a ± 5.68	54.25a±4.77	120.50b±17.37	141.25b± 12.71	45.73
น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง 100 %	1800	30.25a ± 6.22	45.50ab ± 3.07	57.75c ± 8.47	47.00c ± 4.43	73.29
น้ำมันปิโตรเลียม 83.9% EC	50	45.25a ± 5.59	43.75ab ± 4.09	113.25b ± 1.55	128.25b ± 4.96	51.27
imidacloprid 10% SL	8	40.25a ± 4.59	37.25b ± 1.89	53.50c ± 7.38	42.50c ± 6.06	81.84
cyfluthrin 5% EC	5	31.50a ± 1.32	47.00ab ± 2.64	47.00c ± 4.38	37.50c ± 6.66	79.53
carbosulfan20% EC	40	44.50a ± 9.15	43.75ab ± 0.75	63.00c ± 6.81	62.50c ± 11.27	75.85
ชุดควบคุม (control)	-	31.25a ± 3.42	48.75ab ± 6.82	155.00a ± 9.86	181.75 a± 14.41	-
F-test		2.24 [ns]	1.43 [ns]	14.89**	30.88**	
CV(%)		24.41	19.09	24.99	22.76	

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ โดยสุ่มต้นส้มจำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ และเก็บยอดที่แมลงทำลาย 2 ยอดต่อต้น รวม 20 ยอดต่อซ้ำ

[2/] ตัวเลขในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยวิธี DMRT

[3/] ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง (%) = $\frac{C_2T_1 - C_1T_2}{C_2T_1} \times 100$ (Handerson and Tilton, 1955)

(หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 3)

C_1 และ C_2 จำนวนแมลงก่อนและหลังการฉีดพ่นสารในแปลงที่ไม่มีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง (ชุดควบคุม)

T_1 และ T_2 จำนวนแมลงก่อนและหลังการฉีดพ่นสารในแปลงที่มีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง

.

สกัดจากเมล็ดสะเดาไทยมีปริมาณสูงและการลดลงของแมลงมีน้อย จึงมีผลทำให้พบหนอนชอนใบส้มมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 2 พบว่า การใช้สารฆ่าแมลงทุกชนิดมีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ($P<0.01$) จากการใช้สาร cyfluthrin imidacloprid น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง และ carbosulfan พบจำนวนหนอนชอนใบ เท่ากับ 47.00 ± 4.38 53.50 ± 7.38 57.75 ± 8.47 และ 63.00 ± 6.81 ตัวต่อ 20 ยอด ตามลำดับและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใช้น้ำมันปิโตรเลียม และสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย พบจำนวนหนอนชอนใบเท่ากับ 113.25 ± 1.55 และ 120.50 ± 17.37 ตัวต่อ 20 ยอด ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาร imidacloprid และ carbosulfan เป็นสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ชนิดดูดซึมและ cyfluthrin มีคุณสมบัติทำให้แมลงสลบและออกฤทธิ์ทำให้หนอนตายเร็วกว่าสารฆ่าแมลงจากธรรมชาติเช่น น้ำมันปิโตรเลียม และ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย สำหรับน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงจากธรรมชาติเช่นเดียวกัน แต่มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ อาจเนื่องจากมีอัตราการใช้ที่สูง มีการเติมสารพวก emulsifier ซึ่งทำให้สารฉาบติดบนผิวใบพืชได้ดีและมีความคงทน (persistence) ในสภาพธรรมชาติ และการเพิ่มสารเสริมประสิทธิภาพในกรรมวิธีของน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างจะทำให้การออกฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงได้ผลดียิ่งขึ้น (ทิวา บุตรผา, 2543)

หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 พบว่า การใช้สารฆ่าแมลงทุกชนิดมีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ($P<0.01$) และจำนวนหนอนชอนใบที่พบหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดสอดคล้องเช่นเดียวกันกับหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงครั้งที่ 2

เมื่อประเมินประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแต่ละชนิด หลังการฉีดพ่นสารแมลงครั้งที่ 3 พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมหนอนชอนใบส้ม ได้แก่ imidacloprid (81.84 %) รองลงมา ได้แก่ cyfluthrin (79.53%) carbosulfan (75.85%) น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง (73.29%) น้ำมันปิโตรเลียม (51.27%) และ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย (45.73 %) ตามลำดับ

จากการทดลองเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบส้มจากตารางที่ 7 พบว่า หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 1 สารฆ่าแมลงเกือบทุกชนิด ยกเว้น imidacloprid และ cyfluthrin ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ($P> 0.05$) หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 2 สารฆ่าแมลงน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง imidacloprid cyfluthrin และ carbosulfan มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย น้ำมันปิโตรเลียม และชุดควบคุม อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลงทั้งสามชนิด คือ น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง imidacloprid และ cyfluthrin ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่หลังจากการฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 การใช้สารฆ่าแมลงทุกชนิดมีความแตกต่างทางสถิติกับ

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบส้มที่เกิดจากการทำลายของหนอนชอนใบส้ม *P. citrella* ก่อนและหลังการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ในสภาพแปลงเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 10 –30 พฤษภาคม 2543

ชุดการทดลอง	อัตราการใช้ (มล./น้ำ20ลิตร)	จำนวนใบที่เสียหายต่อต้น (%) [1/] ± SE ก่อนการฉีดพ่นสาร	จำนวนใบที่เสียหายต่อต้น (%) [2/] ± SE หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่		
			1	2	3
สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย aza.0.1%	100	19.94 a ± 5.37	23.61 a ± 4.74	76.53 a ± 5.63	74.90 b ± 6.97
น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง 100%	1800	10.91 a ± 2.35	18.63 ab ± 1.80	36.75 c ± 6.46	10.95 d ± 1.16
น้ำมันปิโตรเลียม 83.9% EC	50	17.55 a ±5.90	19.63 ab ± 2.40	65.92 ab ± 3.61	73.92 b ± 2.36
imidacloprid 10% SL	8	17.76 a ± 2.15	13.34 b ± 0.84	34.38 c ± 3.48	10.95 d ± 4.15
cyfluthrin 5% EC	5	14.42 a ±4.38	11.99 b ± 0.96	33.82 c ± 5.84	22.11 d ± 3.15
Carbosulfan 20% EC	40	15.47 a ± 2.47	17.91ab ± 0.42	50.80 b ± 11.41	31.69 c ± 6.10
ชุดควบคุม (control)	-	10.92a ± 0.81	21.84a ± 0.39	78.01a ± 6.72	89.04 a ± 1.14
F-test		1.00 [ns]	3.11*	8.60 **	48.81**
CV(%)		38.03	26.42	24.93	20.07

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ โดยสุ่มต้นส้มจำนวน 10 ต้น /กรรมวิธี / ซ้ำ โดยเก็บยอดที่แมลงทำลาย 2 ยอด/ต้น รวม 20 ยอด/ซ้ำ

[2/] ตัวเลขในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี DMRT

การชุดควบคุม ($P<0.01$) อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิด คือ น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง imidacloprid และ cyfluthrin ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่ได้จากธรรมชาติมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ imidacloprid (ความเสียหายของใบส้มเท่ากับ 10.95%) และยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ cyfluthrin (ความเสียหายของใบส้มเท่ากับ 22.11 %) และ สารฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างมีอัตราการใช้ที่สูงกว่าสารฆ่าแมลงจากธรรมชาติชนิดอื่นและเป็นสารพวกน้ำมันที่มีส่วนผสมของสารเพิ่มประสิทธิภาพ (ทิวา บุตรผา, 2543) จึงมีความคงทนและเคลือบผิวใบส้มได้ดี ตลอดจนมีกลิ่นฉุน เป็นสารไล่และป้องกันการวางไข่ของตัวเต็มวัย (Hellap, 1991) จึงลดการระบาดของแมลงได้ สำหรับสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ เนื่องจากเป็นสารที่มีพิษตกค้างสั้น สลายตัวเร็วในธรรมชาติ แต่มีข้อดีในด้านอื่นๆ โดยเฉพาะด้านความปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ แมลงที่มีประโยชน์ ความเป็นพิษต่ำต่อสัตว์เลือดอุ่นและความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม (ขวัญชัย สมบัติศิริ, 2540; รุจ มรกต, 2541 ก)

เมื่อพิจารณาในแง่ความปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติโดยเฉพาะแตนเบียนหนอนชอนใบส้ม พบว่า ก่อนการฉีดพ่นสารและหลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ($P>0.05$) และหลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเบียนในชุดการทดลองสารฆ่าแมลงที่ได้จากธรรมชาติได้แก่ สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย (6.34$\pm$0.83 %) น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง (5.88$\pm$0.96 %) และน้ำมันปิโตรเลียม (8.48$\pm$0.72 %) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากชุดควบคุม ($P>0.05$) และ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเบียนสูงกว่าสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ คือ imidacloprid (1.48$\pm$0.86 %) cyfluthrin (2.85$\pm$1.75 %) และ carbosulfan (3.52$\pm$0.96 %) (ตารางที่ 8) ดังนั้นการเลือกใช้สารฆ่าแมลงที่ได้จากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ จึงควรพิจารณาควบคู่กันไปและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาใช้ในการจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ ในกรณีที่ต้องการให้สารฆ่าแมลงจากธรรมชาติมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในรูปแบบอื่น เช่น การเพิ่มอัตราการใช้สาร การเพิ่มจำนวนครั้งในการฉีดพ่น และการศึกษาสารเพิ่มประสิทธิภาพหรือสารเสริมฤทธิ์ โดยเฉพาะน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างซึ่งเป็นสารที่มีศักยภาพสูงที่ควรนำมาพิจารณาทั้งในด้านความเป็นพิษ สารออกฤทธิ์ กลไกการออกฤทธิ์ การปรุงแต่งสูตรผสม การนำไปทดสอบกับแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ ตลอดจนอัตราการใช้ที่เหมาะสมในพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการใช้ของน้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้างที่นำมาศึกษาประสิทธิภาพในสภาพแปลงเกษตรกรของต้นส้มครั้งนี้ มีความเข้มข้นค่อนข้างสูง ซึ่งจากการสังเกตพบว่าหลังจากการฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 ต้นส้มมี

ตารางที่ 8

แนวโน้มเกิดอาการใบร่วง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกรณีดังกล่าว อย่างไรก็ตามในระบบการจัดการศัตรูพืช สิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาร่วมด้วย คือ ต้นทุนของการใช้สารฆ่าแมลงที่เพิ่มสูงขึ้น (ดังตารางที่ 9) โดยเฉพาะในปัจจุบันสารฆ่าแมลงสังเคราะห์หลายชนิดมีราคาสูง มีผลต่อต้นทุนการผลิตทางการเกษตร ดังนั้นการเลือกใช้สารฆ่าแมลงจึงควรพิจารณาให้รอบคอบ เพื่อความคุ้มค่าทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาระบบการเกษตรแบบยั่งยืนต่อไป

ตารางที่ 9 ค่าใช้จ่ายในการใช้สารฆ่าแมลงควบคุมหนอนชอนใบส้ม *P. citrella*

ชนิดของสารฆ่าแมลง	ราคา	ค่าใช้จ่ายในการใช้สารฆ่าแมลง (บาท)		
	(บาท/ลิตร)	ต่อต้น	ต่อชุดการทดลอง [1/]	ต่อไร่
สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย aza. 0.1%	250	0.08	0.23	16.41
น้ำมันจากเมล็ดสะเดาช้าง 100 % [2/]	-	-	-	-
น้ำมันปิโตรเลียม 83.6%EC	100	0.02	0.05	3.28
imidacloprid 10% SL	2,150	0.05	0.16	11.29
cyfluthrin 5% EC	2,000	0.03	0.09	6.56
carbosulfan 20% EC	460	0.05	0.17	12.08

[1/] ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง 3 ครั้ง ต่อ ชุดการทดลอง

[2/] เตรียมจากกระบวนการสกัดด้วย n- hexane โดยใช้วิธีการแช่ยุ่ย (ทิวา บุตรผา, 2543) และไม่สามารถประมาณค่าใช่จ่ายได้