1. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ส้มเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ประเทศไทยมีส้มหลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมปลูกกันมากได้แก่ มะนาว (*Citrus aurantifolia*) ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata*) และส้มโอ (*Citrus maxima*) โดยส้มเขียวหวานมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด ในปี พ.ศ. 2549 มีพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวานทั่วประเทศรวม 149,206 ไร่ ให้ผลผลิตแล้ว 69,181 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 165,353.8 ตัน โดยจังหวัดแพร่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดจำนวน 21,867 ไร่ รองลงมาได้แก่จังหวัดพิจิตร สระบุรี น่าน และเชียงราย ซึ่งมีพื้นที่ปลูกจำนวน 17,633, 12,595, 12,526 และ 12,305 ไร่ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) พันธุ์ที่นิยมปลูก มี 2 พันธุ์ คือ เขียวหวานและโชกุน ซึ่งเป็นพันธุ์ส้มเปลือกล่อนทั้งคู่ ส้มเขียวหวานเป็นพันธุ์ที่ปลูกแพร่หลายมาแต่เดิม ส่วนส้มโชกุนซึ่งเป็นพันธุ์ที่เพิ่งค้นพบเมื่อไม่นานมานี้ แต่ปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่กำลังได้รับความนิยม อาจรู้จักในนามของส้มสายน้ำผึ้ง หรือส้มเพชรยะลา ลักษณะผลจะใกล้เคียงกับส้มเขียวหวาน แต่ผลจะมีสะดือ เป็นเอกลักษณะพิเศษ เนื้อแน่นและชานนิ่ม เหมาะที่จะปลูกในภาคใต้ แต่ถ้าจะปลูกในภาคอื่น ควรมีการจัดการดินและน้ำที่ดี ไม่ควรปลูกในดินเหนียวซึ่งจะมีปัญหาการแตกของผลสูงมาก (กรมวิชาการเกษตร, 2545ก)

ปัญหาสำคัญในการปลูกส้มได้แก่การขาดแคลนพันธุ์ส้มที่แข็งแรงทนทานหรือปลอดโรค สภาพพื้นที่ปลูกไม่เหมาะสม การระบาดของโรคและแมลง โรคสำคัญที่ทำให้ต้นส้มทรุดโทรมมีอายุการให้ผลสั้นคือโรคกรีนนิ่ง เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย มีเพลี้ยไก่แจ้ส้มเป็นแมลงพาหะ โรคทริสเตซ่า เกิดจากเชื้อไวรัส มีเพลี้ยอ่อนเป็นแมลงพาหะ และโรครากเน่าโคนเน่า นอกจากนี้เกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของส้ม เช่น การใช้ต้นตอส้มที่เหมาะสมกับพันธุ์และท้องที่ การจัดการเรื่องดิน ปุ๋ย น้ำ การตัดแต่งกิ่ง ตลอดจนวิธีการทางด้านเขตกรรมอย่างถูกต้อง (กรมวิชาการเกษตร, 2545ก) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการระบาดของโรคและแมลงนั้น เกษตรเน้นการควบคุมโดยใช้สารเคมีเป็นหลัก จะเห็นได้จากในปี พ.ศ. 2537 ส้มมีส่วนแบ่งตลาดสารฆ่าแมลงสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 21 ของมูลค่าการตลาดทั้งประเทศ 93.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และมีส่วนแบ่งตลาดสารป้องกันกำจัดโรคพืชร้อยละ 18 ของมูลค่าการตลาดทั้งประเทศ 24.7 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็นอันดับที่ 2 รองจากพืชผักที่มีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 21 (Jungbluth, 2000) และจากการสำรวจการใช้สารเคมีในสวนส้มเขียวหวานของเกษตรกรจำนวน 205 ราย ในจังหวัดปทุมธานี สระบุรี และนครนายกซึ่งเป็นแหล่งปลูกส้มที่สำคัญในภาคกลางของประเทศพบว่า เกษตรกรฉีดพ่นสารเคมีตั้งแต่ 9-72 ครั้ง/ปี หรือเฉลี่ย 35 ครั้ง/ปี และมีต้นทุนในการใช้สารเคมีร้อยละ 34.1-42.2 ของต้นทุนรวมทั้งหมด (Jungbluth, 2000)

ผลจากการใช้สารเคมีอย่างเข้มข้นทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาหลายประการ เช่น ปัญหาศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมี อันตรายต่อผู้ใช้ มีสารพิษตกค้างในผลผลิต เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมายและแมลงที่มีประโยชน์ และปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาแนวทางลดการใช้สารเคมี โดยวิธีการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management) ในสวนส้ม ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2539 ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้รับงบประมาณจากโครงการป้องกันกำจัดศัตรูไม้ผลโดยวิธีผสมผสาน ไทย-เยอรมัน และได้จัดพิมพ์คู่มือการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสานมาใช้ในส้มเพื่อแจกจ่ายเกษตรกร (Sirisingh, n.d.) และจากการรายงานของกองกีฏและสัตววิทยา (2540) อ้างโดย Sirisingh (n.d.) พบว่าสวนส้มที่ใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสานมีสัดส่วนของรายได้/ต้นทุน (return/cost ratio) ต่ำกว่าสวนส้มที่ใช้สารเคมีตามปกติที่เกษตรกรเคยใช้ โดยสัดส่วนของรายได้/ต้นทุนของสวนส้มที่ใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสานเท่ากับ 3.05 ในขณะที่การใช้สารเคมีเท่ากับ 3.46 และจากการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการป้องกันกำจัดศัตรูส้มเขียวหวานแบบผสมผสานกับวิธีการของเกษตรกร โดย รุจ มรกต และคณะ (2543) พบว่า ถึงแม้วิธีการป้องกันกำจัดศัตรูส้มเขียวหวานแบบผสมผสานโดยการสำรวจระดับประชากรของแมลงก่อนฉีดพ่นสารเคมี สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีลงได้โดยปริมาณและคุณภาพของผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีฉีดพ่นก็ตาม แต่ยังมีปัญหาในการรับไปปฏิบัติ นอกจากนี้ในพื้นที่ๆ มีการระบาดของโรคกรีนนิ่งและโรคทริสเตซ่าอย่างรุนแรง ถึงแม้จะใช้ส้มปลอดโรคปลูก หากมีการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสาน ในปีที่ 4 จะพบส้มที่ติดเชื้อไวรัสทริสเตซ่าจำนวน 36 ต้น จาก 111 ต้น และติดเชื้อโรคกรีนนิ่งจำนวน 99 ต้น จาก 111 ต้น และหากฉีดพ่นสารเคมีเป็นหลักจะพบส้มที่ติดเชื้อไวรัสทริสเตซ่าเพียง 7 ต้น และติดเชื้อโรคกรีนนิ่งเพียง 6 ต้น เท่านั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2543) ปัจจัยอื่นๆ ที่เอื้อให้เกษตรกรมีการใช้สารเคมีเป็นหลักได้แก่ ภาวะการแข่งขันด้านการตลาดสารเคมีของบริษัทผู้จำหน่ายที่มีความรุนแรงมากขึ้น ทำให้ราคาโดยเฉลี่ยของสารเคมีลดลง ภาษีนำเข้าของสารเคมีที่ต่ำกว่าปุ๋ยและเครื่องจักรกลทางการเกษตร ชนิดของสารเคมีที่แนะนำให้ใช้ในสวนส้มมีจำนวนมาก โดยสารฆ่าแมลงและสารฆ่าไรมีถึง 17 ชนิด (กรมวิชาการเกษตร, 2545ข) จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เกษตรกรยังเลือกแนวทางควบคุมศัตรูส้มโดยใช้สารเคมีเป็นหลักและในบางครั้งมีการใช้เกินความจำเป็น นำไปสู่การใช้สารเคมีด้อยประสิทธิภาพซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการทำการเกษตรของประเทศไทยในปัจจุบัน

การใช้สารเคมีด้อยประสิทธิภาพนั้นเริ่มตั้งแต่การไม่สามารถวินิจฉัยชนิดของศัตรูพืชได้ถูกต้อง ไม่สามารถเลือกชนิดของสารเคมีที่นำมาฉีดพ่นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การฉีดพ่นไม่ถูกต้อง เช่น ฉีดพ่นเกินอัตราที่แนะนำ ฉีดพ่นบ่อยครั้ง ผสมสารเคมีหลายชนิดในการฉีดพ่นครั้งเดียวกันโดยขาดพื้นฐานความรู้การผสมเข้ากันได้ (compatibility) ของสาร ถึงแม้ว่าจะลดค่าแรงในการฉีดพ่นหากผสมสารเคมีหลายชนิดในการฉีดพ่นครั้งเดียวกัน และประการสุดท้ายของการใช้สารเคมีด้อยประสิทธิภาพคือ ขาดการประเมินผลอย่างเป็นระบบในการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นจุดอ่อนสำคัญของเกษตรกรไทย การผลิตส้มโชกุนแบบยั่งยืนซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทดแทนส้มเขียวหวานเดิม เกษตรกรผู้ผลิตจะต้องแข่งขันกันมากขึ้นในเรื่องราคาเนื่องจากมีการ

ขยายพื้นที่ปลูกส้มชนิดดังกล่าวมากขึ้น ทำให้แนวโน้มของราคาผลผลิตส้มโชกุนลดลง เพื่อความยั่งยืนและอยู่รอดของเกษตรกรบนพื้นฐานการผลิตที่จำเป็นต้องลดต้นทุนให้น้อยลง การเลือกใช้สารเคมีควบคุมแมลงศัตรูส้ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฆ่าแมลงให้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูง ในขณะเดียวกันมีต้นทุนการผลิตต่ำ รวมทั้งอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการใช้สารดังกล่าวต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมต่ำ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตส้มโชกุนเพื่อความยั่งยืนในปัจจุบัน

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบรูปแบบของสารฆ่าแมลงแบบต่างๆ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานข้อมูลประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืช และความปลอดภัยต่อผู้ใช้โดยดูจากค่าความเป็นพิษ (LD_{50}) เปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้สารเคมีของเกษตรกร โดยการฉีดพ่นที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ คือ การฉีดพ่นทุกๆ 10 วัน และใช้ระดับเศรษฐกิจ (Economic threshold) ของแมลงศัตรูส้มตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมี ประเมินผลประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืช ต้นทุนของสารเคมีที่ใช้ และผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ของแมลงนอกเป้าหมาย (non-target insects) ชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่บริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มของส้มโชกุน

2. วัตถุประสงค์

2.1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชของการใช้สารฆ่าแมลงรูปแบบต่างๆ กับรูปแบบการใช้ของเกษตรกรเมื่อฉีดพ่นทุก 10 วัน และใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูส้มตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมี

2.2. เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงนอกเป้าหมายชนิดต่างๆ ที่พบบริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มของส้มโชกุนของการใช้สารฆ่าแมลงรูปแบบต่างๆ กับรูปแบบการใช้ของเกษตรกรเมื่อฉีดพ่นทุก 10 วัน และใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูส้มตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมี

2.3. เปรียบเทียบต้นทุนของสารฆ่าแมลงรูปแบบต่างๆ กับรูปแบบการใช้ของเกษตรกรเมื่อฉีดพ่นทุก 10 วัน และใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูส้มตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมี

3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชและสภาพปัญหาของประเทศไทย

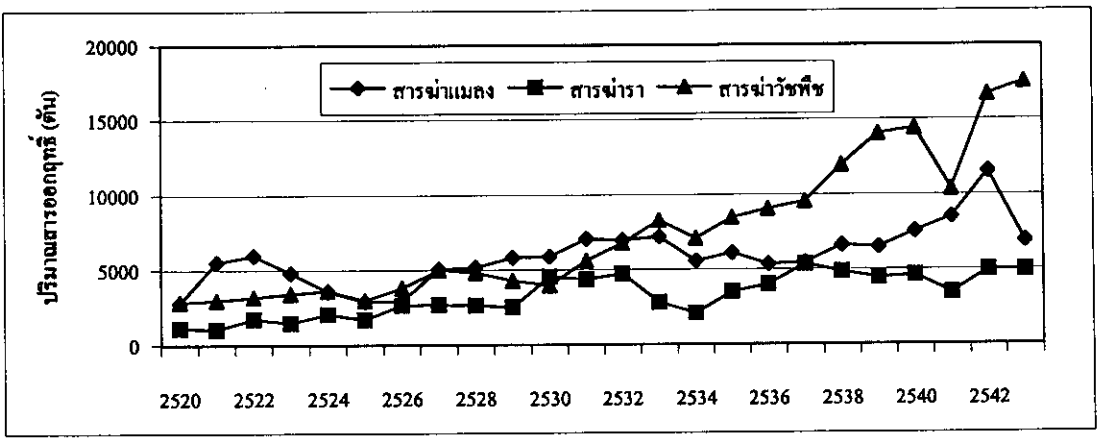
ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประมาณร้อยละ 65-70 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศประมาณ 132 ล้านไร่นำมาใช้ในการเพาะปลูก หรือประมาณร้อยละ 41 ของพื้นที่ทั้งหมดทั่วประเทศ 321 ล้านไร่ (Sirisingh, n.d.) พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศได้แก่ ข้าว ยางพารา ไม้ผล อ้อย พืชผัก ฯลฯ ในปี พ.ศ. 2539/2540 มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งหมด 115.6 ล้านไร่ ทำรายได้ให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่า 302,605.4 ล้านบาท (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. พื้นที่ปลูกและมูลค่าการจำหน่ายของพืชสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2539/2540

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูก (ล้านไร่)	มูลค่า (ล้านบาท)
ข้าว	68.3	123,317.3
ยางพารา	11.0	58,391.1
ไม้ผล	5.6	31,176.0
อ้อย	6.3	23,121.5
พืชผัก	2.7	22,696.0
ข้าวโพด	8.7	17,814.7
มันสำปะหลัง	7.9	12,839.6
ปาล์มน้ำมัน	1.0	5,429.8
มะพร้าว	2.4	4,699.7
ถั่วเหลือง	1.7	3,119.7
รวม	115.6	302,605.4

ที่มา: Sirisingh (n.d.)

ในการปลูกพืชนั้นประมาณกันว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากศัตรูพืชอาจสูงถึงร้อยละ 50 (Sirisingh, n.d.) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมศัตรูพืช การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่นิยมของเกษตรกรในประเทศไทยเนื่องจากหาซื้อได้ง่าย สะดวกในการใช้ ให้ผลควบคุมรวดเร็ว ทำให้แนวโน้มการใช้สารเคมีของประเทศไทยเพิ่มขึ้นทุกปี จะเห็นได้จากการนำเข้าสารเคมีควบคุมศัตรูพืชเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและมูลค่าตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2543 มีปริมาณการนำเข้าสารออกฤทธิ์ทั้งหมด 31,453.7 ตัน คิดเป็นมูลค่า 7,294.38 พันล้านบาท ในขณะที่ปี พ.ศ. 2520 มีปริมาณการนำเข้าสารออกฤทธิ์ทั้งหมด 8,832 ตัน คิดเป็นมูลค่า 581 ล้านบาท ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า เพิ่มขึ้นประมาณ 3.5 และ 12.5 เท่า ตามลำดับ ปริมาณการนำเข้าสารออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง สารฆ่าราและสารฆ่าวัชพืชของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2520-2543 แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1. ปริมาณการนำเข้าสารออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง สารฆ่ารา และสารฆ่าวัชพืชของประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ. 2520-2543

ที่มา: Sirisingh (n.d.)

สารเคมีส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีจำนวนสารที่ขึ้นทะเบียนแล้วมากกว่า 300 ชนิด และที่น่าเป็นห่วงพบว่า ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่นำเข้าทั้งหมดส่วนใหญ่มีอันตรายสูง ในปี พ.ศ. 2542 ได้นำเข้าสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายสูงมากกว่าร้อยละ 50 ตามการแบ่งกลุ่มระดับอันตรายของสารเคมีตามองค์การอนามัยโลก (WHO) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ปริมาณการนำเข้าสารออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงตามระดับอันตรายในปี พ.ศ. 2542

ระดับอันตราย	สารฆ่าแมลง	
	ปริมาณสารออกฤทธิ์ (ตัน)	ร้อยละ
Extremely hazardous	858	13.88
Highly hazardous	2,621	42.40
Moderately hazardous	2,115	34.21
Slightly hazardous	434	7.02
Unlikely to presence hazardous in normal use	71	1.15
Bacillus thuringiensis	73	1.18
Others	10	0.61
Total	6,182	100.00

ที่มา: กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2542)

Sirisingh (n.d.) ได้รายงานมูลค่าการตลาดของสารเคมีควบคุมศัตรูพืชที่ใช้ในพืชต่างๆ ของประเทศไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2541 ต้นทุน/ไร่ ของสารเคมีควบคุมศัตรูพืชที่ใช้ในสวนส้ม

สูงเป็นอันดับ 2 รองจากองุ่น โดยองุ่นมีต้นทุนของสารเคมีสูงที่สุดถึง 9,000 บาท/ไร่ รองลงมาคือส้ม 1,754 บาท/ไร่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. มูลค่าการตลาดสารเคมีควบคุมศัตรูพืชในพืชต่างๆ ของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2541

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูก (x 1,000 ไร่)	มูลค่าการตลาด (ล้านบาท)					
		สารฆ่าแมลง	สารฆ่ารา	สารฆ่าวัชพืช	สารอื่นๆ	รวม	บาท/ไร่
ข้าว	63,728	810	110	980	20	1,902	52
ยางพารา	11,444	0	6	750	24	780	68
ส้ม	342	350	140	80	30	600	1,754
อ้อย	6,314	0	0	580	0	580	92
มะม่วง	1,473	196	63	165	80	504	342
ทุเรียน/เงาะ	1,032	140	80	202	30	452	438
สับปะรด	521	5	20	345	50	420	806
มันสำปะหลัง	7,907	0	0	325	0	325	41
ข้าวโพด	8,665	5	5	255	0	265	31
ปาล์มน้ำมัน	1,061	15	0	245	5	265	250
องุ่น	25	120	88	7	10	225	9,000
พืชตระกูลถั่ว	4,293	120	20	5	5	150	35
ยาสูบ	59	48	15	5	4	72	1,220
รวม	106,864	1,809	547	3,944	258	6,558	61

ที่มา: Sirisingh (n.d.)

ปัญหาหลักที่สำคัญในการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชของประเทศไทยคือ การใช้สารด้อยประสิทธิภาพ จากรายงานของ TDRI (1989) พบว่าเกษตรกรไทยมีความรู้น้อยเกี่ยวกับการใช้สารเคมี ในปี พ.ศ. 2532 เกษตรกรร้อยละ 69 ที่รู้จักชื่อการค้าของสารเคมี ร้อยละ 2.2 ที่รู้จักชื่อบริษัทผู้ผลิตและจำหน่าย ร้อยละ 2.3 ที่ทราบประสิทธิภาพของสารเคมีหากใช้ผสมมากกว่า 2 ชนิดในการฉีดพ่นครั้งเดียวกัน ทำให้เกษตรกรใช้สารอย่างไม่ถูกต้องและเหมาะสม Ruhs *et al.* (1997) ได้สรุปตัวชี้วัดที่เห็นได้ชัด 5 ประการว่าเกษตรกรมีการใช้สารอย่างไม่ถูกต้องและเหมาะสมได้แก่

ประการที่ 1 มีเกษตรกรจำนวนมากที่ผสมสารเคมีหลายชนิดในการฉีดพ่นครั้งหนึ่งๆ หรือที่เรียกว่าฉีดพ่นแบบ "cocktail" ซึ่งหากขาดความรู้ในเรื่องการผสมเข้ากันได้ของสารเคมีแล้ว การผสมสารบางชนิดอาจทำให้การออกฤทธิ์น้อยลง อย่างไรก็ตาม การใช้สารแบบ "cocktail" อาจก่อให้เกิดการต้านทานต่อสารเคมีของศัตรูพืชเพิ่มขึ้น แต่จากการสัมภาษณ์เกษตรกรโดย TDRI ในปี พ.ศ. 2529 พบว่ามีเกษตรเพียงร้อยละ 11 เท่านั้นที่ทราบข้อมูลดังกล่าว (TDRI, 1989)

และจากการศึกษาของ Srisuwattanasakul (1988) และ Sitisanyaluck (1983) อ้างโดย TDRI (1996) พบว่าเกษตรกรมากกว่าร้อยละ 25 ฉีดพ่นสารแบบ "cocktail" ส่วนเกษตรกรผู้ปลูกฝ้ายนั้น การฉีดพ่นแบบ "cocktail" ถือเป็นเรื่องปกติ เนื่องจากช่วยประหยัดค่าแรงฉีดพ่น (TDRI, 1996)

ประการที่ 2 มีการใช้สารเคมีในอัตราสูงกว่ากำหนด เกษตรกรเชื่อว่าการใช้สารในอัตราที่สูงกว่าคำแนะนำบนฉลากจะสามารถควบคุมศัตรูพืชได้ดี (TDRI, 1989) และจากการรายงานของ Grandstaff (1992) พบว่าเกษตรกรไทยส่วนใหญ่ใช้สารเคมีเกินกว่าอัตราที่แนะนำบนฉลาก

ประการที่ 3 เกษตรกรชอบที่จะเลือกใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์ควบคุมศัตรูพืชได้หลายชนิด (broad-spectrum pesticides) เพื่อลดการทำงานในไร่ลงได้และมีเวลาไปทำอย่างอื่น (Ruhs, 1996)

ประการที่ 4 เกษตรกรชอบที่จะเลือกใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชเนื่องจากให้ผลในการควบคุมอย่างรวดเร็ว

ประการที่ 5 มีเกษตรกรเพียงส่วนน้อยที่คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยเว้นระยะปลอดภัยให้ถูกต้องก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เอื้อให้เกษตรกรมีการใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เช่น มีภาวะการแข่งขันสูงในด้านการตลาดสารเคมีในประเทศไทย ในปี พ. ศ. 2539 มีบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายสารเคมีควบคุมศัตรูพืชจำนวน 96 ราย มีสารที่ขึ้นทะเบียนจำนวน 247 ชนิด และมีชื่อการค้าที่ขึ้นทะเบียนมากถึง 3,058 ชื่อ (Regulatory Division, 1997 อ้างโดย Ruhs *et al.* 1997) ทำให้ราคาเฉลี่ยของสารเคมีลดลงทุกปี นอกจากนี้ นโยบายรัฐบาลที่ลดภาษีการนำเข้าสารเคมี ในขณะที่ฮอร์โมนพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรมีการเก็บภาษีดังกล่าวร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ (Ruhs *et al.* 1997) และในกรณีที่มีการระบาดของศัตรูพืชรุนแรง รัฐบาลสนับสนุนงบประมาณซื้อสารเคมีแจกจ่ายเกษตรกรจึงเอื้อให้เกษตรกรใช้สารเคมีมากขึ้น

3.2 ผลกระทบจากการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืช

การใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น การต้านทานต่อสารเคมีของศัตรูพืช อันตรายต่อผู้ใช้ ต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย ตกค้างในสิ่งแวดล้อมและผลผลิตเกษตร และหากใช้สารเคมีเกินความจำเป็นจะเพิ่มต้นทุนการผลิต ตัวอย่างการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของศัตรูพืชในประเทศไทยเห็นได้ชัดเจนจากการใช้สารฆ่าแมลงอย่างเข้มข้นในการปลูกฝ้าย ทำให้หนอนเจาะสมอฝ้าย, *Helothis armigera* Hübner สร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิด ทำให้เกษตรกรต้องฉีดพ่นสารฆ่าแมลงมากขึ้น ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ปลูกฝ้ายของประเทศลดลงจาก 967,000 ไร่ ในปีเพาะปลูก 2534/2535 เป็น 337,000 ไร่ ในปีเพาะปลูก 2539/2540 (Sirisingh, n.d.) นอกจากนี้มีรายงานการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* (L.) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, *Nilaparvata lugens* (Stal.) และหนอนกระทู้หอม, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Kanokporn, 1994 อ้างโดย Sirisingh, n.d.)

ส่วนอันตรายที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้สารเคมีพบว่า มีผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากสารเคมีเพิ่มขึ้นจาก 1,851 คน ในปี พ.ศ. 2524 เป็น 3,165 คน ในปี พ.ศ. 2537 (Epidemiological, 1995 อ้างโดย Jungbluth, 1996) และจากการศึกษาค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากสารเคมี จังหวัดปทุมธานี โดย Whangthongtham (1990) อ้างโดย Jungbluth (1996) พบว่าค่ารักษาพยาบาล รวมกับค่าเสียเวลาของผู้ป่วยที่ต้องพักรักษาเท่ากับ 328.50 บาท ดังนั้น สามารถคิดเป็นมูลค่าของเงิน ในปี พ.ศ. 2537 เท่ากับ 1,039,702.5 บาท

ส่วนผลตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในปี พ. ศ. 2531 พบว่าร้อยละของจำนวนตัวอย่างดิน น้ำ ผลไม้ ผัก และพืชไร่ ที่สุ่มมาวิเคราะห์ พบปนเปื้อนสารเคมีเท่ากับ 100, 86, 32, 25 และ 17 ตามลำดับ (Jungbluth, 1996) จากการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในอาหารของ องค์การอาหารและยาในระหว่างปี พ.ศ. 2525-2528 โดยสุ่มพืชผัก ผลไม้ ถั่ว น้ำมันพืชและสัตว์ เนื้อ ไข่ อาหารทะเลสด และนมสด จำนวนทั้งสิ้น 663 ตัวอย่าง พบมีการปนเปื้อนของสารเคมี ควบคุมศัตรูพืชจำนวน 348 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 52 (Sinhaseni, 1990) และจากการศึกษา ของกองวิจัยวัตถุมีพิษทางการเกษตรพบว่า ประมาณร้อยละ 37 ของตัวอย่างผักที่ศึกษามีการ ปนเปื้อนของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และร้อยละ 20 ของผักคะน้าที่มีสารตกค้าง สูงกว่าค่า MRL ส่วนในส้มเขียวหวานพบว่า ร้อยละ 73 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ มีการปนเปื้อน ของสารเคมี และร้อยละ 10 ของส้มที่ปนเปื้อนสารเคมี มีค่าสูงกว่าค่า MRL (Palakool, 1995 อ้าง โดย Jungbluth, 1996) และ Jungbluth (1996) ได้วิเคราะห์เป็นมูลค่าของเงินโดยอาศัยพื้นฐานที่ว่า ส้มและผักที่มีสารตกค้างเกินกว่าค่า MRL ไม่สามารถจำหน่ายได้ ในปี พ.ศ. 2535 มูลค่าการตลาด ส้มเขียวหวานของประเทศไทยเท่ากับ 6,020 ล้านบาท ดังนั้นความสูญเสียที่เกิดขึ้นจาก สารพิษตกค้างเกินกว่า MRL ร้อยละ 10 คิดเป็นมูลค่า 602.6 ล้านบาท

3.3 การอารักขาพืชในสวนส้มของประเทศไทย

กรมวิชาการเกษตร (2543) ได้รายงานการวิจัยค้นคว้าที่ผ่านมาในด้านการอารักขาพืช ในสวนส้มซึ่งได้ดำเนินการด้านผลิตพันธุ์ส้มปลอดโรคโดยกรมวิชาการเกษตร ได้รับการสนับสนุน งบประมาณจากโครงการป้องกันกำจัดศัตรูไม้ผลโดยวิธีผสมผสาน ไทย-เยอรมัน ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2538 สามารถผลิตพันธุ์ส้มปลอดโรคได้คือ พันธุ์ส้มเขียวหวาน โชกุน และส้มโอ (พันธุ์ขาวทองดี ขาวน้ำผึ้ง ขาวแตงกวา และท่าข่อย) และจำเป็นต้องผลิตพันธุ์ส้มปลอดโรค ชนิดอื่นๆ อีก เช่น ส้มจุก มะนาว และส้มตรา เป็นต้น ในปัจจุบันกองโรคพืชฯ กรมวิชาการเกษตร สามารถผลิตตาส้มปลอดโรคเพื่อส่งให้สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร ภาคเอกชนที่ผลิตส้มปลอดโรคเป็นการค้า ตลอดจนเกษตรกรผู้ปลูกทั่วไป รวมทุกพันธุ์ประมาณ 60,000 ตา/ปี และในอนาคตตั้งเป้าหมายไว้ถึง 100,000 ตา/ปี แต่การกระจาย พันธุ์ส้มปลอดโรคก็ยังมีขีดจำกัดเพราะต้องขยายพันธุ์ด้วยการติดตาบนต้นตอ ต้นตอที่ผู้เชี่ยวชาญ โครงการไทย-เยอรมันแนะนำคือ ส้มสามใบลูกผสมซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ

พันธุ์ทรอยเยอร์ ซิเตรน เป็นหลัก แต่พันธุ์นี้ก็มีขีดจำกัดเพราะปรากฏว่าใช้ได้ดีเฉพาะบางท้องที่เท่านั้น ดังนั้นการศึกษาต้นตอที่เหมาะสม ยังเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยต่อไป รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มเขียวหวานแบบใช้ต้นตอ เช่น การตัดแต่งกิ่ง การให้ปุ๋ยให้น้ำ เป็นต้น แต่สิ่งสำคัญที่สุดของการปลูกส้มก็คือ โรคกรีนนิ่ง และโรคทริสเตซ่า ที่มีเพลี้ยไก่แจ้และเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะนำโรค ดังตัวอย่างที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรในท้องที่รังสิต จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นแหล่งที่มีโรคระบาดมากหากไม่มีการจัดการและดูแลอย่างถูกต้อง ทำให้ส้มปลอดโรคที่ปลูก ติดโรคใหม่ได้อีก บางสวนถึงร้อยละ 70 เมื่อส้มอายุได้ 4-5 ปี ดังนั้นการวิจัยทางด้านการอารักขาพืชทั้งโรคและแมลงจึงเป็นสิ่งท้าทายที่นักวิชาการต้องระดมผลิตพันธุ์ส้มทนทานโรค หรือสร้างภูมิคุ้มกันให้กับต้นส้ม ในกรณีที่ปลูกในแหล่งโรคระบาด เพื่อยืดอายุต้นส้มให้ได้ผลผลิตนานคุ้มกับการลงทุนต่อไป

ในปี พ.ศ. 2543 งานวิจัยและพัฒนาอารักขาส้มเขียวหวานของกรมวิชาการเกษตร ประกอบด้วยการวิจัยและพัฒนาส้มปลอดโรคได้ดำเนินการโครงการต่างๆ เช่น การควบคุมและออกใบรับรองมาตรฐานโรงเรือนผลิตส้มปลอดโรคภาคเอกชน การตรวจสอบความปลอดโรคของแม่พันธุ์ส้มปลอดโรคของทางราชการ การผลิตแม่พันธุ์ปลอดโรคของพืชตระกูลส้มอื่น ๆ การศึกษาการเจริญเติบโต ความทนทานต่อโรค และความเข้ากันได้ของต้นตอกับยอดพันธุ์ส้มปลอดโรค การศึกษาการควบคุมการติดเชื้อโรคกรีนนิ่งและไวรัสทริสเตซ่าของส้มปลอดโรคที่ปลูกในแหล่งระบาดของโรค การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มเขียวหวาน ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร และการป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชส้มเขียวหวานที่เหมาะสม

การศึกษาการควบคุมการติดเชื้อโรคกรีนนิ่งและไวรัสทริสเตซ่าของส้มปลอดโรค ที่ปลูกในแหล่งระบาดของโรคนั้น ได้ศึกษาการจัดการศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสานในการปลูกส้มปลอดโรค ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดยใช้วิธีการตรวจนับแมลงก่อนฉีดพ่นสารเคมี และใช้สารฆ่าแมลงที่มีพิษน้อยต่อปลา เช่น น้ำมันปิโตรเลียม เนื่องจากแปลงปลูกยกร่อง ในร่องมีน้ำขัง ในปีที่ 2 และ 3 เริ่มพบการระบาดของแมลงพาหะนำโรคคือ เพลี้ยอ่อนและเพลี้ยไก่แจ้ส้ม ในปริมาณมาก เนื่องจากมีการฉีดพ่นสารเคมีน้อยมาก ดังนั้นส้มปลอดโรคจึงเริ่มติดเชื้อและแสดงอาการโรคกรีนนิ่งอย่างชัดเจน ผลการตรวจเชื้อโรคในห้องปฏิบัติการเมื่อต้นส้มมีอายุ 4 ปี พบต้นส้มติดเชื้อไวรัสทริสเตซ่า 36 ต้น จากจำนวน 111 ต้น และติดเชื้อโรคกรีนนิ่ง 99 ต้น จากจำนวน 111 ต้น นอกจากนี้ได้ศึกษาการป้องกันกำจัดแมลงพาหะนำโรค โดยใช้สารเคมีในการปลูกส้มในแหล่งปลูกที่มีการระบาดของโรคกรีนนิ่งและโรคทริสเตซ่า ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โดยในปีแรกของการปลูกส้มปลอดโรคได้ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุก 7 วัน สลับการใช้สารเคมีต่าง ๆ เช่น สาร methamidophos, imidacloprid, carbofuran และ abamectin เป็นต้น เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มหลายๆ ชนิด เช่น หนอนชอนใบ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน

และเพลี้ยไก่แจ้ส้ม เมื่อต้นส้มมีอายุครบ 1 ปี เก็บใบตรวจหาเชื้อไวรัสทริสเตซ่าและกรีนนิ่ง ผลการตรวจไม่พบการติดเชื้อไวรัสทริสเตซ่าและกรีนนิ่งของต้นส้มที่ปลูกทั้งหมดในแปลงในปีที่ 2 จึงปรับการฉีดพ่นสารเคมีเป็น 10 วันครั้งและในปีที่ 3 ฉีดพ่นสารเคมีทุก 10 วัน แต่เว้นห่างบ้างในช่วงผลใกล้แก่ ผลการตรวจการเกิดโรคหลังปลูก 3 ปี พบส้มเป็นโรคทริสเตซ่า 7 ต้น และโรคกรีนนิ่ง 6 ต้น และได้ศึกษาการป้องกันกำจัดโรคโดยการสร้างภูมิคุ้มกัน (Cross Protection) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โดยทดสอบเชื้อ mild strain ของไวรัสทริสเตซ่า 3 สายพันธุ์ ที่ปลูกเชื้อไว้กับส้มเขียวหวานปลอดโรคบนต้นตอทรอยเยอร์ ซึ่งทนทานต่อโรคทริสเตซ่า และต้นตอมะนาวซึ่งอ่อนแอต่อโรคทริสเตซ่าและมีต้นส้มที่ปลูกเชื้อทริสเตซ่าชนิดรุนแรงและส้มปลอดโรคบนต้นตอ 2 ชนิดสำหรับเป็นตัวเปรียบเทียบ ผลการตรวจเชื้อไวรัสทริสเตซ่าเมื่อต้นส้มอายุ 2 ปี 9 เดือน โดยวิธี ELISA พบเชื้อไวรัสทริสเตซ่าในต้นที่ปลูกเชื้อไว้ทุกต้น แสดงว่าเชื้อ mild strain ทั้ง 3 สายพันธุ์และเชื้อชนิดรุนแรงที่ปลูกให้กับต้นส้ม ยังคงมีชีวิตและเพิ่มปริมาณได้ดีในต้นส้มในสภาพแปลงปลูก ซึ่งการตรวจเชื้อไวรัสโดยวิธี ELISA นั้น ตัวอย่างที่เก็บในช่วงเดือนกันยายน จะให้ปฏิกิริยาที่ชัดเจนกว่าในช่วงอื่น ส่วนต้นที่ไม่ได้ปลูกเชื้อไวรัสทริสเตซ่าพบการติดเชื้อไวรัสใหม่ 15 ต้น และติดเชื้อโรคกรีนนิ่ง 10 ต้น เป็นที่น่าสังเกตว่าต้นส้มที่ปลูกเชื้อ mild strain เจริญเติบโตได้ดีหากไม่ติดเชื้อโรคกรีนนิ่ง โดยพบว่าส้มที่ปลูกเชื้อ mild strain No. 1 และ 3 ติดเชื้อกรีนนิ่งอย่างละ 2 ต้น ในขณะที่ส้มที่ปลูกเชื้อ mild strain No. 2 ยังไม่พบการติดเชื้อโรคกรีนนิ่ง ส่วนส้มที่ปลูกเชื้อ severe strain พบการติดเชื้อกรีนนิ่งถึง 5 ต้น

ส่วนการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มเขียวหวาน ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรนั้น ได้ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษโดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลส้มเขียวหวานจากแปลงทดลองส้มเขียวหวานปลอดโรคของกองโรคพืชและจุลชีววิทยา ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จำนวน 4 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 4 กลุ่ม คือ ออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ออร์กาโนฟอสเฟต 21 ชนิด คาร์บาเมต 7 ชนิด และไพรีทรอยด์ 5 ชนิด ผลการวิเคราะห์พบสารพิษตกค้างของสาร methamidophosในส้มเขียวหวานทั้งผลปริมาณ 0.025-0.042 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในเนื้อส้มเขียวหวานปริมาณ 0.008-0.017 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และพบสาร carbofuran ในส้มเขียวหวานทั้งผลปริมาณ 0.026-0.051 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนในเนื้อส้มเขียวหวานตรวจไม่พบสาร carbofuran

การป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชส้มเขียวหวานที่เหมาะสมได้ศึกษาในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

ศึกษาปริมาณของแมลงศัตรูปากดูดชนิดที่สำคัญในส้มเขียวหวานและการป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมีและสารน้ำมันธรรมชาติและการตรวจนับแมลงศัตรูปากดูดส้มเขียวหวานในแปลงส้มปลอดโรคที่ติดตาบนต้นพันธุ์ 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ Volkameria-na, Trifoliate, Carrizo, RN-88-45 และ Troyer เปรียบเทียบกับกิ่งตอนส้มเขียวหวานที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

พบเพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย และเพลี้ยอ่อนมีปริมาณมากในช่วงส้มแตกใบอ่อนในเดือนมกราคม แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างส้มตอพันธุ์ต่างๆ ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของสาร petroleum oil (DC Tron Plus®) และ highly refined paraffinic oil อัตรา 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50% กับเพลี้ยหอยเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารในสภาพสวน สำหรับเพลี้ยแป้งเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลง malathion และการไม่ใช้สารในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าในเพลี้ยแป้งนั้นการใช้สารฆ่าแมลง malathion ทำให้เพลี้ยแป้งตายร้อยละ 55.96-100.00 หลังการฉีดพ่น 1 วัน การใช้ petroleum oil อัตรา 1.25-1.50% ทำให้เพลี้ยแป้งตายร้อยละ 12.12-100.00 ภายหลังการฉีดพ่น 3-5 วัน ส่วน paraffinic oil ทุกอัตรามีประสิทธิภาพต่ำในการป้องกันกำจัด ส่วนเพลี้ยหอยพบว่าการใช้ petrolum oil และ paraffinic oil มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดต่ำ นอกจากนี้พบแตนเบียนประมาณร้อยละ 5-10

การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์พ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง และเครื่องพ่นสารแบบ Airblast เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มเขียวหวาน ทำการศึกษาเครื่องพ่นสาร Airblast บางชนิดที่ไม่เหมาะสมกับการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มเขียวหวาน โดยการปรับปรุงรูปแบบของที่บังคับลม (conveyor) เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพทรงพุ่มของส้มเขียวหวาน ด้วยอัตราการฉีดพ่นต่าง ๆ กัน คือ 2.5, 3.0 ลิตร/ต้น และอัตราฉีดพ่น 3.5 ลิตร/ต้น 2 อัตราโดย 2 อัตราดังกล่าวมีการจัดลักษณะของหัวฉีดแตกต่างกันโดยพ่นด้วยสี tartrazine 0.4% กับส้มเขียวหวานที่มีความสูง 4.5 เมตร ความกว้างของทรงพุ่ม 4.0 เมตร ที่จังหวัดเชียงราย เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของละอองสาร และปริมาณการตกค้างของละอองสารบนส่วนต่าง ๆ ของต้นส้มเขียวหวาน และปริมาณการสูญเสียของละอองสาร เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดโดยสารเคมีต่อไป

การทดสอบการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มเขียวหวานปลอดโรคโดยวิธีผสมผสาน ที่สวนเกษตรกรอำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โดยการใช้ระดับความหนาแน่นของแมลงศัตรูเป็นตัวกำหนดการป้องกันกำจัด เลือกใช้สารฆ่าแมลง สารจุลินทรีย์ และวิธีการใช้ที่เหมาะสมกับแมลงศัตรูเป้าหมาย เปรียบเทียบกับวิธีการเกษตรกร โดยการสุ่มสำรวจแมลงศัตรูทุก 14 วัน พบว่า มีการลงทำลายของแมลงศัตรูน้อยมาก เนื่องจากเป็นระยะให้ผลผลิต ซึ่งมีผลผลิตหลายรุ่นต่อเนื่องกัน พบเพลี้ยไฟในกับดักกาวเหนียวระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน จำนวน 0-23 ตัว/กับดัก ไม่พบเพลี้ยไก่แจ้ส้มและแมลงศัตรูชนิดอื่นในระดับที่จำเป็นต้องป้องกันกำจัด สำหรับวิธีการของเกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลง abamectin และ dimethoate ในระยะส้มเขียวหวานแตกใบอ่อน

ศึกษาความต้านทานและการพัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าไรบางชนิดของไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* (Tucker) ในสวนส้ม ทำการทดสอบความต้านทานของสารฆ่าไร 5 ชนิด จากแหล่งปลูกส้มโชกุน อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย และส้มพวงทอง อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ไรแดงตัวเต็มวัยเพศเมียอายุ 3-5 วัน ด้วยวิธีการจุ่มใบ

เปรียบเทียบกับสายพันธุ์อ่อนแอ ที่การตายระดับ 50% พบว่า อัตราความต้านทาน (resistance ratio) ของไรแดงแอฟริกันจากอำเภอภูเรือต่อสารฆ่าไร dicofol (Kelthane® 18.5% EC) และ wettable sulfur (กำมะถันทอง® 80% WG) มีค่าสูง 12.61 และ 11.86 เท่าของสายพันธุ์อ่อนแอ และผลต่อสารฆ่าไร propagite (Omite® 30%WP), amitraz (Mitac® 20%EC) มีค่าต่ำ คือ 5.39, 3.89 และ 2.87 เท่าของสายพันธุ์อ่อนแอ สำหรับที่อำเภอวิหารแดง อัตราความต้านทานไรแดงแอฟริกันต่อสารฆ่าไร dicofol, propagite, wettable sulfur, amitraz และ bromopropylate เท่ากับ 9.75, 1.95, 1.70, 1.28 และ 0.73 เท่าของสายพันธุ์อ่อนแอ ตามลำดับ ดังนั้นสารฆ่าไร dicofol และ wettable sulfur ที่ใช้ในสวนส้มโชกุนอำเภอภูเรือ จังหวัดเลย และสารฆ่าไร dicofol ที่ใช้ในสวนส้มพวงทอง อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี นั้น ไรแดงแอฟริกัน มีโอกาสพัฒนาความต้านทานให้สูงขึ้นหากมีการใช้ต่อเนื่อง

รุจ มรกต และคณะ (2543) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการป้องกันกำจัดศัตรูส้มเขียวหวานแบบผสมผสานกับวิธีการของเกษตรกรโดยได้ศึกษาเปรียบเทียบการป้องกันกำจัดศัตรูส้มเขียวหวาน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 (Treatment 1) เป็นรูปแบบที่ประเมินประชากรศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ และใช้ petroleum oil ป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเมื่อเกินระดับเศรษฐกิจ โดย petroleum oil นั้นมีข้อดีคือ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ มีพิษน้อยต่อศัตรูธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืชหลายชนิด รูปแบบที่ 2 (Treatment 2) ประเมินประชากรแมลงและไรศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติเช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 แต่ใช้สารเคมีตามคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยาในการป้องกันกำจัด โดยสารเคมีที่แนะนำได้ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงต่อแมลงและไรศัตรูพืชแต่ละชนิดในสวนส้ม และรูปแบบที่ 3 (Treatment 3) เป็นการป้องกันกำจัดแบบดั้งเดิมของเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 8 ซ้ำ ดำเนินการทดลองในสวนส้มของเกษตรกร อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี ในปี พ.ศ. 2541–2542 และในสวนส้มเกษตรกร อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ในปี พ.ศ. 2542 ผลการทดลองในสวนส้มจังหวัดสระบุรีพบว่า ปริมาณประชากรแมลงและไรศัตรูส้ม และศัตรูธรรมชาติทั้ง 3 รูปแบบ ไม่แตกต่างกันในรูปแบบและระดับประชากร โดยพบประชากรศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติอยู่ในระดับต่ำ ประชากรศัตรูพืชไม่เคยเกินระดับเศรษฐกิจ สันนิษฐานว่าสภาพนิเวศแบบนี้เป็นผลมาจากการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องในสวนส้มที่ทดลอง และบริเวณใกล้เคียงมาเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม มีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูส้มแบบป้องกันล่วงหน้ากับศัตรูส้มบางชนิดในรูปแบบที่ 1 และ 2 ในปี พ.ศ. 2541 เท่ากับ 4 และ 1 ครั้ง ตามลำดับ ในขณะที่เกษตรกรฉีดพ่นสาร 20 ครั้ง สรุปได้ว่ารูปแบบที่ 1 สามารถลดการใช้สารเคมีได้ร้อยละ 80 และลดต้นทุนได้ 501 บาท/ไร่ ส่วนรูปแบบที่ 2 สามารถลดการใช้สารเคมีได้ร้อยละ 95 และลดต้นทุนได้ 879.3 บาท/ไร่ ในปี พ.ศ. 2542 ไม่ฉีดพ่นสารในรูปแบบที่ 1 และ 2 ในขณะที่เกษตรกรฉีดพ่นสารถึง 29 ครั้ง สรุปได้ว่าทั้งรูปแบบที่ 1 และ 2 สามารถลดการฉีดพ่นสารเคมีได้

ร้อยละ 100 และลดต้นทุนได้ 1,367.1 บาท/ไร่ ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพในปี พ.ศ. 2541 ทั้ง 3 รูปแบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในปี พ.ศ. 2542 คุณภาพของผลผลิตของรูปแบบที่ 3 ดีกว่ารูปแบบที่ 1 และ 2 สัดส่วนผลการตอบแทนทั้ง 3 รูปแบบในปี พ.ศ. 2542 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองในสวนส้มจังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2541 พบว่า ปริมาณประชากรศัตรูพืชไม่แตกต่างกันในรูปแบบและระดับของประชากร เพลี้ยไก่แจ้ส้มเป็นศัตรูที่สำคัญที่สุด มีระดับประชากรสูงและเกินระดับเศรษฐกิจบ่อยครั้ง สันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากสภาพนิเวศของสวนส้มที่ทดลอง และสวนส้มใกล้เคียงมีการแตกยอดอ่อนขนาดเล็กอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของเพลี้ยไก่แจ้ส้ม มีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 10, 7 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ เกษตรกรตัดสินใจลดจำนวนครั้งในการฉีดพ่นสารเคมีเองตามสภาพเศรษฐกิจ จำนวนผลผลิตของทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่รูปแบบที่ 1 และ 2 มีคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่า สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนของทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (เกษตรกรยอมรับแนวคิด) รูปแบบการประเมินประชากรแมลงและไรศัตรูพืช เพื่อการป้องกันกำจัดให้ผลดีต่อการตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสม แต่ยังมีปัญหาในการรับไปปฏิบัติ สำหรับการประเมินผล petroleum oil พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบได้ในการทดลองที่สวนส้มจังหวัดสระบุรี เพราะมีการใช้น้อยครั้ง ส่วนสวนส้มทดลองจังหวัดแพร่ มีการใช้ petroleum oil 8 ครั้ง พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มได้ระดับหนึ่ง โดยไม่พบอาการที่แสดงว่าน้ำมันมีพิษต่อต้นส้ม

Jungbluth (2000) ได้ศึกษาการใช้สารเคมีในสวนส้มและสภาพปัญหาต่างๆ ในแหล่งปลูกส้มที่สำคัญของประเทศ เก็บข้อมูลโดยการออกแบบสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวนทั้งสิ้น 205 คน โดยสุ่มเกษตรกรจากจังหวัดปทุมธานีจำนวน 103 คน จังหวัดสระบุรี 66 คน และนครนายก 33 คน ในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2539 พบว่าเกษตรกรฉีดพ่นสารเคมีในช่วง 9-72 ครั้ง/ปี คิดโดยเฉลี่ย 35 ครั้ง/ปี สารฆ่าแมลงเป็นสารกลุ่มหลักที่เกษตรกรใช้ ส่วนสารฆ่าวัชพืชมีการใช้น้อย เพราะใช้วิธีกลเป็นหลัก เกษตรกรร้อยละ 50 ใช้เครื่องยนต์ฉีดพ่น ที่เหลือฉีดพ่นแบบเครื่องสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayers) และการฉีดพ่นส่วนใหญ่เป็นแบบ "cocktail' วัตถุประสงค์เพื่อลดค่าแรงและเชื่อว่าสามารถควบคุมศัตรูพืชหลายชนิดในการฉีดพ่นเพียง 1 ครั้ง เกษตรกรร้อยละ 55.6 ซื้อสารเคมีตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายสารเคมี ส่วนอัตราในการใช้เกษตรกรร้อยละ 80.9 จะดูข้อมูลบนฉลาก สารเคมีที่สำคัญที่เกษตรกรใช้ได้แก่ dimethoate, cypermethrin, methamidophos (ห้ามใช้ในปัจจุบัน), flufenoxuron, methomyl, monocrotophos (ห้ามใช้ในปัจจุบัน), imidacloprid, carbosulfan, carbendazim, captan, copper oxychloride, mancozeb, glyphosate และ paraquat ศัตรูพืชที่ระบาดรุนแรงได้แก่ เพลี้ยไฟ หนอนชอนใบส้ม โรคไฟทอปทอรา ไรศัตรูส้มและโรคแคงเคอร์ และเป็นที่น่าสนใจพบว่าเกษตรกรเพียงร้อยละ 15 เท่านั้นที่คิดว่าโรคกรีนนิ่งเป็นปัญหาสำคัญของส้ม เกษตรกรประมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นจาก

ศัตรูพืชประมาณร้อยละ 25 แต่หากไม่มีการฉีดพ่นสารเคมี ความสูญเสียจะสูงถึงร้อยละ 80 และจากการวิเคราะห์รายได้และต้นทุนของสารเคมีในพื้นที่ศึกษาพบว่ารายได้และต้นทุนแตกต่างกันไปตามอายุของพืชดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. รายได้และต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ไร่) ของเกษตรกรในส้มอายุต่างๆ

อายุส้ม (ปี)	ต้นทุน สารเคมี	ต้นทุน ปุ๋ย	ต้นทุนรวมทั้งหมด และค่าแรง	ร้อยละของต้นทุนสารเคมี เทียบกับต้นทุนรวม	รายได้
0-4	2,788	1,838	7,860	34.1	4,956
5-9	4,729	2,108	11,032	41.4	25,784
10-14	4,403	2,305	10,954	38.3	32,018
15-20	4,618	2,157	10,361	42.2	30,869

ที่มา: Jungbluth (2000)

4. วิธีการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ทุก 10 วัน ส่วนการทดลองที่ 2 ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงโดยใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมีเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้คือสาร abamectin และ chlorpyrifos ทั้ง 2 การทดลองใช้ส้มโชกุนแปลงเดียวกัน การทดลองที่ 1 ทดลองระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2547 ส่วนการทดลองที่ 2 ทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1 ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 โดยมีรายละเอียดดังนี้

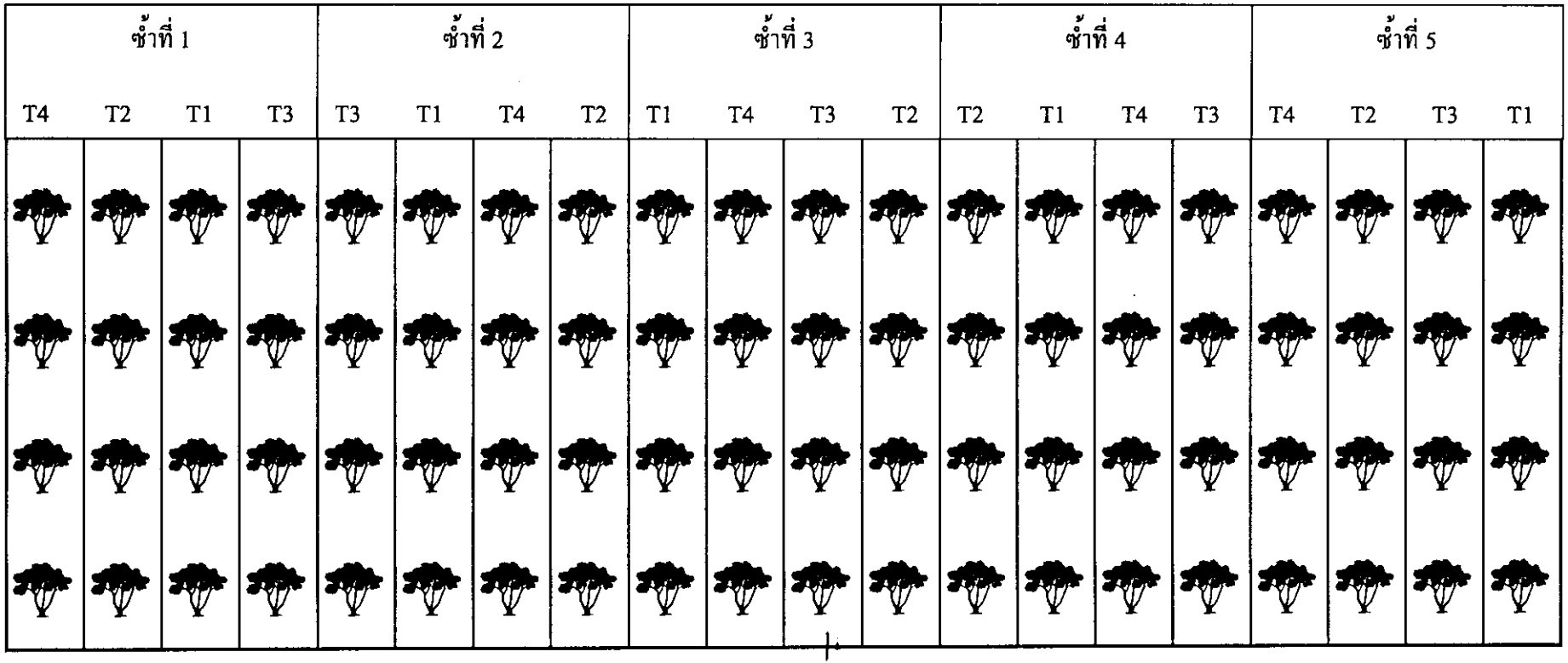
4.1 การทดลองที่ 1: ศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูพืชและผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงที่อาศัยบริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มส้มโชกุน เมื่อฉีดพ่นสารทุก 10 วัน

4.1.1 การวางแผนทดลอง

ทดลองกับส้มโชกุนอายุ 6 ปี ที่สวนเกษตรกรอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา (ภาพที่ 1 ภาคผนวก) วางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized complete block, RCB) ทรีทเมนต์ประกอบด้วยการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ 4 ทรีทเมนต์ (ตารางที่ 5) ทรีทเมนต์ที่ 4 เป็นตัวแทนสารฆ่าแมลงของเกษตรกร แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ส้มโชกุนจำนวน 4 ต้น (ภาพที่ 2) เริ่มทดลองโดยฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทั้งหมด 25 ครั้ง ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2547 โดยมีระยะห่างของการฉีดพ่นแต่ละครั้งเฉลี่ยเท่ากับ 10.3±0.8 วัน ฉีดพ่นครั้งแรกในวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2547 และครั้งสุดท้ายในวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2547 ด้วยเครื่องยนต์สะพายหลัง ผสมสารจับใบ Latron® CS-7 อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วทรงพุ่มต้นส้ม ใช้ปริมาตรของน้ำในการฉีดพ่น (spray volume) 75 ลิตร/ไร่ (1.5 ลิตร/ต้น จากส้ม 50 ต้น/ไร่) วันที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงตลอดการทดลองแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5. ชนิดของสารฆ่าแมลงและอัตราการใช้ในการทดลองที่ 1

ทรีทเมนต์	ชนิดของสาร (ชื่อการค้า)	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
1	Petroleum oil (Petroleum S® 67% EC) + neem (Advantage® azadirachtin 0.1% SL)	60+100
2	Carbosulfan (Posse® 20% EC)	60
3	Imidacloprid (Confidor® 100 SL) + malathion (Luxenmala® 83% EC)	8+40
4	Abamectin (Promectin® 1.8% EC) + chlorpyrifos (Lorsban® 40% EC)	10+30



ภาพที่ 2. แผนผังการทดลองที่ใช้ในการศึกษา (T หมายถึง ทรีทเมนต์)

ตารางที่ 6. วันที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง เก็บข้อมูล และระยะห่างการฉีดพ่น ในการทดลองที่ 1

วันที่	ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง	ตรวจนับแมลงและเก็บแมลงโดยใช้สวิงโฉบ	เก็บตัวอย่างแมลงโดยกับดักหลุมพราง	ระยะห่างการฉีดพ่น (วัน)
8 ม.ค. 47	/			-
19 ม.ค. 47	/	/	/	11
30 ม.ค. 47	/	/	/	11
9 ก.พ. 47	/	/	/	10
19 ก.พ. 47	/	/	/	10
1 มี.ค. 47	/	/	/	10
11 มี.ค. 47	/	/	/	10
22 มี.ค. 47	/	/	/	11
1 เม.ย. 47	/	/	/	10
9 เม.ย. 47	/	/	/	8
19 เม.ย. 47	/	/	/	10
29 เม.ย. 47	/	/	/	10
10 พ.ค. 47	/	/	/	11
20 พ.ค. 47	/	/	/	10
31 พ.ค. 47	/	/	/	11
10 มิ.ย. 47	/	/	/	10
21 มิ.ย. 47	/	/	/	11
1 ก.ค. 47	/	/	/	10
12 ก.ค. 47	/	/	/	11
22 ก.ค. 47	/	/	/	10
3 ส.ค. 47	/	/	/	12
13 ส.ค. 47	/	/	/	10
23 ส.ค. 47	/	/	/	10
3 ก.ย. 47	/	/	/	11
13 ก.ย. 47	/	/	/	10
23 ก.ย. 47	-	/	/	10
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	10.3
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	0.7

4.1.2 การเก็บข้อมูลการทดลอง

สุ่มนับจำนวนแมลงศัตรูพืชและแมลงนอกเป้าหมายก่อนฉีดพ่นทุกครั้ง มีรายละเอียดดังนี้

แมลงศัตรูส้ม: นับแมลงศัตรูส้มที่สำคัญที่พบในแปลงทดลองได้แก่ เพลี้ยหอยส้ม หนอนชอนใบส้ม เพลี้ยไก่แจ้ส้ม และเพลี้ยอ่อนส้ม โดยนับเพลี้ยหอยส้มที่ผลจากการสุ่มผลจำนวน 5 ผล/ต้น ส่วนแมลงศัตรูชนิดอื่นสุ่มนับที่ยอดจำนวน 5 ยอด/ต้น หาค่าเฉลี่ยของปริมาณแมลงที่สำรวจต่อ 5 ผล และต่อ 5 ยอด ในแต่ละซ้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA)

แมลงชนิดอื่น: นับแมลงนอกเป้าหมายชนิดอื่นที่ไม่ใช่แมลงศัตรูส้มที่อาศัยอยู่บริเวณผิวดินใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนโดยใช้กับดักหลุมพราง (pitfall traps) (ภาพที่ 3 ภาคผนวก) วางกับดักบริเวณโคนต้นส้ม จำนวน 1 กับดัก/ต้น โดยขุดดินลึกพอประมาณ ฝังกล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ภายในบรรจุด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 70% จำนวน 300 มิลลิลิตร ฝังกล่องพลาสติกให้ส่วนบนสุดอยู่ระดับเดียวกับผิวดิน เพื่อป้องกันน้ำฝนไหลลงสู่กล่องพลาสติกจึงใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมุงเป็นหลังคา เก็บตัวอย่างทุกครั้งก่อนการฉีดพ่น นำแมลงที่ได้แต่ละกับดักไปนับปริมาณและแยกชนิดที่ห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช หาค่าเฉลี่ยของปริมาณแมลงที่สำรวจต่อ 1 กับดักในแต่ละซ้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ส่วนแมลงที่อาศัยบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่ม นับโดยใช้สวิงโฉบบริเวณต้นวัชพืชจำนวน 4 โฉบ (4 ทิศ)/ต้น (ภาพที่ 3 ภาคผนวก) นำแมลงที่ได้จากการโฉบแต่ละต้นใส่ถุงพลาสติกใส นำไปนับจำนวนและแยกชนิดที่ห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช หาค่าเฉลี่ยของปริมาณแมลงที่สำรวจต่อ 1 โฉบในแต่ละซ้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

4.1.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแมลงศัตรูส้มและแมลงนอกเป้าหมายชนิดอื่นที่พบในกับดักหลุมพรางและที่ได้จากการใช้สวิงโฉบในทรีทเมนต์ต่างๆ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

วิเคราะห์ความหลากหลายของวงศ์ (Family diversity) ของแมลงที่พบในทรีทเมนต์ต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง และเปรียบเทียบความหลากหลายโดยคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายตามวิธีการของซิมพ์สัน (Simson's index of diversity, Ds) โดยใช้สูตรดังนี้

$D_S = 1 - Sum_i^i [n_i*(n_i-1)]/[N*(N-1)]$

เมื่อ Ds = Simson's index of diversity,

n_i = the number of individuals in the i^{th} family collected, และ

N = the total number of organisms in the sample

4.2 การทดลองที่ 2: ศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูพืชและผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงที่อาศัยบริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มส้มโชกุน เมื่อฉีดพ่นสารโดยใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูส้มตัดสินใจ

4.2.1 การวางแผนทดลอง

ทดลองกับส้มโชกุนสวนเดียวกันกับการทดลองข้อ 4.1 วางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ ทรีทเมนต์ประกอบด้วยการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ เหมือนการทดลองที่ 1 ยกเว้นในทรีทเมนต์ที่ 2 ที่ใช้สาร carbosulfan+carbaryl เนื่องจากผลการทดลองที่ 1 พบว่า การใช้สาร carbosulfan เพียงอย่างเดียวไม่สามารถควบคุมเพลี้ยหอยได้ ทรีทเมนต์ต่างๆ แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7. ชนิดของสารฆ่าแมลงและอัตราการใช้ในการทดลองที่ 2

ทรีทเมนต์	ชนิดของสาร (ชื่อการค้า)	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)
1	Petroleum oil (Petroleum S® 67% EC) + neem (Advantage® azadirachtin 0.1% SL)	60+100
2	Carbosulfan (Posse® 20% EC))+ carbaryl (Savin® 85% WP)	60 ml + 60
3	Imidacloprid (Confidor® 100 SL) + malathion (Luxenmala® 83% EC)	8+40
4	Abamectin (Promectin® 1.8% EC) + chlorpyrifos (Lorsban® 40% EC)	10+30

ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงตามทรีทเมนต์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรดังนี้

หนอนชอนใบส้ม หนอนแก้วส้ม ฉีดพ่นเมื่อยอดอ่อนถูกทำลายมากว่าร้อยละ 50 ของยอดอ่อนที่สำรวจ

เพลี้ยไก่แจ้ส้ม ฉีดพ่นทันทีเมื่อพบตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเนื่องจากเป็นพาหะของโรคกรีนนิ่ง

เพลี้ยอ่อนส้ม ฉีดพ่นทันทีเมื่อพบตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเนื่องจากเป็นพาหะของโรคทริสเตซ่า

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ฉีดพ่นสารครั้งแรกในวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2547 และฉีดพ่นครั้งสุดท้ายวันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2548 ด้วยเครื่องยนต์สะพายหลัง ผสมสารจับใบ Latron® CS-7 ที่อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วทรงพุ่มต้นส้ม ใช้ปริมาตรของน้ำในการฉีดพ่นเท่ากับการทดลองที่ 1 ก่อนการฉีดพ่นทุกครั้งตรวจนับปริมาณของแมลงศัตรูส้ม และแมลงนอกเป้าหมายชนิดอื่นๆ ที่อาศัยอยู่บริเวณ

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

ผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มต้นส้ม โดยวิธีเดียวกันกับการทดลองที่ 1 หากฉีดพ่นทุก 10 วัน เหมือนการทดลองที่ 1 จะฉีดพ่นรวมทั้งสิ้น 21 ครั้ง แต่เนื่องจากในการทดลองที่ 2 ใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมี ทำให้จำนวนครั้งของการฉีดพ่นในแต่ละทรีทเมนต์แตกต่างกัน โดยในทรีทเมนต์ที่ 1 ฉีดพ่นทั้งสิ้น 17 ครั้ง ส่วนทรีทเมนต์ที่เหลือฉีดพ่นเท่ากันจำนวน 13 ครั้ง (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8. วันที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ ในการทดลองที่ 2

วันที่	การฉีดพ่นสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ			
	ทรีทเมนต์ 1	ทรีทเมนต์ 2	ทรีทเมนต์ 3	ทรีทเมนต์ 4
4 ต.ค. 47	/	/	/	/
14 ต.ค. 47	/	/	/	/
26 ต.ค. 47	X	X	X	X
5 พ.ย. 47	/	/	/	/
12 พ.ย. 47	X	X	X	X
25 พ.ย. 47	/	/	/	/
7 ธ.ค. 47	X	X	X	X
17 ธ.ค. 47	/	X	X	/
27 ธ.ค. 47	/	/	/	/
7 ม.ค. 48	/	/	/	/
17 ม.ค. 48	/	/	/	/
27 ม.ค. 48	/	/	X	X
7 ก.พ. 48	/	/	/	/
17 ก.พ. 48	/	/	/	/
28 ก.พ. 48	/	/	X	X
10 มี.ค. 48	/	X	X	/
21 มี.ค. 48	/	/	/	/
31 มี.ค. 48	/	X	/	X
8 เม.ย. 48	X	X	X	X
18 เม.ย. 48	/	/	/	/
28 เม.ย. 48	/	X	X	X
รวม	17	13	13	13

หมายเหตุ: / = ฉีดพ่นสาร; X = ไม่ฉีดพ่นสาร

4.2.2 การเก็บข้อมูลการทดลอง

ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 4.1.2

4.2.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 4.1.3

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลอง

วิเคราะห์ต้นทุนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ทดลองในทรีทเมนต์ต่างๆ ในการทดลองที่ 1 และ 2 โดยคำนวณต้นทุนสารฆ่าแมลงที่ใช้ฉีดพ่น/ต้น และต้นทุน/ไร่ บนพื้นฐานปริมาณน้ำที่ใช้ฉีดพ่น 1.5 ลิตร/ต้น หรือ 75 ลิตร/ไร่ เมื่อมีจำนวนต้นส้ม 50 ต้น/ไร่ ราคาของสารฆ่าแมลงและสารจับใบแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9. ราคาของสารฆ่าแมลงและสารจับใบที่ใช้ในการทดลอง

สารฆ่าแมลง/สารจับใบ	ราคา (บาท/ลิตร หรือ กิโลกรัม)
Petroleum S® 67% EC	190
Advantage® azadirachtin 0.1% SL	250
Posse® 20% EC	350
Savin® 85% WP	300
Confidor® 100 SL	1,250
Luxenmala® 83% EC	150
Promectin® 1.8% EC	650
Lorsban® 40% EC	350
Latron® CS-7 (surfactant)	250

5. ผลการทดลอง

5.1 ประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูพืชของการใช้สารฆ่าแมลงรูปแบบต่างๆ กับรูปแบบการใช้สารของเกษตรกร

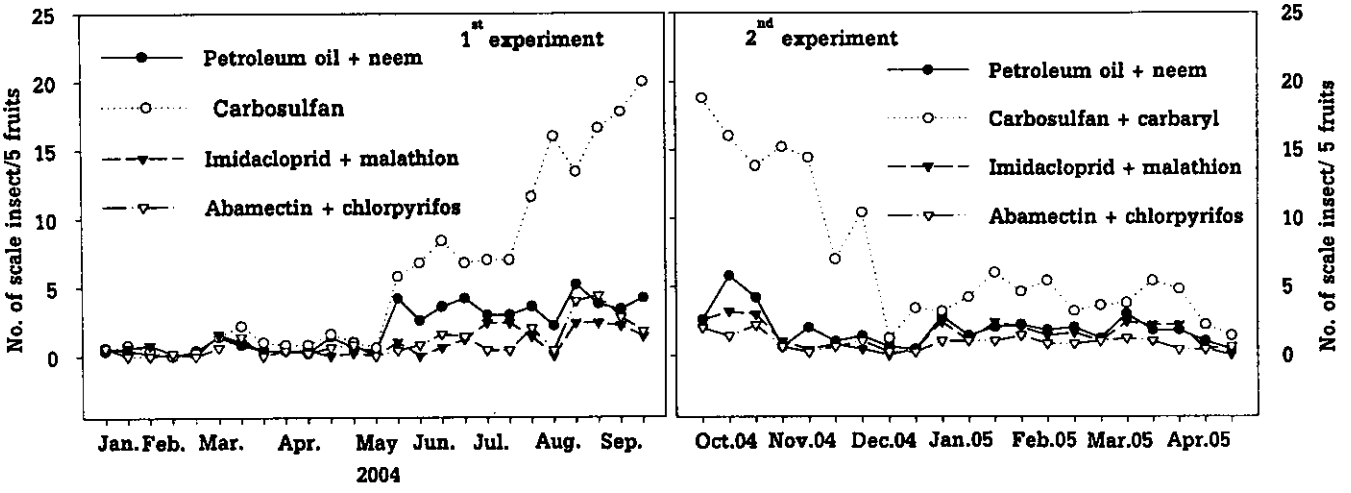
5.1.1 ประสิทธิภาพการควบคุมเพลี้ยหอยส้ม

ปริมาณเพลี้ยหอยส้มที่สำรวจพบบนผลส้มตลอดการศึกษาทั้ง 2 การทดลองแสดงในภาพที่ 3 พบว่า การทดลองที่ 1 การใช้สารฆ่าแมลง carbosulfan อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ไม่สามารถควบคุมเพลี้ยหอยส้มได้ เนื่องจากในช่วงที่มีการระบาดของแมลงชนิดนี้ในระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2547 ประชากรยังคงเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ถึงแม้ว่าได้ฉีดพ่นสารดังกล่าวทุก 10 วันก็ตาม จำนวนเพลี้ยหอยเฉลี่ย/5 ผล ระหว่าง 2 เดือนดังกล่าวและจำนวนเพลี้ยหอยทั้งหมดตลอดระยะเวลาการทดลองในส้มที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลง carbosulfan แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับส้มที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์อื่นๆ (ตางที่ 10) การใช้ petroleum oil อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ผสมกับสารสะเดาซึ่งมีสาร azadirachtin 0.1% อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ให้ผลเป็นที่น่าพอใจในการควบคุมเพลี้ยหอยส้ม ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพการควบคุมจะต่ำกว่าสาร imidacloprid อัตรา 8 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ผสมกับ malathion อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และสาร abamectin อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ผสมกับสาร chlorpyrifos อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร การใช้สาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion ให้ผลควบคุมเพลี้ยหอยส้มไม่แตกต่างจากการใช้สาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ในสวนส้ม (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10. ปริมาณเพลี้ยหอยบนผลส้มในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	ปริมาณเพลี้ยหอย/5 ผล (means±SE)[1]			
	การทดลองที่ 1		ปริมาณรวมตลอดการทดลอง	
	ส.ค. 47	ก.ย. 47	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	3.7±0.8b[2]	3.8±0. 6b[2]	50.2±9.0b[2]	40.0±3.5b[2]
Carbosulfan (60)[3]	13.7±2.2a	18.1±1.0a	148.4±20.3a	148.0±9.9a
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	1.2±0.4b	2.0±0.6b	23.4±4.1b	30.8±2.5bc
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	2.1±0.5b	3.0±0.7b	25.2±2.9b	19.0±2.9c
F-test	**	**	**	**
CV (%)	47.0	24.2	33.4	18.2

[1] เฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ; [2] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT; ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99%; SE = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; [3] ในการทดลองที่ 2 = carbosufan (60) + carbaryl (60)



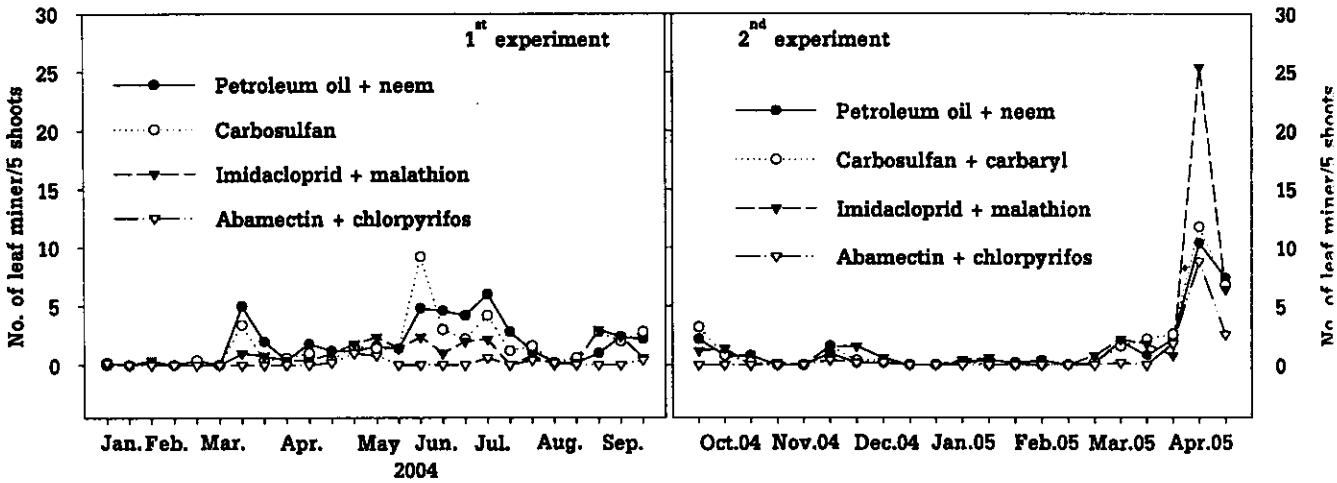
ภาพที่ 3. ปริมาณเพลี้ยหอยส้มเฉลี่ยบนผลส้มในสวนเกษตรกรอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

การทดลองที่ 2 เมื่อใช้สาร carbosulfan ผสมกับสาร carbaryl ฉีดพ่นพบว่าจำนวนเพลี้ยหอยทั้งหมดตลอดระยะเวลาทดลองยังคงเฉลี่ยสูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) อย่างไรก็ตาม พบว่าหลังจากผสมด้วยสาร carbaryl จำนวนเพลี้ยหอยส้มมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จากจุดสูงสุดในเดือนกันยายนเฉลี่ย 18.1 ตัว/5 ผล ลดลงเหลือเฉลี่ย 16.2, 12.2 และ 5.0 ตัว/5 ผล ในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม พ.ศ. 2548 ตามลำดับ ชี้ให้เห็นว่าเพลี้ยหอยส้มเริ่มระบาดในเดือนพฤษภาคมและเพิ่มจำนวนจนถึงจุดสูงสุดในเดือนกันยายน หลังจากนั้นประชากรค่อยๆ ลดลงระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548 และประชากรอยู่ในระดับต่ำระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึงสิ้นสุดการทดลองในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 การใช้สาร carbosulfan ถึงแม้ว่าเป็นสารชนิดดูดซึม ซึ่งโดยทั่วไปสามารถควบคุมแมลงปากดูดได้ดี แต่ในกรณีของเพลี้ยหอยส้ม สารดังกล่าวไม่สามารถควบคุมได้

5.1.2 ประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบส้ม

ปริมาณหนอนชอนใบส้มในทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2 แสดงในภาพที่ 4 พบว่า ภายใต้เงื่อนไขการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ในการทดลองที่ 1 และ 2 นั้น ปริมาณของหนอนชอนใบส้มค่อนข้างต่ำ ยกเว้นในการทดลองที่ 2 ช่วงก่อนสิ้นสุดการทดลองในเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ที่จำนวนหนอนชอนใบเริ่มเพิ่มสูงขึ้น สาเหตุเนื่องมาจากการทดลองที่ 2 ใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นสาร ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 8 พบว่า ช่วงต้นเดือนเมษายนไม่ได้ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงในทุกทรีทเมนต์ จึงทำให้ปริมาณหนอนชอนใบเพิ่มสูงขึ้น เมื่อฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุกทรีทเมนต์ในวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2548 ทำให้ 10 วันถัดมาคือ วันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2548 มีปริมาณหนอนชอนใบลดลง ชี้ให้เห็นว่าทุกทรีทเมนต์มีผลต่อการควบคุมปริมาณ

หนอนชอนใบส้ม อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการควบคุมแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของหนอนชอนใบส้มในช่วงเดือนมีนาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2547 ของการทดลองที่ 1 และปริมาณหนอนชอนใบส้มรวมตลอดการทดลองทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่า สารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้คือ ทรีทเมนต์ที่ 4 ให้ผลควบคุมหนอนชอนใบส้มดีที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05, 0.01$) กับทุกทรีทเมนต์ (ตารางที่ 11)



ภาพที่ 4. ปริมาณหนอนชอนใบส้มเฉลี่ยในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

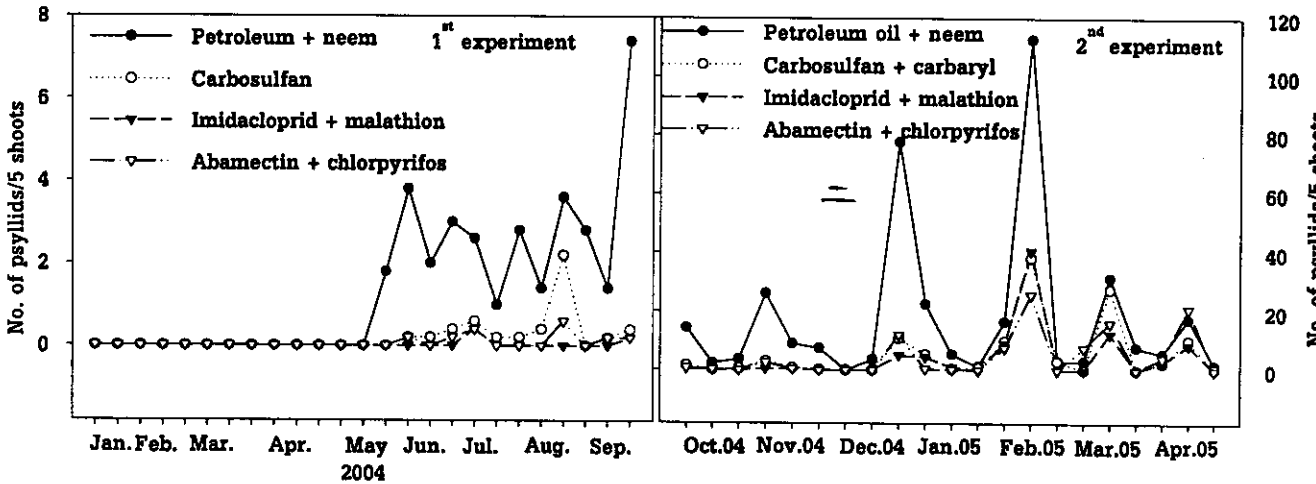
ตารางที่ 11. ปริมาณหนอนชอนใบส้มในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	ปริมาณหนอนชอนใบส้ม/5 ยอด (means±SE)[1/]			
	การทดลองที่ 1		ปริมาณรวมตลอดการทดลอง	
	มี.ค. 47	มิ.ย. 47	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	1.8±0.5a[2/]	4.7±0.5ab[2/]	45.0±4.4a[2/]	29.4±4.3ab[2/]
Carbosulfan (60)[3/]	1.3±0.6ab	6.1±1.8a	40.6±8.1a	32.0±6.7a
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	0.3±0.1bc	1.7±0.5bc	24.4±4.4b	45.4±11.3a
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	0.0±0.0c	0.0±0.0c	3.8±0.8c	14.2±5.3b
F-test	**	**	**	*
CV (%)	85.2	74.6	37.7	39.1

[1/] เฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ; [2/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT; ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99%; * แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95%; SE = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน;
[3/] ในการทดลองที่ 2 = carbosufan (60) + carbaryl (60)

5.1.3 ประสิทธิภาพการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้ม

จากผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่า สารฆ่าแมลงทุกทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 ชุดการทดลองให้ผลควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มได้ดี ยกเว้นสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดา เนื่องจากปริมาณเพลี้ยไก่แจ้ส้มรวมตลอดการทดลองทั้ง 2 ชุดการทดลองในส้มที่ฉีดพ่นด้วยสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดา สูงกว่าฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยปริมาณเพลี้ยไก่แจ้ส้มรวมตลอดการทดลองเฉลี่ย 12.2 และ 372.8 ตัว/5 ยอด ในการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) การใช้สาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion และสาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้ม ส่วนสาร carbosulfan มีประสิทธิภาพรองลงมา อย่างไรก็ตาม ทั้ง 3 ทรีทเมนต์ดังกล่าวให้ผลควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12)



ภาพที่ 5. ปริมาณเพลี้ยไก่แจ้ส้มเฉลี่ยในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

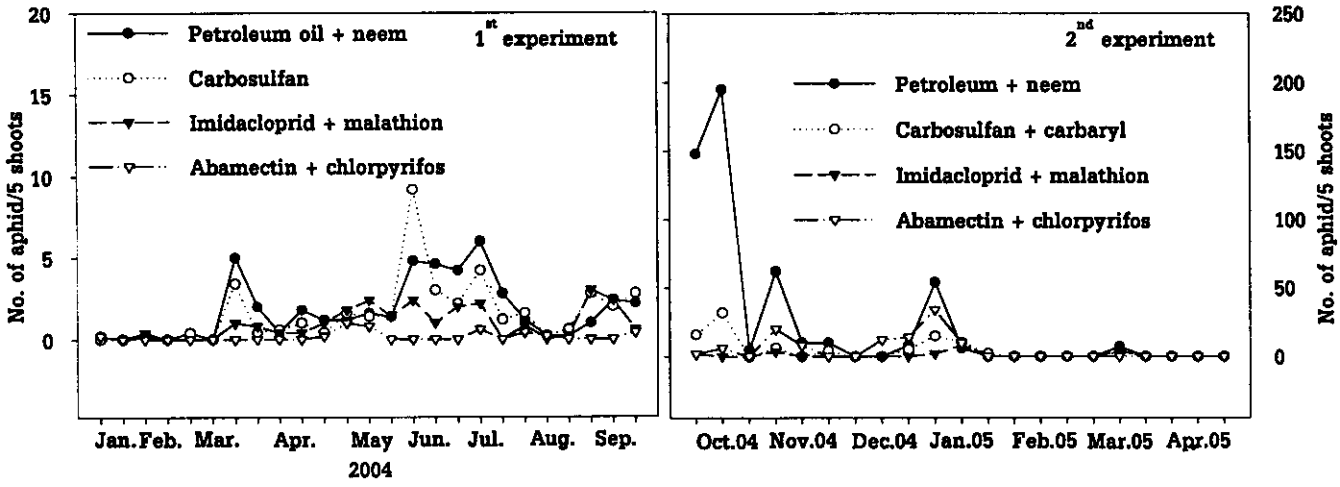
ตารางที่ 12. ปริมาณเพลี้ยไก่แจ้ส้มรวมในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	ปริมาณเพลี้ยไก่แจ้ส้มรวม/5 ยอด (means±SE)[1/]	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	12.2±2.3a	372.8±50.2a
Carbosulfan (60)	1.7±0.9b	114.8±27.2b
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	0.2±0.2b	84.8±21.9b
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	0.6±0.2b	99.0±6.7b
F-test	**	**
CV (%)	68.6	35.0

[1/] เฉลี่ยจาก 20 ซ้ำ; [2/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT; ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99%; SE = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; [3/] ในการทดลองที่ 2 = carbosufan (60) + carbaryl (60)

5.1.4 ประสิทธิภาพการควบคุมเพลี้ยอ่อน

จากผลการทดลองในภาพที่ 6 และตางที่ 13 พบว่า การทดลองที่ 2 เพลี้ยอ่อนระบาดมากกว่าการทดลองที่ 1 ในทำนองคล้ายกันกับเพลี้ยไก่แจ้ส้ม การใช้สารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ให้ผลควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ดีกว่าในทรีทเมนต์ที่ 1 ซึ่งฉีดพ่นด้วยสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดา ปริมาณเพลี้ยอ่อนรวมตลอดการทดลองทั้ง 2 การทดลองในส้มที่ฉีดพ่นด้วยสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดาเฉลี่ยเท่ากับ 239.6 และ 508.0 ตัว/5 ยอด ในการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปริมาณเพลี้ยอ่อนในส้มที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$, 0.01) (ตารางที่ 13) เมื่อพิจารณาผลการควบคุมเพลี้ยอ่อนของสารฆ่าแมลงระหว่างทรีทเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ในการทดลองที่ 2 ซึ่ง 3 ทรีทเมนต์ดังกล่างมีจำนวนครั้งการฉีดพ่นทั้งหมดเท่ากัน 13 ครั้ง (ตารางที่ 8) พบว่าการฉีดพ่นด้วยสาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion ให้ผลควบคุมเพลี้ยอ่อนดีที่สุด ซึ่งมีปริมาณเพลี้ยอ่อนรวมตลอดการทดลองเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 19.8 ตัว/5 ยอด แต่ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติกับการฉีดพ่นด้วยสาร carbosulfan ผสมกับสาร carbaryl และสาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 92.6 และ 106.0 ตัว/5 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 13)



ภาพที่ 6. ปริมาณเพลี้ยอ่อนเฉลี่ยในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

ตางที่ 13. ปริมาณเพลี้ยอ่อนรวมในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	ปริมาณเพลี้ยอ่อนรวม/5 ยอด (means±SE)[1/]	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	239.6±112.9a	508.0±99.9a
Carbosulfan (60)	1.4±0.8b	92.6±24.8b
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	5.0±3.8b	19.8±12.6b
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	1.2±1.2b	106.0±37.2b
F-test	*	**
CV (%)	105.7	58.6

[1/] เฉลี่ยจาก 20 ซ้ำ; [2/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT; ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99%; * แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95%; SE = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; [3/] ในการทดลองที่ 2 = carbosufan (60) + carbaryl (60)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ฉีดพ่นในสวนส้มคือ สาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos ให้ผลควบคุมแมลงศัตรูส้มที่สำคัญดังกล่าวข้างต้นได้ดี นอกจากนี้สาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion ก็ให้ผลควบคุมแมลงศัตรูส้มได้ดีเช่นเดียวกัน และไม่แตกต่างจากสาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos แต่เมื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยต่อ

ผู้ใช้หากมีโอกาสได้รับสารเข้าสู่ร่างกายโดยดูจากค่าความเป็นพิษ (LD_{50}) การใช้สาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos มีโอกาสที่จะเกิดอันตรายต่อผู้ใช้สูงกว่าการใช้สาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion เนื่องจากสาร abamectin และ chloryrifos มีค่า oral LD_{50} ในหนูเท่ากับ 10 และ 135 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวของสาร imidacloprid และ malathion เท่ากับ 450 และ 2,100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2545ข)

เมื่อใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นสารฆ่าแมลงในสวนส้มในการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นทุก 10 วันในการทดลองที่ 1 ตามการปฏิบัติของเกษตรกรพบว่า การใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นสารช่วยลดจำนวนครั้งการฉีดพ่นลงได้ จากข้อมูลการฉีดพ่นในตารางที่ 8 ของการทดลองที่ 2 หากฉีดพ่นทุก 10 วัน จะต้องฉีดพ่นทั้งหมด 21 ครั้ง แต่เมื่อใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นพบว่า ในทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ฉีดพ่นเพียง 17, 13, 13 และ 13 ครั้ง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการควบคุมแมลงศัตรูส้มระหว่าง 2 การทดลองดังกล่าวพบว่า การทดลองที่ 1 และ 2 ให้ผลควบคุมเพลี้ยหอยส้มและหนอนชอนใบส้มไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 3 และ 4) ในขณะที่ให้ผลตรงกันข้ามในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มและเพลี้ยอ่อนระหว่าง 2 การทดลองดังกล่าวคือ การทดลองที่ 2 ให้ผลควบคุมแมลงดังกล่าวต่ำกว่าการทดลองที่ 1 (ภาพที่ 5 และ 6) ดังนั้นในกรณีที่มีการระบาดของเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยไก่แจ้ส้มจำเป็นต้องฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุก 10 วันดังที่เกษตรกรปฏิบัติ

5.2 ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงที่อาศัยบริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มส้มโชกุน หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงรูปแบบต่างๆ กับรูปแบบการใช้ของเกษตรกร

5.2.1 ความหลากหลายของแมลงผิวดินจากกับดักหลุมพราง

แมลงนอกเป้าหมายที่พบในกับดักหลุมพรางของทุกทรีทเมนต์ทั้ง 2 ชุดการทดลองพบทั้งหมด 8 อันดับ ได้แก่อันดับ Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera และ Orthoptera อันดับและวงศ์ของแมลงที่สำรวจพบแสดงในตางที่ 14 โดยไม่ได้จำแนกวงศ์ของแมลงในอันดับ Collembola และ Dermaptera พบว่า การทดลองที่ 1 มีจำนวนอันดับและจำนวนวงศ์ของแมลงมากกว่าการทดลองที่ 2 โดยการทดลองที่ 1 พบแมลงทั้งหมด 8 อันดับ 17 วงศ์ (ไม่รวมวงศ์ในอันดับ Collembola และ Dermaptera) ในขณะที่การทดลองที่ 2 พบแมลงทั้งหมด 7 อันดับ 7 วงศ์ ชี้ให้เห็นว่าการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ ทุก 10 วันของการทดลองที่ 1 ทำให้ความหลากหลายของแมลงนอกเป้าหมายที่อยู่บริเวณผิวดินลดลง ในการทดลองที่ 1 แมลงที่พบบ่อยและติดกับดักหลุมพรางทุกทรีทเมนต์ได้แก่แมลงหางดีด (springtails) อันดับ Collembola แมลงอันดับ Hymenoptera พบ 2 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Cynipidae (ต่อหูด) และวงศ์ Formicidae (มด) อันดับ Diptera พบ 1 วงศ์ได้แก่วงศ์ Drosophilidae (แมลงหวี่) อันดับ Coleoptera พบ 2 วงศ์ได้แก่วงศ์ Scarabaeidae (ด้วงดิน) และวงศ์ Cicindelidae (ด้วงเสือ)

อันดับ Dermaptera ได้แก่แมลงหางหนีบ อันดับ Orthoptera พบ 2 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Gryllotalpidae (แมลงกระชอน) และ Gryllidae (จิ้งหรีด)

ตารางที่ 14. อันดับและวงศ์ของแมลงที่พบในกับดักหลุมพรางใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

อันดับ	วงศ์	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeidae
	Cicindelidae	
	Brentidae	
	Anthicidae	
Collembola	not identified	not identified
Dermaptera	not identified	not identified
Diptera	Drosophilidae	Drosophilidae
	Agromyzidae	Tephritidae
	Muscidae	
Hemiptera	Lygaeidae	Coreidae
	Miridae	
Homoptera	Flatidae	-
	Aphididae	
	Cercopidae	
Hymenoptera	Cynipidae	Cynipidae
	Formicidae	Formicidae
	Ichneumonidae	
Orthoptera	Gryllotalpidae	Gryllotalpidae
	Gryllidae	

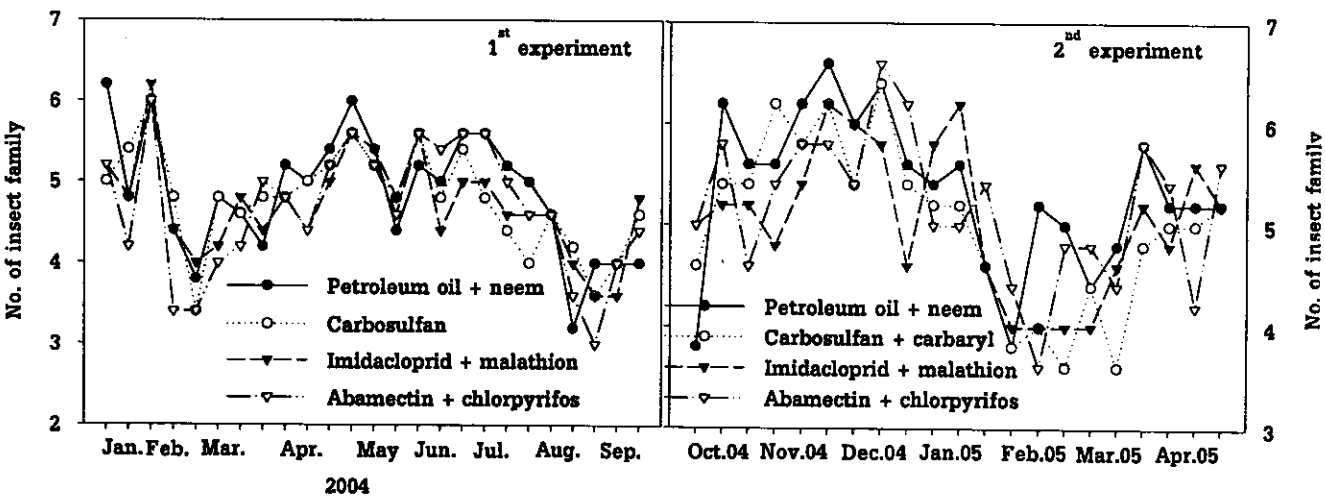
เมื่อเปรียบเทียบจำนวนวงศ์ของแมลง ปริมาณของแมลง และค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (D_S) ของแมลงที่สำรวจพบในกับดักหลุมพรางระหว่างทรีทเมนต์ต่างๆ ทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่า ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างทรีทเมนต์ (ตารางที่ 15 และ 16) ชี้ให้เห็นว่าการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ ทั้ง 2 ชุดการทดลองส่งผลกระทบต่อแมลงผิวดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ชุดการทดลองพบว่า

จำนวนวงศ์ของแมลง (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 7) ปริมาณของแมลงที่สำรวจพบ (ภาพที่ 8) และค่า D_S (ตารางที่ 15 และ 16) ของแมลงที่ติดกับดักหลุมพรางในการทดลองที่ 2 ต่ำกว่าการทดลองที่ 1 ชี้ให้เห็นว่าการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงอย่างต่อเนื่องทุก 10 วัน ในการทดลองที่ 1 ทำให้ชนิดและปริมาณของแมลงผิวดินลดลง

ตารางที่ 15. จำนวนวงศ์ ปริมาณ และค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds) ของแมลงในกับดักหลุมพรางใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	จำนวนวงศ์ของแมลง	ปริมาณแมลง	ค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds)
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	4.9±0.1[1/]	2,062.2±227.4[1/]	0.73±0.01[2/]
Carbosulfan (60)	4.8±0.1	2,172.6±353.4	0.72±0.01
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	4.7±0.1	2,073.4±292.7	0.72±0.01
Abamectin (10)+chlorpyrifos (30)	4.7±0.1	2,066.8±245.8	0.72±0.01
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	5.1	19.3	3.2

[1/] เฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ; [2/] เฉลี่ยจาก 9 เดือน; ns= ไม่แตกต่างทางสถิติ

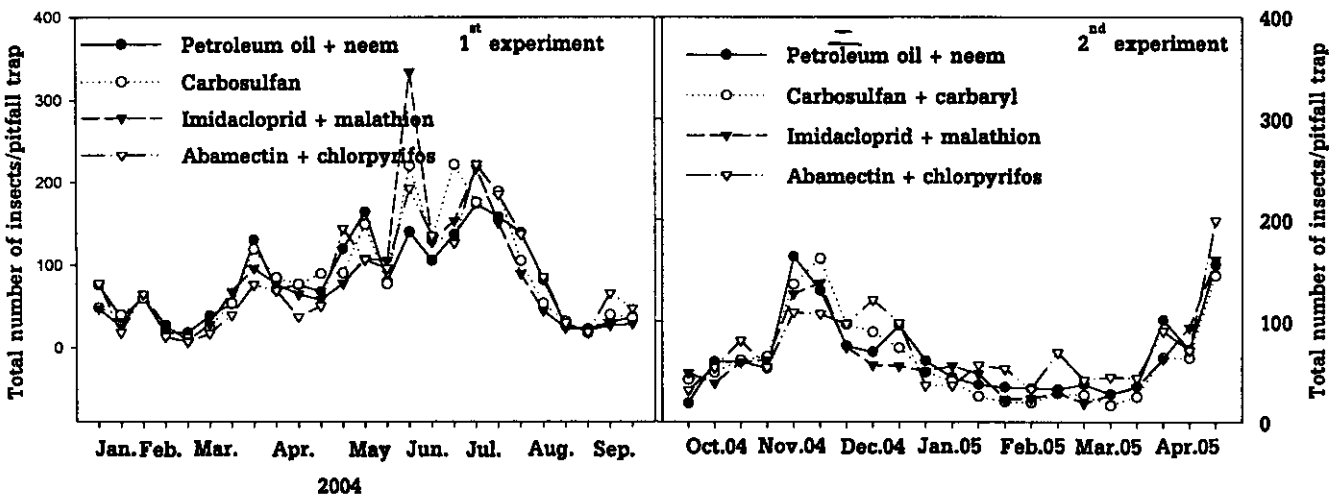


ภาพที่ 7. จำนวนวงศ์เฉลี่ยของแมลงในกับดักหลุมพรางในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

ตารางที่ 16. จำนวนวงศ์ ปริมาณ และค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds) ของแมลงในกับดักหลุมพรางใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 2

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	จำนวนวงศ์ของแมลง	ปริมาณแมลง	ค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds)
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	5.3±0.1[1/]	1,398.8±101.8	0.67±0.02[2/]
Carbosulfan (60) + carbaryl (60)	5.0±0.1	1,297.0±60.2	0.67±0.02
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	5.0±0.1	1,286.4±103.7	0.67±0.03
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	5.2±0.1	1,527.8±108.5	0.67±0.02
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	4.9	13.6	4.4

[1/] เฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ; [2/] เฉลี่ยจาก 7 เดือน; ns= ไม่แตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 8. ปริมาณของแมลงเฉลี่ยในกับดักหลุมพรางในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

5.2.2 ความหลากหลายของแมลงบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มส้มโชกุน

แมลงนอกเป้าหมายที่สำรวจพบโดยใช้สวิงโฉบตลอดการทดลองของการทดลองที่ 1 และ 2 พบแมลงทั้งหมด 8 อันดับ ได้แก่อันดับ Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata และ Orthoptera พบจำนวนวงศ์ทั้งหมด 34 วงศ์ (ตารางที่ 17) ในแต่ละอันดับพบจำนวนวงศ์ของแมลงที่แตกต่างกัน ตามลำดับจากมากไปน้อยคือ อันดับ Homoptera จำนวน 8 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Aphididae (เพลี้ยอ่อน) Cercopidae (เพลี้ยกระโดด) Cicadellidae (เพลี้ยจักจั่น) Delphacidae (เพลี้ยกระโดด) Dictyopharidae Flatidae Membracidae (จักจั่นเขา) และ Psyllidae (เพลี้ยไก่แจ้) อันดับ Diptera จำนวน 7 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Agromyzidae (แมลงวันหนอนชอนใบ) Dolochopodidae (แมลงวันขายาว) Drosophilidae (แมลงหวี่) Leptogastridae (แมลงวันหญ้า) Muscidae (แมลงวันบ้าน) Stratiomyidae (แมลงวันลาย) และ Tephritidae (แมลงวันผลไม้) อันดับ Hemiptera จำนวน 7 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Coreidae (มวนนักกล้าม) Lygaeidae (มวนดอกรัก) Miridae (มวนหญ้า) Pentatomidae (มวนเขียว) Pyrrhocoridae (มวนแดง) Reduviidae (มวนเพชฌฆาต) และ Tingidae (มวนปีกแก้ว) อันดับ Coleoptera จำนวน 5 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Anthicidae (ด้วงมด) Brentidae (ด้วงงวงเจาะไม้) Chrysomelidae (เต่าทอง) Coccinellidae (ด้วงเต่าลาย) และ Hispidae (แมลงดำหนาม) อันดับ Hymenoptera จำนวน 3 วงศ์ ได้แก่วงศ์ Cynipidae (ต่อหูด) Ichnumonidae (ต่อเบียน) และ Sphecidae (ต่อหัมาร่า) อันดับ Orthoptera จำนวน 2 วงศ์คือ วงศ์ Acrididae (ตั๊กแตนหนวดสั้น) และ Gryllotalpidae (แมลงกระชอน) และอันดับ Odonata จำนวน 1 วงศ์ คือ Conenagrionidae (แมลงปอเข็ม)

ผลการทดลองพบว่าอันดับและวงศ์ของแมลงที่พบโดยใช้สวิงโฉบไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งการทดลองที่ 1 พบแมลงทั้งสิ้น 30 วงศ์จาก 7 อันดับ ส่วนการทดลองที่ 2 พบจำนวนทั้งสิ้น 29 วงศ์จาก 8 อันดับ (ตารางที่ 17) ซึ่งแตกต่างจากแมลงที่พบในกับดักหลุมพรางที่จำนวนวงศ์ของแมลงในการทดลองที่ 2 น้อยกว่าการทดลองที่ 1 อย่างเด่นชัด (ตารางที่ 14) จำนวนวงศ์เฉลี่ยที่พบในทรีทเมนต์ต่างๆ ทั้ง 2 การทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 9) ในขณะที่ปริมาณของแมลงมีแนวโน้มลดลงในช่วงปลายการทดลองที่ 1 ต่อเนื่องไปถึงการทดลองที่ 2 ปริมาณของแมลงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงปลายการทดลองที่ 2 (ภาพที่ 10) เมื่อพิจารณาผลกระทบของสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ ทั้ง 2 การทดลอง ที่มีต่อจำนวนวงศ์ ปริมาณ และค่า Ds ของแมลงโดยใช้สวิงโฉบพบว่า จำนวนวงศ์และปริมาณของแมลงทั้งหมดตลอดระยะเวลาทดลองในการทดลองที่ 1 ที่ฉีดพ่นสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดาสูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบจำนวนวงศ์เฉลี่ย 7.4 วงศ์ และปริมาณแมลงทั้งหมดเฉลี่ย 773.0 ตัว/ทรงพุ่ม (ตารางที่ 18) จึงกล่าวได้ว่า สารดังกล่าวส่งผลกระทบต่อแมลงนอกเป้าหมายที่อาศัยอยู่บนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์อื่นๆ อย่างไรก็ตาม ในการทดลองที่ 2 จำนวนวงศ์ ปริมาณ และค่า Ds

ของแมลงไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างทรีทเมนต์ (ตารางที่ 19) แต่จำนวนวงศ์ของแมลงที่ฉีดพ่นด้วยสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดายังคงสูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ

ตารางที่ 17. อันดับและวงศ์ของแมลงที่พบบนต้นวัชพืชโดยใช้สวิงโฉบใต้ทรงพุ่มในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

อันดับ	วงศ์	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Coleoptera	Anthicidae	Anthicidae
	Brentidae	Brentidae
	Chrysomelidae	Chrysomelidae
	Coccinellidae	Coccinellidae
	Hispidae	Hispidae
Diptera	Agromyzidae	Agromyzidae
	Dolichopodidae	Drosophilidae
	Drosophilidae	Leptogastridae
	Leptogastridae	Muscidae
	Muscidae	Stratiomyidae
	Stratiomyidae	Tephritidae
	Tephritidae	=
Hemiptera	Coreidae	Coreidae
	Lygaeidae	Lygaeidae
	Miridae	Miridae
	Pentatomidae	Pentatomidae
	Pyrrhocoridae	Tingidae
	Reduviidae	
	Tingidae	
Homoptera	Aphididae	Aphididae
	Cercopidae	Cercopidae
	Cicadellidae	Cicadellidae
	Delphacidae	Delphacidae
	Flatidae	Flatidae
	Psyllidae	Membracidae
		Dictyopharidae
Hymenoptera	Cynipidae	Cynipidae
	Ichnumonidae	Ichnumonidae
	Sphecidae	Sphecidae
Lepidoptera	-	Pyralidae
Odonata	Conenagrionidae	Conenagrionidae
Orthoptera	Acrididae	Gryllotalpidae

ตารางที่ 18. จำนวนวงศ์ ปริมาณ และค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds) ของแมลงที่พบบนต้นวัชพืชโดยใช้สวิงโฉบใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1

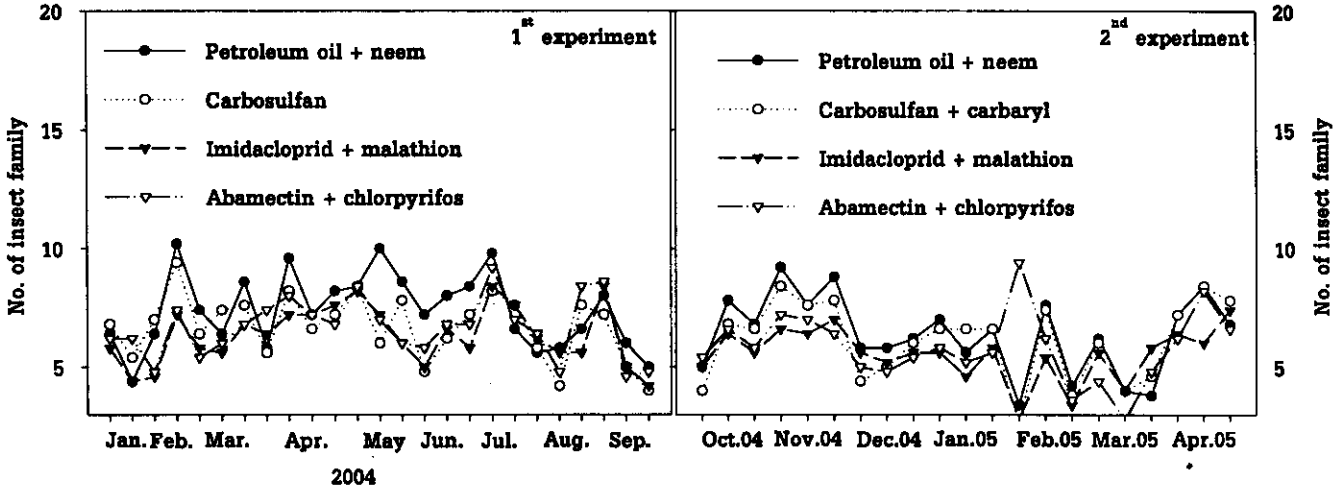
สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	Means±SE[1/]		
	จำนวนวงศ์ของแมลง	ปริมาณแมลง	ค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds)
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	7.4±0.4a[2/]	773.0±55.9a	0.85±0.01 [3/]
Carbosulfan (60)	6.7±0.3b	662.4±67.6b	0.83±0.01
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	6.4±0.3c	592.2±43.8b	0.82±0.02
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	6.7±0.3b	664.2±73.9b	0.84±0.01
F-test	**	**	ns
CV (%)	3.3	9.7	3.0

[1/] เฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ; [2/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT; ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 99%; SE = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ns= ไม่แตกต่างทางสถิติ; [3/] เฉลี่ยจาก 9 เดือน

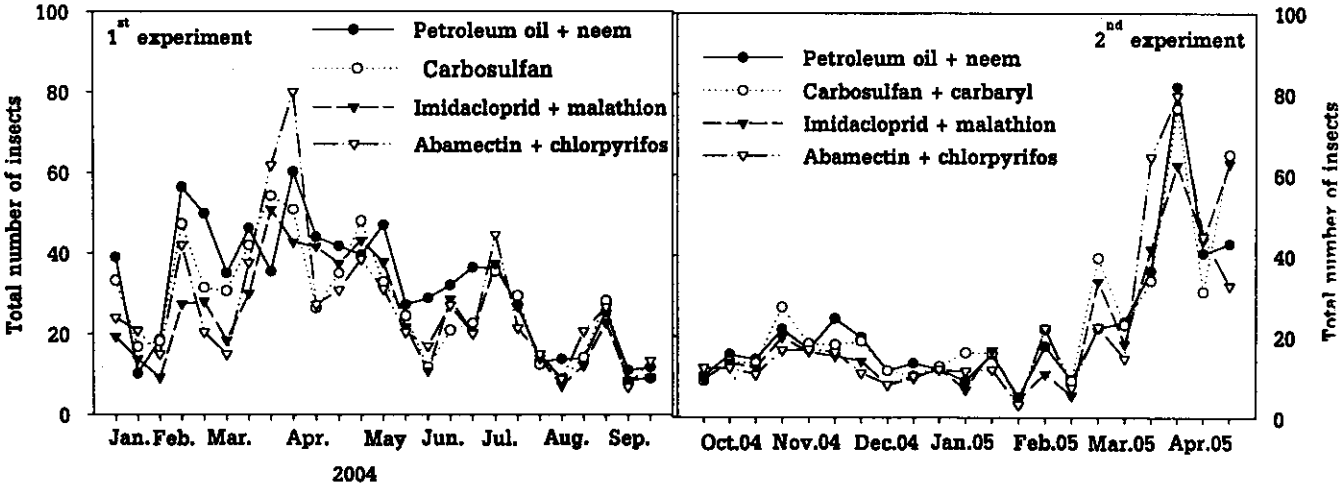
ตารางที่ 19. จำนวนวงศ์ ปริมาณ และค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds) ของแมลงที่พบบนต้นวัชพืชโดยใช้สวิงโฉบใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 2

สารฆ่าแมลง (อัตราการใช้, มิลลิลิตร หรือ กรัม/น้ำ 20 ลิตร)	จำนวนวงศ์ของแมลง	ปริมาณแมลง	ค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายของวงศ์ (Ds)
Petroleum oil (60)+ Neem (100)	6.4±0.2[1/]	463.6±61.8[1/]	0.84±0.02[2/]
Carbosulfan (60) + carbaryl (60)	6.1±0.2	487.6±46.4	0.83±0.02
Imidacloprid (8)+ malathion (40)	5.5±0.2	436.4±17.6	0.84±0.02
Abamectin (10) + chlorpyrifos (30)	5.8±0.4	440.0±30.4	0.83±0.02
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	10.2	21.6	1.8

[1/] เฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ; [2/] เฉลี่ยจาก 7 เดือน; ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 9. จำนวนวงศ์เฉลี่ยของแมลงบนต้นวัชพืชโดยใช้สวิงโฉบใต้ทรงพุ่มส้มโชกุน ในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2



ภาพที่ 10. ปริมาณของแมลงเฉลี่ยที่พบบนต้นวัชพืชโดยใช้สวิงโฉบใต้ทรงพุ่มส้มโชกุน ในสวนเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา หลังฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2

จากการทดลองพบว่าการใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่นในสวนส้มโชกุนส่งผลกระทบต่อแมลงนอกเป้าหมายอื่นๆ ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริเวณที่อาศัยของแมลงเหล่านั้น กล่าวคือแมลงที่อาศัยอยู่บริเวณผิวดินได้รับผลกระทบจากการใช้สารฆ่าแมลงมากกว่าแมลงที่อาศัยบนต้นวัชพืชบริเวณใต้ทรงพุ่มของส้มโชกุน สาเหตุสำคัญน่าจะมาจากเหตุผล 2 ประการคือ ประการที่ 1 เป็นผลมาจากพื้นดินใต้ทรงพุ่มซึ่งเป็นที่อาศัยของแมลงผิวดินเป็นที่รองรับและสะสมสารเคมีมากกว่าต้นวัชพืช ประการที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของแมลงที่อาศัยบนต้นวัชพืชมากกว่าเนื่องจากเกษตรกรกำจัดวัชพืชโดยวิธีการตัด นอกจากนี้พฤติกรรมที่แตกต่างกันของแมลง 2 กลุ่มดังกล่าวอาจส่งผลให้ได้รับผลกระทบจากสารฆ่าแมลงที่แตกต่างกัน พฤติกรรมของแมลงผิวดินมีความสามารถในการหลบหนีหรือเคลื่อนย้ายออกจากบริเวณโคนต้นส้มได้น้อยกว่าแมลงที่อาศัยบนต้นวัชพืช พบว่าแมลงผิวดินที่สำรวจพบทุกครั้งและพบในปริมาณสูงได้แก่ ด้วงดิน มด และแมลงหางดีด ในขณะที่แมลงที่อาศัยบนต้นวัชพืชที่สำรวจพบทุกครั้งและพบในปริมาณสูงได้แก่ แมลงวันหนอนชอนใบ เพลี้ยจั๊กจั่น และเพลี้ยกระโดด ซึ่งแมลงเหล่านี้มีความสามารถในการหลบหนีและเคลื่อนย้ายได้ดีกว่าแมลงผิวดิน ในขณะที่ฉีดพ่นสารเคมีแมลงกลุ่มหลังอพยพออกนอกพื้นที่เพื่อหลีกเลี่ยงสารเคมี เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณสารเคมีที่ตกค้างอยู่บนต้นวัชพืชลดลง แมลงจึงเคลื่อนย้ายเข้ามาอาศัยบนวัชพืชดังกล่าว ซึ่งทำให้ในการสำรวจครั้งถัดไปโดยใช้สวิงโฉบบริเวณต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มพบปริมาณแมลงตามปกติ หรืออาจกล่าวได้ว่าผลกระทบจากสารเคมีต่อแมลงกลุ่มนี้น้อยกว่าแมลงที่อาศัยบริเวณผิวดิน เนื่องจากมีโอกาสที่จะได้รับสารเคมีน้อยกว่าจากพฤติกรรมและแหล่งอาศัยที่แตกต่างกันดังกล่าวนั่นเอง

5.3 ต้นทุนของสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 20 แสดงต้นทุนของสารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ ทั้ง 2 การทดลอง พบว่าในการทดลองที่ 1 การฉีดพ่นด้วยสาร petroleum oil+neem+Latron® CS-7 มีต้นทุนสูงสุด รองลงมาได้แก่การฉีดพ่นด้วยสาร carbosulfan+Latron® CS-7 และสาร abamectin+chlorpyrifos+Latron® CS-7 ตามลำดับ ส่วนการฉีดพ่นด้วยสาร imidacloprid+malathion+Latron® CS-7 มีต้นทุนต่ำสุด ต้นทุนการฉีดพ่นแต่ละครั้งเท่ากับ 2.9, 1.8, 1.5 และ 1.4 บาท/ต้น หรือเท่ากับ 145.9, 88.1, 73.1 และ 69.4 บาท/ต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาต้นทุนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ฉีดพ่นทุก 10 วัน ตลอดระยะเวลา 9 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2457 ต้องฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทั้งหมด 25 ครั้งในทุกทรีทเมนต์ ทำให้ต้นทุนทั้งหมดในการฉีดพ่นสาร petroleum oil+neem+Latron® CS-7 สูงสุดเท่ากับ 3,646.9 บาท/ไร่ ในขณะที่ฉีดพ่นสาร imidacloprid+malathion+Latron® CS-7 มีต้นทุนต่ำสุดเพียง 1,734.4 บาท/ไร่ ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของการฉีดพ่นสาร petroleum oil+neem+Latron® CS-7 และเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนของสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้คือสาร abamectin+chlorpyrifos พบว่าการฉีดพ่นด้วยสาร imidacloprid+malathion

มีต้นทุนต่ำกว่า และจากผลการทดลองในข้อ 5.1 พบว่าการฉีดพ่นสาร imidacloprid+malathion+Latron® CS-7 ให้ประสิทธิภาพดีไม่แตกต่างจากสาร abamectin+chlorpyrifos+Latron® CS-7 แต่เมื่อพิจารณาต้นทุนที่ใช้และความเป็นพิษโดยดูจากค่า LD_{50} ซึ่งได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นแล้วนั้น สามารถยืนยันได้ว่าการฉีดพ่นด้วยสาร imidacloprid+malathion+Latron® CS-7 ทุก 10 วัน สามารถทดแทนการใช้สาร abamectin+chlorpyrifos+Latron® CS-7 ได้ โดยให้ผลควบคุมแมลงศัตรูส้มได้ดี มีความปลอดภัยกว่า ต้นทุนถูกกว่า รวมทั้งผลกระทบต่อแมลงนอกเป้าหมายไม่แตกต่างกันดังผลการทดลองในหัวข้อ 5.2

ในการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูส้มตัดสินใจฉีดพ่นสารฆ่าแมลง จึงทำให้จำนวนครั้งในการฉีดพ่นน้อยกว่าการทดลองที่ 1 ซึ่งต้องฉีดพ่นประมาณทุก 10 วัน ซึ่งในการทดลองที่ 2 นั้นใช้ระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 7 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ซึ่งหากฉีดพ่นทุก 10 วัน จะต้องฉีดพ่นสารทั้งหมด 21 ครั้ง แต่เมื่อใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงดังกล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 4.2 ทำให้จำนวนครั้งในการฉีดพ่นลดลงจาก 21 ครั้ง เป็น 17 ครั้งเมื่อฉีดพ่นสาร petroleum oil+neem+Latron® CS-7 และลดลงเหลือ 13 ครั้ง เมื่อฉีดพ่นสารอื่นๆ ในทรีทเมนต์ที่เหลือ ดังนั้นการใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมีช่วยลดต้นทุนของสารเคมีได้ หากพิจารณาจากตารางที่ 8 ในการทดลองที่ 2 พบว่าสามารถลดจำนวนครั้งของการฉีดพ่นจาก 21 ครั้ง เป็น 17 ครั้ง และ 13 ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 19.0 และ 38.1 ตามลำดับ ของการฉีดพ่นทุก 10 วัน อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองในข้อ 5.1 นั้น การใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมีได้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงที่ระบาดด้วยซึ่งได้อธิบายในตอนท้ายของหัวข้อ 5.1 แล้ว

ตารางที่ 20. ต้นทุนการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงและสารจับใบในทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 และ 2 ในสวนส้มของเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

การทดลองที่	ทรีทเมนต์	อัตรา (มิลลิลิตรหรือกรัม/น้ำ 20 ลิตร)	บาท/ต้น/ฉีดพ่น 1 ครั้ง[1/]	บาท/ไร่/ฉีดพ่น 1 ครั้ง[2/]	จำนวนครั้งการฉีดพ่น[3/]	ต้นทุนรวม/ไร่ (บาท)
1	Petroleum oil + Neem + Latron® CS-7	60+100+10	2.9	145.9	25	3,646.9
	Carbosulfan + Latron® CS-7	60+10	1.8	88.1	25	2,203.1
	Imidacloprid + malathion + Latron® CS-7	8+40+10	1.4	69.4	25	1,734.4
	Abamectin + chlorpyrifos + Latron® CS-7	10+30+10	1.5	73.1	25	1,828.1
2	Petroleum oil + Neem + Latron® CS-7	60+100+10	2.9	145.9	17	2,479.9
	Carbosulfan + carbaryl + Latron® CS-7	60+60+10	3.3	166.9	13	2,169.4
	Imidacloprid + malathion + Latron® CS-7	8+40+10	1.4	69.4	13	901.9
	Abamectin + chlorpyrifos + Latron® CS-7	10+30+10	1.5	73.1	13	950.6

[1/] ใช้สารผสมน้ำฉีดพ่นอัตรา 1.5 ลิตร/ต้น

[2/] จำนวนต้นส้ม 50 ต้น/ไร่

[3/] อ้างถึงตารางที่ 6 และ 8

6. วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาทั้งการทดลองที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2547 และการทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 แมลงที่สำคัญที่พบได้แก่เพลี้ยหอยส้ม หนอนชอนใบส้ม เพลี้ยไก่แจ้ส้ม และเพลี้ยอ่อน โดยเพลี้ยหอยส้ม หนอนชอนใบส้ม และเพลี้ยอ่อน พบตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองในเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 แต่พบในปริมาณน้อย ส่วนเพลี้ยไก่แจ้ส้มไม่พบในช่วงเริ่มต้นของการทดลอง สาเหตุสำคัญที่ไม่เกิดการระบาดของแมลงดังกล่าวเนื่องจากเกษตรกรฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุก 7-10 วัน ซึ่งสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรใช้เป็นหลักคือ สาร abamectin+chlorpyrifos สามารถควบคุมประชากรแมลงศัตรูส้มไม่ให้สูงขึ้นถึงระดับที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพลี้ยไก่แจ้ส้มและเพลี้ยอ่อนซึ่งเป็นแมลงพาหะนำโรคกรีนนิ่งและโรคทริสเตซ่า

เมื่อพิจารณาผลกระทบของสารฆ่าแมลงต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมายและต่อสิ่งแวดล้อม Zalom *et al.* (2005) รายงานว่าสารฆ่าแมลงกลุ่มใหม่หรือสารฆ่าแมลงที่มีความจำเพาะ (specificity) สูงจะส่งผลกระทบหรือมีพิษต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมายและสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารฆ่าแมลงกลุ่มเก่าหรือสารฆ่าแมลงที่มีสมบัติออกฤทธิ์ควบคุมแมลงศัตรูพืชกว้าง (broad spectrum) สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้หากไม่นับรวมสารธรรมชาติคือ petroleum oil และสารสะเดา ซึ่งมีความปลอดภัยสูงกว่าสารฆ่าแมลงกลุ่มอื่นๆ ที่ใช้ในครั้งนี้แล้ว สาร malathion และสาร chlorpyfifos ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตถูกพัฒนาก่อนสาร carbosulfan และ carbaryl กลุ่มคาร์บาเมท ซึ่งสาร 2 ชนิดแรกมีคุณสมบัติควบคุมแมลงศัตรูพืชกว้างขวาง และผลิตมาเป็นเวลานาน เช่น สาร malathion จดทะเบียนใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1956 (U.S. EPA, 1988) ส่วนสาร abamectin เป็นกลุ่มสารปฏิชีวนะ และสาร imidacloprid เป็นสารกลุ่มนิโคตินอยด์ ซึ่งจัดว่าเป็นสารกลุ่มใหม่ ได้จดทะเบียนในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1991 (Zalom *et al.* 2005) และมีความจำเพาะในการควบคุมแมลงมากกว่าสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมทดังกล่าวข้างต้น แต่จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่าปริมาณของแมลงนอกเป้าหมายที่อยู่ใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างส้มที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงดังกล่าวข้างต้น ดังนั้น 2 ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นคือ อายุของสารเคมีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาและความจำเพาะของสารเคมี ไม่สามารถยืนยันผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมายเสมอไป อาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่มาเกี่ยวข้อง เช่น ค่า LD_{50} อัตราการสลายตัวของสารเคมี การอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถก่อให้เกิดพิษได้ เช่น ถูกดูดยึดด้วยอนุภาคดินและสารอินทรีย์ในดิน เป็นต้น

ถึงแม้ว่าผลกระทบต่อแมลงนอกเป้าหมายใต้ทรงพุ่มต้นส้มโชกุนระหว่างทรีทเมนต์ต่างๆ ของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดระหว่างทรีทเมนต์ก็ตาม แต่ผลกระทบจากการใช้สารฆ่าแมลงในทรีทเมนต์ต่างๆ ของการทดลองที่ 1 เป็นระยะเวลา 9 เดือน ฉีดพ่นสารทั้งหมด 25 ครั้ง ส่งผลให้ปริมาณของแมลงผิวดินในการทดลองที่ 2 มีจำนวนลดลง

จากการศึกษาผลกระทบของสารฆ่าแมลงหลายชนิด เช่น สาร abamectin, chlorpyrifos และ imidacloprid โดยฉีดพ่นสารดังกล่าวที่อัตราแนะนำบนต้นส้มที่ปลูกในกระถาง และนำใบมาใส่ใน petri dishes ทดสอบพิษกับแมลงที่มีประโยชน์หลายชนิดพบว่า สาร chlorpyrifos มีพิษสูงต่อแมลงมีประโยชน์หลายชนิด เช่น *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae), *C. flavipes* (Cameron) และ *Allorhogas pyralophagus* Marsh (Legaspi *et al.* 2000)

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้ระดับเศรษฐกิจของแมลงตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมีสามารถลดการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรุจ มรกต และคณะ (2543) ที่ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการป้องกันกำจัดศัตรูส้มเขียวหวานแบบผสมผสานกับวิธีการของเกษตรกรโดยได้ศึกษาเปรียบเทียบการป้องกันกำจัดศัตรูส้มเขียวหวาน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 (Treatment 1) เป็นรูปแบบที่มีการประเมินประชากรศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ และใช้ petroleum oil ในการป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเมื่อเกินระดับเศรษฐกิจ รูปแบบที่ 2 (Treatment 2) ประเมินประชากรแมลงและไรศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 แต่ใช้สารเคมีตามคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยาในการป้องกันกำจัด โดยสารเคมีที่แนะนำได้ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงต่อแมลงและไรศัตรูพืชแต่ละชนิดในสวนส้ม และรูปแบบที่ 3 (Treatment 3) เป็นการป้องกันกำจัดแบบดั้งเดิมของเกษตรกร โดยทดลองในสวนส้มของเกษตรกร อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี ในปี พ.ศ. 2541–2542 และในสวนส้มเกษตรกร อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ในปี พ.ศ. 2542 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณประชากรแมลง และไรศัตรูส้ม และศัตรูธรรมชาติระหว่าง 3 รูปแบบในสวนส้มจังหวัดสระบุรี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากประชากรศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติอยู่ในระดับต่ำ ประชากรศัตรูพืชไม่เคยเกินระดับเศรษฐกิจ เข้าใจว่าสภาพนิเวศแบบนี้อาจเป็นผลจากมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องในสวนส้มที่ทดลอง และบริเวณใกล้เคียงมาเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบจำนวนครั้งการฉีดพ่นกับเกษตรกรซึ่งมีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูส้มแบบป้องกันล่วงหน้า พบว่าในรูปแบบที่ 1 และ 2 ในปี พ.ศ. 2541 ฉีดพ่นสารเคมีจำนวน 4 ครั้งและ 1 ครั้ง ตามลำดับ ในขณะที่เกษตรกรฉีดพ่นสาร 20 ครั้ง สรุปได้ว่ารูปแบบที่ 1 สามารถลดการใช้สารเคมีได้ร้อยละ 80 และลดต้นทุนได้ 501 บาท/ไร่ ส่วนรูปแบบที่ 2 สามารถลดการใช้สารเคมีได้ร้อยละ 95 และลดต้นทุนได้ 879.3 บาท/ไร่ ในปี พ.ศ. 2542 ไม่มีการฉีดพ่นสารในรูปแบบที่ 1 และ 2 ในขณะที่เกษตรกรฉีดพ่นสารถึง 29 ครั้ง สรุปได้ว่าทั้งรูปแบบที่ 1 และ 2 สามารถลดการฉีดพ่นสารเคมีได้ 100% และลดต้นทุนได้ 1,367.1 บาท/ไร่ ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพในปี พ.ศ. 2541 ทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในปี พ.ศ. 2542 คุณภาพของผลผลิตของรูปแบบที่ 3 ดีกว่ารูปแบบที่ 1 และ 2 สัดส่วนผลตอบแทนทั้ง 3 รูปแบบในปี พ.ศ. 2542 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผลการทดลองในสวนส้มจังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2541 พบว่า ปริมาณประชากรศัตรูพืชไม่แตกต่างกันระหว่างรูปแบบการฉีดพ่นสารเคมี เพลี้ยไก่แจ้ส้มเป็นศัตรูที่สำคัญที่สุด มีระดับประชากรที่สูง

และเกินระดับเศรษฐกิจบ่อยครั้ง สันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากสภาพนิเวศของสวนส้มที่ทดลองและสวนส้มใกล้เคียงแตกยอดอ่อนขนาดเล็กอย่างต่อเนื่องซึ่งเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ของเพลี้ยไก่แจ้ส้ม มีการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 10, 7 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ เกษตรกรตัดสินใจลดจำนวนครั้งในการฉีดพ่นสารเคมีเองตามสภาพเศรษฐกิจ จำนวนผลผลิตของทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่รูปแบบที่ 1 และ 2 มีคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่า สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนของทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเกษตรกรยอมรับแนวคิดรูปแบบการประเมินประชากรแมลงและไรศัตรูพืช แต่ยังมีปัญหาในการรับไปปฏิบัติ สำหรับการประเมินผล petroleum oil พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบได้ในการทดลองที่สวนส้มจังหวัดสระบุรีเพราะมีการใช้น้อยครั้ง ส่วนสวนส้มทดลองจังหวัดแพร่ มีการใช้สาร petroleum oil จำนวน 8 ครั้งพบว่า มีประสิทธิภาพควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มได้ระดับหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจากผลการทดลองในครั้งนี้ที่การฉีดพ่นด้วยสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดาไม่สามารถควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มได้ (ภาพที่ 5) ในทำนองเดียวกันกับรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2543) ได้ศึกษาการควบคุมการติดเชื้อโรคกรีนนิ่งและไวรัสทริสเตซ่าของส้มปลอดโรค ที่ปลูกในแหล่งระบาดของโรคโดยศึกษาการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการปลูกส้มปลอดโรคที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ใช้วิธีการตรวจนับแมลงก่อนฉีดพ่นสารเคมีและใช้สาร petroleum oil ในปีที่ 2 และ 3 เริ่มพบการระบาดของเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยไก่แจ้ส้มในปริมาณมาก ดังนั้นส้มปลอดโรคจึงเริ่มติดเชื้อและแสดงอาการโรคกรีนนิ่งอย่างชัดเจน ผลการตรวจเชื้อโรคในห้องปฏิบัติการเมื่อต้นส้มมีอายุ 4 ปี พบต้นส้มติดเชื้อไวรัสทริสเตซ่า 36 ต้นจากจำนวน 111 ต้น และติดเชื้อโรคกรีนนิ่ง 99 ต้นจากจำนวน 111 ต้น นอกจากนี้ได้ศึกษาการป้องกันกำจัดแมลงพาหะนำโรค โดยใช้สารเคมีในการปลูกส้มในแหล่งปลูกที่มีการระบาดของโรคกรีนนิ่ง และโรคทริสเตซ่า ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โดยในปีแรกของการปลูกส้มปลอดโรค ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุก 7 วัน สลับการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ เช่น methamidophos, imidacloprid, carbofuran และ abamectin เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูส้มหลายๆ ชนิด เช่น หนอนชอนใบ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อนและเพลี้ยไก่แจ้ส้ม เมื่อต้นส้มมีอายุครบ 1 ปี เก็บใบไปตรวจหาเชื้อไวรัสและเชื้อกรีนนิ่ง ผลการตรวจไม่พบการติดเชื้อไวรัสทริสเตซ่าและกรีนนิ่งของต้นส้มที่ปลูกทั้งหมดในแปลง ในปีที่ 2 จึงปรับการฉีดพ่นสารเคมีเป็น 10 วัน/ครั้ง และในปีที่ 3 ฉีดพ่นสารเคมีทุก 10 วัน แต่เว้นห่างบ้างในช่วงผลใกล้แก่ ผลการตรวจการเกิดโรคหลังปลูก 3 ปี พบส้มเป็นโรคทริสเตซ่า 7 ต้น และโรคกรีนนิ่ง 6 ต้น ในลักษณะคล้ายกันกับการทดลองครั้งนี้ เมื่อเว้นระยะห่างการฉีดพ่นมากกว่า 10 วัน ในการทดลองที่ 2 ประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มลดลง ในขณะที่ฉีดพ่นทุกๆ 10 วันในการทดลองที่ 1 สามารถควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ส้มได้ ยกเว้นสาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดาที่ไม่สามารถควบคุมแมลงดังกล่าวได้

7. สรุป

จากการศึกษารูปแบบการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตรในสวนส้มเพื่อเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้โดยฉีดพ่นทุก 10 วัน สรุปได้ว่า เกษตรกรควรใช้สาร imidacloprid อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตรผสมกับสาร malathion อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตรผสมกับสารจับใบ Latron® CS-7 อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร แทนสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ในสวนส้มคือ สาร abamectin อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตรผสมกับสาร chlorpyrifos อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตรผสมกับสารจับใบ Latron® CS-7 อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร เนื่องจากให้ผลควบคุมแมลงศัตรูส้มที่สำคัญได้แก่ เพลี้ยหอยส้ม หนอนชอนใบส้ม เพลี้ยไก่แจ้ส้ม และเพลี้ยอ่อน และมีผลกระทบต่อแมลงนอกเป้าหมายที่อาศัยบริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มของส้มโชกุนไม่แตกต่างกันระหว่างการฉีดพ่นสาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion และสารabamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos แต่การใช้สาร imidacloprid ผสมกับสาร malathion มีต้นทุนต่ำกว่าและมีความปลอดภัยสูงกว่าการใช้สาร abamectin ผสมกับสาร chlorpyrifos การใช้สาร petroleum oil ผสมกับสารสะเดา ให้ผลควบคุมแมลงศัตรูส้มได้ไม่ดีเท่ากับสารเคมีสังเคราะห์ถึงแม้ว่าจะมีความปลอดภัยสูงกว่านอกจากนี้การฉีดพ่นด้วยสารธรรมชาติดังกล่าวมีต้นทุนสูงกว่าเนื่องจากต้องใช้ในอัตราสูง

สารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ในปัจจุบัน สารฆ่าแมลงสังเคราะห์อื่นๆ และสารจากธรรมชาติคือสาร petroleum oil และสารสะเดา ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีผลกระทบต่อแมลงนอกเป้าหมายที่อาศัยบริเวณผิวดินและบนต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มส้มโชกุนไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุก 10 วันติดต่อกันเป็นเวลานานกว่า 9 เดือน ทำให้ปริมาณแมลงผิวดินลดลง

เมื่อนำระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูมาใช้ตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมี ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ระดับเศรษฐกิจของหนอนชอนใบส้ม เพลี้ยไก่แจ้ส้ม และเพลี้ยอ่อน สามารถลดจำนวนครั้งการฉีดพ่นได้ ทำให้ต้นทุนการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงลดลง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติจะเป็นการเพิ่มภาระให้กับเกษตรกรที่จะต้องสำรวจปริมาณแมลง แต่หากเกษตรกรได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการฉีดพ่นเป็นประจำทุกๆ 7-10 วัน กับการใช้ระดับเศรษฐกิจตัดสินใจฉีดพ่นสารเคมีจะช่วยลดต้นทุนได้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรที่ปลูกส้มขนาดใหญ่

การผลิตส้มโชกุนแบบยั่งยืนบนพื้นฐานการอยู่รอดของเกษตรกร ความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีต่อผู้ใช้ สิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรจำเป็นต้องมีข้อมูลหลายด้านเพียงพอ และจำเป็นต้องวิเคราะห์เพื่อเลือกใช้สารเคมีให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูส้มได้ดีที่สุด ขณะเดียวกันมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย และสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญต้องมีต้นทุนต่ำ จึงจะสามารถแข่งขันและผลิตส้มแบบยั่งยืนได้