รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การใช้มุ้งตาข่ายและสารฆ่าแมลงจากพืชควบคุมแมลงและการลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงในถั่วฝักยาว

[Net and Botanical Insecticides Used for Insect Control and Decontamination of Insecticide Residues in Yard Long Bean, *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw]

ผู้วิจัย

อรัญ งามผ่องใส [1]

สุนทร พิพิธแสงจันทร์[1]

เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ [2]

เลขหมู่

Bib Key 231286

21 มี.ค. 2546

ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ[1]

คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม[2]

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตุลาคม พ.ศ.2545

Abstract

The growth and insect attack of yard long bean planted inside and outside white-16-mesh nets were compared for 2 crops. The height of yard long bean inside net was significantly different ($p<0.05$) higher than outside net. Nets could not prevent the damage caused by leafminer (*Liriomyza sp.*), bean fly (*Ophiomyia phaseoli* Tryon) and aphids (*Aphis craccivora* Koch).

The effectiveness for controlling insect pests in yard long bean of synthetic insecticides and crude extracts from neem seeds, galanga and citronella grass was compared. Spraying with neem extracts and Posse® 20 EC gave the highest yield of 1,224.7 kg/rai, effective control of *A. craccivora* as good as Furadan®3G soil application and foliage spray with Tamaron® 60 SC.

Residues and residual decontamination of methamidophos, carbosulfan, carbofuran and cypermethrin on or in pods of yard long bean were analyzed. Carbosulfan was not detected at 2 days after application (detection limit = 0.01 mg/kg). Carbofuran, carbosulfan's metabolite, was detected instead at 3.29 mg/kg. Cypermethrin was detected at 1.12 mg/kg at 2 days after application. The residues of all studied insecticides in pods of yard long bean remained at higher levels than the Maximum Residue Limits (MRLs), except carbosulfan. Rinse with potassium permanganate, acetic acid, calcium hydroxide and milled-rice water could remove a greater amount of insecticide residues than rinse with sodium chloride, running water or boiled water. Rinse with potassium permanganate was suitable for carbofuran and cypermethrin decontamination, while rinse with calcium hydroxide solution was the most suitable method for methamidophos.

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการทำลายของแมลงของถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งและนอกมุ้งตาข่ายสีขาวขนาดช่อง 16 mesh ใน 2 ฤดูปลูก พบว่าต้นถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งสูงกว่าที่ปลูกนอกมุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มุ้งตาข่ายไม่สามารถป้องกันการทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza sp.*) หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (*Ophiomyia phaseoli* Tryon) และเพลี้ยอ่อน (*Aphis craccivora* Koch) ได้

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาวของสารฆ่าแมลงสังเคราะห์และสารสกัดหยาบจากเมล็ดสะเดา ข่า และ ตะไคร้หอม พบว่าการฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากสะเดาและสารฆ่าแมลงพอสซ์ (Posse® 20 EC) ทำให้ผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,224.7 กก./ไร่ และให้ประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ดีในระดับเดียวกับการรองก้นหลุมด้วยสารฟูราดาน (Furadan® 3G) และฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงทามารอน (Tamaron® 60 SC)

นอกจากนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างและวิธีลดปริมาณสารตกค้างของสารเมทามิโดฟอส คาร์โบซัลแฟน คาร์โบฟูราน และไซเปอร์เมทริน บนหรือในฝักของถั่วฝักยาว พบว่าไม่ตรวจพบการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟน (detection limit = 0.01 mg/kg) หลังจากฉีดพ่น 2 วัน แต่ตรวจพบสารคาร์โบฟูรานซึ่งเป็นสารเมตาโบไลท์ของสารคาร์โบซัลแฟนแทนในปริมาณเท่ากับ 3.29 มก./กก. ส่วนสารไซเปอร์เมทรินพบปริมาณตกค้างเท่ากับ 1.12 มก./กก. หลังจากฉีดพ่น 2 วัน ปริมาณการตกค้างของสารฆ่าแมลงที่ศึกษาครั้งนี้สูงกว่าค่า MRLs ยกเว้นสารคาร์โบซัลแฟน การล้างถั่วฝักยาวด้วยสารละลายด่างทับทิม น้ำส้มสายชู น้ำปูนใสและน้ำซาวข้าว สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำเกลือ น้ำไหล หรือน้ำเดือด สารละลายด่างทับทิมใช้ลดปริมาณสารตกค้างของสารคาร์โบฟูรานและไซเปอร์เมทรินได้ดีที่สุด ส่วนน้ำปูนใสสามารถใช้ลดปริมาณการตกค้างของสารเมทามิโดฟอสได้ดี

สารบัญ

เรื่อง หน้า

สารบัญตาราง....3

สารบัญภาพ....4

ABSTRACT....5

บทคัดย่อ....6

คำนิยม....7

คำนำ....8

หลักการและเหตุผล....9

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง....10

วัตถุประสงค์....16

วิธีการวิจัย....17

ผลและวิจารณ์....25

สรุปผลการทดลอง....42

เอกสารอ้างอิง....43

ภาคผนวก....47

พอสมุด คุณหญิงหลง ธรรมการวิสุทธิ์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับแล้ว
21 มิ.ย. 2546
วันที่ เดือน พ.ศ.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

Table 1. Denotation of treatments, models and rates of application of insecticide and plant crude extracts applied. 19

Table 2. Illustration of different rinse methods used for insecticide decontamination on/in pods of yard long bean. 24

Table 3. Height of yard long bean planted inside and outside net of two different seasons. 25

Table 4. Yield and percent yield damage caused by *M. testulalis* in yard long bean planted inside and outside net of two different seasons. 26

Table 5. Percent plant damage caused by *Liriomyza* sp. in yard long bean planted inside and outside net of two different seasons. 28

Table 6. Percent plant damage caused by *O. phaseoli* in yard long bean planted inside and outside net of two different seasons. 28

Table 7. Percent of flower damaged by *M. testulalis* and yield of yard long bean planted inside and outside net in March 2002. 30

Table 8. Percent plant damage caused by *O. phaseoli* adult in yard long bean in different treatments. 31

Table 9. Percent plant damage caused by *A. craccivora* in yard long bean in different treatments. 32

Table 10. Percent pod damage caused by *A. craccivora* and *M. testulalis* in yard long bean in different treatments. 33

Table 11. Yield, number of total plants and total pods and number of plant showing leaf curl symptom in different treatments. 35

Table 12. Residues of insecticides on/in pods of yard long bean after 1 and 2 days of insecticide application in the first experiment. 37

Table 13. Residues of insecticides on/in pods of yard long bean after 1 and 2 days of insecticide application in the second experiment. 37

Table 14. Residues and percent reduction of insecticides on/in pods of yard long bean after treatment with different rinse methods. 39

Table 15. Calculated residues of insecticides obtained from Table 13 after rinse with different methods in Table 14. 41

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

Figure 1. Procedures of plant crude extraction **20**

Figure 2. Calendar plan to accommodate the application of insecticides and plant crude extracts and spray volume. **20**

Figure 3. Percent plant damage caused by *A. craccivora* in yard long bean planted inside and outside nets of two different seasons. **29**

Figure 4. Degradation of carbosulfan to carbofuran **38**

Figure 5. Percent of insecticides remaining on/in pods after decontamination with different rinse methods. **40**

หลักการและเหตุผล

ถั่วฝักยาว [*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw] เป็นพืชผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่ใช้บริโภคภายในประเทศ กรรณิการ์ (2542) รายงานพฤติกรรมการบริโภคพืชผักภายในประเทศพบว่า คนไทยนิยมบริโภคถั่วฝักยาวเป็นอันดับที่ 3 รองจากผักคะน้าและผักบุ้งจีน ส่วนการส่งออกต่างประเทศได้ส่งออกไปยังประเทศต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ ฮ่องกง สิงคโปร์ ญี่ปุ่น ประเทศตะวันออกกลาง และยุโรป โดยมีปริมาณการส่งออก 5-10% ของผลผลิตผักส่งออกทั้งหมด คิดเป็นมูลค่าปีละ 140.36 ล้านบาท (กรมการค้าภายใน, 2530) ในปีการเพาะปลูก 2544/2545 มีพื้นที่ปลูกถั่วฝักยาวทั่วประเทศรวม 122,880 ไร่ ผลผลิต 175, 639 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546)

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการปลูกถั่วฝักยาวคือแมลงศัตรูพืช โดยมีแมลงศัตรูสำคัญที่เข้าทำลาย ได้แก่ หนอนเจาะฝัก หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว เพลี้ยอ่อน และไรขาว แมลงดังกล่าวทำให้ผลผลิตลดลง 20-25% (กอบเกียรติ และ วีรวิทย์, 2531) หรือผลผลิตเสียหายเฉลี่ยปีละ 732 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533) จากปัญหาดังกล่าวเกษตรกรนิยมใช้สารฆ่าแมลงในการควบคุม โดยใช้ในรูปแบบต่างๆ เช่น ใช้คลุกเมล็ดก่อนปลูก ใช้รองก้นหลุม หรืออาจฉีดพ่นทางใบ ผลจากการใช้สารฆ่าแมลง ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะถั่วฝักยาวส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้บริโภคในรูปฝักสด และในช่วงระยะเก็บเกี่ยวยังมีการทำลายของแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนอนเจาะฝักและเพลี้ยอ่อน เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมฉีดพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมแมลงดังกล่าว เนื่องจากถั่วฝักยาวให้ผลผลิตหลายรุ่น และในพันธุ์ต่างๆ มีอายุเก็บเกี่ยว 50% ตั้งแต่ 56-60 วัน (ขวัญจิตร และ วัลลภ, 2535) และจำเป็นต้องเก็บผลผลิตทุก 1-2 วัน จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลงโดยการสำรวจสุ่มตรวจผักในพื้นที่ 59 จังหวัด ในปี พ.ศ. 2542 ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และข้อมูลจากกองวัตถุมีพิษทางการเกษตร ยืนยันตรงกันว่าถั่วฝักยาวมีการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลง โดยตรวจพบสารพิษตกค้างเป็นอันดับที่ 3 รองจากผักคะน้าและกะหล่ำปลี (ปิยวรรณ, 2545) ดังนั้นถั่วฝักยาวจึงมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลง

ถึงแม้ว่ากรมวิชาการเกษตร (2545) แนะนำให้ฉีดพ่นสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เนื่องจากมีระยะตกค้างสั้น แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรยังนิยมฉีดพ่นสารฆ่าแมลงกลุ่มอื่น เช่น กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งมีราคาถูกกว่ากลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ นอกจากนี้เกษตรกรต้องเก็บผลผลิตวันเว้นวัน หรือทุก 2-3 วัน จากสาเหตุดังกล่าวจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงเหล่านี้ได้

ในด้านความต้องการของตลาดในปัจจุบันพบว่า พืชผักอนามัย หรือผักปลอดภัยจากสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จึงทำให้ราคาของพืชผักดังกล่าวสูงกว่าพืชผักทั่วไป ดังนั้นการศึกษาแนวทางการลดการใช้สารฆ่าแมลงในการผลิตถั่วฝักยาว โดยศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายไนล่อน ศักยภาพของสารผลิตภัณฑ์จากพืชบางชนิดในการควบคุมแมลง เพื่อทดแทนการใช้สารฆ่าแมลง และการตกค้างรวมทั้งวิธีการลดสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงใน/บนถั่วฝักยาว นอกจากจะช่วยลดอันตรายจากสารฆ่าแมลงต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และประหยัดเงินตราให้กับประเทศโดยลดการนำเข้าสารฆ่าแมลงแล้ว ยังเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตอีกด้วย

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

แมลงศัตรูถั่วฝักยาวและการควบคุมโดยใช้สารเคมีและสารสกัดจากพืช

ปัญหาของแมลงศัตรูนับว่ามีความสำคัญในการผลิตถั่วฝักยาว กอบเกียรติ และ วีรวิทย์ (2531) รายงานว่า แมลงศัตรูพวกหนอนเจาะฝัก หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว เพลี้ยอ่อน และไรขาวทำให้ผลผลิตถั่วฝักยาวลดลง 20-25% หรือผลผลิตเสียหายเฉลี่ยปีละ 732 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2533) แมลงศัตรูที่สำคัญและเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตของถั่วฝักยาวลดลงอย่างเด่นชัดมี 8 ชนิดคือ หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว หนอนเจาะฝักถั่วลายจุด หนอนผีเสื้อน้ำเงิน หนอนกระทู้หอม เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ไรขาว และไรแดง (กอบเกียรติ และคณะ, 2534) ตัวอย่างแมลงที่สำคัญที่กล่าวรายละเอียดได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว หนอนเจาะฝักลายจุด และเพลี้ยอ่อน

1. หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (bean fly) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ophiomyia phaseoli* Tryon ชื่อเดิม *Melanagromyza phaseoli* Vanschuytebroeck แมลงชนิดนี้เข้าทำลายพืชตระกูลถั่วหลายชนิด เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม โดยเข้าทำลายในระยะกล้าและระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

มีรายงานความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วในประเทศต่างๆ ในระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน ในประเทศอินโดนีเซียมีรายงานว่า แมลงชนิดนี้ทำความเสียหายโดยทำให้ผลผลิตของถั่ว common bean ลดลงอย่างรุนแรง (Van de Goot, 1930) ในขณะที่ประเทศแทนซาเนีย ผลผลิตลดลงจากการทำลายของแมลงชนิดนี้อยู่ในช่วง 30-50% (Walker; 1960; Swaine, 1968) ในประเทศออสเตรเลียหากไม่ทำการควบคุม ส่งผลให้ผลผลิตลดลง 100% (Morgan, 1939) และในไต้หวันผลผลิตลดลง 35 % (Talekar, 1990) ส่วนในอินเดียทำให้ผลิตลดลง 50% (Kooner *et al.*, 1977)

การควบคุม

เนื่องจากหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วเข้าทำลายรุนแรงในระยะกล้าจนกระทั่ง 4 อาทิตย์หลังงอก ดังนั้นในช่วงดังกล่าวมีความจำเป็นต้องดูแลใกล้ชิด การควบคุมสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การใช้วิธีเขตกรรมโดยใช้ฟางข้าวคลุม สามารถลดการระบาดของแมลงชนิดนี้ได้ (Van de Goot, 1930) การควบคุมโดยชีววิธี เช่น ในปี ค.ศ. 1968 หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วถูกนำเข้าไปในเกาะฮาวาย จึงได้นำแตนเบียนจากอาฟริกา 2 ชนิดเข้าไปควบคุม คือ *Opius phaseoli* และ *O. importatus* (Davis, 1971) นอกจากนี้สามารถควบคุมโดยการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางของเกษตรกร

การควบคุมโดยสารเคมีสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การป้องกันและการกำจัด การป้องกันสามารถทำได้โดยใช้สารฆ่าแมลงประเภทดูดซึมคลุกเมล็ดก่อนปลูก หรือรองก้นหลุมขณะปลูก สารที่นิยมใช้รองก้นหลุมได้แก่สาร carbofuran, aldicarb, phorate ส่วนสารคลุกเมล็ดได้แก่ carbosulfan, imidacloprid, fipronil โดยปกติสารเหล่านี้สามารถป้องกันแมลงดังกล่าวได้ประมาณ 1 เดือน ในกรณีที่ดินมีสภาพเป็นกรด หากดินมีสภาพเป็นด่าง สารจะสลายตัวเร็วขึ้น ทำให้มีการออกฤทธิ์ควบคุมแมลงสั้นลง ส่วนการกำจัดนั้นทำได้โดยใช้

สารฆ่าแมลงฉีดพ่นหลังงอก กรมวิชาการเกษตร (2545) แนะนำสารฆ่าแมลงในการควบคุมหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วคือ

1. ประเภทคลุกเมล็ดก่อนปลูก ได้แก่สาร carbosulfan (Posse® 25% ST) อัตรา 40 กรัม/เมล็ด 1 กิโลกรัม สารimidacloprid (Guacho® 70%WS) อัตรา 3-5 กรัม/เมล็ด 2 กิโลกรัม และสาร fipronil (Ascend® 5%SC) อัตรา 50 มิลลิลิตร/เมล็ด 1 กิโลกรัม

2. ประเภทรองก้นหลุมก่อนปลูก ได้แก่สาร carbofuran (Furadan® 3%G) อัตรา 5 กรัม/หลุม

3. ประเภทฉีดพ่นหลังเมล็ดงอก 3-5 วัน ได้แก่สาร fipronil (Ascend® 5%SC) อัตรา 10-20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

2. หนอนเจาะฝักถั่วลายจุด (bean pod borer) **มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า** *Maruca testulalis* Geyer

หนอนชนิดเข้าทำลายพืชตระกูลถั่วหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนอนจะเข้าทำลายดอกและฝัก ซึ่งเป็นผลผลิตโดยตรง โดยตัวอ่อนหลังจากฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มบริเวณดอก หลังจากนั้นจึงแยกออกจากกลุ่มเข้าไปทำลายดอกอื่น ๆ หนอนตัวหนึ่ง ๆ สามารถเข้าทำลายดอกได้ 4-6 ดอก ตัวหนอนวัยแรก ๆ จะกัดกินส่วนของดอกหรือใบ เมื่อหนอนโตขึ้นจะเข้ากัดกินและทำลายฝัก ระยะตัวอ่อนใช้เวลา 13-14 วัน ที่อุณหภูมิ 24 -27 องศาเซลเซียส

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

Karel (1989) รายงานว่า ในประเทศแทนซาเนีย หนอนเจาะฝักถั่วลายจุดสร้างความเสียหายถึง 30% ในขณะที่ในประเทศอินเดียได้รับความเสียหายจากแมลงดังกล่าวเพียง 10% (Patel and Singh, 1977)

การควบคุมโดยการใช้สารเคมีและสารสกัดจากสะเดา

มีการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดโดยใช้สารฆ่าแมลง รวมทั้งบางรายงานมีการศึกษาสัดส่วนต้นทุน-กำไร (cost-benefit ratio) ไว้ด้วย Ujagir and Ujagir (1999) รายงานว่า cypermethrin ที่ระดับความเข้มข้น0.006 และ 0.004%, endosulfan ที่ระดับความเข้มข้น 0.07% และ monocrotophos ที่ระดับความเข้มข้น 0.04% ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วใน pigeon pea (*Cajanus cajan*) สูงสุดในประเทศอินเดีย

Deka *et al.* (1998) ใช้สาร malathion, endosulfan, phosphamidon, deltamethrin และ neem powder (*Azadirachta indica*) ทดสอบกับแมลงศัตรูถั่วเขียวหลายชนิด รวมทั้งหนอนเจาะฝักลายจุดในสภาพไร่พบว่าสาร endosulfan ที่ระดับความเข้มข้น 0.07% มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยทำให้ผลผลิตและสัดส่วนต้นทุน-กำไรสูงสุด รองลงมาได้แก่การใช้สารphosphamidon ที่ระดับความเข้มข้น 0.05% และ neem powder ที่ระดับความเข้มข้น 0.03%

Emosairue and Ubana (1998) เปรียบเทียบผลในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วลายจุด และสัดส่วนต้นทุน-กำไร ระหว่างสารฆ่าแมลง lamda-cyhalothrin และสารสกัดจากเมล็ดสะเดาความเข้มข้น 5% และ 10% พบว่าสาร lamda-cyhalothrin ให้ผลในการควบคุมแมลงดังกล่าวดีที่สุด อย่างไรก็ตามให้ผลในการควบคุมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารสกัดจากเมล็ดสะเดา และผลการควบคุมระหว่างสารสกัด

สะเดาทั้ง 2 ระดับความเข้มข้นดังกล่าว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดสะเดา 5% ส่งผลให้สัดส่วนต้นทุน-กำไร ดีที่สุด

Bottenberg and Singh (1996) ทดสอบการใช้สารสกัดจากใบสะเดาอัตราความเข้มข้น 5% และ 10% ฉีดพ่น 2-4 ครั้ง ในถั่ว cowpea ในระยะออกดอกพบว่า สามารถลดการทำลายของหนอนเจาะฝักลายจุดได้ 12-16% Venkateswarlu *et al.* (1992) รายงานการใช้น้ำมันสะเดา (neem oil) ผสมกับสาร endosulfan ให้ผลดีในการควบคุมหนอนเจาะฝักลายจุดโดยทำให้ผลผลิตสูงขึ้น แต่การพ่นด้วย endosulfan อย่างเดียวทำให้สัดส่วนต้นทุน-กำไร (1:1.68) ดีที่สุด

Bhat *et al.* (1988) ทดสอบการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดในถั่วเขียวพบว่า สาร monocrotophos ที่ระดับความเข้มข้น 0.05%, quinalphos ที่ระดับความเข้มข้น 0.05% และสารสกัดหยาบจากเมล็ดสะเดา ที่ระดับความเข้มข้น 5% ให้ผลในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดได้ดี โดยหลังฉีดพ่น 7 วัน ตรวจพบหนอน 24.90, 34.99 และ 36.66% ตามลำดับ Hongo and Karel (1986) รายงานว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดสะเดามีผลในการไล่ (deterrent) และยับยั้งการกิน (antifeedant) ของหนอนเจาะฝักถั่วลายจุด

สำหรับประเทศไทยกรมวิชาการเกษตร (2545) แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ซึ่งมีฤทธิ์ในการตกค้างสั้นในการควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วลายจุด สารที่แนะนำได้แก่

- permethrin 25% ECอัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
  10% ECอัตรา 50 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
- cypermethrin 25% ECอัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
  10% EC อัตรา 25 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
- deltamethrin 3% EC อัตรา 5-10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
  2.5% EC อัตรา 6-12 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
- beta-cyfluthrin 2.5% EC อัตรา 20-30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

3. เพลี้ยอ่อนถั่ว (bean aphid) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aphis craccivora* Koch เพลี้ยอ่อนถั่วสามารถเข้าทำลายพืชตระกูลถั่วหลายชนิด โดยตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดน้ำเลี้ยงจากทุกส่วนของพืช เช่น ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก และฝักอ่อน ทำให้พืชมีอาการแคระแกร็น ใบหยิก บิดเบี้ยว และยังสามารถนำเชื้อไวรัสมาสู่พืชอีกด้วย

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

เพลี้ยอ่อนนอกจากดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยตรงแล้ว ยังนำเชื้อไวรัสมาสู่พืชอีกด้วย ความเสียหายที่เกิดจากเพลี้ยอ่อน พิสิษฐ์ (2533) รายงานว่าเพลี้ยอ่อนทำให้ผลผลิตถั่วเขียวลดลงมากกว่า 30% Jagtap *et al.* (1984) พบว่าเพลี้ยอ่อนดังกล่าวทำให้ผลผลิตของถั่วลิสงลดลง 16% ในขณะที่ประเทศจีนแมลงดังกล่าวทำความเสียหายรุนแรงขึ้น โดยทำให้ผลผลิตของพืชดังกล่าวลดลง 23% (Xu *et al.*, 1983) นอกจากนี้ยังพบว่า เพลี้ยอ่อนเป็นพาหะนำโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เช่น โรคใบด่างแถบถั่วลิสง (peanut strips virus) โรค blackeye cowpea virus (CSV) อาการที่เกิดขึ้นจากโรค CSV คือ ใบมีขนาดเล็ก แคระแกร็น ปล้องสั้น หากถั่วเป็นโรคจะไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เลย

การควบคุมโดยสารเคมี

กรมวิชาการเกษตร (2545) แนะนำสารฆ่าแมลงที่ใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนได้แก่

1. ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ได้แก่สาร triazophos (Hosthathion® 40% EC) อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร สาร carbosulfan (Posse® 20% EC) อัตรา 50 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และสาร lamda-cyhalothrin (Karate® 2.5% EC) อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

2. คลุกเมล็ดด้วยสาร imidacloprid (Guacho® 70% WS) อัตรา 2 กรัม/เมล็ด 1 กิโลกรัม

3. โรยในแถวปลูกหลังถั่วงอกได้ 20-25 วัน ด้วยสาร carbofuran อัตรา 120 กรัม สารออกฤทธิ์/ไร่ หากถั่วอยู่ในระยะออกดอกหรือติดฝักควรฉีดพ่นด้วย oxydemeton-methyl อัตรา 40 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ หรือพ่นด้วยสาร methamidophos อัตรา 80 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ (พิสิษฐ์ และคณะ, 2534)

การปลูกพืชผักในมุ้งตาข่าย

การปลูกพืชผักในมุ้งตาข่าย หรืออาจเรียกว่าผักกางมุ้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการทำลายของแมลงศัตรูพืชบางชนิด ส่งผลให้ลดการใช้สารฆ่าแมลง ผลผลิตไม่มีสารพิษตกค้างหรือมีพิษตกค้างอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค นอกจากนี้การลดการใช้สารฆ่าแมลงยังเป็นผลดีต่อเกษตรกร รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงจากสารเคมีลดลง ถึงแม้ว่าการปลูกพืชผักในมุ้งตาข่ายในประเทศไทยได้เริ่มต้นมาประมาณปี 2526 (กอบเกียรติ, 2543) อย่างไรก็ตามการปลูกพืชผักกางมุ้งยังมีข้อจำกัด จึงส่งผลให้พื้นที่การปลูกพืชผักกางมุ้งมีไม่มาก คือมีประมาณ 2-5% ของการปลูกพืชทั้งหมดทั่วประเทศ (กอบเกียรติ, 2543)

กอบเกียรติ (2543) รายงานชนิดของพืชผักและผลกระทบเมื่อปลูกในมุ้ง ชนิดของแมลงที่ป้องกันได้ โรคพืชที่พบระบาดในมุ้งตาข่าย และการลดความเข้มของแสงเมื่อปลูกผักในมุ้งพบว่า ชนิดของผักที่สามารถปลูกในมุ้งตาข่ายสีขาว และสีฟ้า ขนาด 16 ช่องต่อนิ้ว (mesh) ได้แก่ผักคะน้า กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาว บรอคคอลลี่ ผักกวางตุ้ง และผักนวลจันทร์ การเจริญเติบโตของผักเกือบทุกชนิดดังกล่าวทั้งในมุ้งตาข่ายสีขาวและสีฟ้า เจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกนอกมุ้งในกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก และบรอคคอลลี่ การปลูกในมุ้งส่งผลให้เข้าหัวและออกดอกเร็วกว่าปลูกนอกมุ้งประมาณ 4-5 วันกะหล่ำดอก บรอคคอลลี่ ผักกวางตุ้ง และคะน้า การปลูกในมุ้งตาข่ายสีขาวมีแนวโน้มให้ผลดีกว่าผักชนิดอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามการปลูกพืชผักกางมุ้งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว คือทำให้น้ำหนักผลผลิตลดลง ผักกาดขาว ผักกวางตุ้ง และคะน้ามีแนวโน้มว่าผลผลิตลดลง 20% หลังเก็บเกี่ยว 24 ชั่วโมง ส่วนผักชนิดอื่นน้ำหนักลดลงประมาณ 5%

ส่วนแมลงศัตรูพืชที่สามารถป้องกันได้เมื่อปลูกผักกางมุ้งได้แก่ ผีเสื้อเกือบทุกชนิด ส่วนแมลงที่มีแนวโน้มว่าไม่ให้ผลดีในการป้องกันเท่าที่ควรได้แก่ ด้วงหมัดผัก เพลี้ยอ่อน หนอนชอนใบ เพลี้ยไฟ เนื่องจากแมลงดังกล่าวมีขนาดเล็ก สามารถเล็ดลอดเข้าไปในมุ้งได้ หรืออาจติดไปกับกล้าผัก และเสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติงาน หรืออาจมีดักแด้ของแมลงในดินหลงเหลืออยู่

การระบาดของโรคในมุ้งมีแนวโน้มสูงกว่าภายนอกมุ้งเนื่องจากภายในมุ้งมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าภายนอกมุ้ง โดยอุณหภูมิภายในมุ้งสูงกว่าภายนอกมุ้งประมาณ 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าภายนอกมุ้งประมาณ 5-8% นอกจากนี้การระบายอากาศภายนอกมุ้งดีกว่าภายในมุ้ง ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้ภายในมุ้งมีโอกาสเกิดโรคสูงกว่า โรคที่พบบ่อยได้แก่ โรคใบกรอบเกิดจากเชื้อ *Xanthomonas* sp. โรคราน้ำค้างเกิดจากเชื้อ *Peronospora* sp. โรคเน่าและเกิดจากเชื้อ *Erwinia carotovora* และโรคใบจุดเกิดจากเชื้อ *Alternaria brassicola* ส่วนการลดความเข้มของแสงพบว่าการปลูกพืชผักกางมุ้งตาข่ายสีขาว ลดความเข้มของแสงได้ประมาณ 15% ส่วนมุ้งตาข่ายสีฟ้าลดความเข้มของแสงได้ประมาณ 25%

จารุ (2539) รายงานการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายสีขาว ขนาด 5x30 เมตร สูง 2.5 เมตร เปรียบเทียบกับการปลูกนอกโรงเรือนในแปลงปลูกของเกษตรกร ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งให้ผลผลิต 110 กิโลกรัม มีรายได้สุทธิ 1,647 บาท ในขณะที่ปลูกนอกมุ้งให้ผลผลิตเพียง 27.1 กิโลกรัม มีรายได้สุทธิ 46 บาท

การตกค้างและการลดปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงใน/บนผลผลิตทางการเกษตร

การตกค้างของสารฆ่าแมลงบน หรือในผลผลิตทางการเกษตร

ได้มีการศึกษาพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงในผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด รวมทั้งศึกษาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย โดยอาศัยค่า Maximum Residue Limit (MRL) ที่กำหนดโดย FAO/WHO เป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่าปริมาณสารพิษตกค้างและระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ชนิดของสารฆ่าแมลง วิธีการทดลอง เป็นต้น

Sukul and Handa (1989) รายงานว่าเมื่อพ่นสาร cypermethrin อัตรา 140 กรัมของสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ในถั่ว chickpea (*Cicer arietinum*) และถั่วเขียว (*Vigna radiata*) ในระยะออกดอก ปริมาณสารพิษตกค้างหลังจากฉีดพ่น 1 ชั่วโมง บนใบถั่ว *C. arietinum* และถั่วเขียวมีค่าเท่ากับ 9.20 และ 14.02 ppm ตามลำดับ หลังจากฉีดพ่น 15 วัน ปริมาณสารตกค้างลดลงเหลือ 1.70 และ 1.90 ppm ตามลำดับ ทำการฉีดพ่นสารดังกล่าวอีกครั้งเมื่อถั่วติดฝัก พบว่าปริมาณสารพิษตกค้างบนฝักหลังฉีดพ่นเท่ากับ 2.5 และ 0.95 ppm ในถั่ว *C. arietinum* และถั่วเขียว ตามลำดับ หลังจากฉีดพ่น 10 วัน ปริมาณสารตกค้างลดลงเหลือ 1.63 และ 0.20 ppm ตามลำดับ เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวมีปริมาณสารพิษตกค้างในเมล็ดของถั่ว *C. arietinum* และถั่วเขียวเท่ากับ 0.09 และ 0.12 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า MRL ที่กำหนดไว้ในถั่วเท่ากับ 0.05 ppm

เมื่อใช้สารฆ่าแมลง carbofuran อัตรา 0.5 กิโลกรัม สารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ รองก้นหลุมในการปลูกถั่ว cowpea (*V. unguiculata*) ตรวจพบสารพิษตกค้างในพืชดังกล่าวหลังจากปลูก 28 วัน และระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยเท่ากับ 54.44 วัน (Faleiro *et al.*, 1985) เมื่อฉีดพ่นสาร fenvalerate, cypermethrin และ flucythrinate อัตรา 0.01%, 0.0075% และ 0.0075% ในถั่ว *V. unguiculata* และถั่วเขียว พบปริมาณพิษตกค้างบนฝักในถั่ว *V. unguiculata* สูงกว่าในถั่วเขียว แต่ในเมล็ดไม่พบพิษตกค้างของสารดังกล่าว (Srivastava *et al.*, 1984)

Baruah *et al.* (1998) ศึกษาพิษตกค้างบน/ใน pigeon peas (*Cajanus cajan*) ของสาร cypermethrin (45 g.a.i./ha), สาร fenvalerate (60 g.a.i./ha), สาร deltamethrin (15 g.a.i./ha) และสาร endosulfan (525 g.a.i./ha) พบว่าหลังฉีดพ่นสาร 7 วัน พบสารพิษตกค้างของสาร deltamethrin บนฝัก ส่วนสารชนิดอื่นๆ ตรวจพบบนฝักหลังฉีดพ่น 9 วัน ส่วนในเมล็ดพบเฉพาะพิษตกค้างของสาร endosulfan และระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยของสารเหล่านี้คือ 3 วัน Awasthi (1986) รายงานว่า เมื่อฉีดพ่นสารฆ่าแมลง permethrin ที่อัตรา 0.015% และ 0.03%, สาร cypermethrin ที่อัตรา 0.01% และ 0.02%, สาร fenvalerate ที่อัตรา 0.01 และ 0.02% และสาร deltamethrin ที่อัตรา 0.0015% และ 0.003% มีระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยอยู่ระหว่าง 0-8 วัน

การลดปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงใน/บนผลผลิตทางการเกษตร

ปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงที่อยู่ใน/บนผลผลิตทางการเกษตรสามารถลดลงได้โดยวิธีการต่าง ๆ ปริมาณที่ลดได้แตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของผลผลิต ชนิดของสารฆ่าแมลง วิธีการลดสารพิษ เป็นต้น Sances *et al.*(1992) พบว่าการล้างผลมะเขือเทศด้วยน้ำอุ่น สามารถลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลง fenvalerate ได้ 38% ส่วนในกะหล่ำดอกพบว่าวิธีการล้างและการต้มให้สุก สามารถลดพิษตกค้างของสาร quinalphos, phenthoate, endosulfan, carbofuran และ chlorpyrifos ได้ 24.2%, 22.6%, 54.0%, 10.3% และ 49.7% ตามลำดับ (Regupathy *et al.*, 1985) ในพืชดังกล่าว Malik *et al.*. (1998) รายงานว่าการล้างด้วยน้ำสามารถลดพิษตกค้างของสาร alphapermethrin ได้ 7-38% ในขณะที่วิธีการต้มให้สุกสามารถลดพิษได้ 12-17%

ในมะเขือเทศ Awasthi (1986) พบว่าการล้างด้วยน้ำ น้ำเกลือ กรดเกลือ กรดน้ำส้ม และสารละลายด่างทับทิมสามารถลดพิษตกค้างของสาร fenvalerate, permethrin, cypermethrin และ deltamethrin ลงได้ 30-33% จุ่มในสารละลาย sodium hydroxide ลดพิษได้ 40-45% และสารละลายผงซักฟอก Teepol ลดพิษได้ 50-60% ในขณะที่ Ashtaputre and Jadhav (1989) พบว่าการใช้น้ำประปาล้างผลมะเขือยาว ไม่มีผลในการลดพิษตกค้างของสาร lamda-cyhalothrin, permethrin, cypermethrin, acephate และ endosulfan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การล้างด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะช่วยลดระยะปลอดภัยในการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าสามารถลดระยะปลอดภัยในการเก็บเกี่ยวของสารกลุ่มไพรีทรอยด์เหลือ 2 วัน สาร acephate เหลือ 1 วัน และสาร endosulfan เหลือ 4 วัน

Sukul and Handa (1988) รายงานว่าการล้างด้วยน้ำสามารถลดพิษตกค้างของสาร permethrin, cypermethrin, deltamethrin และ fenvalerate ในถั่วเขียวลงได้ 35.6%, 44.4%, 34.8% และ 47.3% ตามลำดับ Bhupinder and Udcaan (1989) พบว่าหลังจากฉีดพ่นสาร cyperthrin ในกระเจี๊ยบที่เวลา 1 ชั่วโมง 1 วัน และ 3 วัน การล้างและต้มให้เดือดสามารถลดพิษตกค้างในผลกระเจี๊ยบลงได้ 25-50% นอกจากนี้ชนิดของพืชมีผลต่อการลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงโดย Burchat *et al.* (1998) รายงานว่าการลดพิษตกค้างของสาร carbofuran, cypermethrin, diazinon, endosulfan และ parathion โดยวิธีการล้างในแครอทสามารถลดพิษได้ดีกว่าในมะเขือเทศ

สำหรับในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิธีการลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงในพืชบางชนิด โดยพงศ์ศรี และคณะ (2528) พบว่าวิธีการลดปริมาณสาร carbaryl ในฝรั่งที่ดีที่สุดคือ การล้างด้วยด่างทับทิม โดยสามารถลดปริมาณสารพิษได้ 82.36% และล้างด้วยน้ำปูนใสลดปริมาณสารพิษได้ 81.81% ส่วนการล้างด้วยน้ำก๊อกกำลังไหล และวิธีปอกเปลือกลดปริมาณสารพิษได้ 55.48% และ 44.29% ตามลำดับ การลดปริมาณสารพิษในพุทราของสาร deltamethrin พบว่าการปอกเปลือกสามารถลดได้ 100% ในขณะที่วิธีการดังกล่าวสามารถลดปริมาณสาร methyl parathion ในชมพู่ได้ 72.06% และวิธีล้างด้วยน้ำก๊อกกำลังไหล สามารถลดปริมาณสารพิษลงได้ 52.86%

วิภา และคณะ (2529) ศึกษาวิธีการลดพิษของสาร endrin และ dieldrin หลังจากนำสารดังกล่าวคลุกเมล็ดถั่วเขียวแล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าวิธีเลาะเปลือกหลังอบเมล็ดนาน 3 ชั่วโมง ลดสารพิษได้มากที่สุดโดยสามารถลดสาร endrin และ dieldrin ได้ถึง 88.0% และ 83.3% ตามลำดับ สำหรับวิธีอื่นๆ คือ เลาะเปลือกหลังจากอบเมล็ดนาน 1.5 ชั่วโมง, ล้างด้วยน้ำเดือด, ล้างด้วยน้ำส้มที่อุณหภูมิห้องและที่จุดเดือด และล้างด้วยน้ำปูนใสเดือด ลดพิษตกค้างของ endrin ได้ 57.7-68.2% การนำเมล็ดถั่วเขียวผ่านแสง UV นาน 30 นาที ลดปริมาณ endrin และ dieldrin ได้ 17.2% และ 16.8% ตามลำดับ

พงศ์ศรี (2531) รายงานว่าการนำองุ่นมาแช่น้ำและล้างด้วยน้ำปูนใส 50% สามารถลดพิษตกค้างของสาร monocrotophos ใน/บนองุ่นได้ 30% ส่วนสาร dicofol พบว่าการปอกเปลือกสามารถลดพิษตกค้างได้ 90% ในขณะที่ล้างด้วยน้ำก๊อกสามารถลดพิษตกค้างได้ 45%

สมสมัย และคณะ (2531) ศึกษาวิธีการลดพิษตกค้างของสาร methyl parathion และ methomyl ใน/บนผลพุทราพบว่าวิธีการปอกเปลือกสมารถลดพิษตกค้างของ methyl parathion ได้ดีที่สุดโดยลดพิษตกค้างได้ถึง 92% รองลงมาคือล้างด้วยน้ำเกลือ 0.9% ลดได้ 33.3% ล้างด้วยไลปอน-วี ลดได้ 22% ล้างด้วยน้ำด่างทับทิม 0.001%, น้ำซาวข้าวและน้ำส้มสายชู 0.1% ลดได้ 19.4, 8.3 และ 2.7% ตามลำดับ การล้างด้วยน้ำปูนใส 50% การแช่น้ำและล้างน้ำก๊อกไหลนาน 2 นาที ไม่สามารถลดพิษตกค้างของ methyl parathion ได้ ส่วนการลดพิษตกค้างของสาร methomyl พบว่าการแช่น้ำลดพิษตกค้างได้ดีที่สุดคือลดพิษลงได้ 60.07% รองลงมาได้แก่การล้างน้ำซาวข้าว, ล้างน้ำก๊อกไหลนาน 2 นาที, ล้างน้ำด่างทับทิม 0.001%, ล้างน้ำส้มสายชู 0.1%, ล้างน้ำปูนใส 50% ล้างไลปอน-วี และปอกเปลือกโดยสามารถลดพิษตกค้างได้ 49.08, 41.76, 34.43, 32.23, 28.94, 17.95 และ 4.03% ตามลำดับ ส่วนการล้างด้วยน้ำเกลือไม่สามารถลดพิษตกค้างได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายและเปรียบเทียบการเจริญเติบโต การทำลายของแมลงศัตรูระหว่างการปลูกในมุ้งและนอกมุ้งในฤดูการปลูกที่แตกต่างกัน
2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารผลิตภัณฑ์จากพืชบางชนิดในการควบคุมแมลงศัตรูถั่ว ฝักยาวเพื่อทดแทนหรือลดการใช้สารฆ่าแมลง
3. ศึกษาการตกค้างและวิธีการลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงใน/บนถั่ว ฝักยาว

วิธีการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายไนล่อน

1.1 การเตรียมแลงและปลูกพืชทดลอง

ปลูกถั่วฝักยาวพันธุ์คัด-มอ 2 ครั้ง ในแปลงทดลองของภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ โดยครั้งแรกปลูกในวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 และครั้งที่ 2 ปลูกในวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2545 ในแต่ละครั้งทำการปลูกถั่วฝักยาวจำนวน 2 แปลง โดยแต่ละแปลงมีขนาดกว้าง 18 เมตร ยาว 24 เมตร แต่ละแปลงแบ่งเป็น 4 แปลงย่อยขนาดแปลงย่อย ละ 108 ตารางเมตร ก่อนปลูกทำการไถและตากดิน 1 อาทิตย์ พร้อมใส่ปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยคอก (มูลไก่) อัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ ยกร่องโดยมีสันร่องกว้าง 1 เมตร ติดตั้งระบบการให้น้ำด้วยสายยางก่อนคลุมร่องด้วยพลาสติกสีดำเพื่อควบคุมวัชพืชและรักษาความชื้นในดิน เจาะหลุมผ่านพลาสติกเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตรเพื่อหยอดเมล็ดพันธุ์ 4-5 เมล็ดต่อหลุม โดยปลูก 2 แถว/ร่อง ใช้ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร และระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร หลังจากถั่วงอก 1 อาทิตย์ ถอนแยกให้เหลือ 2 ต้น/หลุม ใช้มุ้งตาข่ายไนล่อนสีขาวขนาดช่อง 16 mesh (16 ช่อง/นิ้ว) คลุม 1 แปลงในพื้นที่ 432 ตารางเมตร โดยโครงสร้างของมุ้งตาข่ายเป็นโครงเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 18 เมตร ยาว 24 เมตร สูง 2 เมตร ส่วนแปลงที่เหลือไม่คลุมด้วยมุ้งและใช้สารฆ่าแมลงควบคุมแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (2545) โดยมีการใช้สารฆ่าแมลงในการปลูก 2 ครั้งที่แตกต่างกันเนื่องจากมีการระบาดของแมลงแตกต่างกันใน 2 ฤดูการปลูกดังนี้คือ

ครั้งที่	การใช้สารฆ่าแมลง
1. ปลูก เมื่อ 7 พ.ค. 2544	รองก้นหลุมด้วยสาร carbofuran (Furadan 3%G) อัตรา 5 กรัม/หลุม ฉีดพ่นด้วยสาร carbosulfan (Posse® 20% EC) ในอัตรา 50 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร 2 ครั้ง เมื่อถั่วอายุ 40 และ 50 วัน
2. ปลูกเมื่อ 18 มี.ค. 2545	รองก้นหลุมด้วยสาร carbofuran (Furadan® 3%G) อัตรา 5 กรัม/หลุม ฉีดพ่นด้วยสาร carbosulfan (Posse® 20% EC) ในอัตรา 50 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร 2 ครั้ง เมื่อถั่วอายุ 40 และ 60 วัน ฉีดพ่นด้วยสาร cypermethrin (Starzip® 25%EC) ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร เมื่อถั่วอายุ 50 วัน

ส่วนในแปลงที่คลุมด้วยมุ้งไม่รองก้นหลุมและไม่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงชนิดใด ๆ ปักค้างหลังปลูก 20 วัน เมื่อถั่วอายุ 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ผสมกับสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ ให้น้ำทางระบบท่อทุก 2 วัน

1.2 การเก็บข้อมูล

ในแปลงที่คลุมด้วยมุ้ง และไม่คลุมด้วยมุ้งแบ่งออกเป็นแปลงย่อยขนาด กว้าง 9 เมตร ยาว 12 เมตร จำนวน 4 แปลงย่อย เก็บข้อมูลต่าง ๆ ในแปลงย่อยที่ปลูกในมุ้ง และนอกมุ้งดังต่อไปนี้

1.2.1 การเจริญเติบโตและผลผลิต

1.2.1.1 วัดความสูงของต้นถั่วหลังปลูก 10 20 และ 30 วัน โดยสุ่มวัดจากโคนต้นจนถึงปลายยอด จำนวน 25 ต้น/แปลงย่อย

1.2.1.2 ชั่งน้ำหนักฝัก เมื่อเก็บผลผลิตทุกครั้งโดยเก็บฝักทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อยทุก 2 วันจนหมดอายุการเก็บเกี่ยว ชั่งน้ำหนักฝักทั้งหมดและน้ำหนักฝักที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝัก คำนวณผลผลิต/ไร่โดยแยกเป็นผลผลิตที่สมบูรณ์ซึ่งไม่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝัก และผลผลิตที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝัก

1.2.2 แมลงศัตรูพืช

นับจำนวนประชากรแมลงศัตรูพืชและการทำลายของแมลงที่สำคัญ 4 ชนิดคือ หนอนแมลงวันชอนใบ หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว เพลี้ยอ่อน และหนอนเจาะฝักถั่ว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.2.1 หนอนแมลงวันชอนใบและหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว นับจำนวนต้นที่ถูกทำลายโดยสุ่มจำนวน 25 ต้น/แปลงย่อย หลังจากถั่วอายุได้ 10, 20 และ 30 วัน คำนวณเปอร์เซ็นต์ของต้นที่ถูกทำลาย

1.2.2.2 เพลี้ยอ่อน นับจำนวนต้นที่มีเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย โดยสุ่มจำนวน 25 ต้น/แปลงย่อย หลังจากถั่วมีอายุได้ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน คำนวณเปอร์เซ็นต์ต้นที่ถูกทำลาย

1.2.2.3 หนอนเจาะฝักถั่ว นับจำนวนดอกที่ถูกเข้าทำลายเมื่อถั่วอายุได้ 50, 55, 60 และ 65 วัน โดยสุ่มจำนวน 25 ดอก/แปลงย่อย และชั่งน้ำหนักฝักที่ถูกทำลายและไม่ถูกเข้าทำลายโดยหนอนเจาะฝัก เมื่อเก็บฝักทุกครั้ง

1.3 การวิเคราะห์และประเมินผล

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลในข้อ 1.2 ระหว่างถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งและนอกมุ้งทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยใช้ T-test

2. การศึกษาสารผลิตภัณฑ์จากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาว

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มในบล๊อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกถั่วฝักยาวพันธุ์เขียวดกเบอร์ 4 ของบริษัท อีส เวสท์ ซีด จำกัด โดยปลูกถั่วฝักยาวเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2544 ก่อนปลูกไถดินตากแดดไว้ประมาณ 1 อาทิตย์หลังจากนั้นใส่ปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยคอก (ขี้ไก่) อัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ ไถยกร่อง 4 แปลงใหญ่ (blocks) แต่ละแปลงใหญ่มี 8 แปลงย่อยขนาด 1x11 เมตร^2 ปลูกถั่วฝักยาวโดยหยอดเมล็ดพันธุ์ 4-5 เมล็ดต่อหลุม ใช้ระยะปลูก 70x70 เซนติเมตร หลังจากถั่วงอก 1 อาทิตย์ถอนแยกให้เหลือ 2 ต้น/หลุม และปักค้างหลังปลูก 3 อาทิตย์ เมื่อถั่วอายุ 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ผสมกับสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ พร้อมทั้งพูนโคนและกำจัดวัชพืช

การใช้สารฆ่าแมลงแบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ การคลุกเมล็ดก่อนการปลูก การรองก้นหลุม และการฉีดพ่นทางใบ โดยมีทรีทเมนต์ต่าง ๆ ดังแสดงใน Table 1

Table 1. Denotation of treatments, models and rates of application of insecticide and plant crude extracts applied.

Treatment (T)	Models of application	Rates of application
1	Seed treatment with carbosulfan (Posse® 25 ST) + foliage spray with cypermethrin (Starzip® 25 EC)*	40 g/ 1 kg seeds + 10 ml/ 20 L of water
2	Soil treatment with carbofuran (Furadan® 3 G) + foliage spray with methamidophos (Tamaron® 60 SC)*	5 g/hill + 30 ml/ 20 L of water
3	Foliage spray with neem seed extracts +carbosulfan* (Posse® 20 EC)	200 ml/ 20 L of water + 60 ml/ 20 L of water
4	Foliage spray with galanga + citronella grass extracts	200 + 200 ml/ 20 L of water
5	Soil treatment with carbofuran (Furadan® 3 G) + Foliage spray with neem seed extracts *	5 g/hill + 200 ml/ 20 L of water
6	Foliage spray with neem seed extracts	200 ml/ 20 L of water
7	Foliage spray with neem seed + galanga + citronella grass extracts	200 + 200 + 200 ml/ 20 L of water
8	Water (control)	

* Sprays during flowering stage

Central Library
Prince of Songkla University

2.2 การสกัดสารจากพืชและการฉีดพ่นสาร

สารสกัดจากสะเดาใช้สารตัวอย่างซึ่งเป็นสารสกัดหยาบจากสะเดาไทยของกรมวิชาการเกษตร โดยมีสารออกฤทธิ์อะซาดิแรกติน (azadirachtin) 0.1% สารสกัดจากข่านำส่วนของหัว ส่วนตะไคร้หอมนำส่วนของใบและลำต้นไปสกัดตามรายละเอียดใน Figure 1

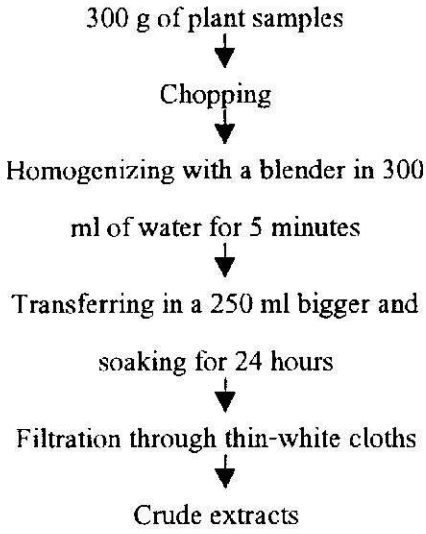


Figure 1. Procedures of plant crude extraction

ฉีดพ่นทางใบทั้งหมด 8 ครั้ง เมื่อถั่วอายุได้ 16 21 28 3542 48 55 และ 60 วัน ตามลำดับและในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 5 ฉีดพ่นสาร cypermethrin methamidophos carbosulfan และสารสกัดจากเมล็ดสะเดา เมื่อถั่วอายุได้ 35 42 48 55 และ 60 วันตามลำดับ โดยใช้เครื่องฉีดพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) ใช้ปริมาณน้ำในการฉีดพ่นเฉลี่ย 116.8 ลิตร/ไร่ (Figure 2)

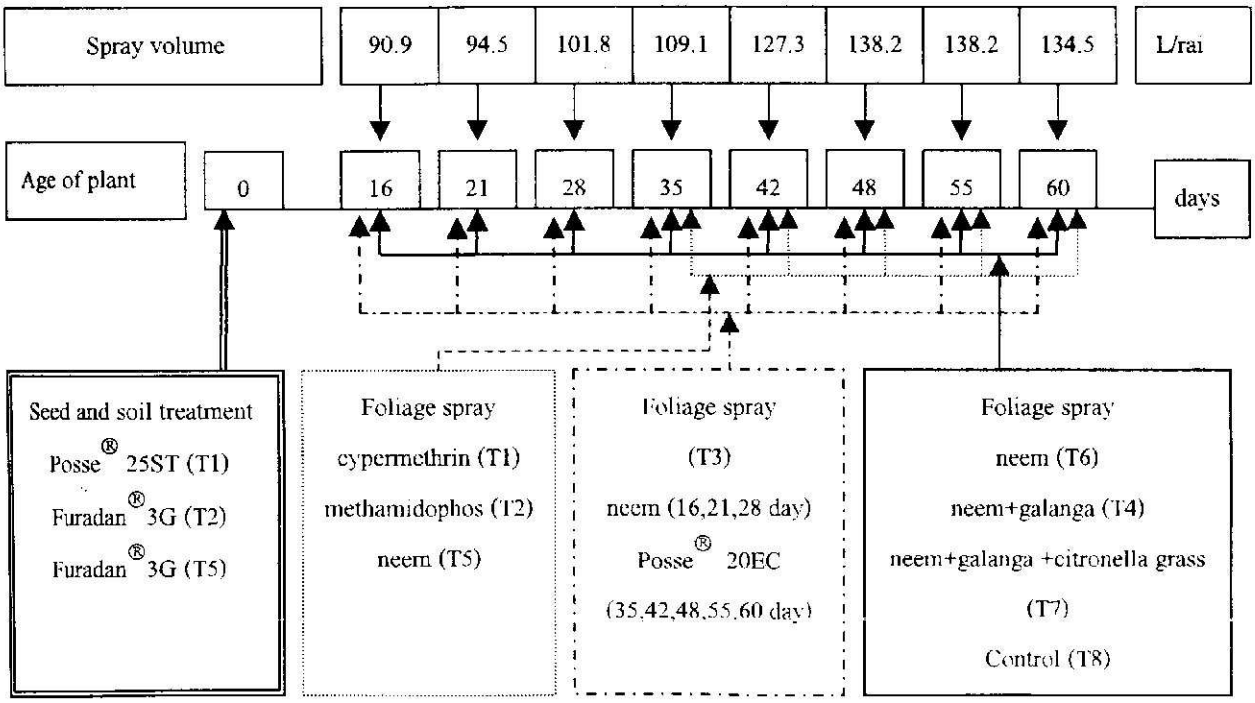


Figure 2. Calendar plan to accommodate the application of insecticides and plant crude extracts and spray volume.

2.3 การเก็บข้อมูล

2.3.1 นับจำนวนต้นที่ถูกทำลายโดยหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว โดยสุ่มจำนวน 10 ต้น/แปลง (ซ้ำ) หลังจากถั่วอายุได้ 10 15 20 25 และ 30 วัน

2.3.2 นับจำนวนต้นที่ถูกทำลายโดยเพลี้ยอ่อน โดยสุ่มจำนวน 10 ต้น/แปลง หลังจากถั่วมีอายุ 10 15 20 25 30 40 และ 50 วัน

2.3.3 นับจำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝักและเพลี้ยอ่อน เมื่อเก็บฝักทุกครั้งในแต่ละซ้ำของทุกทรีทเมนต์ คำนวณและเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายระหว่างทรีทเมนต์

2.3.4 ชั่งน้ำหนักฝักทั้งหมดในการเก็บฝักแต่ละครั้ง โดยเก็บฝักทั้งหมด 9 ครั้ง เมื่อถั่วอายุได้ 60 62 64 66 68 70 72 74 และ 76 วัน คำนวณผลผลิต/ไร่

2.4 การวิเคราะห์และประเมินผล

นำข้อมูลในข้อ 2.3 มาวิเคราะห์ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

3. การศึกษาการตกค้างและวิธีการลดสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงใน/บนถั่วฝักยาว

3.1 ศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลงใน/บนถั่วฝักยาว

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงได้ทำการศึกษา 2 ครั้ง ใช้ถั่วฝักยาวพันธุ์เขียวดกเบอร์ 4 ของบริษัท อีส เวสท์ ซีด จำกัด วิธีการปลูกและการปฏิบัติต่างๆ กระทำเช่นเดียวกับการศึกษาในหัวข้อการศึกษาสารผลิตภัณฑ์จากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาว

ครั้งที่ 1 ปลูกถั่วฝักยาวเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2544 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ เมื่อถั่วอายุได้ 48 วัน ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง 2 ชนิด คือสาร methamidophos ในอัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ carbosulfan ในอัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตรหลังจากการฉีดพ่น 1 และ 2 วัน สุ่มฝักจากแปลงที่ฉีดพ่นสารทั้ง 2 ชนิด ๆ ละ 4 แปลงย่อยไปวิเคราะห์ผลตกค้างของสาร methamidophos, carbosulfan และ carbofuran ซึ่งเป็นสาร metabolite ของสาร carbosulfan โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 2-3 ตัวอย่าง/แปลงย่อย (ตารางภาคผนวก 5)

ครั้งที่ 2 ปลูกถั่วฝักยาวเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2545 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ เมื่อถั่วอายุได้ 48 วัน ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง 3 ชนิดคือ methamidophos, carbosulfan และ cypermethrin ในอัตรา 30, 60 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ หลังจากการฉีดพ่น 1 และ 2 วัน สุ่มฝักจากแปลงที่ฉีดพ่นสารทั้ง 3 ชนิด ไปวิเคราะห์ผลตกค้างของสาร methamidophos, carbosulfan, carbofuran และ cypermethrin โดยทำการวิเคราะห์แปลงย่อยละ 2 ซ้ำ (ตารางภาคผนวก 5) โดยการวิเคราะห์สารพิษตกค้างใช้เทคนิคโครมาโตกราฟ วิธีการสกัดและวิเคราะห์ตัวอย่างมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิธีการวิเคราะห์ methamidophos, carbosulfan และ carbofuran ในถั่วฝักยาว

1) ใช้ถั่วฝักยาวหั่นละเอียด 50 กรัม เติม ethyl acetate 150 มล. และ sodium sulfate 50 กรัม ลงใน บีกเกอร์ นำไปปั่น (สกัด) ด้วยเครื่อง Ultra Turrax Homogenizer นาน 5 นาที
2) กรองผ่าน buchner funnel แล้วกรองสารที่สกัดได้ (extract) อีกครั้งด้วยกระดาษกรอง Whatman 1PS
3) นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary Evaporator แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 มล.ด้วย ethyl acetate
4) นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NPD-GC (Hewlett Packard, HP 6890 plus)

GC Condition for Methamidophos

Column : 30 m, 0.32 mm ID, 0.25 μm HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane (Hewlett Packard)

Inj. Temp. : 260 °C

Det.Temp : 290 °C

Colum Temp : 80 °C to 180 °C @ 20 °C/min (hold 5 min.)

Carrier Gas : Helium, flow rate 1.7 ml/min

GC Condition for carbosulfan และ carbofuran

Colum : 30 m, 0.32 mm ID, 0.25 μm HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane (Hewlett Packard)

Inj. Temp. : 260 °C

Det.Temp : 290 °C

Column Temp : 80 °C to 180 °C @ 20 °C/min (hold 5 min.)

180 °C to 310 °C @ 30 °C/min (hold 2 min.)

Carrier gas : Helium, flow rate 1.7 ml/min

วิธีการวิเคราะห์ cypermethrin ในถั่วฝักยาว

1) ถั่วฝักยาวหั่นละเอียด 50 กรัม เติม hexane 150 มล. Cilite # 545 5 กรัม และ sodium sulfate 10 กรัม ลงในปีกเกอร์ นำไปปั่น (สกัด) ด้วยเครื่อง Ultra Turrax Homogenizer นาน 2 นาที
2) กรองผ่าน buchner funnel แล้วเก็บสารที่สกัดได้ (extract) ใน hexane ไว้
3) สกัดตัวอย่างซ้ำ โดยใช้ hexane อีก 50 มล. แล้วกรองผ่าน buchner funnel
4) นำสารที่สกัดได้ (extract) ใน hexane ทั้ง 2 ครั้ง ใส่กรวยแยกขนาด 500 มล.
5) ทำการแยกส่วน (partition) 2 ครั้ง ๆ ละ 20 มล. ของ acitronitrile ซึ่งอิ่มตัวด้วย petroleum ether โดยเก็บสารละลายที่อยู่ชั้นล่างไว้
6) สารละลายจากข้อ 5 นำมาใส่ในกรวยแยกขนาด 500 มล. เติมน้ำกลั่น 150 มล. เติม 50 มล. 1 : 1 petroleum ether in diethyl ether และ saturated sodium chloride solution 10 มล. เขย่านาน 5 นาที วางทิ้งไว้ให้แยกชั้น

7) เก็บสารที่สกัดได้ขึ้นอยู่ชั้นบน โดยผ่าน sodium sulfate anhydrous เพื่อดูดความชื้น

8) ส่วนสารละลายชั้นล่าง นำมาสกัดอีกครั้งด้วย 50 มล. 1 : 1 petroleum ether in diethyl ether แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 7

9) นำสารที่สกัดได้ไปลดปริมาตรด้วย เครื่อง Rotary Evaporator จนเกือบแห้ง

10) นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ECD-GC (Shimadzu 14A)

การทำความสะอาดตัวอย่าง (clean-up)

ละลายตัวอย่างที่สกัดได้ด้วย hexane นำไป clean-up โดยผ่าน Florisil Column แล้วใช้ 20% diethyl ether in petroleum ether ปริมาตร 200 มล. เป็น eluent นำไปลดปริมาตรจนแห้ง แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายด้วย hexane ให้ได้ 2 มล. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ECD-GC ต่อไป

GC Condition for cypermetrin

Column : 30 m, 0.53mm ID, 1.50 μm Rtx-5 (Restex)

Inj. Temp. : 250 °C

Det.Temp : 300 °C

Column Temp : 210 °C

Carrier Gas : Hydrogen, flow rate 50 ml/min

3.2 ศึกษาวิธีการลดสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงในบนถั่วฝักยาว

ในการทดลองนี้สุ่มตัวอย่างถั่วฝักยาวในการปลูกครั้งที่ 2 ในหัวข้อ 3.1 หลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิดคือ methamidophos, carbosulfan และ cypermethrin โดยเก็บตัวอย่างฝักจาก 3 แปลงย่อยหลังจากฉีดพ่นสาร 1 ชั่วโมง นำฝักทั้ง 3 แปลงย่อยมารวมกันก่อนนำไปผ่านกระบวนการลดสารพิษตกค้างด้วยวิธีการล้างแบบต่างๆ แสดงใน Table 2

Table 2. Illustration of different rinse methods used for insecticide decontamination on/in pods of yard long bean.

Treatment 1	Rinse with flowing tap water for 2 min.
Treatment 2	Rinse with rinsed-rice water** (4 L) for 10 min., thereafter twice rinse with tap water (4 L) for 2 min.
Treatment 3	Rinse with 0.1% acetic acid solution (4 L) for 10 min., thereafter twice rinse with tap water (4 L) for 2 min.
Treatment 4	Rinse with 50% saturated calcium hydroxide solution (4 L) for 10 min., thereafter twice rinse with tap water (4 L) for 2 min.
Treatment 5	Rinse with 0.001% potassium permanganate solution (4 L) for 10 min., thereafter twice rinse with tap water (4 L) for 2 min.
Treatment 6	Rinse with 0.9 % sodium chloride solution (4 L) for 10 min., thereafter twice rinse with tap water (4 L) for 2 min.
Treatment 7	Rinse with boiled water (4 L) for 10 min., thereafter twice rinse with tap water (4 L) for 2 min.
Treatment 8	Control (absence of rinse)

** Prepared from milled rice 2 kg/4 L of water.

วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวรวมทั้งสาร carbofuran ซึ่งเป็นสาร metabolite ของสาร carbosulfan หลังจากผ่านวิธีการลดพิษต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟดังกล่าวในรายละเอียดข้างต้น เปรียบเทียบปริมาณของสารพิษตกค้างที่ลดได้โดยวิธีการต่างๆ กับการไม่ผ่านวิธีการลดพิษใด ๆ ของสารดังกล่าวข้างต้น

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายไนล่อน

1.1 การเจริญเติบโตและผลผลิต

1.1.1 ความสูงของต้นถั่ว

ความสูงเฉลี่ยของถั่วฝักยาวที่ปลูกทั้งในและนอกมุ้งใน 2 ฤดูปลูกคือ ปลูกในช่วงฝนแรกเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 และปลูกในฤดูแล้งเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 แสดงใน Table 3

Table 3. Height of yard long bean planted inside and outside net of two different seasons.

Treatment	Height (cm.) (means[a] ± S.D.)					
	Planted in May 2001			Planted in March 2002		
	10 DAP	20 DAP	30 DAP	10 DAP	20 DAP	30 DAP
Inside net	18.7±2.8	39.0±15.3	183.0±53.1	27.4±3.3	72.0±14.4	198.6±45.3
Outside net	14.8±3.2	25.0±7.3	158.5±39.1	23.4±3.1	54.8±8.6	161.3±27.9
Inside/outside net ratios	1.3	1.6	1.2	1.2	1.3	1.2
T-test	*	*	*	*	*	*

[a] Means of 4 replications, S.D.= standard deviation, ns= not significantly different, * significantly different ($p<0.05$), DAP= day after planting

พบว่าการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งและในฤดูปลูกที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลต่อความสูงของถั่วฝักยาวในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth stage) ถั่วที่ปลูกในมุ้งสูงกว่าถั่วที่ปลูกนอกมุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยในช่วง 30 วันแรก ถั่วที่ปลูกในมุ้งสูงกว่าที่ปลูกนอกมุ้งเฉลี่ย 1.3 และ 1.2 เท่าในการปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ถั่วที่ปลูกในมุ้งยืดตัวเร็วกว่าเพราะความเข้มของแสงในมุ้งต่ำกว่านอกมุ้ง กอบเกียรติ (2543) รายงานว่าในมุ้งสีขาวขนาด 16 mesh ซึ่งเป็นแบบเดียวกับที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีความเข้มของแสงต่ำกว่านอกมุ้งประมาณ 15% หากพิจารณาฤดูปลูกที่ต่างกันพบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นฤดูแล้ง มีการเจริญเติบโตเร็วกว่า ส่งผลให้ลำต้นสูงกว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกในเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นต้นฤดูฝน ซึ่งมีสาเหตุมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิและความเข้มของแสง ซึ่งในหน้าแล้งจะสูงกว่าหน้าฝน นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งงอกเร็วกว่าที่ปลูกนอกมุ้งประมาณ 2-3 วันทั้ง 2 ฤดูปลูก เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในมุ้งสูงกว่านอกมุ้ง โดยอุณหภูมิในมุ้งสูงกว่านอกมุ้งประมาณ 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในมุ้งสูงกว่านอกมุ้งประมาณ 5-8 % (กอบเกียรติ, 2543) จากปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้การเจริญเติบโตของถั่วฝักยาวเร็วขึ้น

1.1.2 ผลผลิต

ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝักที่ปลูกในมุ้งและนอกมุ้งทั้ง 2 ฤดูปลูกแสดงใน Table 4

Table 4. Yield and percent yield damage caused by *M. testulalis* in yard long bean planted inside and outside net of two different seasons.

	Yield (kg/rai) (means[a] ± S.D.)						
	Planted in May 2001			Planted in March 2002			
Treatment	Damage yield	% Yield damaged	Marketable yield	Damaged yield	Total yield	% Yield damaged	Marketable yield
Inside net	0.0	0.0	51.1±48.6	49.3±37.5	270.4±231.2	21.4±5.0	221.1±194.1
Outside net	0.0	0.0	108.2±23.8	240.4±73.7	458.9±122.4	51.8±3.5	218.5±49.9
T-test	-	-	ns	**	ns	**	ns

[a] Means of 4 replications, S.D.= standard deviation, ns= not significantly different, ** significantly different ($p<0.01$)

พบว่าน้ำหนักของผลผลิตรวมและผลผลิตที่จำหน่ายได้ของถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตที่ปลูกนอกมุ้ง เมื่อปลูกในฤดูแล้งเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 น้ำหนักของผลผลิตที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝักที่ปลูกในมุ้งต่ำกว่าที่ปลูกนอกมุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อปลูกนอกมุ้งตาข่ายน้ำหนักของผลผลิตที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝักคิดเป็น 51.8% ของน้ำหนักฝักรวม ในขณะที่ปลูกในมุ้งน้ำหนักของฝักถูกทำลายคิดเป็น 20 % จะเห็นได้ว่าหนอนเจาะฝักสามารถเข้าไปในมุ้งได้ ซึ่งเป็นไปได้ที่ผีเสื้อหนอนเจาะฝักเล็ดลอดเข้าไปทางประตูเปิดเข้าออกในขณะเข้าไปปฏิบัติงาน ส่วนในการปลูกครั้งแรกในเดือนพฤษภาคม 2544 ไม่พบการทำลายของหนอนเจาะฝักทำให้ผลผลิตทั้งหมดที่ได้สามารถจำหน่ายได้ทั้งหมด

ส่วนผลผลิตรวมของถั่วฝักยาวที่ปลูกนอกมุ้งตาข่ายสูงกว่าในมุ้งตาข่าย เนื่องจากในมุ้งไม่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงใดๆ และพบการทำลายของเพลี้ยอ่อนอย่างรุนแรงในแปลงที่ปลูกในมุ้งตาข่ายในระหว่างการทดลองทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยในการปลูกครั้งแรกพบการทำลายของเพลี้ยอ่อนตั้งแต่ถั่วอายุ 10 วัน และการระบาดรุนแรงเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเมื่อถั่วอายุได้ 30 วัน มีการทำลายเฉลี่ย 98% (Figure 3) ในทำนองเดียวกันกับการปลูกครั้งที่ 2 พบการทำลายของเพลี้ยอ่อนถั่วเมื่อถั่วอายุ 20 วันและทวีความรุนแรงขึ้น โดยมีการทำลายของเพลี้ยอ่อนเฉลี่ย 71% เมื่อถั่วอายุได้ 30 (Figure 3) ดังนั้นจึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรง และในการปลูกครั้งแรกสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงที่ปลูกในมุ้งได้เพียง 8 ครั้งเท่านั้น ในขณะที่ในแปลงที่ปลูกนอกมุ้งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 17 ครั้ง (ตารางผนวก 1)

จากข้อมูลที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่า การปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 16 mesh นั้นไม่สามารถป้องกันการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนได้ หลังจากแมลงชนิดนี้เข้าไประบาดในมุ้งดา

ข่ายแล้ว จะทวีความรุนแรงอย่างรวดเร็วเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงกว่าภายนอกมุ้ง ทำให้ต้นถั่วฝักยาวแห้งตายเร็วกว่าปกติ ส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรง ดังนั้นหากจะต้องปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายเพื่อป้องกันแมลงที่มีขนาดใหญ่ชนิดอื่นโดยเฉพาะผีเสื้อหนอนเจาะฝัก จำเป็นต้องมีการใช้วิธีการอื่นเพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อน ซึ่งอาจสามารถทำได้โดยการป้องกันการเข้าไปในมุ้งโดยการฉีดพ่นมุ้งตาข่ายด้วยสารไล่เพลี้ยอ่อน หรืออาจฉีดพ่นสารฆ่าแมลงชนิดถูกตัวตายที่มุ้งตาข่ายเพื่อป้องกันการเล็ดลอดเข้าไปในมุ้ง หรือหากมีการเล็ดลอดเข้าไปในมุ้งจำเป็นต้องหาทางกำจัดทันทีก่อนที่จะระบาดอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้ให้ผลในทางตรงข้ามกับการศึกษาของจารุ (2539) ซึ่งพบว่าการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายสีขาว ขนาด 5x30 เมตร สูง 2.5 เมตร ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกนอกมุ้ง จากการทดลองเปรียบเทียบการปลูกในแปลงของเกษตรกร ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา พบว่าถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งให้ผลผลิต 110 กิโลกรัม ในขณะที่ปลูกนอกมุ้งให้ผลผลิตเพียง 27.1 กิโลกรัม

1.2 การทำลายของแมลงศัตรู

1.2.1 หนอนแมลงวันชอนใบ (Liriomyza sp.)

จากการตรวจการทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเมื่อถั่วอายุ 10 20 และ 30 วัน พบเข้าทำลายตั้งแต่ถั่วอายุ 10 วันทั้ง 2 ฤดูปลูก การใช้มุ้งตาข่ายไม่สามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงชนิดนี้ได้ เนื่องจากพบการทำลายทั้งในและนอกมุ้งตาข่าย (Table 5) อย่างไรก็ตามในการปลูกครั้งแรกในเดือนพฤษภาคม 2544 การปลูกในมุ้งตาข่ายสามารถลดการทำลายลงได้เมื่อถั่วอายุ 20 และ 30 วัน โดยเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนชอนใบในมุ้งน้อยกว่านอกมุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) การระบาดของแมลงชนิดนี้พบระบาดค่อนข้างรุนแรงทั้ง 2 ฤดูปลูก เนื่องจากเมื่อปลูกถั่วฝักยาวนอกมุ้ง มีการทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบร้อยเปอร์เซ็นต์เมื่อถั่วฝักยาวอายุได้ 20 วัน อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงของการระบาดในฤดูแล้งในเดือนมีนาคมสูงกว่าต้นฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม โดยในฤดูแล้งเมื่อถั่วอายุ 10 วัน มีการทำลายสูงถึง 73% และ 91% ในถั่วที่ปลูกในมุ้งและนอกมุ้งตามลำดับ ในขณะที่การปลูกในเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นต้นฤดูฝนแรกในภาคใต้ เมื่อถั่วอายุ 10 วัน พบการทำลายเพียง 35% และ 30% ในถั่วที่ปลูกในมุ้งและนอกมุ้งตามลำดับ

การรองก้นหลุมด้วยสารฆ่าแมลง carbofuran (Furadan® 3G) ในอัตรา 5 กรัม/หลุม ในการปลูกถั่วฝักยาวนอกมุ้งตาข่าย ไม่สามารถป้องกันการทำลายของแมลงชนิดนี้ได้

Table 5. Percent plant damage caused by *Liriomyza* sp. in yard long bean planted inside and outside net of two different seasons.

	Percentage (means [a/] ± S.D.)					
	Planted in May 2001			Planted in March 2002		
Treatment	10 DAP	20 DAP	30 DAP	10 DAP	20 DAP	30 DAP
Inside net	35.0±25.8	52.5±16.6	50.8±5.7	73.0±13.2	100.0±0.0	100.0±0.0
Outside net	30.0±13.6	100.0±0.0	100.0±0.0	91.0± 1.7	100.0±0.0	100.0±0.0
T-test	ns	**	**	ns	ns	ns

[a/] Means of 4 replications, S.D.= standard deviation, ns= not significantly different, ** significantly different at $p<0.01$, DAP = day after planting

1.2.2 หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (O. phaseoli)

ตรวจรอยทำลายบนใบถั่วฝักยาวโดยตัวเต็มวัยของหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วเมื่อถั่วอายุ 10 20 และ 30 วัน พบการทำลายตั้งแต่ถั่วอายุ 10 วันทั้ง 2 ฤดูปลูก การใช้มุ้งตาข่ายไม่สามารถป้องกันการทำลายของตัวเต็มวัยได้ เปอร์เซ็นต์การทำลายทั้งในและนอกมุ้งให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) ถึงแม้การปลูกนอกมุ้งซึ่งรองก้นหลุมด้วยสาร Furadan® 3 G อัตรา 5 กรัม/หลุม ก็ไม่สามารถป้องกันการทำลายของตัวเต็มวัยของแมลงชนิดนี้ได้ การเข้าทำลายในการปลูกหน้าแล้งมีความรุนแรงมากกว่าการปลูกในต้นฤดูฝน โดยในหน้าแล้งเมื่อถั่วอายุ 20 วันพบการทำลายสูงถึง 100% ทั้งในและนอกมุ้งตาข่าย ในขณะที่การปลูกในต้นฤดูฝน พบการทำลายสูงสุด 23.3% เมื่อปลูกถั่วนอกมุ้งที่อายุ 20 วัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่ามีรอยเข้าทำลายโดยตัวเต็มวัยของหนอนแมลงวันเจาะต้นต้น โดยเฉพาะในหน้าแล้งที่เข้าทำลายรุนแรง แต่ไม่พบต้นกล้าที่ตายจากการเข้าทำลายของตัวอ่อนแต่อย่างใด

Table 6. Percent plant damage caused by *O. phaseoli* in yard long bean planted inside and outside net of two different seasons.

	Percentage (means [a/] ± S.D.)					
	Planted in May 2001			Planted in March 2002		
Treatment	10 DAP	20 DAP	30 DAP	10 DAP	20 DAP	30 DAP
Inside net	21.7±6.4	14.2±7.4	7.5±12.8	29.0±3.8	100.0±0.0	100.0±0.0
Outside net	18.3±4.3	23.3±11.2	16.7±4.7	77.0± 6.0	100.0±0.0	100.0±0.0
T-test	ns	ns	ns	**	ns	ns

[a/] Means of 4 replications, S.D.= standard deviation, ns= not significantly different, ** significantly different ($p<0.01$), DAP = day after planting

1.2.3 เพลี้ยอ่อน (A. craccivora)

Figure 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การทำลายของ *A. craccivora* ในถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งและนอกมุ้งตาข่ายในการปลูกในเดือนพฤษภาคม 2544 และมีนาคม 2545

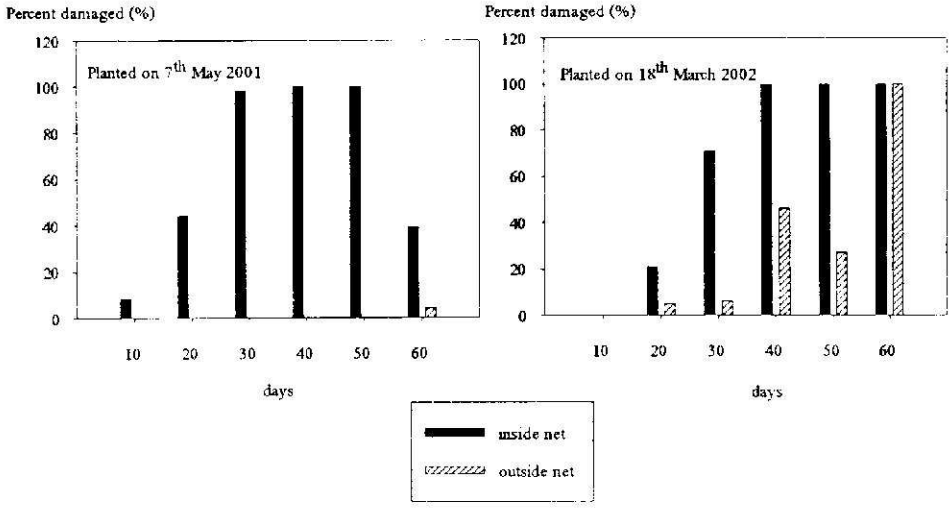


Figure 3. Percent plant damage caused by *A. craccivora* in yard long bean planted inside and outside nets of two different seasons.

พบว่าการใช้มุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 16 mesh ไม่สามารถป้องกันการทำลายของ *A. craccivora* ได้ ถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งมีเพลี้ยอ่อนระบาดรุนแรงและเข้าทำลายหลังจากถั่วอายุได้ 10 และ 20 วัน ในการปลูกในเดือนพฤษภาคม 2544 และมีนาคม 2545 ตามลำดับ และถั่วฝักยาวถูกทำลายอย่างสมบูรณ์ คือถูกทำลาย 100% เมื่อถั่วฝักยาวอายุ 30 และ 40 วัน ในการปลูกครั้งแรก และครั้งที่ 2 ตามลำดับ ในการปลูกครั้งแรกมีการทำลายของเพลี้ยอ่อนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อถั่วอายุได้ 10 วัน เนื่องมาจากมีการอพยพของเพลี้ยอ่อนจากแปลงข้างเคียงที่มีการปลูกถั่วฝักยาว ซึ่งมีการระบาดของเพลี้ยอ่อน ในขณะที่การปลูกครั้งที่ 2 ไม่มีการปลูกถั่วฝักยาวในบริเวณข้างเคียง

ในแปลงที่ปลูกนอกมุ้งซึ่งรองก้นหลุมด้วยสารฆ่าแมลง cabofuran สามารถป้องกันการทำลายของเพลี้ยอ่อนได้ โดยเปอร์เซ็นต์การทำลายของเพลี้ยอ่อนในมุ้งแตกต่างจากนอกมุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอายุของถั่วฝักยาวที่ทำการสำรวจ ยกเว้นที่อายุ 20 วันในการปลูกครั้งที่ 2 ที่ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 6) จากผลการทดลองพบว่าเพลี้ยอ่อนเป็นแมลงศัตรูถั่วฝักยาวที่สำคัญมากที่สุด เนื่องจากการทำลายที่รุนแรงของถั่วฝักยาวที่ปลูกในมุ้งซึ่งไม่ใช้สารฆ่าแมลงใดๆ ทำให้ต้นถั่วแห้งตายเร็วกว่ากำหนดส่งผลให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

1.2.4 หนอนเจาะฝักถั่วลายจุด (M. testulalis)

จากผลการทดลองไม่พบการทำลายดอกและฝักของหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดที่ปลูกในเดือนพฤษภาคม 2544 แต่พบการทำลายดอกและฝักที่ปลูกในเดือนมีนาคม 2545 เปอร์เซ็นต์การทำลายดอกและผลผลิตที่ถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดที่ปลูกในเดือนมีนาคม 2545 แสดงใน Table 7

Table 7. Percent of flower damaged by *M. testulalis* and yield of yard long bean planted inside and outside net in March 2002.

Treatment	% Damaged flowers (means [a] ± S.D.)				Yield (kg/rai) (means [a] ± S.D.)			
	50 DAP	55 DAP	60 DAP	65 DAP	Undamaged yield	Damaged yield	Total yield	% Yield damaged
Inside net	20.0±5.6	25.0±11.0	19.0±17.3	45.0±12.8	221.1±194.1	49.2±37.5	270.3±231.2	21.4±5.0
Outside net	58.0±11.5	48.0±16.3	26.0±8.4	38.0±2.8	218.5±49.9	240.3±73.7	458.89±122.4	51.8±3.5
T-test	*	ns	Ns	ns	ns	*	ns	*

[a] Means of 4 replications, S.D.= standard deviation, ns= not significantly different, * significantly different ($p<0.05$), DAP= days after planting

พบว่าทั้งดอกและฝักของถั่วฝักยาวที่ปลูกในและนอกมุ้งตาข่ายถูกทำลายโดยหนอนเจาะฝัก ซึ่งในความเป็นจริงผีเสื้อหรือหนอนชนิดนี้ไม่สามารถผ่านเข้าทางช่องมุ้งตาข่ายขนาด 16 mesh ได้ แต่การทำลายที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการผ่านเข้า-ออกทางช่องประตูซึ่งเป็นประตูชั้นเดียวเพื่อเข้าไปปฏิบัติงาน ผีเสื้อจึงมีโอกาสบินผ่านเข้าไปได้ ดังนั้นการทำลายดอกของถั่วที่ปลูกในและนอกมุ้งให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเมื่อถั่วอายุ 50 วัน อย่างไรก็ตามดอกที่ถูกทำลายส่วนใหญ่พบในถั่วที่ปลูกนอกมุ้งมากกว่าในมุ้งตาข่าย ส่งผลให้ผลผลิตที่ถูกทำลาย/ไร่ และเปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายของถั่วที่ปลูกในมุ้งต่ำกว่านอกมุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ถึงแม้ว่ามีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง carbosulfan 2 ครั้งในถั่วที่ปลูกนอกมุ้งเมื่อถั่วอายุ 40 และ 60 วัน และฉีดพ่นสาร cypermethrin 1 ครั้ง เมื่อถั่วอายุ 50 วัน ผลผลิตยังคงถูกทำลาย 51.8% จะเห็นได้ว่ามีการระบาดอย่างรุนแรงของแมลงชนิดนี้

2. การศึกษาสารผลิตภัณฑ์จากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาว

2.1 การทำลายของหนอนเจาะต้นถั่ว (*O. phaseoli*)

ทำการประเมินผลการควบคุม *O. phaseoli* ในช่วง 1 เดือนแรก เนื่องจากแมลงชนิดนี้เข้าทำลายพืชรุนแรงในช่วงอายุดังกล่าว ดังนั้นจึงเป็นการประเมินผลการคลุกเมล็ดด้วยสารฆ่าแมลง Posse® 25 ST (T1) รองก้นหลุมด้วยสาร Furadan® 3 G (T2, T5) และฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดจากเมล็ดสะเดา (T3, T6) เมล็ดสะเดา+ข่า (T4) และเมล็ดสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม (T7) Table 8 แสดงเปอร์เซ็นต์การทำลายโดยตัวเต็มวัยของแมลงวันเจาะต้นถั่ว เมื่อถั่วฝักยาวอายุ 10 15 20 25 และ 30 วัน

Table 8. Percent plant damage caused by *O. phaseoli* adult in yard long bean in different treatments.

Treatment (T)	% Damage (means[b] ± S.D.)				
	10 DAP	15 DAP	20 DAP	25 DAP	30 DAP
1[a]	95.0 ± 0.3	92.5 ± 0.3	62.5 ± 0.6	85.0 ± 0.6	75.0 ± 1.5
2	97.5 ± 0.3	97.5 ± 0.3	47.5 ± 1.9	75.0 ± 0.3	77.5 ± 0.3
3	85.0 ± 0.9	100.0 ± 0.0	65.0 ± 0.8	87.5 ± 0.7	72.5 ± 1.3
4	95.0 ± 0.5	97.5 ± 0.3	62.5 ± 0.6	82.5 ± 0.7	82.5 ± 1.0
5	97.5 ± 0.3	90.0 ± 0.4	62.5 ± 0.6	77.5 ± 1.0	60.0 ± 0.7
6	97.5 ± 0.3	100.0 ± 0.0	62.5 ± 0.6	85.0 ± 1.0	77.5 ± 0.3
7	85.0 ± 0.7	100.0 ± 0.0	57.5 ± 0.9	65.0 ± 1.2	72.5 ± 1.0
8	92.5 ± 0.5	95.0 ± 0.5	45.0 ± 1.0	80.0 ± 0.5	65.0 ± 1.7
F-test	ns	ns	Ns	ns	ns
C.V. (%)	5.7	3.0	13.1	8.4	12.1

[a] See Table 1, [b] means of 4 replications, ns = not significantly different, DAP= days after planting, S.D.= standard deviation

พบว่าเปอร์เซ็นต์การทำลายในทุกอายุของพืชในทรีทเมนต์ต่างๆ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (T8) และให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างทรีทเมนต์ ดังนั้นการใช้สารฆ่าแมลง Posse® 25 ST คลุกเมล็ดในอัตรา 5 กรัม/เมล็ด 1 กิโลกรัม (T1) ใช้สาร Furadan®3 G รองก้นหลุมในอัตรา 5 กรัม/หลุม (T2, T5) และสารสกัดจากเมล็ดสะเดา (T3, T6) เมล็ดสะเดา+ข่า (T4) และเมล็ดสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม (T7) ไม่มีผลต่อการเข้าทำลายของตัวเต็มวัยของ *O. phaseoli*

หลังจากคลุกเมล็ดด้วยสาร Posse® 25 ST และรองก้นหลุมด้วย Furadan®3 G สารดังกล่าวถูกดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชจึงไม่มีผลต่อการทำลายโดยตัวเต็มวัยของ *O. phaseoli* เนื่องจากรอยทำลายที่เกิดขึ้นตัวเต็มวัยใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทงลงบนใบพืช จึงมีโอกาสที่จะได้รับสารฆ่าแมลงเข้าไปน้อยมาก เนื่องจากสารอยู่ในน้ำเลี้ยงของพืช อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลงดังกล่าวมีผลต่อระยะตัวหนอนของแมลงชนิดนี้เนื่องจากไม่พบการตายของต้นกล้าอันเนื่องมาจากการทำลายของหนอนแต่อย่างใด

เมื่อถั่วอายุ 20 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายลดลงอย่างชัดเจนในทุกทรีทเมนต์ สันนิษฐานว่าตัวเต็มวัยในพื้นที่แปลงทดลองมีจำนวนลดลง เนื่องมาจากการการออกฤทธิ์ในการไล่แมลง (repellent effect) จากการฉีดพ่นสารสกัดจากเมล็ดสะเดา (T6) เมล็ดสะเดา+ข่า (T4) และเมล็ดสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม (T7) ครั้งแรกเมื่อถั่วอายุ 16 วัน อย่างไรก็ตามจากข้อมูลพบว่าการทำลายของตัวเต็มวัยของหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วจะรุนแรงในช่วง 10-15 วันหลังปลูก (Table 8)

2.2 การทำลายของเพลี้ยอ่อน *(A. craccivora)*

เปอร์เซ็นต์ของต้นที่ถูกทำลายโดยเพลี้ยอ่อนถั่วในทรีทเมนต์ต่างๆ เมื่อถั่วอายุ 10 15 20 25 และ 30 วัน แสดงใน Table 9

Table 9. Percent plant damage caused by *A. craccivora* in yard long bean in different treatments.

Treatment	% Damage (means[b/] ± S.D.)							
(T)	10 DAP	15 DAP	20 DAP	25 DAP	30 DAP	40 DAP	50 DAP	60 DAP
1[a/]	5.0 ± 1.8	0.0 ± 0.0	5.0 ± 2.2	7.5 ± 2.7	30.0 ± 4.7	0.0 ± 0.0	17.5 ± 2.4 b [1/]	25.0 ± 0.9 a
2	5.0 ± 2.2	0.0 ± 0.0	10.0 ± 2.6	7.5 ± 2.7	20.0 ± 2.9	5.0 ± 1.8	0.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 b
3	5.0 ± 1.8	2.5 ± 1.6	5.0 ± 2.2	5.0 ± 2.2	7.5 ± 2.7	2.5 ± 1.6	17.5 ± 4.2 bc	0.0 ± 0.0 b
4	5.0 ± 2.2	10.0 ± 3.2	10.0 ± 3.2	22.5 ±4.7	30.0 ± 3.7	22.5 ± 3.9	15.0 ± 2.4 bc	5.0 ± 1.8 b
5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	7.5 ± 2.7	25.0 ± 3.5	20.0 ± 3.7	32.5 ± 1.1 ab	2.5 ± 1.6 b
6	2.5 ± 1.6	10.0 ± 3.2	10.0 ± 3.2	2.5 ± 1.6	5.0 ± 1.8	0.0 ± 0.0	35.0 ± 2.1 ab	5.0 ± 2.2 b
7	5.0 ± 1.8	12.5 ± 3.0	10.0 ± 2.7	0.0 ± 0.0	2.5 ± 1.6	2.5 ± 1.6	32.5 ± 1.1 ab	0.0 ± 0.0 b
8	15.0 ± 3.9	0.0 ± 0.0	2.5 ± 1.6	2.5 ± 1.6	20.0 ± 4.5	35.0 ± 4.0	77.5 ± 0.8 a	27.5 ± 1.6 a
F-test	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	**	**
C.V. (%)	185.6	222.5	174.9	239.2	96.9	137.5	51.8	80.7

[a/] See Table 1, [b/] means of 4 replications; ** significantly different ($p<0.01$); ns= not significantly different; [1/] the different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$) by DMRT, S.D.= standard deviation

ในช่วง 30 วันแรกเป็นการประเมินผลการควบคุมเพลี้ยอ่อนของการคลุกเมล็ดด้วยสารฆ่าแมลง Posse® 25 ST (T1) รองก้นหลุมด้วยสาร Furadan®3 G (T2, T5) และฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดจากเมล็ดสะเดา (T3, T6) สารสกัดจากข่า+ตะไคร้หอม (T4) และสารสกัดจากเมล็ดสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม (T7) ซึ่งในช่วงดังกล่าวมีการระบาดของเพลี้ยอ่อนไม่รุนแรงมากนัก พบว่าเปอร์เซ็นต์การทำลายในทุกทรีทเมนต์ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 9) อย่างไรก็ตามการคลุกเมล็ดด้วยสาร Posse® 25 ST สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ไม่เกิน 20 วัน ส่วนการรองก้นหลุมด้วย Furadan®3G สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ไม่เกิน 25 วัน เนื่องจากหลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์การทำลายสูงกว่าชุดควบคุม (Table 9) และจากผลการทดลองของ Asin and Pons (1999) พบว่าการใช้สาร carbofuran ชนิดเม็ดรองก้นหลุมปลูกข้าวโพด สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนข้าวโพด (*Rhopalosiphum padi* L.) ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ นอกจากนี้หากใช้สาร carbofuran คลุกเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ต่างๆ ในอัตรา 100 มิลลิลิตร สารออกฤทธิ์/เมล็ด 100 กิโลกรัม สามารถควบคุม *R. padi* ได้นาน 2-4 สัปดาห์ (Araya and Foster, 1987)

หากพิจารณาผลการควบคุมเพลี้ยอ่อนของสารสกัดจากพืช (T3 T4 T6 และ T7) เมื่อถั่วอายุ 20 25 และ 30 วัน หลังจากฉีดพ่นสารดังกล่าว 3 ครั้งเมื่อถั่วอายุ 16 21 และ 28 วัน ปรากฏว่าการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม (T7) ให้ผลควบคุมดีที่สุด เนื่องจากการทำลายลดลงจาก 12.5 % เมื่อถั่วอายุ

15 วัน เป็น 10 0 และ 2.5% เมื่อถั่วอายุ 20 25 และ 30 วันตามลำดับ รองลงมาได้แก่การใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดา (T3, T6) อย่างไรก็ตามจากรายงานการทดสอบน้ำมัน และสารสกัดหยาบจากเมล็ดสะเดาในสภาพไร่สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนยาสูบ, *Myzus persicae* (Sulzer) ในพริกและสตรอเบอร์รีได้ดี (Lowery, *et al.* 1993) ส่วนการใช้สารสกัดจากข่า+ตะไคร้หอม (T4) ให้ผลในการควบคุมเพลี้ยอ่อนต่ำสุดเนื่องจากการทำลายเพิ่มขึ้นจาก 10.0% เมื่อถั่วอายุ 20 วัน เป็น 22.5% และ 30.0% เมื่อถั่วอายุ 25 และ 30 วันตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเรณู และคณะ (2533) พบว่าสารผสมของตะไคร้หอม+ข่า (สัดส่วน 1:1) ในอัตรา 600 กรัม/น้ำ 10 ลิตร ไม่สามารถควบคุมเพลี้ยอ่อนยาสูบ (*M. persicae*) ได้

เมื่อถั่วอายุมากขึ้นคืออายุ 40 50 และ 60 วัน มีการระบาดของเพลี้ยอ่อนรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อายุ 50 วัน มีการทำลายในชุดควบคุมสูงถึง 77.5% และให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) กับทรีทเมนต์อื่นๆ และการฉีดพ่นด้วยสารสกัดหยาบจากพืชต่างๆ (T4, T6, T7) ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ cypermethrin และ carbosulfan ยกเว้นสาร methamidophos อย่างไรก็ตามการทำลายในทรีทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดหยาบจากพืชต่างๆ สูงกว่าสารฆ่าแมลงสังเคราะห์

2.3 การทำลายฝักของเพลี้ยอ่อนถั่วและหนอนเจาะฝักถั่วลายจุด

เปอร์เซ็นต์การทำลายฝักของเพลี้ยอ่อนและหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดแสดงใน Table 10

Table 10. Percent pod damage caused by *A. craccivora* and *M. testulalis* in yard long bean in different treatments.

Treatment	% Pod damage (means [b/] ± S.D.)	
(T)	*A. craccivora*	*M. testulalis*
1 [a/]	2.0 ± 0.5 b [1/]	2.3 ± 0.7
2	0.1 ± 0.3 b	3.4 ± 0.8
3	0.2 ± 0.4 b	2.4 ± 0.8
4	1.9 ± 0.8 b	3.6 ± 0.4
5	0.8 ± 0.6 b	4.0 ± 1.0
6	5.2 ± 1.6 ab	2.9 ± 0.4
7	0.4 ± 0.5 b	3.1 ± 0.8
8	11.5 ± 1.3 a	7.0 ± 1.0
F-test	**	ns
C.V. (%)	49.3	30.7

[a/] See Table 1, [b/] means of 4 replications; ** significantly different ($p<0.01$); ns= not significantly different; [1/] the different letters in the same column are significantly different ($p<0.01$) by DMRT, S.D.= standard deviation

เปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายโดยเพลี้ยอ่อนในทรีทเมนต์ที่ใช้สารฆ่าแมลงและสารสกัดจากพืชมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับชุดควบคุม ยกเว้นการฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากเมล็ดสะเดาเพียงอย่างเดียว (T6) ที่ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายน้อยกว่าชุดควบคุม ดังนั้นการใช้สารฆ่าแมลง cypermethrin methamidophos carbosulfan และสารสกัดจากพืชที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้สามารถลดการทำลายฝักของ *A. craccivora* ได้ดี

หากเปรียบเทียบระหว่างสารฆ่าแมลงสังเคราะห์และสารสกัดจากพืชพบว่า เปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทรีทเมนต์ที่ใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์และสารสกัดจากพืช อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายมีความแตกต่างกันในระหว่างทรีทเมนต์ดังกล่าว โดยสารฆ่าแมลงสังเคราะห์นั้น สาร methamidophos (T2) ให้ผลควบคุมการทำลายฝักจาก *A. craccivora* สูงสุด ส่วนสารสกัดจากพืช การใช้สารผสมระหว่างเมล็ดสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม (T7) สามารถลดการทำลายฝักของ *A. craccivora* ได้ดีที่สุด ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกันกับการเข้าทำลายต้นถั่วของแมลงชนิดนี้

ส่วนหนอนเจาะฝักถั่วลายจุดพบเข้าทำลายน้อย โดยฝักที่ถูกทำลายในชุดควบคุมมีเพียง 7.0% และให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีทเมนต์ที่ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลงสังเคราะห์และสารสกัดจากพืช แต่เปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกทำลายในชุดควบคุมสูงกว่าในทุกทรีทเมนต์ที่มีการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์และสารสกัดจากพืช อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดสะเดาสามารถใช้ควบคุมหนอนเจาะฝักถั่วได้ดี จากการศึกษาของกอบเกียรติ และคณะ (2535) พบว่าการใช้สารสกัดจากสะเดา (Neem bond A) ฉีดพ่นในอัตรา 150 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร สามารถควบคุมการระบาดของหนอนเจาะฝักในถั่วฝักยาวได้หากมีการระบาดไม่รุนแรง คือพบการทำลายไม่เกิน 40 % และการใช้สารสกัดจากสะเดาในอัตรา 100 และ 150 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร พ่นสลับกับสารฆ่าแมลง beta-cyfluthrin อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร สามารถป้องกันการทำลายของหนอนเจาะฝักถั่วทั้ง 2 ชนิด คือหนอนเจาะฝักถั่วเขียวมารูคา (*M. testulalis*) และหนอนผีเสื้อสีน้ำเงินได้ดี นอกจากนี้ สุภารดา และไพฑูรย์ (2540) พบว่าการใช้สารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทยที่ความเข้มข้น 5% (W/ V) ในถั่วเขียว สามารถลดปริมาณหนอนเจาะฝักถั่วเขียวลงได้ หากฉีดพ่นสารดังกล่าวเมื่อพบหนอนเจาะฝักตั้งแต่ 1-2 ตัว/ถั่วเขียว 10 ต้น โดยทำให้ถั่วเขียวถูกทำลายจากหนอนเจาะฝักอยู่ในช่วง 4.6-8.0% ในขณะที่ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง cyhalothrin L ที่ระดับความเข้มข้น 0.0025 % ของสารออกฤทธิ์ และการไม่ฉีดพ่นสาร ทำให้ถั่วเขียวถูกทำลายอยู่ในช่วง 1.5-6.8 % และ 11.4-31.7 % ตามลำดับ

2.4 ผลผลิตและจำนวนต้นของถั่วฝักยาวที่แสดงอาการใบและยอดหงิก

เนื่องจากจำนวนต้นทั้งหมด และจำนวนต้นที่แสดงอาการใบและยอดหงิกอันเนื่องมาจากการทำลายของ *A. craccivora* อาจมีผลต่อผลผลิต ดังนั้นจึงนับจำนวนต้นทั้งหมด/แปลง และจำนวนต้นที่แสดงอาการใบและยอดหยิกอันเนื่องมาจากการทำลายของแมลงดังกล่าวเมื่อถั่วอายุได้ 60 วัน Table 11 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนต้น/แปลง จำนวนต้นที่แสดงอาการใบหงิก/แปลง จำนวนฝัก/แปลง และผลผลิต/ไร่ โดยเก็บฝักทั้งหมด 9 ครั้ง เมื่อถั่วอายุได้ 60 62 64 66 68 70 72 74 และ 76 วัน ตามลำดับ

Table 11. Yield, number of total plants and total pods and number of plant showing leaf curl symptom in different treatments.

Treatment (T)	No. of plants/plot	No. of plants/plot showing leaf curl symptom	No. of total pods/plot (means ± S.D.)	Yield (kg/rai) (means ± S.D.)
1[a/]	29.8[b/]	3.3[b/]	433.3[b/] ± 107.3	1,112.0[b/] ± 242.5
2	25.3	3.3	272.0 ± 46.4	765.1 ± 96.9
3	27.5	2.5	459.3 ± 90.0	1,224.7 ± 185.1
4	27.8	7.0	293.5 ± 175.4	776.4 ± 95.9
5	25.0	4.5	366.0 ± 60.3	971.6 ± 180.0
6	27.8	6.0	259.3 ± 119.4	712.4 ± 454.8
7	27.5	6.3	277.5 ± 112.2	731.3 ± 357.8
8	27.0	4.8	210.8 ± 86.1	587.3 ± 166.3
F-test			ns	ns
C.V.(%)			37.7	37.2

[a/] See Table 1, [b/] means of 4 replications; ns= not significantly different, S.D.= standard deviation

ผลผลิตต่อไร่ของถั่วฝักยาวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ อย่างไรก็ตามในชุดควบคุมให้ผลผลิตต่ำสุดโดยให้ผลผลิตเพียง 587 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ในทรีทเมนต์ที่ใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์และใช้สารสกัดจากพืช ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 712.4-1,224.7 กิโลกรัม/ไร่ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตในชุดควบคุมต่ำสุดเนื่องจากมีการทำลายของ *A. craccivora* สูงกว่าในทรีทเมนต์อื่นๆ โดยในชุดควบคุมมีการทำลายของแมลงดังกล่าวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 20% เมื่อถั่วอายุ 30 วัน เป็น 77.5 % เมื่ออายุ 50 วัน (Table 9) ทำให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บได้ตลอดระยะเวลาเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดเพียง 210.8 ฝัก (Table 11) ส่วนในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่ สูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ เนื่องจากมีจำนวนต้นที่แสดงอาการใบหงิกเฉลี่ยต่ำกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ คือมีจำนวน 3.3 และ 2.5 ต้น ตามลำดับ ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนฝักที่เก็บได้สูงกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ คือ 433.3 และ 459.3 ฝัก ในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 ตามลำดับ (Table 11)

หากพิจารณาถึงผลผลิตของถั่วฝักยาวซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการผลิตพบว่า สารสกัดหยาบจากพืชในการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาวได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ใดๆ และสามารถให้ผลผลิตในระดับเดียวกับการรองก้นหลุมด้วยสารฆ่าแมลง Furadan® 3 G และฉีดพ่นด้วยสาร methamidophos (T2) และการนำสารสกัดจากเมล็ดสะเดามาฉีดพ่นทุก 5-7 วันในช่วงอายุ 30 วันแรก หลังจากนั้นฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลง Posse® 20 EC มีผลทำให้ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่สูงสุด

3. ศึกษาการตกค้างและวิธีการลดสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงบน/ในถั่วฝักยาว

3.1 ปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลง

ปริมาณสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลง methamidophos carbosulfan carbofuran และ cypermethrin หลังจากฉีดพ่นสาร 1 และ 2 วันในการทดลองที่ 1 และ การทดลองที่ 2 แสดงใน Table 12 และ 13 ตามลำดับ จากผลการศึกษาทั้ง 2 ครั้งชี้ให้เห็นว่าการฉีดพ่นสาร methamidophos ที่อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ในระยะติดฝัก ถึงแม้ว่าทิ้งไว้ 2 วันหลังฉีดพ่นยังมีปริมาณสาร methamidophos ตกค้างเฉลี่ยสูงถึง 2.15 mg/kg (Table 12) และ 2.46 mg/kg (Table 13) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า MRL ที่กำหนดไว้ในประเทศไทยเท่ากับ 1.0 mg/kg ในทำนองเดียวกันกับรายงานของ FAO (1996) พบว่าจากการศึกษาการตกค้างของสาร methamidophos ในประเทศไทยโดยทำการศึกษาในปี ค.ศ. 1991 และ 1992 จากการปลูก 3 ครั้ง ฉีดพ่นสารในอัตราแนะนำ 1.2 kg ของสารออกฤทธิ์/พื้นที่ปลูก 6.25 ไร่ และอัตรา 2 เท่าที่แนะนำ โดยฉีดพ่นสารทุก 5-6 วัน/ครั้ง พบปริมาณตกค้างของสารในฝักที่ 0 วันหลังฉีดพ่น เฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง เท่ากับ 13 mg/kg เมื่อฉีดพ่นที่อัตราแนะนำ และ 23.3 mg/kg เมื่อฉีดพ่นที่อัตรา 2 เท่าของอัตราแนะนำ หลังจากฉีดพ่น 1 และ 3 วัน ปริมาณสารตกค้างลดลงเหลือ 10.7 และ 3.5 mg/kg ตามลำดับ เมื่อฉีดพ่นตามอัตราที่แนะนำ และปริมาณสารตกค้างลดลงเหลือ 17.3 และ 6.9 mg/kg ตามลำดับเมื่อฉีดพ่นเป็น 2 เท่าของอัตราที่แนะนำ จะเห็นได้ว่าปริมาณการตกค้างของสารดังกล่าวในฝักของถั่วฝักยาวเกินค่า MRLs ทั้งที่ใช้ตามอัตราแนะนำ

และผลจากการใช้สาร methamidophos ในถั่วฝักยาวส่งผลกระทบต่อการส่งออกถั่วฝักยาวไปยังประเทศในยุโรป โดยเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2545 ประเทศนอรเวย์ ได้สุ่มตัวอย่างถั่วฝักยาวที่นำเข้าจากประเทศไทย จำนวน 9 กิโลกรัมไปวิเคราะห์สารตกค้าง พบว่ามีการตกค้างของสาร methamidophos 1.05 mg/kg ซึ่งสูงกว่าค่า MRL ที่กำหนดไว้โดย EU ที่ 0.5 mg/kg ทำให้ประเทศอังกฤษแจ้งข้อมูลดังกล่าวแก่ผู้นำเข้าเพื่อไม่ให้มีการนำเข้าสินค้าดังกล่าวสู่ประเทศอังกษ (Anonymous, 2002) ถึงแม้ว่าจากการสุ่มตัวอย่างถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา และถั่วแขก ในจังหวัดภาคกลางจำนวน 103 ตัวอย่าง ไปวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ ในปี พ.ศ. 2542 โดยกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่าตัวอย่างที่พบการตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่า MRL ก็ตาม แต่มีถั่วฝักยาว 6 ตัวอย่างที่พบปริมาณสารตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเกินค่า MRL ได้แก่ สาร chlorpyrifos-ethyl methamidophos omethoate monocrotophos profenophos และ phosalone โดยพบในปริมาณ 2.03 133.46 7.79 2.79 0.34 และ 1.61 mg/kg ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2545) ถึงแม้ว่ากรมวิชาการเกษตรไม่ได้แนะนำให้เกษตรกรใช้สาร methamidophos ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาวก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติยังมีเกษตรกรบางส่วนใช้สารชนิดนี้อยู่ และจากข้อมูลข้างต้นถึงแม้เกษตรกรจะใช้สารดังกล่าวตามอัตราที่แนะนำก็ตาม ปริมาณการตกค้างยังสูงกว่าค่า MRLs และจากรายงานของ FAO (1996) หลังจากฉีดพ่นสาร methamidophos ที่อัตราแนะนำพบปริมาณการตกค้างของสารดังกล่าวในถั่วฝักยาว เฉลี่ยจากการทดลอง 3 ครั้งเท่ากับ 0.63 mg/kg ในทางปฏิบัติไม่สามารถรอเก็บฝักถึง 5 วันได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติเกษตรกรไม่ควรใช้สารชนิดนี้ในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะออกดอกและติดฝัก

Table 12. Residues of insecticides on/in pods of yard long bean after 1 and 2 days of insecticide application in the first experiment.

Plot no.	Insecticide residues (mg/kg)					
	Methamidophos		Carbosulfan		Carbofuran	
	1 day	2 days	1 day	2 days	1 day	2 days
1	3.16	1.47	0.17	nd*	5.44	4.80
2	3.52	0.89	0.04	nd	4.09	3.62
3	3.81	1.65	0.05	nd	5.24	4.27
4	4.36	4.58	0.14	0.03	6.36	5.11
Mean±S.D.	3.71±0.51	2.15±0.36	0.10±0.07	0.01	5.28±0.93	4.45±0.65
MRLs (mg/kg)	1.0		0.1		0.1	

*nd= non detectable (detection limit = 0.01 mg/kg)

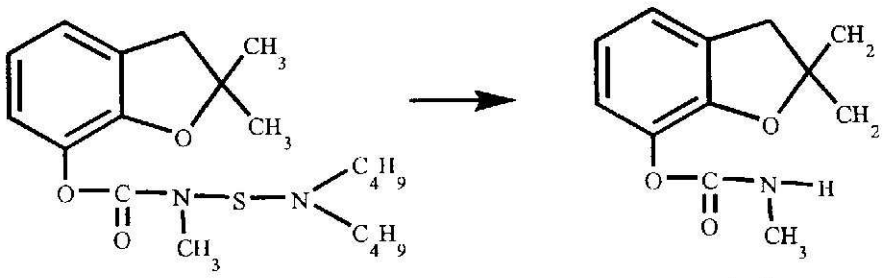
Table 13. Residues of insecticides on/in pods of yard long bean after 1 and 2 days of insecticide application in the second experiment.

Plot no.	Insecticide residues (mg/kg)							
	Methamidophos		Carbosulfan		Carbofuran		Cypermethrin	
	1 day	2 days	1 day	2 days	1 day	2 days	1 day	2 days
1	4.08	3.03	nd*	nd	4.83	3.44	1.85	1.38
2	6.15	3.28	nd	nd	1.40	0.70	0.97	0.61
3	1.29	1.08	nd	nd	3.77	2.29	3.01	1.37
Mean±S.D.	3.84±2.44	2.46±1.20	nd	nd	3.33±1.76	2.14±1.38	1.94±1.02	1.12±0.44
MRLs (mg/kg)	1.0		0.1		0.1		0.05	

*nd= non detectable (detection limit = 0.01 mg/kg)

ส่วนสาร carbosulfan ตรวจพบการตกค้างเฉพาะในการทดลองที่ 1 โดยมีปริมาณตกค้างเฉลี่ยหลังฉีดพ่น 1 วัน เท่ากับ 0.04 mg/kg และหลังฉีดพ่น 2 วัน ตรวจพบสารตกค้างเพียง 1 แปลงโดยมีปริมาณตกค้าง 0.03 mg/kg แต่สาร carbosulfan ส่วนใหญ่สลายตัวเป็นสาร carbofuran (Figure 4) ซึ่งเป็นสาร metabolite หลักของสาร carbosulfan ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wei *et al.* (2000) พบว่าการสลายตัวของสาร carbosulfan ในสารละลายที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 3-7 ได้สาร metabolite หลักที่เกิดขึ้นคือ สาร carbofuran และการทดลองของ ศิริพันธ์ สุขมาก และคณะ (2540) พบว่า carbofuran เป็น metabolite ที่สำคัญที่ตรวจพบในฝักของถั่วฝักยาวหลังจากฉีดพ่นสาร carbosulfan (Posse®) โดยพบว่าหลังจากฉีดพ่นสาร 1 วัน ในอัตรา 50 มิลลิลิตร/น้ำ 20 พบปริมาณของสาร carbosulfan เท่ากับ 0.62 mg/kg และพบสาร carbofuran เท่ากับ 1.39 mg/kg และหลังจากฉีดพ่น 3 วัน พบปริมาณสารทั้ง 2 ชนิดลดลงเหลือ 0.00 และ 0.61 mg/kg

ตามลำดับ เนื่องจาก FAO/WHO ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของสาร carbosulfan และ สาร carbofuran ในถั่วฝักยาว แต่ได้กำหนดค่าดังกล่าวของสาร carbosulfan ในส้มเขียวหวาน เท่ากับ 0.1 mg/kg และสาร carbofuran ไว้ในผักเท่ากับ 0.1 mg/kg ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การใช้สาร carbosulfan ฉีดพ่นในอัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร หากเก็บผักหลังจากฉีดพ่น 2 วันพบปริมาณการตกค้างของสาร carbofuran เกินกว่าค่า MRL ที่กำหนดไว้ในผัก ส่วนสาร carbosulfan นั้นพบน้อยกว่าค่า MRL ที่กำหนดไว้ในส้มเขียวหวาน



carbosulfan

2,3 dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl (dibutylamino)methylcarbamate

carbofuran

2,3 dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methylcarbamate

Figure 4. Degradation of carbosulfan to carbofuran.

ส่วนการตกค้างของสาร cypermethrin พบว่าหลังจากฉีดพ่นสารในอัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตรวจพบปริมาณตกค้างเท่ากับ 1.94 และ 1.12 mg/kg หลังจากฉีดพ่น 1 และ 2 วันตามลำดับ (Table 13) ซึ่งเกินกว่าค่า MRL ที่ประเทศไทยกำหนดไว้ในถั่วฝักยาวเท่ากับ 0.05 mg/kg ดังนั้นสาร cypermethrin ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ซึ่งโดยทั่วไปสามารถสลายตัวในผลผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อมเร็วกว่าสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทก็ตามก็ตาม แต่การฉีดพ่นในสารชนิดนี้ในถั่วฝักยาวยังพบปริมาณการตกค้างสูงกว่าค่า MRL เมื่อเก็บผลผลิตหลังจากฉีดพ่น 2 วัน ดังนั้นสาร cypermethrin ไม่สามารถใช้ฉีดพ่นในระยะออกดอกและติดฝักได้เนื่องจากไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3.2 การลดสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงบน/ในถั่วฝักยาว

เปอร์เซ็นต์ของสารตกค้างที่ลดได้และปริมาณการตกค้างของสารฆ่าแมลงในวิธีการลดพิษต่างๆ แสดงใน Table 14 จากผลการทดลองพบว่าวิธีการลดสารพิษตกค้างทุกวิธีที่ทำการทดลองสามารถลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงได้ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับวิธีการในการลดพิษตกค้างและชนิดของสารฆ่าแมลง หากพิจารณาวิธีการลดพิษตกค้างพบว่าในวิธีการล้างด้วยน้ำซาวข้าว ล้างด้วยน้ำส้มสายชู 0.1% ล้างด้วยน้ำปูนใส 50% และล้างด้วยน้ำด่างทับทิม 0.001% สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ ในสารฆ่าแมลงทุกชนิด (Figure 5) อย่างไรก็ตามในวิธีการลดพิษดังกล่าวสามารถลดพิษตกค้างได้แตกต่างกันในสารแต่ละชนิด คือสาร methamidophos นั้นการล้างด้วยน้ำส้มสายชูให้ผลดีที่สุด สาร carbosulfan การล้างด้วยน้ำปูนใส และล้างด้วยน้ำด่างทับทิมให้ผลดีที่สุด ส่วนสาร carbofuran และ cypermethrin การล้างด้วยน้ำด่างทับทิมให้ผลดีที่สุด

Table 14. Residues and percent reduction of insecticides on/in pods of yard long bean after treatment with different rinse methods.

Rinse methods	Insecticide residues (mg/kg) (% Reduction)					
	Methamidophos	Carbosulfan	Carbofuran	Cypermethrin	Means	Means excluded carbosulfan
Tap water	3.29	0.09	0.85	2.51		
	(11.7)	(39.1)	(34.1)	(64.4)	(37.3)	(36.7)
Milled-rice water	2.45	0.03	0.45	2.44		
	(34.1)	(82.4)	(64.9)	(62.5)	(61.0)	(53.80)
Acetic acid	1.40	nd	0.39	1.78		
	(62.3)	(100.0)	(70.0)	(72.6)	(76.2)	(68.3)
Calcium hydroxide	0.71	0.04	0.44	1.32		
	(80.8)	(71.7)	(65.6)	(79.7)	(74.5)	(75.4)
Potassium permanganate	1.86	nd	0.28	1.16		
	(50.1)	(100.0)	(78.1)	(82.2)	(77.6)	(70.1)
Sodium chloride	2.92	0.10	0.66	2.73		
	(21.5)	(36.3)	(48.6)	(58.0)	(41.1)	(42.7)
Boiled water	3.16	0.04	0.95	2.97		
	(14.9)	(70.3)	(26.0)	(54.4)	(41.4)	(31.8)
Means	2.26	0.06	0.57	2.13		
	(39.3)	(71.4)	(55.3)	(67.7)	(58.4)	(54.1)
Control	3.72	0.15	1.29	6.51		

หากพิจารณาคุณสมบัติในการดูดซึม (systemic) ของสารเข้าสู่พืชพบว่า สาร methamidophos carbosulfan และ carbofuran สามารถดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชได้ ในขณะที่สาร cypermethrin ไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว ดังนั้นวิธีการล้างสารพิษตกค้างที่อยู่บนฝักน่าจะใช้ได้ดีกับสาร cypermethrin มากกว่าสารในกลุ่มดูดซึม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้ โดยเปอร์เซ็นต์ของสารตกค้างที่ลดได้เมื่อล้างฝักถั่วด้วยวิธีการต่างๆ ของสาร cypermethrin โดยเฉลี่ยทุกวิธีการมีค่าสูงสุดเท่ากับ 67.7% ยกเว้นสาร carbosulfan ซึ่งพบในปริมาณน้อยมาก (Table 14) และในบางวิธีการลดพิษตกค้างไม่พบสารตกค้าง (detection limit =0.01 mg/kg) (ตารางภาคผนวก 6) ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของสารตกค้างที่ลดได้มีค่าสูง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการดูดซึมเข้าสู่ภายในฝักถั่วฝักยาวของสาร methamidophs มีอัตราสูงสุดเนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของสารตกค้างที่ลดได้ต่ำสุด หรือสารเข้าไปอยู่ในฝักสูงสุด และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสาร carbosulfan สลายตัวเป็นสาร carbofuran อย่างรวดเร็ว เนื่องจากตรวจพบสาร carbofuran หลังจากฉีดพ่น 1 ชั่วโมง (ตารางภาคผนวก 5) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริพันธ์ สุขมาก และคณะ (2540)

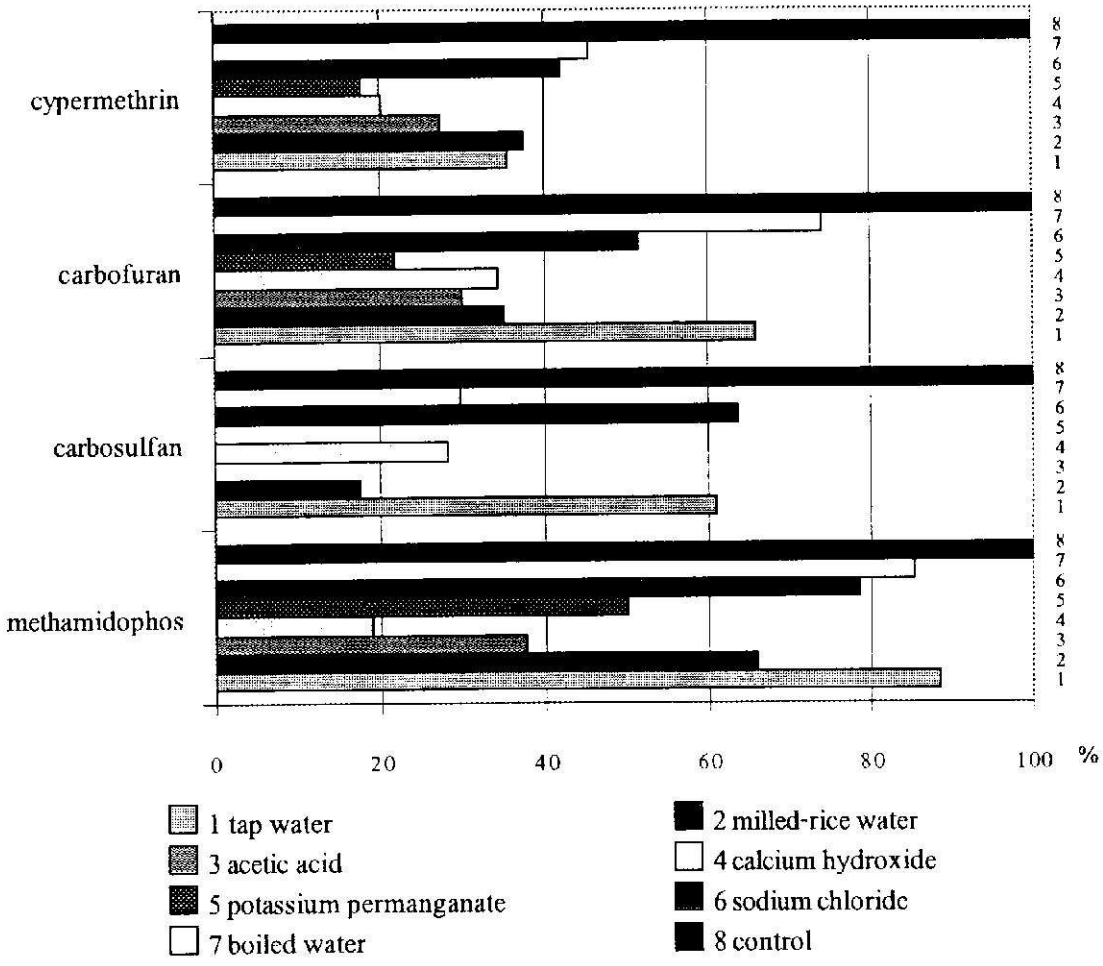


Figure 5. Percent of insecticides remaining on/in pods after decontamination with different rinse methods.

หากพิจารณาจากค่า MRLs ที่ได้กล่าวไว้ข้างบนซึ่งค่า MRLs ของสาร methamidophos carbosulfan carbofuran และ cypermethrin ในถั่วฝักยาวเท่ากับ 1.0 0.1 0.1 และ 0.05 mg/kg ตามลำดับ (Table 13) พบว่าหากเก็บถั่วฝักยาวหลังฉีดพ่นสารดังกล่าว 1 ชั่วโมง การลดพิษตกค้างโดยวิธีการล้างแบบต่างๆ ข้างต้นไม่สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่า MRLs ได้ ยกเว้นสาร carbosufan และสาร methamidophos ที่ล้างด้วยน้ำปูนใส แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรคงไม่เก็บเกี่ยวฝักถั่วหลังจากฉีดพ่นสารทันที หากนำผลการศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลงหลังฉีดพ่น 1 และ 2 วัน (Table 13) มาคำนวณหาปริมาณสารตกค้างที่หลงเหลือหลังจากลดพิษโดยการล้างด้วยวิธีต่างๆ (Table 14) พบว่าส่วนใหญ่ไม่สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างให้อยู่ในระดับต่ำกว่าค่า MRLs ยกเว้นสาร methamidophos หลังฉีดพ่น 1 วัน หากล้างด้วยน้ำปูนใสจะลดปริมาณสารตกค้างให้อยู่ในระดับต่ำกว่าค่า MRLs ได้ นอกจากนี้การล้างด้วยน้ำส้มสายชูช่วยลดปริมาณสารตกค้างของสารดังกล่าวให้อยู่ในระดับต่ำกว่าค่า MRL ได้ หากเก็บฝักหลังฉีดพ่นสาร 2 วัน (Table 15)

Table 15. Calculated residues of insecticides obtained from Table 13 after rinse with different methods in Table 14.

Treatment	Calculated insecticide residues (mg/kg)					
	Methamidophos		Carbofuran		Cypermethrin	
	1 day	2 days	1 day	2 days	1 day	2 days
Amount of residues in Table 14	3.84	2.46	3.33	2.14	1.94	1.12
MRLs values	1.0	1.0	0.1	0.1	0.05	0.05
Tap water	3.39	2.17	2.20	1.41	0.69	0.40
Milled-rice water	2.53	1.62	1.17	0.75	0.73	0.42
Acetic acid (0.1%)	1.45	0.93	1.00	0.64	0.53	0.31
Calcium hydroxide (50%)	0.74	0.47	1.14	0.74	0.39	0.23
Potassium permanganate (0.001%)	1.92	1.23	0.73	0.47	0.35	0.20
Sodium chloride (0.9 %)	3.02	1.93	1.71	1.10	0.81	0.47
Boiled water	3.27	2.09	2.46	1.58	0.88	0.51

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกถั่วฝักยาวในมุ้งตาข่ายสีขาวขนาด 16 mesh โดยโครงสร้างของมุ้งเป็นโครงเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 18 เมตร ยาว 24 เมตร และสูง 2 เมตร สรุปได้ว่าถั่วฝักยาวไม่สามารถปลูกในมุ้งตาข่ายที่ไม่ใช้สารเคมีใด ๆ ได้ หากไม่มีมาตรการในการควบคุมเพลี้ยอ่อน เนื่องจากแมลงชนิดนี้มีขนาดเล็กสามารถเล็ดลอดผ่านทางช่องมุ้งตาข่าย และหากไม่ป้องกันกำจัดจะทำให้เพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วจากสภาพแวดล้อมในมุ้งที่เหมาะสมและส่งผลกระทบต่อผลผลผลิตอย่างรุนแรง การศึกษามาตรการป้องกันเพลี้ยอ่อนเล็ดลอดเข้าไปในมุ้งตาข่ายโดยวิธีการฉีดพ่นมุ้งโดยตรงด้วยสารไล่แมลง หรือสารฆ่าแมลงที่ออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายน่าจะทำการศึกษาต่อไป

การศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาวสรุปได้ว่าสามารถนำสารสกัดจากพืชบางชนิดมาใช้ร่วมกับสารฆ่าแมลงสังเคราะห์แล้วทำให้ผลผลิตของถั่วอยู่ในระดับเดียวกับการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์เพียงอย่างเดียว การฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากสะเดาทุก 5-7 วันในช่วงอายุ 30 วันแรก หลังจากนั้นฉีดพ่นด้วยสารฆ่าแมลง Posse® 20 EC ทำให้ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่สูงสุด การใช้สารผสมของสารสกัดจากสะเดา+ข่า+ตะไคร้หอม ช่วยลดการทำลายฝักของเพลี้ยอ่อนได้ดี การนำสารดังกล่าวมาฉีดพ่นสลับกับสารฆ่าแมลง Posse® 20 EC น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์ลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลผลิตมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำลงไปด้วย

การศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลง methamidophos carbosulfan และ cypermethrin ในถั่วฝักยาว พบว่าหลังจากฉีดพ่นสารฆ่าแมลง ในอัตราแนะนำ 1 และ 2 วัน พบปริมาณสารตกค้างของสาร methamidophos และ สาร cypermethrin ในถั่วฝักยาวเกินกว่าค่า MRLs ในขณะที่สาร carbosulfan พบปริมาณตกค้างต่ำกว่าค่า MRL เนื่องจากสาร carbosulfan สลายตัวอย่างรวดเร็วได้สาร metabolite คือ carbofuran ซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าค่า MRL เมื่อศึกษาวิธีการลดพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงดังกล่าวด้วยวิธีการล้างแบบต่างๆ พบว่าทุกวิธีการสามารถลดสารพิษตกค้างของสารฆ่าแมลงได้ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับวิธีการลดพิษตกค้างและชนิดของสารฆ่าแมลง การล้างด้วยน้ำซาวข้าว ล้างด้วยน้ำส้มสายชู 0.1% ล้างด้วยน้ำปูนใส 50% และล้างด้วยน้ำด่างทับทิม 0.001% สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างได้ดีกว่าวิธีการอื่นๆ หากพิจารณาชนิดของสรุปได้ว่าสาร methamidophos นั้นการล้างด้วยน้ำส้มสายชูสามารถลดพิษตกค้างได้มากที่สุด สาร carbosulfan การล้างด้วยน้ำปูนใส และล้างด้วยน้ำด่างทับทิมลดพิษตกค้างได้มากที่สุด ส่วนสาร carbofuran และ cypermethrin การล้างด้วยน้ำด่างทับทิมสามารถลดพิษตกค้างได้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2530. ข้อมูลการผลิตและการตลาดของสินค้าเกษตร. กรมการค้าภายใน กรุงเทพฯ 23 หน้า

กรมวิชาการเกษตร. 2545. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2541 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 279 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2545.วิจัยและบริการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผลิตผลและผลิตภัณฑ์การเกษตร. (http://www.doa.go.th/home/research/certify/certify_4.html)

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2533. รายงานสถิติการปลูกพืชผักเพื่อการส่งออกปี 2531, 2352. กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ 249 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2546. สถิติการปลูกพืชผักทั่วประเทศ ปีเพาะปลูก 2544/2545. กลุ่มวิเคราะห์ข้อมูล กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กรรณิการ์ หุตะแพทย์. 2542. ผักในดวงใจของผู้บริโภค. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ. 10:10-39.

กอบเกียรติ บันสิทธิ์ และ วีรวิทย์ วิทยารักษ์. 2531. การศึกษาความสูญเสียของถั่วฝักยาวโดยการตัดดอก. การสัมมนาทางวิชาการกลุ่มพืชผักและเห็ด ปี 2531 11-16 มีนาคม 2531 กรุงเทพฯ.

กอบเกียรติ บันสิทธิ์, ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และ วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2534. แมลงศัตรูผักตระกูลถั่ว การอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 17-18 มิถุนายน 2534 หน้า 34-40.

กอบเกียรติ บันสิทธิ์. 2543. ผักกางมุ้งของไทย. เอกสารทางวิชาการประกอบการบรรยาย "มาตรฐานผักปลอดสารพิษ ผักอนามัย ผักอินทรีย์ ผักไร้สารและผักกางมุ้ง" ณ. ห้องวิภาวดีบอลรูมโรงแรมเซ็นทรัลแกรนด์พลาซา ลาดพร้าว กรุงเทพฯ วันที่ 26 เมษายน 2543.

ขวัญจิตร สันติประชา และ วัลลภ สันติประชา. 2535. การทดสอบพันธุ์ถั่วฝักยาวในฤดูฝนในจังหวัดสงขลา. ว. สงขลานครินทร์. 14(4):373-378.

จารุ ไชยแขวง. 2539. รายงานผลโครงการนำร่องการผลิตพืชผักอนามัย. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 จังหวัดสงขลา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 35 หน้า.

ปิยวรรณ คงสาคร. 2545. สารพิษปนเปื้อนในอาหาร. (http://www.tei.or.th/PliBai/th_plibai45_1_2.htm).

พงศ์ศรี ใบอดุลย์, กิ่งแก้ว ต้อยปาน, สมสมัย ปาลกูล, ถวิล จอมเมือง และ พูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2528. การลดปริมาณสารมีพิษตกค้างใน/บน ผลไม้. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 12(2):44-57.

พงศ์ศรี ใบอดุลย์. 2531. การลดปริมาณสารมีพิษตกค้างชนิดอะโซดรินและไดโคฟอลใน/บน องุ่น. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 12(3):132-133.

พิสิษฐ์ เสพสวัสดิ์, ปัญญา ปุญญถาวร, สาทร สิริสิงห์, เดือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์, ศรีสมร พิทักษ์ และ วิเชียร บำรุงศรี. 2534. แมลงศัตรูพืชไร่น้ำมันและพืชไร่ตระกูลถั่ว. เอกสารประกอบคำบรรยายในการฝึกอบรมวิชาการเรื่อง แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 17-22 มิถุนายน 2534. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 84 หน้า.

พิสิษฐ์ เสพสวัสดิ์. 2533. ชีววิทยาและการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชไร่ตระกูลถั่วและพืชไร่น้ำมัน. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชน้ำมัน กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 123 หน้า.

เรณู สุวรรณพรสกุล, สว่าง ขัดขาว, บุญญา อนุสรณ์รัชดา และ สายพินธ์ เมืองใจ. 2533. การศึกษาพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย (Coker 347). ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร.

วิภา ตั้งนิพนธ์, ศิวากรณ์ สกุลเที่ยงตรง, บังเอิญ สีมา และ ธีรพล อุ่นจิตต์วรรธนะ. 2929. การลดปริมาณสารพิษตกค้างของเอ็นดรีนและดีลดรินในเมล็ดถั่วเขียว. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 13(3):79-86.

ศิริพันธ์ สุขมาก สุวิมล เลิศวีระศิริกุล และ สมสมัย ปาละกูล. 2540. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างคาร์โบซัลแฟนในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ครั้งที่ 2). ข่าววัตถุมีพิษ. 24(3):127-132.

สมสมัย ปาลกูล, พงศ์ศรี ใบอดุลย์, ถวิล จอมเมือง และ พูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2531. การลดปริมาณสารมีพิษตกค้างใน/บน พุทรา. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 15(4):156-162.

สุการดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และ ไพฑูรณ์ พูลสวัสดิ์. 2540. การศึกษาช่วงการพ่นสารสกัดจากสะเดาในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะฝักถั่วเขียว. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร.

Anonymous. 2002. EU food alert system: information exchange, methamidophos in long green beans from Thailand. (http://www.pesticides.gov.uk/citizen/residues/other/methambeans_web.htm)

Araya, J. E. and Foster, J.E. 1987. Control of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in selected wheat and oat cultivars with seed systemic insecticides in the greenhouse. J. Econ. Entomol. 80 (60): 1272-1277.

Ashtaputre, K.R. and Jadhav, G.D. 1989. Dissipation of PP 321, permethrin, cypermethrin, acephate and endosulfan in/on brinjal fruits. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 14(2):170-172.

Asin, L. and Pons, X. 1999. Effects of soil insecticide treatments on maize aphids and aphid predators in Catalonia. Crop prot. 18 (6): 389-395.

Awasthi, M.D. 1986. Chemical treatments for the decontamination of brinjal fruit from residues of synthetic pyrethroids. Pesticide Science. 17(2):89-92.

Baruah, A.A.L.H., Ramesh, C. Kathpal, T.S. and Chauhan, R. 1998. Residues of some synthetic pyrethroids and endosulfan in/on pigeon pea, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Journal of Entomological Research. 22(4):299-302.

Bhat, N.S. Manjunatha, M., Raju, G.T.T., Nagabhushana, G.G. and Deshpande, V.P. 1988. Chemical control of pod-borer complex of greengram (*Vigna radiata*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 58(11):864-866.

Bhupinder, S. and Udeaan, A.S. 1989. Estimation of cypermethrin residues in the fruit of okra, *Abelmoschus esculentus* (Linn.) Moench. Journal of Insect Science. 2(1):49-52.

Bottenberg, H. and Singh, B.B. 1996. Effect of neem leaf extracts applied using the "broom" method, on cowpea pests and yield. International Journal of Pest Management. 42(3):207-209.

Burchat, C.S., Ripley, B.D., Leishman, P.D., Ritcey, G.M., Kakuda, Y. and Stephenson, G.R. 1998. The distribution of nine pesticides between the juice and pulp of carrots and tomatoes after home processing. Food Additives and Contaminants. 15(1):61-71.

Davis, C.J. 1971. Recent introductions for biological control in Hawaii. XVI. Proceeding of the Hawaiian Entomological Society. 21:59-62.

Deka, N., Borha, D.C. and Das, P.K. 1998. Insecticidal control against major insect pests of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Annals of Biology Ludhiana. 14(2):195-198.

Emosairue, S.O. and Ubana, U.B. 1998. Field evaluation of neem for the control of some cow-pea insect pests in south eastern Nigeria. Global Journal of Pure and Applied Sciences. 4(3):237-241.

Faleiro, J.R., Singh, K.M. and Singh, R.N. 1985. Dissipation of carbofuran and carbaryl in cowpea. Indian Journal of Entomology. 47(4):393-400.

FAO. 1996. Methamidophos (100). (www.fao.org/ag/agp/agpp/pesticid/ jmpr/Download/96/metham.pdf).

Hongo, H. and Karel, A.K. 1986. Effect of plant extracts on insect pests of common beans. Journal of Applied Entomology. 102(2): 164-169.

Jagtap A.B, Ghule, B.D. and Deokar, A.B, 1984. Assessment of losses in yield of 'Phule Pragati' groundnut caused by insect pests. Indian Journal of Agricultural Sciences, 54(8):697-698.

Karel, A. K. 1989. Yield losses from and control of bean pod borers, *Maruca testulalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Heliothis armigera* (Lepidoptera:Noctuidae). Journal of Economic Entomology. 78 (6):1323-1326.

Kooner, B.S., Singh, H. and Kumar, S. 1977. Effect of dates of sowing on the incidence of stem-fly, *Melanagromyza phaseoli* (tryon) in pea crop. Journal of Entomological Research. 1:100-103.

Lowery, D. T., Isma, M. B. and Brard, N. L. 1993. Laboratory and field evaluation of neem for the control of aphids (Homoptera: Aphididae). J. Econ. Entomol. 86 (3): 864-870.

Malik, K., Kumari,B. and Kathpal, T.S. 1998. Persistence and decontamination of alpha-cypermethrin residue in/on cauliflower at two different temperature. Pesticide Research Journal. 10(2):246-250.

Morgan, W.L. 1939. Recommendations for control of bean fly. Agricultural Gazette New South Wales. 50:90.

Patel, R.K. and Singh, D. 1977. Serious incidence of pod-borer *Maruca testulalis* Geyer on red gram at Varanasi. Science and Culture. 43(7):319.

Regupathy, A., Habeebullah, B. and Balasubramanian, M. 1985. Dissipation of insecticides applied to control *Plutella xylostella* Curtis and *Spodoptera litura* Fabr. In cauliflower. Pesticides. 19(9):53-56.

Sances, F.V., Toscano, N.C. and Gaston, L.K. 1992. Bush tomatos show very low levels of pesticide residues. California Agriculture. 46(5):17-20.

Srivastava, K.P., Gajbhiye, V.T., Jain, H.K. and Agnihotri, N.P. 1984. Efficacy of synthetic pyrethroids against the pod borer, *Euchrysops cnejus* (Fabricius) and their residues in green gram, *Vigna radiata* (L.) and cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Journal of Entomological Research. 8 (1):36-41.

Sukul, P. and Handa, S.K. 1989. Residues of cypermethrin on chickpea and green gram. Indian Journal of Plant Protection. 17(2):251-254.

Swaine, G. 1968. Studies on the biology and control of pests of seed beans (*Phaseolus vulgaris*) in northern Tanzania. Bulletin of Entomological Research, 59:323-338.

Talekar NS, 1990. Agromyzid flies of food legumes in the tropics. New Delhi, India: Wiley Eastern Limited.

Ujagir, R. and Ujagir, R. 1999. Field efficacy of insecticides against pod borer complex in early pigeonpea, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. at Pantnagar, Northern India. Annals of Plant Protection Sciences. 7 (1):19-25.

Van de Goot, P. 1930. Agromyzid flies of some native legume crops in Java. Mededeelingen van net Instituut voor Plantenziekten No. 78.

Venkateswarlu, P., Raghavaiah, G. and Nagalingam, B. 1992. Efficacy of neem oil alone and in combination with certain insecticides on pod borer complex of blackgram, *Vigna mungo* (L.) Hepper. New Agriculturist. 3(2):147-152.

Walker, P.T. 1960. Insecticide studies in East African agricultural pests. III. Seed dressing for the control of bean fly, *Melanagromyza phaseoli* (Coq.) in Tanganyika. Bulletin of Entomological Research. 50:781-793.

Wei, J., Furrer, G. and Schulin, R. 2000. Kinetics of carbosulfan degradation in the aqueous phase in the presence of a cosolvent. (www.ito.umnw.ethz.ch/publications/soilprot-peer.html)

Xu, Z., Yu, Z., Lui, J. and Barnett, O.W. 1983. A virus causing peanut mild mottle in Hubei Province, China. Plant Disease, 67(9):1029-1032.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1. ผลผลิตถั่วฝักยาวที่เก็บเกี่ยวได้ในการปลูกเมื่อ 7 พฤษภาคม 2544 ในพื้นที่แปลงขนาด 108 เมตร^2

ครั้งที่	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กิโลกรัม)							
		ในมุ้ง				นอกมุ้ง			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4
1	49	1.68	0.16	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
2	51	1.00	0.13	0.04	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
3	53	1.75	0.37	0.41	0.83	0.09	0.12	0.03	0.00
4	55	2.19	0.26	0.45	0.57	0.12	0.02	0.00	0.09
5	57	0.36	0.13	0.03	0.09	0.51	0.03	0.06	0.39
6	59	0.26	0.02	0.04	0.17	0.36	0.08	0.04	0.29
7	61	0.05	0.00	0.00	0.32	1.38	0.15	0.23	1.20
8	63	0.82	0.06	0.00	0.24	0.90	0.28	0.28	1.16
9	65	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78	0.32	0.48	1.62
10	67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.19	0.15	0.44
11	69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.26	0.16	0.58
12	71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.26	0.16	0.58
13	73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.29	0.16	0.58
14	75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34	0.42	0.52
15	77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.62	0.6	0.38
16	79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	1.1	0.76	0.34
17	81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.39	1.9	0.48
18	83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.44	0.06
19	85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00
รวม		8.11	1.13	1.17	3.4	8.67	5.9	5.9	8.71
เฉลี่ย/แปลง		3.45±3.2				7.3±1.6			
เฉลี่ย/ไร่		51.11±48.6				108.07±23.8			

ตารางภาคผนวก 2. ผลผลิตรวมของถั่วฝักยาวที่เก็บเกี่ยวได้ ในการปลูกครั้งที่ 2 (18 มี.ค. 2545) ในแปลงขนาด 108 เมตร^2

ครั้งที่	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กิโลกรัม)							
		ในมุ้ง				นอกมุ้ง			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4
1	50	3.50	0.80	7.00	10.60	3.00	1.90	1.20	2.50
2	51	1.00	0.60	4.40	1.95	2.10	2.40	0.80	1.90
3	53	1.10	0.50	5.70	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00
4	55	0.60	0.10	2.80	2.50	1.60	2.15	2.60	3.0
5	57	1.30	0.05	7.10	6.00	2.20	2.80	1.30	3.90
6	59	0.20	0.00	4.10	3.40	2.35	1.70	1.80	3.00
7	61	0.10	0.00	1.90	1.80	6.80	7.00	2.70	5.70
8	63	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	6.10	50	9.50
9	65	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	5.80	2.40	5.30
10	67	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.40	1.00	2.20
รวม		7.80	2.05	33.00	30.15	34.85	33.25	18.80	37.00
เฉลี่ย/แปลง		18.25				30.98			
เฉลี่ย/ไร่		270.37				458.89			

ตารางภาคผนวก 3. ผลผลิตถั่วฝักยาวที่ถูกหนอนเจาะฝักเข้าทำลายได้ในการปลูกครั้งที่ 2 (18 มี.ค. 2545) ในแปลงขนาด 108 เมตร^2

ครั้งที่	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กิโลกรัม)							
		ในมุ้ง				นอกมุ้ง			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4
1	50	0.50	0.20	0.60	0.40	2.00	1.20	0.70	2.50
2	51	0.35	0.10	0.60	0.15	1.50	1.70	0.50	1.30
3	53	0.10	0.25	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
4	55	0.15	0.00	0.10	0.20	1.30	1.30	1.20	2.20
5	57	0.50	0.00	0.50	1.90	0.95	1.30	0.50	1.95
6	59	0.20	0.00	3.10	0.85	0.85	0.65	0.65	1.00
7	61	0.10	0.00	0.80	1.05	2.60	2.70	0.80	2.30
8	63	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	3.30	2.30	3.80
9	65	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	3.60	1.50	3.30
10	67	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.65	0.70	1.40
รวม		1.90	0.55	6.00	4.85	17.90	18.40	8.85	19.75
เฉลี่ย/แปลง		3.33				16.23			
เฉลี่ย/ไร่		49.26				240.37			

ตารางภาคผนวก 4. Percentage of yard long bean damaged by aphids (*A. craccivora*) inside and outside in two different seasons.

Treatment/ planting date	Percentage of plant damaged by aphids (means*±S.D.)					
	10 days	20 days	30 days	40 days	50 days	60 days
Planted in May 2001						
Inside net	8.33±6.36	44.18±21.31	98.33±3.33	100±0.00	100±0.00	39.15±13.15
Outside net	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.15±1.70
T-test	*	**	**	np	np	**
Planted in March 2002						
Inside net	0.00	21.00±17.00	71.00±22.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00
Outside net	0.00	5.00±3.80	6.00±7.60	46.00±20.00	27.00±22.90	100.00±0.00
T-test		ns	**	*	**	**

* mean of 4 replications, S.D.= standard deviation, * significant at 5% level, ** significant at 1% level

np= the analysis can not be performed because the standard deviations of both groups are 0.

ตารางภาคผนวก 5. ปริมาณสารตกค้างของสาร methamidophos, carbosulfan, carbofuran และ cypermethrin ที่พบในฝักถั่วฝักยาวหลังจากฉีดพ่นสาร 1 และ 2 วัน ที่ปลูกใน 2 ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน 2 ครั้ง

วันปลูก	แปลงที่	ตัวอย่างที่	ปริมาณสารตกค้าง (mg/kg)							
			methamidophos		Carbosulfan		carbofuran		cypermethrin	
			1 วัน	2 วัน	1 วัน	2 วัน	1 วัน	2 วัน	1 วัน	2 วัน
22/8/44	1	1	3.66	1.78	5.16	5.12	0.22	nd	*	*
		2	2.66	1.13	5.46	4.49	0.10	nd	*	*
		3	-	1.51	5.71	-	0.21	-	*	*
	2	1	3.85	0.89	4.73	3.54	nd	nd	*	*
		2	3.39	0.90	3.74	3.33	0.12	nd	*	*
		3	3.31	-	3.80	4.00	nd	nd	*	*
	3	1	3.83	1.75	5.47	4.28	nd	nd	*	*
		2	3.77	1.55	5.02	4.00	0.10	nd	*	*
		3	3.82	-	-	4.53	-	nd	*	*
	4	1	4.35	4.38	5.22	5.45	0.25	nd	*	*
		2	4.37	4.90	6.19	4.95	0.08	0.09	*	*
		3	-	4.45	7.68	4.94	0.09	nd	*	*
15/1/45	1	1	3.72	3.23	nd	nd	5.03	3.25	2.14	1.31
		2	4.45	2.83	nd	nd	4.64	3.63	1.56	1.46
	2	1	6.90	3.34	nd	nd	1.80	0.65	0.82	0.68
		2	5.39	3.23	nd	nd	1.00	0.74	1.12	0.54
	3	1	1.78	0.80	nd	nd	3.70	2.04	3.72	1.50
		2	0.80	1.36	nd	nd	3.84	2.54	2.30	1.24

หมายเหตุ * = ไม่ได้วิเคราะห์ ; nd = non detectable (detection limit = 0.01 mk/kg)

ตารางภาคผนวก 6. ปริมาณสารตกค้างของสาร methamidophos carbosulfan carbofuran และ cypermethrin ที่พบในฝักของถั่วฝักยาว หลังจากลดพิษด้วยวิธีการต่างๆ หลังจากฉีดพ่นสาร 1 ชั่วโมง

วิธีการลดพิษ	Concentration (mg/kg)				
	ตัวอย่างที่	methamidophos	carbosulfan	carbofuran	cypermethrin
1. ล้างด้วยน้ำเปล่า	1	3.14	0.08	0.79	3.03
	2	3.43	0.10	0.91	2.00
2. ล้างด้วยน้ำซาวข้าว	1	2.65	0.05	0.41	2.76
	2	2.26	nd*	0.49	2.13
3. ล้างด้วยน้ำส้มสายชู	1	1.57	nd	0.43	1.51
	2	1.23	nd	0.34	2.06
4. ล้างด้วยน้ำปูนใส	1	0.70	0.08	0.54	1.24
	2	0.71	nd	0.35	1.40
5. ล้างด้วยด่างทับทิม	1	1.33	nd	0.27	1.56
	2	2.39	nd	0.29	0.75
6. ล้างด้วยน้ำเกลือ	1	2.93	0.08	0.72	2.28
	2	2.92	0.11	0.61	3.19
7. ล้างด้วยน้ำเดือด	1	3.10	0.09	0.85	2.72
	2	3.23	nd	1.06	3.21
8. ไม่ล้าง (control)	1	3.72	0.16	1.29	4.88
	2	3.72	0.14	1.30	8.13

* Detection limit = 0.01 mg/kg