



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่

สาขา

พืชไร่นา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด
ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Studies on Efficiency and Residue of Some Herbicides
in Vegetable Soybean Production

นามผู้วิจัย นางสาวชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ทศพล พรพรม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์นวรรตน์ อุดมประเสริฐ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สนธิชัย จันท์เปรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด
ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Studies on Efficiency and Residue of Some Herbicides in Vegetable Soybean Production

โดย

นางสาวชนาทิพย์ สุขन्छ์จันทร์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2551

ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์ 2551: การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ทศพล พรพรหม, Ph.D. 140 หน้า

การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์กำแพงแสน 292 ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2549 - เมษายน 2551 โดยทำการสำรวจวัชพืชที่เป็นปัญหาหลักในสภาพแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดพบว่า จำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่อยู่บนดินมีการพบมากกว่าเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน ในการศึกษาวัชพืชบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า ผักยาง ไมยราบ ไร่หนาม และแห้วหมู เป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Oidiopsis* sp., *Cercospora* sp. และ *Puccinia philippinensis* ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ชนิดของวัชพืชและวัชพืชบางชนิดที่เป็นที่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันไปในแต่ละสภาพพื้นที่และฤดูกาล การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ สำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สารผสมของ metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูง รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้ไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสดตลอดระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (65 วัน) ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทำการศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test พบว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดฝักอ่อน แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด ไม่ได้รับผลกระทบความเป็นพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวต่อมาทำการวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะ 7 วันก่อนทำการเก็บผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า มีปริมาณสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวตกค้างต่ำกว่าปริมาณความปลอดภัยที่กำหนด (MRLs < 0.01 ppm) นอกจากนี้ ในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่มีการจัดการด้านวัชพืชร่วมกับโรคพืชและแมลงศัตรูพืช โดยการคลุมเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 และ Imidacloprid (70% WS) ร่วมกับการพ่นสารผสมของ metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หรือสาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หลังจากทำการปลูกทันที พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid และ methomyl) และพ่นสารสกัดสะเดา ที่ 50 วัน หลังจากปลูกพืช มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูงที่สุดมากถึง 1,428 - 1,484 กิโลกรัมต่อไร่

Chanatip Sukonjan 2008: Studies on Efficiency and Residue of Some Herbicides in Vegetable Soybean Production. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Tosapon Pornprom, Ph.D. 140 pages.

Studies on efficiency and residue of some herbicides in vegetable soybean (*Glycine max* L. Merr. cultivar KPS 292) production were carried out in the Asian Vegetable Research and Development Center, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom and the National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima during May, 2006 - April, 2008. A survey of key weeds in the field showed that the number and species of above-ground weeds was greater than the weed seed bank in the soil. Investigation of some weed species that can be alternate-hosts of pathogens showed that *Euphorbia heterophylla* L., *Mimosa invisa* var *inemis* Adelb. and *Cyperus rotundus* L. were infected by *Oidiopsis* sp., *Cercospora* sp. and *Puccinia philippinensis*., respectively. However, weed species and weed pathogens were different in each location and cropping season. The efficacy of several pre-emergence herbicides for weed control in vegetable soybean were evaluated. The results showed that tank-mixed metribuzin 56 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai was the most effective for weed control and gave the highest yield, followed by metribuzin 84 g a.i. /rai and pendimethalin 165 g a.i. /rai, respectively. Herbicide used had no effect on vegetable soybean growth throughout the 65 days until the crop harvest. After crops were harvested, herbicide residues in the soil were observed using a bioassay test with several tested plants i.e. pak choi, baby corn, cucumber and vegetable soybean. The results showed that herbicide used had no effect on tested plants. Herbicide residues in the vegetable soybean product were determined using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) 7 days before harvested and were found to be lower than the maximum residue limits (MRLs < 0.01 ppm). In addition, the pest management conducted to integrate the systems of disease, insect and weed control by seed treatment with KPS46 + Imidacloprid (70% WS) plus herbicide use by tank-mixed metribuzin 56 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai or metribuzin 84 g a.i. /rai and foliage spray by KPS46, [algae extract + CaB] + insecticides (cypermethrin, acetamiprid and methomyl) and neem extract at 50 days after sowing had the highest efficiency for pest control in vegetable soybean production and obtained the highest marketable yield with 1,428 - 1,484 kg /rai.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ทศพล พรพรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ในความกรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำในด้านการทดลองและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจแก้ไข
วิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. นวรัตน์ อุดมประเสริฐ อาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร. วิทิตร์ ใจอารีย์ ประธานการสอบ และ ดร. อรพรรณ ชัชวาลกาลพาณิชย์
ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุธฤดี ประเทืองวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์
จงรัตนเมธีกุล และ อ. จำเนียร ชมภู ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ
ต่าง ๆ และความกรุณาตลอดมา

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืช
สำหรับถั่วเหลืองฝักสดที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน และศูนย์วิจัย
พืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และศูนย์วิจัยข้าวโพดและ
ข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ที่กรุณาให้ใช้สถานที่ และเครื่องมือในการทำ
วิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นิสิตจากภาควิชาพืชไร่นา (วิทยาเขตกำแพงแสน) ตลอดจนพี่
ดุสิต อธิณวัฒน์ และน้อง ๆ ภาควิชาโรคพืช (บางเขน) และภาควิชากีฏวิทยา (บางเขน) ที่ร่วมมือและ
ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องชาย และญาติพี่น้อง ที่ได้ให้ความรักความ
อบอุ่น กำลังใจ และให้การสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา

ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์

ตุลาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(10)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(12)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
อุปกรณ์	17
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	28
สรุปและข้อเสนอแนะ	107
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	109
ภาคผนวก	113

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง	17
2	ต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด	22
3	ระดับในการควบคุมวัชพืชและระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูก	23
4	กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองร่วมกับการจัดการศัตรูพืช	25
5	จำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินและวัชพืชที่อยู่บนดินในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	27
6	จำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินและวัชพืชที่อยู่บนดินในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	31
7	ชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ลักษณะอาการของโรคในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	34
8	ชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ลักษณะอาการของโรคในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	37
9	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	43
10	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	44
11	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	45
12	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	47
14	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	48
15	ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	49
16	ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด และต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	50
17	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	54
18	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	55
19	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	56
20	จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	57
21	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	58
22	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	60
24	ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด และต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	61
25	การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	63
26	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	71
27	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	72
28	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	78
29	การประเมินระดับความเป็นพิษของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	79
30	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น ของถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะเก็บเกี่ยว ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	80
31	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
32	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 14 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	82
33	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 21 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	83
34	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	84
35	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 35 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	85
36	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 42 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	86
37	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 49 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	87
38	ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 56 วันหลังจากปลูกพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	88
39	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	93
40	การประเมินระดับความเป็นพิษของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
50	ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ และต้นทุนในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	104
ตารางผนวกที่		
1	ชนิดวัชพืชที่พบอยู่บนดินและเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินตัวอย่าง ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	114
2	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ ที่ 7 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	115
3	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ ที่ 7 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	116
4	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	117
5	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	118
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	119
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	121
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	122
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	123
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	124
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	125
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	126
14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	127
15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	128

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูง ของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	129
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	130
18 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศนครปฐม อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ในช่วงปี พ.ศ. 2549	136
19 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศนครปฐม อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ในช่วงปี พ.ศ. 2550	137
20 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศปากช่อง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2549	138
21 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศปากช่อง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2550	139

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารโคลมาโซน (clomazone)	7
2	สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารเมทริบูซีน (metribuzin)	8
3	สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารเพนดิเมทาลิน (pendimethalin)	9
4	เชื้อสาเหตุโรคพืชที่สำคัญชนิดต่าง ๆ ที่พบในถั่วเหลืองฝักสดและวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	39
5	การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	64
6	การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	65
7	การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin + pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	66
8	การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	67
9	การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	68
10	การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin + pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	69
ภาพผนวกที่		
1	การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	131
2	การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร metribuzin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	131

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
3 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	132
4 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin + metribuzin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	132
5 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin + clomazone ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม	133
6 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	133
7 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร metribuzin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	134
8 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	134
9 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin + metribuzin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	135
10 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin + clomazone ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา	135

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ATP	=	Adenosine triphosphate
DAA	=	Days after herbicide application
DAP	=	Days after planting
EC	=	Emulsifiable concentrates
MRLs	=	Maximum residue limits
NADPH	=	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NGA	=	Nutrient glucose agar
PDA	=	Potato dextrose agar
ppm	=	part per million
PD	=	Phytoene desaturate
WP	=	Wettable powders

การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Studies on Efficiency and Residue of Some Herbicides in Vegetable Soybean Production

คำนำ

ในปัจจุบันสภาวะการผลิตสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกมีการแข่งขันกันมากขึ้น ประกอบกับความต้องการในการเพิ่มการผลิตให้มีปริมาณสูงขึ้น แต่การกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้าที่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของสินค้าในการนำเข้าไว้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อเชื่อมโยงถึงภาคการผลิตโดยเฉพาะในภาคการเกษตร ที่ต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดมากขึ้น โดยมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมด้วย ในกระบวนการผลิตพืชเพื่อการส่งออกจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล โดยมีการควบคุมความปลอดภัยจากการใช้ปัจจัยในการผลิตมากขึ้น

ถั่วเหลืองฝักสด (green หรือ vegetable soybean) หรือถั่วแระญี่ปุ่น เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทยที่มีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นตลาดหลักในการนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทย ในรูปของฝักสดและเมล็ดแช่แข็งประมาณ 10,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,200 ล้านบาทต่อปี หรือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (Sompop *et al.*, 2005; Lin, 2006) ในปัจจุบันสถานการณ์ของการผลิตและการส่งออกถั่วเหลืองฝักสดของประเทศไทย ยังเป็นรองประเทศจีนและไต้หวัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณการส่งออกให้สูงขึ้น ซึ่งในขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้ได้คุณภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยในการผลิตหลายอย่าง ปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทยนั้น ผลผลิตที่ได้ยังมีมาตรฐานที่ไม่ตรงกับความต้องการของประเทศคู่ค้า ซึ่งต้องการถั่วเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม รสหวาน กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาทางด้านระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกวิธี ภายใต้เกษตรดีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้จึงทำการสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่อยู่บนดินและในดิน และวัชพืชที่อาจจะเป็นพืชอาศัย (alternate-host) ของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในสภาพแปลงทดลองที่มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งทำการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก

ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืชและตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในดิน โดยวิธี bioassay test ตลอดจนตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) นอกจากนี้ ทำการพัฒนาการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยมุ่งเน้นการจัดการวัชพืชร่วมกับระบบการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมของการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพในเชิงการค้าต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่อยู่บนพื้นดิน (above-ground weed) และเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน (weed seed bank) ในสภาพแปลงทดลองที่มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสด
2. เพื่อศึกษาชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัย (alternate-host) ของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในสภาพแปลงทดลองที่มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสด
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมกำจัดวัชพืช สำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด
4. เพื่อตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ทำการวิเคราะห์ทางเคมี โดยใช้ GC-MS ตลอดจนทำการตรวจสอบหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในดิน โดยวิธี bioassay test เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม
5. เพื่อพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้าต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ถั่วเหลืองฝักสด (green หรือ vegetable soybean)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 (*Glycine max* L. Merr. cultivar KPS 292): ถั่วเหลืองฝักสด หรือถั่วแระญี่ปุ่น จัดอยู่ใน Family Leguminosae, Subfamily Papilionoideae ส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ในประเทศญี่ปุ่น และได้นำเข้ามาทดสอบการปรับตัวของพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะช่วงแสงและอุณหภูมิ ถั่วเหลืองฝักสดสามารถอยู่รอดได้ จากการทดสอบพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นมากกว่า 30 พันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยพืชผัก เขตร้อย มหาวชิราวุธเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม พบว่า ทุกพันธุ์ออกดอกได้ แต่มีเพียง 3-4 พันธุ์เท่านั้นที่ให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ และเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดีที่สุด ให้ผลผลิตเฉลี่ยในฤดูกาลต่าง ๆ สูงสุด และฝักสดมีคุณลักษณะตามความต้องการของตลาดญี่ปุ่น คือ พันธุ์ AGS 292 จึงได้รับการตั้งชื่อใหม่ว่า พันธุ์กำแพงแสน 292 หรือที่เรียกว่า KPS 292 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย (AVRDC) ประเทศไต้หวัน ทดสอบแล้วได้ผลดี มีการปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไต้หวันถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด และใช้ชื่อพันธุ์ว่า เกาชุง #1 ซึ่งพันธุ์ดั้งเดิมของพันธุ์ AGS 292 คือ พันธุ์ Taichoshiroge จากประเทศญี่ปุ่น ลักษณะประจำพันธุ์ คือ กลีบดอกสีม่วง อายุดอกบานสะพรั่ง ประมาณ 28-32 วันหลังจากปลูก จำนวนข้อมีประมาณ 9-10 ข้อ จำนวนแขนงมีประมาณ 3-4 แขนง มีความสูง ประมาณ 50-60 เซนติเมตร ขนที่ฝักมีสีขาว น้ำหนักฝัก 2 เมล็ด เฉลี่ยต่ำสุดประมาณ 2.7 กรัมต่อฝัก ความยาวฝัก 2 เมล็ดยาวประมาณ 4.5-5.0 เซนติเมตร มีอายุการเก็บเกี่ยวฝักสดที่ 62-65 วันหลังจากปลูก มีผลผลิตฝักสดเฉลี่ยที่ 800-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ 250 กิโลกรัมต่อไร่ (กรุง และสิริกุล, 2538)

การเตรียมดิน: การเตรียมดิน ควรมีการไถ 2 ครั้ง ครั้งแรกไถตะประมาณ 10-15 วันก่อนปลูก ตากดินไว้เพื่อกำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2 ไถพรวนดินให้ร่วน เพื่อกำจัดดินอ่อนวัชพืช ยกร่องสูง 15-20 เซนติเมตร สันร่องกว้าง 1 เมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ที่สะอาด มีความงอกไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราปลูก 12-14 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกเมล็ดด้วยสารเคมีก่อนปลูก ปลูกเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 30-50 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20-25 เซนติเมตร ใช้ไม้ปลายแหลมกระทุ้งเป็นหลุมลึก 2-3 เซนติเมตร หยอด 2-3 เมล็ดต่อหลุม กลบดินหลุมปลูก แล้วพ่นสารควบคุมวัชพืชทันทีหลังปลูก มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี ให้น้ำ และพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ตามช่วงระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด ไม่ควรมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดในช่วง 15 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวตามอายุของพันธุ์ที่ปลูก หรือระยะเมล็ดเต็มฝักประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ฝักยังเขียวอยู่ (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด: ถั่วเหลืองฝักสด เป็นพืชที่จำเป็นต้องมีการปฏิบัติดูแลรักษาตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก จนกระทั่งถึงระยะการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูแลรักษา และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชของถั่วเหลืองฝักสดทั้งเรื่องโรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช ซึ่งสามารถเข้าทำลายถั่วเหลืองฝักสดได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต ส่งผลทำให้ผลผลิตตกต่ำ คุณภาพของฝักและเมล็ดไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง รักษาคุณภาพของผลผลิต และตรงกับช่วงความต้องการของตลาดต่างประเทศ นอกจากนี้ควรมีการติดต่อกับโรงงานผู้ซื้อเพื่อเป็นการรองรับผลผลิตไว้ล่วงหน้า และต้องผลิตให้มีปริมาณ และคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

วัชพืชเป็นพืชอาศัย (alternate-host) ของโรคพืช และแมลงศัตรูพืช เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดไป โรคพืช และแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ จะย้ายที่อาศัยจากถั่วเหลืองฝักสดไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบแปลง เช่น ดิน น้ำ และวัชพืช เป็นต้น เมื่อนำถั่วเหลืองฝักสดหรือพืชปลูกชนิดอื่น ๆ กลับมาปลูกในฤดูถัดไป โรคพืช และแมลงศัตรูพืช มีการเปลี่ยนกลับมาอาศัยที่ถั่วเหลืองฝักสดหรือพืชปลูกชนิดอื่น ๆ ตามเดิม ดังนั้นก่อนที่ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดทุกครั้ง ควรมีการเขตรกรรมทั้งภายในแปลง และรอบ ๆ แปลงให้ดี เพื่อช่วยลดการระบาดของโรคพืช และแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นการช่วยลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชลงไปได้อีกด้วย

โรคในถั่วเหลืองฝักสดมีการระบาดทั้งต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และในฤดูแล้ง โรคที่พบมากในฤดูฝน คือ โรคใบจุดนูน โรคแอนแทรคโนส โรคราสนิม และโรคลำต้นเน่าดำ เป็นต้น ส่วนแมลงศัตรูก็เป็นอุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด เพราะแมลงศัตรูเข้าทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด มีทั้งชนิดที่ทำลายพืชโดยตรง เช่น หนอนม้วนใบ หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว และหนอนเจาะฝักถั่ว เป็นต้น และชนิดที่เป็นพาหะนำโรคให้ถั่วเหลืองฝักสด เช่น แมลงหีวขาวเป็นพาหะนำโรคใบยอถั่วเหลือง (soybean crinkle leaf) เป็นต้น (สุตฤดี และคณะ, 2547; Sweets *et al.*, 2000) นอกจากนี้วัชพืชก็เป็นปัญหาที่สำคัญมากในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด เนื่องจากถ้าพบวัชพืชจำนวนมากในแปลงจะพบปัญหาเรื่องโรคพืชและแมลงศัตรูพืชตามมาด้วย จึงมีความจำเป็นต้องมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการส่งออกไปยังตลาดในต่างประเทศได้ จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาศึกษาวิจัยในการใช้สารกำจัดศัตรูพืช โดยคำนึงถึงความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรมีการตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดและสารพิษที่อาจจะตกค้างในดิน โดยประเทศผู้นำเข้าผลผลิตได้มีการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit; MRLs) ในผลผลิตทางการเกษตรและสินค้าแปรรูปชนิดต่าง ๆ ไว้

2. ปัญหาวัชพืชและการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การผลิตถั่วเหลืองฝักสดจำเป็นต้องมีการปฏิบัติดูแลตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูกจนกระทั่งถึงระยะการเก็บเกี่ยว วัชพืชนับว่าเป็นปัญหาร้ายแรงในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด เนื่องจากวัชพืชไปแย่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ และธาตุอาหาร ทำให้ถั่วเหลืองฝักสดได้รับปัจจัยสำหรับนำไปใช้ในการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ มีผลทำให้ถั่วเหลืองฝักสดแตก กิ่งก้านลดลงไม่สมบูรณ์ ทำความเสียหายแก่ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งมีผลทำให้รายได้ของเกษตรกรลดลง เนื่องจากผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดลดลงเป็นจำนวนไม่น้อย นอกจากนี้วัชพืชยังเป็นที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดหลายชนิด เช่น ถั่วฝักและโงเทง เป็นที่อยู่อาศัยของแมลงหวี่ขาว สาเหตุของโรคใบยอดย่น และฝักบวม เป็นที่อยู่อาศัยของเพลี้ยอ่อน สาเหตุของโรคไวรัสใบด่าง เป็นต้น (ศรีสมร และคณะ, 2540; Ramarao *et al.*, 2000) การควบคุมกำจัดวัชพืชช่วยให้ถั่วเหลืองฝักสดเติบโตสมบูรณ์ ช่วยให้อากาศใต้ต้นระบายดีขึ้น แสงอาทิตย์และลมสามารถผ่านเข้าไปในแปลง ที่มีวัชพืชขึ้น และความชื้นลดลง ซึ่งส่งผลดีต่อประชากรของศัตรูพืชและเชื้อโรคบางชนิดให้ลดลงได้

วัชพืชที่เป็นปัญหาหลักในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย

1. พวงกว้งหญ้า ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้าดอกขาว หญ้าแพรก หญ้าตีนติด และหญ้าชันกาด เป็นต้น
2. พวงใบกว้าง ได้แก่ ผักยาง กระดุมขน ผักโขม ปอวัชพืช ผักเบี้ยหิน สาบเล้งสาบกา ผักคราด หัวเหวน หญ้ากำมะหยี่ เทียนนา กะเม็ง ไมยราบเครือ สาบเสือ และผักไผ่น้ำ เป็นต้น
3. พวงกก ได้แก่ แห้วหมู กกทราย และกกขนาก เป็นต้น

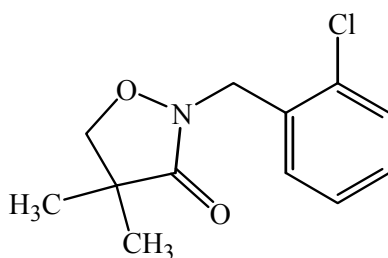
การควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด: การปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูง จำเป็นต้องมีการควบคุมไม่ให้มีวัชพืชขึ้นแข่งขันตั้งแต่เริ่มปลูกวิธีที่ดี คือการใช้สารกำจัดวัชพืชพ่นทันทีหลังปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ร่วมกับการใช้แรงงานคน อย่างน้อย 2 ครั้ง เมื่อต้นถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 15-20 และ 30-40 วันหลังจากปลูก การใช้จอบถากหญ้ามักทำควบคู่ไปกับการพรวนดิน กลบปุ๋ย และพูนโคน ทั้งนี้เพื่อป้องกันรากลอยและต้นถั่วเหลืองฝักสดเอนล้มเมื่อลมพัดแรง ในการใช้สารกำจัดวัชพืชผู้ใช้ต้องระมัดระวังและปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด ในปัจจุบันได้มีการแนะนำให้ใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งมีทั้งชนิดที่เลือกทำลายพืชเฉพาะอย่าง รวมทั้งประเภทฉีดพ่นก่อนงอก (pre-emergence) และฉีดพ่นหลังงอก (post-emergence) สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นแบบก่อนงอก เช่น สารคลอโรลอร์ อัตรา 240-360 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สาร

เมโทลาคลอร์ อัตรา 240-360 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสารเมทริบูซิน อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ซึ่งสารกำจัดวัชพืชเหล่านี้จำเป็นต้องฉีดพ่นในขณะที่ดินมีความชื้นพอเหมาะและเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดยังไม่งอก สำหรับสารกำจัดวัชพืชที่ฉีดพ่นแบบหลังงอก เช่น สารอิมาเซทาเพอร์ อัตรา 16-20 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้ควบคุมวัชพืชที่งอกจากเมล็ดทั้งพวกวงศ์หญ้าและใบกว้าง สารโพรพาควิซาฟอป อัตรา 12 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้ควบคุมวัชพืชพวกวงศ์หญ้าได้ดี ส่วนสารโฟมิซาเฟน อัตรา 40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้ควบคุมวัชพืชพวกใบกว้าง มีผลทำให้ใบของถั่วเหลืองฝักสดมีรอยไหม้ตามขอบและชะงักการเจริญเติบโตเล็กน้อย แต่ระยะต่อมาต้นถั่วเหลืองฝักสดสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ โดยที่ใบไหม้ไม่แสดงอาการผิดปกติ เป็นต้น (ชูลิพร, 2550) การนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมวัชพืชนั้น อาจมีความจำเป็นในบางพื้นที่ที่หาแรงงานยาก ถ้าจะให้ได้ผลดีในการจัดการวัชพืชสำหรับการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ควรใช้วิธีการควบคุมวัชพืชแบบผสมผสาน กล่าวคือ มีการใช้สารกำจัดวัชพืชควบคู่กับการใช้เครื่องจักรกลและ/หรือแรงงานคนในการควบคุมวัชพืช

3. สารกำจัดวัชพืช

3.1 สารโคลมาโซน (clomazone)

โคลมาโซน เป็นสารที่ยับยั้งการสร้างพวกลาโรทีนอยด์ (carotenoid synthesis inhibitors) ที่อยู่ในกลุ่ม Isoxazolidinones มีชื่อทางเคมีว่า 2-[(2-chlorophenyl)methyl]-4,4-dimethyl-3-isoxazolidinone มีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_{14}ClNO_2$ (ภาพที่ 1) มีน้ำหนักโมเลกุล 239.70 และมีชื่อการค้า ได้แก่ Magister และ Command เป็นต้น (ทศพล, 2545; EPA, 2007)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารโคลมาโซน (clomazone)

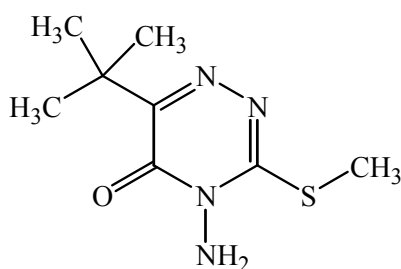
ที่มา: Wood, 2004

โคลมาโซน เป็นสารประเภทเลือกทำลาย สามารถใช้แบบก่อนงอก ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้างปีเดียว ในพืชปลูกชนิดต่าง ๆ เช่น ฝ้าย ฝักทอง ถั่วเหลือง มันฝรั่ง มันเทศ และยาสูบ เป็นต้น สามารถดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชได้ทั้งทางรากและทางยอด โดยเฉพาะบริเวณยอดที่เริ่มงอกใหม่ มีการเคลื่อนย้าย

ผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phytoene desaturate (PD) ทำให้ยับยั้งการสังเคราะห์พวกคลอโรฟิลล์และกาโรทีนอยด์ ภายในต้นพืช สารโคลมาโซนสามารถสลายตัวภายในต้นพืชได้ (ทศพล, 2545) อาการที่พืชแสดงว่าได้รับพิษของสาร คือ ใบของวัชพืชที่งอกจากดินที่มีสารมีสีขาวและตายในเวลาต่อมา พืชที่งอกแล้วหลังจากได้รับละอองสารที่ปลิวมาสัมผัสใบ ใบพืชจะเปลี่ยนเป็นสีขาวเช่นกัน (รังสิต, 2547)

3.2 สารเมทริบูซีน (metribuzin)

เมทริบูซีน เป็นสารที่ยับยั้งในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis inhibitors) ที่อยู่ในกลุ่ม triazine มีชื่อทางเคมีว่า 4-amino-6-(1,1-dimethylethyl)-3-(methylthio)-1,2,4-triazin-5(4H)-one มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{14}N_4OS$ (ภาพที่ 2) มีน้ำหนักโมเลกุล 214.29 มีลักษณะเป็นผลึกแข็ง ขาวใส ไม่มีสี และมีชื่อการค้าต่าง ๆ กัน ได้แก่ Sencor, Bay 6159H, Bay 94337, Bay DIC 1468, Sencorex และ Lexone เป็นต้น (ทศพล, 2545; EPA, 2004)



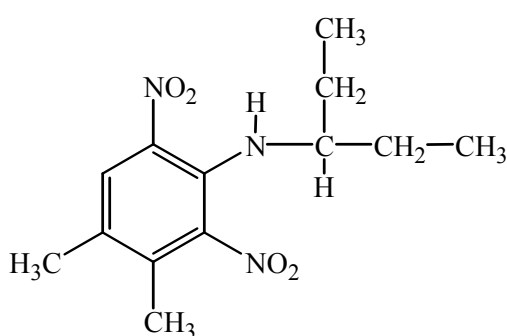
ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารเมทริบูซีน (metribuzin)

ที่มา: Wood, 2004

เมทริบูซีน เป็นสารเลือกทำลาย ใช้ได้ทั้งแบบก่อนงอก (pre-emergence) และหลังงอก (post-emergence) ใช้ควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและวัชพืชใบกว้างปีเดียว ในพืชปลูกชนิดต่าง ๆ เช่น ถั่วเหลือง มันฝรั่ง หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพด อ้อย ข้าวสาลี และสนามหญ้า เป็นต้น สารสามารถเข้าสู่พืชโดยผ่านทางใบ การดูดซึมของสารจะดีขึ้นหากมีการผสมกับสารจับใบ (surfactant) แต่ส่วนใหญ่สารเข้าสู่พืชทางรากมากกว่า เมื่อสารเข้าสู่พืชเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนยอดแล้วไปสะสมที่จุดเจริญ โคนสารเมทริบูซีนจะไปจับกับ photosystem และแย่งรับอิเล็กตรอนกับ Q_B ทำให้ plastoquinone ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็น hydroplastoquinone ได้ ทำให้ไม่สามารถสร้าง ATP และ NADPH ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานทางเคมีที่นำไปใช้ในกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ของเซลล์ต่อไปได้ จึงทำให้พืชตาย โดยพืชจะแสดงอาการเหลืองซีด จากนั้นแห้งไหม้และตายในที่สุด เมื่ออยู่ในดินมีค่าครึ่งชีวิต (half life) ประมาณ 30-60 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินและสภาพอากาศ (ทศพล, 2545)

3.3 สารเพนดิเมทาลิน (pendimethalin)

เพนดิเมทาลิน เป็นสารที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (meristem mitotic inhibitors) ที่อยู่ในกลุ่ม dinitroanilines มีชื่อทางเคมีว่า N-(1-ethylpropyl)-3,4-dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine มีสูตรโมเลกุล $C_{13}H_{19}N_3O_4$ (ภาพที่ 3) มีน้ำหนักโมเลกุล 281.31 มีลักษณะเป็นผลึกสีเหลืองส้ม เป็นของแข็ง มีกลิ่นเหม็น ง่ายต่อการวิงเวียนเป็นลม และมีชื่อการค้าต่าง ๆ กัน ได้แก่ Stomp, Pentagon DG และ Prowl เป็นต้น (ทศพล, 2545; EPA, 2004)



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารเพนดิเมทาลิน (pendimethalin)

ที่มา: Wood, 2004

เพนดิเมทาลิน เป็นสารที่ใช้แบบก่อนงอก (pre-emergence) หรือแบบหลังงอก (post-emergence) แนะนำให้ใช้ในอัตรา 0.84-2.24 กิโลกรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สามารถใช้ควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและวัชพืชใบกว้างชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิดในพืชปลูกทั่วเหลือง ในวัชพืชวงศ์หญ้าสารเข้าไปยับยั้งที่บริเวณ coleoptile โดยสารเข้าไปยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช หรือ meristem mitotic inhibitors มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ส่วนที่จะงอกเป็นยอด (shoot) มีลักษณะรูปร่างผิดปกติไป สำหรับวัชพืชใบกว้างทำให้ส่วนลำต้นมีลักษณะเปราะ แตกง่าย ส่วนของใบ และไฮโปคอตทิล (hypocotyl) มีลักษณะพองบวม โป่งทำให้ลำต้นล้ม และไปยับยั้งการเจริญบริเวณราก ทำให้รากโป่งพองหนา และด้วนกุดขาด เมื่ออยู่ในดินมีค่าครึ่งชีวิต (half life) ประมาณ 7 วัน ในสภาพฤดูร้อนที่มีแสงแดดจัด

4. ความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ในระบบการผลิตั่วเหลืองฝักสด

สุขภาพของประชาชนเป็นสิ่งสำคัญ อาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสุขภาพโดยตรง และสาเหตุที่เห็นได้ชัดอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อสุขภาพ คือ อาหารไม่ปลอดภัย หรือมีความเสี่ยงสูง ส่งผลให้เกิดการเจ็บป่วยเฉียบพลันหรือส่งผลในระยะยาว สาเหตุหลัก เนื่องจากอาหารที่ไม่สะอาด มีเชื้อโรคปนเปื้อน หรืออาหารที่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารกำจัดแมลง สารป้องกันและกำจัดโรคพืช และ

สารกำจัดวัชพืช เป็นต้น ปัจจุบันในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล มีการควบคุมความปลอดภัยจากการใช้ปัจจัยการผลิตมากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีมาตรฐานกำหนดปริมาณสารเคมีตกค้างขั้นสูงสุดที่ยินยอมให้มีได้ในผลผลิตทางการเกษตรและสินค้าแปรรูป (MRLs) สิ่งเหล่านี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบการผลิต ผลผลิตสินค้าเกษตรและอาหารส่งออกในระดับมาตรฐานสากล ซึ่งจำเป็นที่ผู้ผลิตและประกอบการต้องวางยุทธศาสตร์การผลิต พร้อมกับระบบควบคุมการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง โดยเริ่มมีการวางแผนตั้งแต่กระบวนการผลิตผลผลิตภายในแปลงจนถึงกระบวนการตรวจสอบความปลอดภัยของถั่วเหลืองฝักสดในหีบปฏิบัติการ โดยในการทดลองนี้ได้นำวิธีเทคนิคการแยกสารในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตเพื่อความปลอดภัยของอาหารตามมาตรฐานสากลโดยการใช้ Gas chromatography (GC) - Mass spectrometry (MS) หรือเรียกว่า GC-MS

แก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography; GC) เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารต่าง ๆ โดยอาศัยความแตกต่างระหว่างการกระจายตัวของสารต่าง ๆ ระหว่างวัฏภาค (phase) 2 วัฏภาค ซึ่งอาจเป็นของเหลวหรือของแข็ง และวัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ซึ่งเป็นแก๊สเฉื่อย เช่น N_2 , He หรือ Ar เนื่องจาก mobile phase เป็นแก๊ส ดังนั้นสารที่ต้องการแยกต้องสามารถระเหยได้ ณ ภาวนั้น ๆ จึงเหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์สารที่ระเหยได้ง่าย เช่น น้ำมันหอมระเหย สารพวกเอสเทอร์ เป็นต้น ในส่วนของแมสสเปกโตรเมทรี (Mass spectrometry; MS) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการ identify สารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยอาศัยการทำให้โมเลกุลของสารซึ่งอยู่ในรูปของระเหยเกิดการแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุบวกด้วยการยิงด้วยอิเล็กตรอน ซึ่งให้ molecular ion ที่มีค่า m/e เท่ากับน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น และโมเลกุลไอออนเกิดการแตกตัวเป็น fragment ต่าง ๆ ซึ่งมักเป็นลักษณะเฉพาะของสารนั้น ๆ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (mass number) เทียบกับข้อมูลอ้างอิง แล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้น ๆ

GC-MS เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้อย่างค่อนข้างแม่นยำ โดยอาศัยการเปรียบเทียบ fingerprint ของเลขมวล (mass number) ของสารตัวอย่างนั้น ๆ กับข้อมูลมาตรฐานที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถทำการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) จึงนับว่า GC-MS เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงที่นิยมนำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์หาสารต่าง ๆ ในตัวอย่าง

ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพดี สำหรับการส่งออกและบริโภคภายในประเทศ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมกำจัดวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบ pre-emergence แต่การใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างไม่ถูกวิธีและใช้ในปริมาณที่มากเกินไปกว่ากำหนด อาจจะมีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด หรืออาจมีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและส่งผลกระทบต่อการใช้ปลูกพืชในฤดูกาลถัดไป และส่งผล

กระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย การตรวจหาสารตกค้างที่อยู่ในดิน สามารถทำการศึกษาได้ในห้องปฏิบัติการโดยนำวิธีเทคนิคการแยกสารด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) รวมทั้งในสภาพเรือนทดลองหรือแปลงทดลองโดยใช้วิธี bioassay test

เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography) หรือเรียกว่า HPLC เป็นเทคนิคการวิเคราะห์สารในเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) และปริมาณ (quantitative analysis) ที่นิยมใช้มากวิธีหนึ่ง โดยสามารถใช้กับงานด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ในการวิเคราะห์ทางอาหาร ยา และตัวอย่างสิ่งแวดล้อม (ดินและน้ำ) เป็นต้น เครื่อง HPLC เป็นเทคนิคแยกสารผสมโดยใช้เครื่องสูบล้างแรงดันสูง (high pressure pump) สูบล้างของเหลว พาสารตัวอย่างที่ถูกฉีดเข้าทางช่องฉีดสาร (injector) เคลื่อนที่ผ่านอนุภาคที่เป็นวัฏภาคคงที่ (stationary phase) ซึ่งบรรจุอยู่ในคอลัมน์ (column) สารผสมเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์แล้วถูกแยกออกมาในเวลาที่แตกต่างกัน ผ่านเข้าสู่เครื่องตรวจวัด (detector) สัญญาณที่ตรวจวัดได้ซึ่งอยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้าตามเวลา และปริมาณของสารแต่ละตัวที่ตรวจวัดได้ โดยสัญญาณถูกส่งไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณแสดงผลออกมาเป็นโครมาโทแกรม (chromatogram) ประกอบด้วยพีก (peaks) ของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารผสมสามารถทดสอบได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน โดยการพิจารณาจากการวัดความสูงของพีก (peak height) เทียบกับความสูงของพีกของสารมาตรฐานที่ทราบปริมาณ หรือวัดจากพื้นที่พีก (peak area) เทียบกับพื้นที่ของสารมาตรฐานที่ทราบปริมาณที่ฉีดเข้าไป

Bioassay test เป็นวิธีการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่มีการตกค้างอยู่ในดินที่ทำการทดลอง โดยอาศัยหลักการ คือ เมื่อดินมีสารกำจัดวัชพืชในปริมาณที่สูง ไปมีผลต่อพืชทดสอบหลาย ๆ ชนิดที่นำมาทำการปลูก โดยการเปรียบเทียบการงอกและการเจริญเติบโตระหว่างพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในดินที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชและในดินที่ไม่มีการใช้สาร ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าดินแปลงทดลองที่ใช้ในการปลูกพืชทดสอบมีปริมาณสารกำจัดวัชพืชในระดับที่มีผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่ใช้ต้นทุนต่ำและสามารถตรวจสอบสารตกค้างหลายชนิดได้พร้อมกัน (Abdur *et al.*, 2001) แม้ bioassay test เป็นวิธีที่ไม่สามารถแสดงเป็นปริมาณความเข้มข้นของสารได้ แต่พืชทดสอบที่ได้รับความเป็นพิษจากสารในระหว่างที่ทำการทดสอบ bioassay test สามารถวัดได้จากเปอร์เซ็นต์ความงอก การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชทั้ง ลำต้น ใบ และราก เช่น ความสูงของลำต้น ความกว้างของใบ และความยาวของราก เป็นต้น ลักษณะอาการที่พบเมื่อพืชทดสอบได้รับอันตรายจากระดับของสารที่มีอยู่ในดินที่มากเกินไปเป็นพิษต่อพืชทดสอบที่ทำการปลูกตามมา เช่น ลำต้นแคระแกรน ใบมีขนาดเล็ก หัก ม้วนงอ และชืด เป็นต้น การตรวจสอบผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน โดยวิธี bioassay test นั้น เพื่อเป็นการประเมินเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันมีหลายบริษัทที่ทำธุรกิจถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก ซึ่งในแต่ละบริษัทมีระบบการจัดการในกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไปจึงต้องมีการพัฒนาระบบการจัดการในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้เกษตรกรที่เป็นผู้ผลิตได้รับความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ อย่างไรก็ตามการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่ถูกวิธี และใช้ในปริมาณที่มากเกินไปกำหนด ข่อมส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (นิพนธ์, 2548) นอกจากนี้อาจจะพบสารพิษตกค้างในผลผลิต และอาจส่งผลกระทบต่อพืชที่ปลูกตามมา ดังนั้นเพื่อให้กระบวนการในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีคุณภาพและมาตรฐานตามความต้องการของประเทศผู้นำเข้า ซึ่งระดับที่ใช้เป็นมาตรฐานคือการกำหนดปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limits; MRLs) จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยทำการวิเคราะห์ทางเคมีโดยการใช้ GC-MS และสารตกค้างในดินโดยวิธี bioassay test ตลอดจนวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (HPLC) เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมต่อไป

5. การจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ศัตรูพืชเป็นปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญในการทำการเกษตร นอกจากทำให้ผลผลิตลดลงแล้วยังทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายอันเกิดจากการทำลายของศัตรูพืชได้ทันเวลาที่ผู้ผลิตทำการเกษตรจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรู้จักชนิดของศัตรูพืช เช่น แมลงศัตรูพืช โรคพืช วัชพืช และศัตรูอื่น ๆ ลักษณะการทำลาย และช่วงการระบาด เป็นต้น ศัตรูพืชที่เป็นปัญหาหลักในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีดังนี้

โรคพืช: โรคพืชและเชื้อสาเหตุของโรคพืชที่พบในสภาพการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ที่มีการแพร่ระบาดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

ก. โรคที่ระบบรากและท่อลำเลียง

1. โรครากและโคนต้นเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* sp. อาการโรคจะเห็นได้ชัดเจนกับส่วนของถั่วเหลืองที่อยู่เหนือดินโดยเกิดอาการชืดเหลืองเป็นหย่อมตามบริเวณใบที่อยู่ระหว่างเส้น vein ต่อมาใบเหลืองเป็นขีดหรือปื้นขนานไปกับเส้น vein ของใบทั้งซ้ายขวา ในขณะที่เส้น vein ยังเขียวอยู่ และในที่สุดบริเวณดังกล่าวจะไหม้แห้งตาย เมื่ออาการรุนแรงใบจะร่วงก่อนกำหนด แต่ก้านใบจะยังติดแน่นอยู่กับลำต้นเกิดอาการใบโกร๋นและต้นยืนแห้งตาย หากตัดลำต้น กิ่งก้าน หรือรากตามขวางพบท่อลำเลียงเน่าเป็นจุดสีน้ำตาล ในขณะที่ใจกลาง (pith) ยังมีสีขาวเช่นเดิม ปกติโรคนี้ระบาดรุนแรงในระยะก่อนถั่วเหลืองติดดอกในประเทศไทยพบระบาดตั้งแต่ถั่วเหลืองมีอายุได้ 2-3 สัปดาห์หลังออก (ระยะ V2) ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหาย

รุนแรง เพราะมีผลกระทบต่อ การติดดอกและฝัก หรือฝักบิดเบี้ยวเสียรูป หากถั่วเหลืองแสดงอาการผิดปกติ ครอบทุกอย่างที่กล่าวมาจะเกิดอาการใบไหม้ ต้นตายอย่างรวดเร็วและผลผลิตเสียหายทั้งหมด ป้องกันโดยการคลุกเมล็ดด้วยสารเมตาแลกซิล อัตรา 7 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม

2. โรคลำต้นเน่าเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ส่วนของโคนต้นถั่วเหลืองที่ติดพื้นดินมีเส้นใยสีขาวของเชื้อราปกคลุมและอาจพบเม็ด sclerotium ขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจนติดอยู่ด้วย ต้นถั่วเหลืองที่เป็นโรคมักตายในที่สุด แพร่ระบาดโดยเชื้อราอาศัยอยู่ในดินในรูปของเม็ด sclerotium บนซากพืชที่เป็นโรค เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่นความชื้นเหมาะสม เม็ด sclerotium จะงอกและผลิตเพิ่มเป็นจำนวนมาก และสามารถแพร่กระจายโดยลมและน้ำ หรือติดไปกับวัสดุปลูก นอกจากนั้นเชื้อรายังสามารถแพร่กระจายไปยังแหล่งต่าง ๆ โดยปะปนไปกับเมล็ดพันธุ์ในรูปของเม็ด sclerotium ได้ด้วย ป้องกันโดยการฉีดพ่นสารเบนโนมิล อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

ข. โรคที่เกิดกับต้นถั่วเหลืองส่วนเหนือดิน

1. โรคราสนิม (Rust) เกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* พบอาการของโรคบนใบ กิ่งก้าน และลำต้น แต่ส่วนใหญ่มักพบบนใบ โดยอาการเริ่มแรกมีลักษณะจุดสีน้ำตาลเทาเล็ก ๆ เริ่มที่ใบล่างของต้น ต่อมาจุดแผลขยายขนาดใหญ่ขึ้นและมีลักษณะคล้ายผงสีน้ำตาลหรือสีสนิม ซึ่งเป็นสปอร์ของเชื้อสาเหตุที่สามารถแพร่กระจายไปได้กว้างขวาง ใบพืชเหลือง เหี่ยว และร่วงก่อนกำหนด โรคราสนิมอาจทำให้ฝักและเมล็ดเล็กลง และผลผลิตลดลงโดยรวม ป้องกันโดยการฉีดพ่นสารไตรอะดีมีฟอน อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่น 2 ครั้ง ในระยะดอกบานและระยะฝักอ่อน

2. โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* เชื้อสามารถเข้าทำลายต้นถั่วเหลืองฝักสดได้ทุกส่วน โดยอาการที่พบบ่อยที่สุดคืออาการที่ฝัก ลำต้น และก้านใบ และเชื้อราชนิดนี้สามารถติดไปกับเมล็ดถั่วเหลืองได้ ทำให้ต้นถั่วเหลืองตายขณะงอก หรือในระยะกล้า ต่อมาแสดงอาการรุนแรงอีกครั้งในระยะติดฝัก ลักษณะอาการบนใบเกิดแผลสีน้ำตาลที่ขอบใบ รูปร่างไม่แน่นอน ต่อมาขยายขนาดใหญ่ขึ้นและมีสีเหลืองล้อมรอบ อาการบนลำต้นและก้านใบเป็นแผลสีน้ำตาลเข้ม เนื้อเยื่อตรงกลางยุบตัวลง และอาการบนฝักมี acervuli และ setae ของเชื้อเรียงซ้อนกันเป็นวง ฝักและเมล็ดลีบ หรืออ่อนเป็นสีน้ำตาล บางครั้งอาจพบอาการฝักลายที่มีลักษณะเป็นรอยคล้ายจุดจ้ำน้ำหรือเกิดแผลจุดสีน้ำตาลกระจายบนฝัก ป้องกันโดยการฉีดพ่นสารเบนโนมิล อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในระยะดอกบานและระยะฝักอ่อน

3. โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) เชื้อสาเหตุ คือ *Peronospora manshurica* โรคนี้ส่งผลทำให้ใบร่วงก่อนกำหนด เมล็ดคุณภาพไม่ดี ขนาดเล็ก ผลผลิตลดลง ทำให้เกิดอาการบนใบ ด้านบนใบมีจุดสี

เขียวอ่อนถึงเหลืองอ่อน ต่อมาแผ่ขยายขนาดใหญ่ขึ้นเป็นสีเหลืองเข้ม ขนาดไม่แน่นอน เมื่อรุนแรงแผลกลายเป็นสีน้ำตาลเทาและน้ำตาลดำโดยมีขอบแผลสีเหลือง ใบที่เป็นโรคอาจถูกเชื้อราเข้าทำลาย เปลือกหุ้มเมล็ดอาจมีเส้นใยเชื้อราปกคลุม และถ้าเมล็ดมีเชื้อนี้ติดอยู่เมื่อนำมาปลูกจะเกิดอาการแบบลูกกลมทั้งต้น ป้องกันโดยการฉีดพ่นสารเบนโนมิล อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในระยะดอกบานและระยะฝักอ่อน

4. โรคใบจุดนูน (Bacterial pustule) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* เป็นโรคที่พบในทุกแหล่งปลูกถั่วเหลือง เมื่ออากาศร้อนชื้นทำให้ใบร่วง ผลผลิตลดลง ลักษณะอาการระยะแรกคล้ายกับราสนิม พบจุดสีเขียวอ่อนทั้งบนใบและใต้ใบ ตรงกลางนูนขึ้น และมักมีสีเหลืองล้อมรอบ ต่อมาแผ่ขยาย รูปร่างไม่แน่นอน และลูกกลมติดกันเกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ ใบร่วงก่อนกำหนด บนฝักปรากฏแผลขนาดเล็กสีน้ำตาลแดง จุดแผลนูนเล็กน้อย ผลผลิตลดลง เมล็ดมีขนาดเล็ก และเชื้อสามารถติดไปกับเมล็ดถั่วเหลืองได้ หากเกิดร่วมกับโรค anthracnose มีการระบาดร่วมกันอย่างรุนแรง ส่งผลให้ใบร่วงและย่นต้นโก่งงอ ป้องกันโดยการฉีดพ่นสารคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่น 2-3 ครั้งทุก ๆ 7 วัน ครั้งแรกในระยะฝักอ่อน (ข้อควรระวังไม่ควรพ่นสารเคมีนี้ในขณะที่แสงแดดจัด เพราะทำให้ใบไหม้)

5. โรคไวรัสใบด่างที่เกิดจาก soybean mosaic virus (SMV) ต้นถั่วเหลืองฝักสดมีใบยอดด่างเขียวอ่อนสลับเขียวเข้ม สีเหลืองแกมเขียว ใบมีขนาดเล็กลง ผิวใบเป็นคลื่น ยอดบิดเบี้ยว หดย่น ต้นไม่เจริญเติบโต ออกดอกน้อย หรือดอกไม่ติดฝัก แต่ถ้าติดฝักทำให้ฝักลีบ เมล็ดภายในฝักพัฒนาได้ไม่เต็มที่ หรืออาจส่งผลให้ฝักเสียรูปทรง ฝักมีขนาดสั้นกว่าปกติที่เรียกว่าอาการฝักสดผลผลิตลดลง โรคนี้สามารถถ่ายทอดทางเมล็ดได้ นอกจากนี้เชื้อไวรัสนี้ยังถ่ายทอดโดยผ่านทางเพลี้ยอ่อนซึ่งเป็นแมลงพาหะ

6. โรคไวรัสใบยอดหดที่เกิดจากเชื้อ soybean crinkle leaf virus (SCLV) ระยะแรกใบยอดนูน ลึกเป็นรูปถ้วย ต่อมาใบบิดเบี้ยว หรืองอแง เส้นใบหดสั้นสานกันเป็นร่างแหสีเขียวเข้มใต้ใบ ก้านใบบิด ลำต้นไม่แข็งแรง ฝักหดสั้น บิดเบี้ยวผิดรูปทรง และส่งผลกระทบต่อผลิตผลที่ได้ คือทำให้ฝักที่ได้มีขนาดเล็ก ฝักสั้น น้ำหนักลดอย่างชัดเจน เรียกว่าอาการฝักหด มีแมลงหวี่ขาวเป็นพาหะ

การควบคุมโรคพืชเพื่อให้ประสบผลสำเร็จและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจัดเป็นหลักสำคัญ ส่วนหนึ่งของการเกษตรแบบยั่งยืน ซึ่งไม่ได้มุ่งเน้นการผลิตให้ได้ปริมาณมากหรือคุณภาพตามมาตรฐานที่ต้องใช้สารเคมีเป็นหลัก แต่เป็นการนำความเป็นธรรมชาติมาปรับใช้ในระบบการเกษตรให้เกิดความพอดีที่เหมาะสมให้มากที่สุด โดยการนำจุลินทรีย์ในธรรมชาติ เช่น ไรโซเบียม เป็นแบคทีเรียในดิน ที่มีความสามารถเข้าสร้างปมที่รากพืชตระกูลถั่วได้ ไรโซเบียมที่อาศัยอยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่วนี้สามารถผลิตไนโตรเจนจากอากาศให้แก่พืช การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus amyloliquefaciens* สายพันธุ์ KPS46 มีประสิทธิภาพควบคุมโรครากเน่าโคนเน่า โรคแอนแทรคโนส โรคเน่าคอดิน โรคเรงตาย โรคใบจุดนูน

โรคจากไวรัส SMV และ SCLV และส่งเสริมการเจริญเติบโตและชักนำความต้านทานโรคในถั่วเหลือง เชื้อ *P. pabuli* SW01/4 และ *S. macescens* Spt360 ลดความรุนแรงของโรคใบจุดนูน 45.3 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มน้ำหนักสด ความสูงต้น และความยาวใบเฉลี่ย 40.6, 21.0 และ 25.3 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้น 17.0 เปอร์เซ็นต์ (Prathuangwong and Buensanteai, 2006)

แมลงศัตรูพืช: ถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่มีแมลงเข้าทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่อก จนถึงเก็บเกี่ยว แมลงศัตรูที่พบระบาดแตกต่างกันตามแหล่งปลูกและฤดูกาลผลิต แมลงศัตรูพืชที่พบในถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะลำต้น แมลงหีวขาว หนอนเจาะฝักถั่ว และมวนศัตรูถั่วเหลืองฝักสด การป้องกันโดยการพ่นสารไซเปอร์มีทิน 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สารอะซีดามีทิน 5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สารไทรอะโซฟอส อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สารแลมด้าไซฮาโลทริน อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่น 1-2 ครั้ง ห่างกัน 7-10 วัน สารเมโทมิด อัตรา 35 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สารคาร์บาริล อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สารไดโนทีฟูแรน 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสารอิมิดาโคลพริด อัตรา 2 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม คลุกเมล็ดก่อนปลูก

วัชพืช: วัชพืชที่สำคัญที่พบในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก โดยที่ชนิดและจำนวนประชากรของวัชพืชที่พบ แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล ซึ่งการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูงต้องมีการควบคุมไม่ให้มีวัชพืชขึ้นแข่งขันตั้งแต่เริ่มปลูก การควบคุมวัชพืชมีหลายวิธีที่ดี เช่น การควบคุมวัชพืชโดยไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช (การใช้วัสดุคลุมดิน เป็นต้น) โดยการใช้แรงงานคนและเครื่องมือกล (การใช้จอบถาดาย หรือถอนด้วยมือ เป็นต้น) และการควบคุมวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืช (การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ประเภทก่อนงอก และสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก) เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีสามารถลดปริมาณและการแข่งขันของวัชพืชได้มากน้อยต่างกัน เกษตรกรอาจเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือใช้หลายวิธีร่วมกัน เช่น เกษตรกรไม่สามารถทำการถอนด้วยมือทันหรือใช้จอบถาดายได้ เพราะต้นทุนค่าแรงงานสูง และแรงงานภาคเกษตรหายาก ดังนั้นจึงใช้สารกำจัดวัชพืชในการป้องกันกำจัดวัชพืชร่วมกับการถอนด้วยมือหรือใช้จอบถาดาย ซึ่งผู้ใช้หรือเกษตรกรต้องทราบถึงลักษณะของวัชพืชที่ป้องกันกำจัด และวิธีการใช้สารเคมีอย่างดีและถูกต้อง เช่น วิธีการใช้ อัตราการใช้ ลักษณะการเข้าทำลายของสารเคมี ระยะเวลาในการใช้สารกำจัดวัชพืช การป้องกันสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย ลักษณะดินและความปลอดภัย จึงสามารถใช้สารกำจัดวัชพืชในการป้องกันกำจัดวัชพืชได้ผล มีประสิทธิภาพ และคุ้มกับการลงทุน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความพร้อมของเกษตรกร ที่จะทำให้มีการแข่งขันของวัชพืชน้อยที่สุด

จากปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาทางด้านการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้อง เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน

ของประเทศคู่ค้า ตลอดจนพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง และเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณการส่งออกให้สูงขึ้น ซึ่งในขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้ได้คุณภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยในการผลิตหลายอย่าง เพื่อให้ปลอดภัยจากสารพิษตกค้างทั้งในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมนั้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องมีการเลือกใช้ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืช อัตรา และระยะเวลาตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด ต้องหยุดใช้สารเคมีก่อนการเก็บเกี่ยวตามเวลาที่ระบุในคำแนะนำอย่างเคร่งครัด จดบันทึกการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชไว้เป็นหลักฐานทุกครั้ง และที่สำคัญควรมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบวิธีผสมผสาน โดยหมั่นตรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการผลิตทำให้ได้ผลผลิตปริมาณสูง คุณภาพดี ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ตามมาตรฐานการส่งออกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

สารกำจัดวัชพืช	ชื่อการค้า	อัตราสารที่ใช้ ต่อไร่	อัตราสาร	
			กรัมสารออกฤทธิ์ ต่อไร่	กรัมสารออกฤทธิ์ ต่อเฮกตาร์ ^{1/}
1. Control	-	-	-	-
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{2/})	-	-	-	-
3. clomazone	MAGISTER 48% EC	360 ซีซี	172.8	1,080
4. metribuzin	SENCOR 70% WP	120 กรัม	84	525
5. pendimethalin	STOMP 33% EC	500 ซีซี	165	1,031.25
6. metribuzin	SENCOR 70% WP	80 กรัม	56 + 148.5	350 + 928.125
+ pendimethalin	+ STOMP 33% EC	+ 450 ซีซี		
7. clomazone	MAGISTER 48% EC	320 ซีซี	153.6 + 148.5	960 + 928.125
+ pendimethalin	+ STOMP 33% EC	+ 400 ซีซี		

^{1/} 1 เฮกตาร์ = 6.25 ไร่

^{2/} DAP = Days after planting

2. ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 (KPS 292) รายละเอียดลักษณะประจำพันธุ์รายงานไว้ใน ส่วนของการตรวจเอกสารข้อ 1.

3. เครื่องมือที่ใช้ในแปลงทดลองและในเรือนทดลอง ได้แก่ เครื่องมือในการเตรียมแปลง ไม้ปักแปลง ตลับเมตร เครื่องมือปลูก (แจ็บ) กรอบเหล็ก (quadrat) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ไม้เมตร ถังพลาสติก เก็บตัวอย่างดินและวัชพืช พลั่วมือ เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และขนาด 14 กิโลกรัม

กระบอกลงถังผสมสารกำจัดวัชพืช ถังฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชขนาดความจุ 20 ลิตร และหัวฉีดแบบพ่นกระเบาะพ่นขนาด 13 x 24 ตารางนิ้ว ป้ายปิดกระเบาะพ่น และบัวรดน้ำ เป็นต้น

4. เครื่องมือการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

4.1 การตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS)

4.1.1 อุปกรณ์ ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์ประกอบการตรวจสอบด้วยเครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), vacuum pump, shaker, rotary evaporator, blender, homogenizer, hydrogen evaporator, volumetric flask, erlenmeyer flask, beaker, ultra sonic, separatory funnel, buchner, filtering flask, flat bottom round flask, cylinder และเครื่องปั่น เป็นต้น

4.1.2 สารเคมี ประกอบด้วย acetonitrile (AR grade), celite, nitrogen gas, dichloromethane, 1 M phosphate buffer pH 7, 0.1 เปอร์เซ็นต์ DEG in acetone, 20 เปอร์เซ็นต์ methanol in acetone, sodium sulfate anhydrous และ saturated sodium chloride เป็นต้น

4.2 การตรวจสอบผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

พืชทดสอบจำนวน 4 ชนิด (ประกอบด้วย ผักกาดกวางตุ้ง แตงกวา ข้าวโพดฝักอ่อน และถั่วเหลืองฝักสด) กระเบาะพ่นขนาด 34 x 48 ตารางเซนติเมตร ป้ายปิดกระเบาะพ่น บัวรดน้ำ ไม้บรรทัด และไม้เมตร เป็นต้น

5. สารป้องกันกำจัดโรคพืช และแมลงศัตรูพืช

5.1 สารป้องกันกำจัดโรคพืช: เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 เชื้อไรโซเบียม สารสกัดจากสาหร่ายและแคลเซียมโบรอน (CaB) สาร metalaxyl, mancozeb, chloroanonyl, cabaryl, captan, lamda cyharotin, atrapon และ starkle

5.2 สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช: สาร imidacloprid, cypermethrin, acetamiprid, methomyl และสารสกัดสะเดา

5.3 สารกำจัดวัชพืช: สาร metribuzin และ/หรือ สารผสมของ metribuzin + pendimethalin

วิธีการ

การศึกษาประสิทธิภาพและการคัดล้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด โดยมุ่งเน้นการจัดการวัชพืช ร่วมกับระบบการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมของการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนทั้งในสภาพแปลงทดลอง เรือนทดลอง และในห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 5 การทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินและวัชพืชที่อยู่บนดิน

1.1 การสำรวจเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน (weed seed bank)

ทำการสำรวจประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินในสภาพแปลงทดลองของพื้นที่ 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 สิ้นสุดการทดลองเดือนมีนาคม 2550 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินโดยใช้กรอบเหล็ก (quadrat) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ของทุก ๆ จุดที่ทำการสำรวจวัชพืชที่อยู่บนดิน ที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร จากผิวดิน นำตัวอย่างดินมาใส่ลงในกระเบาะเพื่อตรวจสอบชนิดและจำนวนประชากรของเมล็ดวัชพืชที่งอก ทำการร่อนน้ำ และดูแลจนเมล็ดวัชพืชงอก ทำการศึกษาในสภาพเรือนทดลองของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นอกจากนี้ได้นำตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในแต่ละพื้นที่ ส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกผลการทดลอง โดยทำการนับจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืช โดยทำการจำแนกชนิดของวัชพืชตามสัณฐานวิทยา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย วัชพืชพวงวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก ที่ระยะ 7, 14, 21, 30, 45 และ 60 วันหลังจากวัชพืชงอก

1.2 การสำรวจวัชพืชที่อยู่บนดิน (above-ground weed)

ทำการสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่อยู่บนดิน โดยสุ่มพื้นที่สำรวจให้กระจายภายในพื้นที่ 6 ไร่ โดยการใช้กรอบเหล็ก (quadrat) ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ที่แบ่งภายใน เป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน สุ่มวางเป็นรูปตัว M หรือ W ให้ตัดกับแนวปลูกของพืช สุ่มตัวอย่าง (sampling) ประมาณ 15-20 จุด ทำการศึกษาในสภาพแปลงทดลองในเขตพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง ดังกล่าวข้างต้น ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549

สิ้นสุดการทดลองเดือนมีนาคม 2550 ทำการนับจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืช และเก็บตัวอย่างของวัชพืชที่อยู่บนดินเพื่อทำการจำแนกประเภทของวัชพืชอย่างละเอียดต่อไป

บันทึกผลการทดลอง โดยทำการนับจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืช โดยทำการจำแนกชนิดของวัชพืชตามฐานวิทยา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย วัชพืชพวงวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวงกก

การทดลองที่ 2 ศึกษาชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ทำการสำรวจชนิดของโรคพืชที่อาศัยบนวัชพืช และเก็บตัวอย่างวัชพืชที่พบว่าเป็นโรคไปศึกษาหาเชื้อสาเหตุโรคพืช จากบริเวณพื้นที่ภายในกรอบเหล็ก (quadrat) ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ของทุก ๆ จุดที่ทำการสำรวจวัชพืชบนดิน ในแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง ดังกล่าวในช่วงต้น ทำการตรวจหาเชื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) และแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (isolation) ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 สิ้นสุดการทดลองเดือนมิถุนายน 2550 ต่อไป

การตรวจหาเชื้อราด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) โดยนำวัชพืชที่เป็นโรคมารัด section (free hand section) ผ่านบริเวณแผลด้วยใบมีดโกน ให้ได้ชิ้นบางที่สุด นำชิ้นวัชพืชที่ตัดไปวางบนหยด lactophenol บนสไลด์แก้ว 1-2 ชิ้น นำสไลด์แก้วไปลงไฟเล็กน้อยเพื่อไล่ฟองอากาศ ปิดทับด้วย cover slip เอียงทำมุม 45 องศา แล้วค่อย ๆ ปิดลง แล้วนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

การแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (isolation) โดยตัดชิ้นส่วนบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อที่ติดกับเนื้อเยื่อที่เป็นโรคออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 5 x 5 มิลลิเมตร ด้วยใบมีดที่ลงไฟฆ่าเชื้อ นำชิ้นส่วนมาทำการฆ่าเชื้อภายนอก (surface disinfection) ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ Clorox 25 เปอร์เซนต์ (sodium hypochlorite 1.25 เปอร์เซนต์) เป็นเวลา 5 นาที ในจานเลี้ยงเชื้อ รินน้ำยาฆ่าเชื้อออกโดยไม่ต้องเปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อ จากนั้นนำชิ้นพืชไปวางบนอาหารในจานเลี้ยงเชื้อจานละ 4 ชิ้น บ่มเชื้อไว้ประมาณ 2-7 วัน จากนั้นทำการแยกเชื้อ สำหรับอาหารที่ใช้ในการแยกเชื้อนั้นใช้ NGA ในการแยกแบคทีเรีย และ PDA ในการแยกเชื้อรา

บันทึกผลการทดลอง โดยทำการตรวจหาเชื้อราโดยคุณลักษณะสำคัญของเชื้อรา ได้แก่ เส้นใย สปอร์ และ fruiting body นอกจากนี้ทำการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียโดยดู ooze หรือ exudates ของแบคทีเรียในน้ำสะอาด และใช้ลูปแตะเมื่อเก็บนำไปย้อมสีตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ในการทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 5 x 5 ตารางเมตร (ยกเครื่องแปลงปลูก 1 x 5 ตารางเมตร) หลังจากทำการปลูกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด (พันธุ์กำแพงแสน 292) ทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พันธุ์ ในอัตราที่กำหนด (ตารางที่ 1) โดยทำการเปรียบเทียบกับชุด control และ hand weeding (ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช) ทำการศึกษาในสภาพแปลงทดลองจากบริเวณในเขตพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง ดังกล่าวในข้างต้น ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 สิ้นสุดการทดลองเดือนเมษายน 2551

บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. ชนิดและปริมาณวัชพืช โดยทำการนับจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืช โดยทำการจำแนกชนิดของวัชพืชตามฐานวิทยา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย วัชพืชวงค์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก และเก็บตัวอย่างของวัชพืชที่อยู่บนดิน ในพื้นที่ 1 x 1 ตารางเมตร จำนวน 6 จุดต่อแปลง เก็บข้อมูลที่ระยะ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
2. ประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ระยะ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 3)
3. ประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 3)
4. ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่อายุ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช สุ่มวัดในพื้นที่ 25 ตารางเมตร จำนวน 10 ต้นต่อแปลง
5. ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะเก็บเกี่ยว (62-65 วันหลังจากปลูกพืช) ได้แก่ ผลผลิตที่จำหน่ายได้ (marketable yield) และผลผลิตที่จำหน่ายไม่ได้ (non-marketable yield)
6. ต้นทุนในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการควบคุมวัชพืช (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

สารกำจัดวัชพืช	ราคาต่อหน่วย
1. Control	-
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{1/})	170 บาทต่อวัน
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	490 บาทต่อ 500 มิลลิลิตร
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	250 บาทต่อ 250 กรัม
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	270 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร
6. metribuzin 56 g a.i. /rai	250 บาทต่อ 250 กรัม
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	+ 270 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai	490 บาทต่อ 500 มิลลิลิตร
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	+ 270 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร

^{1/} DAP = Days after planting

หมายเหตุ ค่าแรงสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในการทำงาน 1 วัน หรือ 8 ชั่วโมงทำการ ในอัตรา 170 บาทต่อคน ที่ จ. นครปฐม และ จ. นครราชสีมา (พ.ศ. 2549-2551)

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และความแตกต่างทางสถิติใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Science (SPSS)

ตารางที่ 3 ระดับในการควบคุมวัชพืชและระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูก

ระดับ	อิทธิพลต่อวัชพืช	อิทธิพลต่อพืชปลูก
1	วัชพืชตายหมด	ไม่มีผลต่อพืชปลูก
2	ควบคุมได้ดีมาก	เป็นพิษน้อยมาก
3	ควบคุมได้ดี	เป็นพิษเพียงเล็กน้อย
4	สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้	อาการที่แสดงให้เห็น ไม่มีผลต่อผลผลิตของพืชปลูก
5	ควบคุมได้ปานกลาง	เป็นพิษปานกลาง
6	ควบคุมได้น้อย	เป็นพิษค่อนข้างรุนแรง
7	ควบคุมได้น้อยมาก	เป็นพิษรุนแรง
8	ควบคุมไม่ได้	เป็นพิษรุนแรงมาก
9	ควบคุมไม่ได้เลย	พืชตาย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Burrill *et al.* (1976)

การทดลองที่ 4 การศึกษาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดและในดิน

4.1 การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS

ในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยนำถั่วเหลืองฝักสดที่มีอายุได้ 58 วัน (หรือที่ 7 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว) มาตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิต ในห้องปฏิบัติการของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 สิ้นสุดการทดลองเดือนมิถุนายน 2551 โดยการใช้ gas chromatography (model Agilent 6890, USA) – mass spectrometry (model HP 5973, USA) ซึ่งประยุกต์จากวิธีการของ Kawasaki (2006) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 การเตรียมตัวอย่างและสารเคมี

ใช้กระบอกตวง deionized water ปริมาตร 350 มิลลิลิตร และตัวสาร acetonitrile ปริมาตร 650 มิลลิลิตร นำมาผสมกันจนได้เป็นสารละลาย acetonitrile 35 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำ หลังจากนั้นเก็บสารละลายไว้ในขวด จากนั้นนำสาร sodium chloride ละลายใน deionized water จนให้ละลายจนเป็นสารละลายน้ำเกลืออิ่มตัว สุดท้ายนำ sodium sulfate anhydrous โดยนำมาเผาด้วยอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง เก็บไว้ในขวดแก้ว

4.1.2 การตรวจหาสารกำจัดวัชพืช ด้วยวิธี Partition method

การเตรียมตัวอย่าง ทำการสุมตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดหนัก 200 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น (blender) แล้วนำตัวอย่างที่บด 20 กรัม ใส่ลงไปใน erlenmeyer flask เติมน้ำละลาย acetonitrile ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ปั่นให้ละเอียดด้วย homogenizer ด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask ขนาด 500 มิลลิลิตร และ vacuum pump จากนั้นละลาย celite 20 กรัม ด้วย acetonitrile ประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner เช่นเดียวกัน นำตัวอย่างทั้งสองที่กรองแล้วเทลงใน separatory funnel ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่เติม sodium chloride 7 กรัม รวมกับ 1 M phosphate buffer pH 7 แล้วนำตัวอย่างที่กรองแล้วเติมลงไป ปิดฝา separatory funnel เขย่าแรง ๆ ประมาณ 10 นาที เปิดฝาด้านบนเพื่อระบายความดันที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 15-20 นาที เพื่อให้สารละลายแยกชั้น แยกชั้นน้ำที่อยู่ด้านล่างออกให้เหลือเพียงชั้นของ petroleum ether (สารละลายสีเขียว) เติม dichloromethane 40 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ แล้วเปิดฝาด้านบนเพื่อระบายความดันที่เกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง นำสารละลายสีเขียวใส่ลงไปใน flat bottom round flask เติม 0.1 เปอร์เซ็นต์ DEG ใน acetone 1 มิลลิลิตร นำ flat bottom round flask ไปประเหยด้วย rotary evaporator เป่าด้วย nitrogen gas จนแห้ง ใช้ 20 เปอร์เซ็นต์ methanol ใน acetone ล้างสารละลายที่แห้งติดบริเวณผิวด้านใน flat bottom round flask แล้วรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร นำไปประเหยจนแห้งอีกครั้ง และใช้ acetone (PR) ล้างสารใน flat bottom round flask แล้วรับปริมาตร เป็น 2 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างต่อไป

การวิเคราะห์โดยใช้ GC-MS นำสารละลายที่ปรับปริมาตรเป็น 2 มิลลิลิตร มาตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS บันทึกผลในลักษณะของกราฟ ในเอกสาร F-QC-MA-020/1 ซึ่งเป็นเอกสาร รายงานการตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืช นำกราฟที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ใน reference library ทำให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของสารต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ได้ โดยมีหน่วยเป็น ppm

4.2 การตรวจหาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดจากแปลงทดลองของทั้ง 2 แห่งดังกล่าวในข้างต้น ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสิ่งทดลอง (treatments) นำไปทดสอบในสภาพเรือนทดลองของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 สิ้นสุดการทดลองเดือนพฤศจิกายน 2550 นำตัวอย่างดินในแต่ละซ้ำของสิ่งทดลองมาผสมเข้าด้วยกัน ใส่ลงในกระบะเพาะขนาด 34 x 48 ตารางเซนติเมตร แล้วแบ่งพื้นที่ในกระบะเพาะออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน ทำการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกาดกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด เป็นต้น

บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ (field emergence) ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบ
2. ประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบ โดยพิจารณาจากระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูก (ตารางที่ 3)

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และความแตกต่างทางสถิติใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

การทดลองที่ 5 การจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาในสภาพแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2550 สิ้นสุดการทดลองเดือนเมษายน 2551 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 5 x 5 ตารางเมตร (ยกทรงแปลงปลูก 1 x 5 ตารางเมตร) โดยกรรมวิธีเป็นการผสมผสานการจัดการศัตรูพืชทั้งทางด้านโรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืชเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย 7 กรรมวิธี (ตารางที่ 4)

การเตรียมวัสดุทดสอบด้านโรคพืช: ใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 ในการคลุกเมล็ดอัตราส่วน suspension ของแบคทีเรีย 100 มิลลิลิตรต่อเมล็ดถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม นาน 3-5 นาที แล้วปลูกทันที และฉีดพ่นต้นพืช อัตรา 250 มิลลิลิตรต่อน้ำ 15 ลิตร เพื่อควบคุมโรค ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต โดยใช้ร่วมกับเชื้อไรโซเบียม อัตรา 20 กรัมต่อเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 1 กิโลกรัม สำหรับปุ๋ยชีวภาพที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีจำหน่ายทางการค้า ได้แก่ สารสกัดจากสาหร่าย (Goemar BM86) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และปุ๋ยอินทรีย์ คือ แคลเซียมโบรอน (Sorba-spray) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งนอกจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์แล้วยังใช้สารเคมีร่วมในการป้องกันกำจัดโรคพืชที่สำคัญของถั่วเหลืองฝักสด และมีความเป็นพิษต่ำ คือ สาร metalaxyl อัตรา 7 กรัมต่อเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 1 กิโลกรัม ในการคลุกเมล็ด และฉีดพ่นด้วยสาร mancozeb อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สาร chloroanonyl อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สาร cabaryl อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สาร captan อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร lamda cyharotin อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สาร atrapon อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสาร starkle อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

การเตรียมวัสดุทดสอบด้านแมลงศัตรูพืช: ทำการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเมื่อปริมาณแมลงถึงระดับ action threshold (ระดับการระบาดของประชากรแมลง ที่ควรมีการจัดการควบคุมเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายต่อพืชปลูก) เท่านั้น และนำสารสกัดจากสมุนไพรเข้าร่วมด้วย เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี และได้มีการนำกับดักแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการระบาดของแมลงแต่ละชนิด สารป้องกันกำจัดแมลง คือ สาร imidacloprid อัตรา 2 กรัมต่อเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 1 กิโลกรัม และฉีดพ่นในอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สาร cypermethrin, acetamiprid, methomyl อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 80 ลิตร และสารสกัดสะเดา อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 80 ลิตร

การเตรียมวัสดุทดสอบด้านวัชพืช: มีการใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีความเป็นพิษ และการตกค้างในผลผลิตและในดินต่ำ โดยการใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ/หรือ สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ร่วมกับการพูนดินโคนต้นเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 30 วัน

บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. ประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช ที่ระยะ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 3)
2. ประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 3)
3. ผลของสารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยว (62-65 วันหลังจากปลูกพืช)
4. ประสิทธิภาพในการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการโรคพืชและแมลงศัตรูพืช สำหรับการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะ 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 วันหลังจากปลูกพืช
5. ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ ที่ระยะเก็บเกี่ยว (62-65 วันหลังจากปลูกพืช)
6. ต้นทุนในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการควบคุมศัตรูพืช

ตารางที่ 4 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองร่วมกับการจัดการศัตรูพืช

กรรมวิธีที่	วิธีการ
1	ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (Control)
2	คลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วย rhizobium + metalaxyl + พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 ^{1/} + สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB ^{2/} + พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช (chloroanonyl, carbaryl, captan, lamda cyharotin, atrapon, starkle) ^{3/}
3	คลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วย rhizobium + mancozeb + พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช (chloroanonyl, carbaryl, captan, lamda cyharotin, atrapon, starkle) ^{3/}
4	คลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 + rhizobium + mancozeb + พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 ^{1/} + สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB ^{2/} + พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช (chloroanonyl, carbaryl, captan, lamda cyharotin, atrapon, starkle) ^{3/}
5	คลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 + พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 ^{1/} + สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB ^{2/}
6	คลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 + Imidacloprid (70% WS) + พ่นสาร metribuzin หลังจากทำการปลูกทันที + พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 ^{1/} + สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB ^{2/} + พ่นสารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid, methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดาเมื่อพืชอายุ 50 วัน
7	คลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 + Imidacloprid (70% WS) + พ่นสารผสมของ metribuzin + pendimethalin หลังจากทำการปลูกทันที + พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 ^{1/} + สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB ^{2/} + พ่นสารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid, methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดาเมื่อพืชอายุ 50 วัน

^{1/} ฉีดพ่นที่ 15, 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช

^{2/} ฉีดพ่นที่ 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช

^{3/} ฉีดพ่นที่ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วันหลังจากปลูกพืช

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และความแตกต่างทางสถิติใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินและวัชพืชที่อยู่บนดิน

1.1 การสำรวจเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน (weed seed bank)

จากการเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณในเขตพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ทำการสุ่มโดยใช้กรอบเหล็ก (quadrat) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ของทุก ๆ จุดที่ทำการสำรวจวัชพืชบนดิน ที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร จากผิวดิน เพื่อพิจารณาจำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน จะเห็นได้ว่า ที่ 7 วันหลังจากการงอก จำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่พบอยู่ในดิน ในสภาพแต่ละพื้นที่ ๆ ทำการสำรวจนั้น สามารถจำแนกชนิดของวัชพืชตามสัณฐานวิทยาแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก เป็นต้น จากการสำรวจประชากรของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน ในเขตพื้นที่ของศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม พบว่า ชนิดของวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ กะเม็ง ผักยาง ผักบุ้ง ผักเสี้ยนดอกเหลือง ผักเสี้ยนดอกม่วง และลูกใต้ใบ ตามลำดับ ในขณะที่วัชพืชวงศ์หญ้า ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าดอกขาว หญ้าขนเล็ก หญ้าไซ หญ้าตีนกา หญ้าตีนนก หญ้าปากควาย และพะยอมเขียว ตามลำดับ ส่วนวัชพืชพวกกกพบมากที่สุด ได้แก่ แห้วหนู ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ในศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา นั้น ชนิดของวัชพืชใบกว้างที่พบ ได้แก่ ผักยาง และกำมะหยี่ ในขณะที่วัชพืชวงศ์หญ้า ได้แก่ หญ้าโขง และผักปลาบขึ้น ตามลำดับ และวัชพืชพวกกกพบมากที่สุด ได้แก่ แห้วหนู (ตารางที่ 6)

1.2 การสำรวจวัชพืชที่อยู่บนดิน (above-ground weed)

การศึกษาข้อมูลของจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่อยู่บนดิน ที่เป็นปัญหาหลักในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในแปลงทดลองทั้ง 2 แห่ง ดังกล่าวในข้างต้น ทำการสำรวจชนิดของวัชพืชที่อยู่บนดิน (above-ground weed) โดยการใช้กรอบเหล็ก (quadrat) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ที่แบ่งภายในออกเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน สุ่มวางเป็นรูปตัว M หรือ W ให้ตัดกับแนวปลูกของพืช ทำการสุ่มตัวอย่าง (sampling) ประมาณ 15-20 จุด นับจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืช และเก็บตัวอย่างของวัชพืชที่อยู่บนดินเพื่อทำการจำแนกประเภทของวัชพืชอย่างละเอียด ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

ในการสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่อยู่บนดิน (above-ground weed) นั้น พบว่าจำนวนชนิดและประชากรของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่พบบนดินในแต่ละพื้นที่ ๆ ทำการสำรวจนั้นสามารถจำแนกชนิดของวัชพืชตามฐานวิทยา แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก เป็นต้น สำหรับการสำรวจประชากรของวัชพืชที่อยู่บนดินที่เป็นปัญหาหลักในเขตพื้นที่ของศูนย์วิจัยพืชผักเขต ร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม พบว่า ชนิดของวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ ผักบุ้ง ผักเบี้ยหิน ผักเสี้ยนดอกเหลือง และผักยาง ตามลำดับ ในขณะที่วัชพืชวงศ์หญ้า ได้แก่ หญ้ากอ หญ้านกสีชมพู หญ้ารงนก หญ้าตีนนก และหญ้าดอกขาว ตามลำดับ ส่วนวัชพืชพวกกกพบมากที่สุด ได้แก่ เห็บหมู ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ในเขตพื้นที่ของศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ชนิดของวัชพืชวงศ์หญ้าที่พบ ได้แก่ หญ้าโย่ง และผักปลาบขึ้น ตามลำดับ ส่วนวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ ผักยาง และกำมะหยี่ ตามลำดับ และวัชพืชพวกกก ได้แก่ เห็บหมู ซึ่งเป็นวัชพืชที่พบมากที่สุด (ตารางที่ 6)

ในการศึกษาจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในดิน (weed seed bank) และวัชพืชที่อยู่บนพื้นดิน (above-ground weed) ที่เป็นปัญหาหลักในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในสภาพแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่งดังกล่าวในข้างต้น พบว่า ชนิดและจำนวนประชากรของวัชพืชทั้งที่พบอยู่บนพื้นดินและอยู่ในดินมีความสัมพันธ์กันเป็นไปในทางบวก กล่าวคือ ชนิดและจำนวนประชากรของวัชพืชทั้งที่พบอยู่บนพื้นดินและอยู่ในดิน ส่วนใหญ่เป็นวัชพืชชนิดเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนประชากรของวัชพืชที่พบอยู่ในสภาพบนพื้นดินมีจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชมากกว่าที่พบอยู่ในดิน ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นดินและอยู่ในดินที่พบว่ามีจำนวนที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สภาพแวดล้อม การเกษตรกรรม ชนิดของพืชปลูกและการจัดการในการผลิตพืชที่แตกต่างกันไป ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวนี มีผลต่อการงอกของเมล็ดวัชพืช ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้วัชพืชเกิดการพักตัว เพื่อการอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช การศึกษาในครั้งนี้ จากการสำรวจจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในดิน และวัชพืชที่อยู่บนพื้นดิน พบว่า วัชพืชที่เป็นปัญหาหลักในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก เป็นต้น (ตารางผนวกที่ 1) โดยที่จำนวนประชากรของวัชพืชและชนิดของวัชพืชในแต่ละพื้นที่พบแตกต่างกันไป ดังนั้นวิธีการที่จะนำไปใช้ในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละพื้นที่ ควรมีวิธีในการจัดการวัชพืชที่แตกต่างกันออกไป

เนื่องจากถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 62-65 วัน ในการปลูกเพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูงนั้น จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมวัชพืชไม่ให้มาขึ้นแข่งขัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะตั้งแต่เริ่มปลูก วิธีการควบคุมวัชพืชที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (pre-emergence) ช่วยลดการแข่งขันระหว่างวัชพืชและถั่วเหลืองฝักสดไปได้ในช่วงระยะหนึ่ง ต่อจากนั้นในช่วงไม่เกิน 30 วันหลังจากปลูก มีการใช้วิธีถากด้วยจอบหรือใช้เครื่องจักรกลเข้าช่วยในการกำจัดวัชพืช ซึ่งถ้าปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งขันกับถั่วเหลืองฝักสด อาจจะมีการแย่งปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต เช่น

น้ำและแร่ธาตุอาหาร นอกจากนี้วัชพืชบางชนิดอาจจะเป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ผักยาง ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Oidiopsis* sp. ถั่วผี ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส soybean mosaic virus และ แห้วหมู ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Puccinia philippinensis* เป็นต้น (วิรัช และคณะ, 2550) ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป จึงควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัย (alternate host) ของเชื้อสาเหตุโรคพืช และแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ตลอดจนควรพิจารณาเกี่ยวกับสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด และสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในดิน เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมต่อไป

ตารางที่ 5 จำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินและวัชพืชที่อยู่บนดิน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Weed species	Weed density (per m ²)		Weed species	Weed density (per m ²)	
	Above-ground	Seed bank		Above-ground	Seed bank
Broadleaf weed :					
1. <i>Cleome rutidosperma</i> DC.	-	1	10. <i>Dactyloctenium aegyptium</i> L.	-	1
2. <i>Cleome viscosa</i> L.	3	1	11. <i>Dichanthium annulatum</i> Stapf.	-	1
3. <i>Eclipta prostrata</i> L.	-	1	12. <i>Digitaria ciliaris</i> Retz.Koel.	2	1
4. <i>Euphorbia heterophylla</i> L.	3	1	13. <i>Echinochloa colona</i> Link.	3	1
5. <i>Ipomoea aquatica</i> Forssk.	8	3	14. <i>Eleusine indica</i> Gaertn.	-	1
6. <i>Phyllanthus niruri</i> auct.	-	1	15. <i>Eriochloa procera</i> Steud.	8	-
7. <i>Trianthema portulacastrum</i> L.	7	-	16. <i>Leersia hexandra</i> Swz.	2	1
			17. <i>Leptochloa chinensis</i> L. Nees.	4	2
Grass weed :					
8. <i>Brachiaria distachya</i> Stapf.	-	3	Sedge :		
9. <i>Chloris barbata</i> Sw.	2	-	18. <i>Cyperus rotundus</i> L.	29	25

หมายเหตุ: เฉลี่ยจากการสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชจำนวน 20 จุด

ตารางที่ 6 จำนวนประชากรและชนิดของเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินและวัชพืชที่อยู่บนดิน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

Weed species	Weed density (per m ²)	
	Above-ground	Seed bank
Broadleaf weed :		
1. <i>Euphorbia heterophylla</i> L.	2	1
2. <i>Lagascea mollis</i> L.	5	2
Grass weed :		
3. <i>Commelin diffusa</i> Burm.f.	3	1
4. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> W.D. Clayton.	7	6
Sedge :		
5. <i>Cyperus rotundus</i> L.	17	12

หมายเหตุ: เฉลี่ยจากการสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชจำนวน 20 จุด

การทดลองที่ 2 ศึกษาชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

จากการทำการสำรวจวัชพืชและเก็บตัวอย่างวัชพืชที่พบอาการเป็นโรคเพื่อนำไปศึกษาหาเชื้อสาเหตุโรคพืช จากบริเวณพื้นที่ทำการสำรวจวัชพืชบนดิน ในแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่งดังกล่าว ในช่วงต้น หลังจากนั้นนำตัวอย่างวัชพืชที่เป็นโรค นำมาทำการตรวจหาเชื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) และทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (isolation) ในห้องปฏิบัติการต่อไป ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

กรณีศึกษาชนิดของโรคพืชและเชื้อสาเหตุของโรคพืชที่พบในสภาพการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ที่มีการแพร่ระบาดในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม (ตารางที่ 7) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ โรคที่ระบบรากและท่อลำเลียง และโรคที่เกิดกับต้นถั่วเหลืองส่วนเหนือดิน โดยที่โรคที่ระบบรากและท่อลำเลียง ประกอบด้วย โรครากและโคนต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. และโรคลำต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ส่วนโรคที่เกิดกับต้นถั่วเหลืองฝักสดส่วนเหนือดิน ประกอบด้วย โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Peronospora manshurica* โรคใบจุดนูน (Bacterial pustule) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* โรคไวรัสใบด่าง ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ soybean mosaic virus (SMV) และไวรัสใบยดหด ที่เกิดจากเชื้อ soybean crinkle leaf virus (SCLV) เป็นต้น

ส่วนชนิดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ในสภาพการปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่มีการแพร่ระบาดในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม (ตารางที่ 7) นั้น การสำรวจชนิดของวัชพืชใบกว้างที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ กำมะหยี่ ปอวัชพืช ผักโขม และถั่วฝักเป็นต้น ซึ่งยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้ ในส่วนของผักขงซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Oidiopsis* sp. และผักเสี้ยนดอกเหลือง ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส ส่วนชนิดของวัชพืชพวกกกที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ แห้วหนู ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Puccinia philippinensis* เป็นต้น

ตารางที่ 7 ชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ลักษณะอาการของโรค ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Plant/weeds	Scientific name	Disease symptoms	Pathogen
Vegetable soybean:			
	<i>Glycine max</i> L. Merr.	รากและ โคนเน่า	<i>Fusarium</i> sp.
		ลำต้นเน่า	<i>Sclerotium rolfsii</i>
		แอนแทรคโนส	<i>Colletotrichum truncatum</i>
		ราน้ำค้าง	<i>Peronospora manshurica</i>
		ใบจุดนูน	<i>Xanthomanas axonopodis</i> pv. <i>Glycines</i>
		ไวรัสใบด่าง	soybean mosaic virus (SMV)
		ไวรัสใบยอดหด	soybean crinkle leaf virus (SCLV)
Broadleaf weeds:			
ก้ามหือ	<i>Lagasecea mollis</i> L.	ลักษณะแผลเป็นสะเก็ดบนเส้นสีน้ำตาลบริเวณใต้ใบแผลมีรูปร่างไม่แน่นอน	ยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้
ปอวัชพืช	<i>Corchorus aestuans</i> L.	เป็นการทำลายของแมลง	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Plant/weeds	Scientific name	Disease symptoms	Pathogen
Slender amaranth	<i>Amaranthus viridis</i> L.	ลักษณะแผลสีน้ำตาล รูปร่างไม่แน่นอน มีสีเหลืองล้อมรอบ (halo)	ซึ่งไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้
Wild peabean	<i>Macroptilium lathyroides</i> L.	ลักษณะใบหงิก งอ ช่น เบี้ยวผิดปกติ	ซึ่งไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้ อาจจะ เป็นไวรัสหรือเกิดจากแมลงปากดูด
Wild poinsettia	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Powdery mildew ลักษณะแผลจะมีเชื้อราขึ้นปกคลุมมีลักษณะคล้ายผงแป้งสีขาว	<i>Oidiopsis</i> sp.
Wind spider	<i>Cleome viscosa</i> L.	ลักษณะอาการใบต่าง ใบเล็กผิดปกติ ใบงอ	เกิดจากเชื้อไวรัส
Sedge:			
Nut sedge	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Rust สะเก็ดแผลสีน้ำตาลลักษณะนูน บริเวณรอบแผลมีสีเหลือง (halo)	<i>Puccinia philippinensis</i>

กรณีศึกษาชนิดของโรคพืชและเชื้อสาเหตุของโรคพืชที่พบในสภาพการปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่มีการแพร่ระบาดในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา (ตารางที่ 8) พบว่าโรคที่ระบบรากและท่อน้ำเลี้ยง ประกอบด้วย โรคราก และโคนต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. และโรคลำต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เป็นต้น ส่วนโรคที่เกิดกับต้นถั่วเหลืองฝักสดส่วนเหนือดิน ประกอบด้วย โรคราสนิม (Rust) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Peronospora manshurica* โรคใบจุดนูน (Bacterial pustule) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* โรคไวรัสใบด่าง ที่เกิดจากเชื้อไวรัส soybean mosaic virus (SMV) และโรคไวรัสใบยดหด ที่เกิดจากเชื้อไวรัส soybean crinkle leaf virus (SCLV) เป็นต้น

ส่วนชนิดของวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ในสภาพการปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่มีการแพร่ระบาดในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา (ตารางที่ 8) นั้น การสำรวจชนิดของวัชพืชใบกว้างที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ กำมะหยี่ และผักโขม ซึ่งยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้ ในส่วนของไมยราบไร้หนามซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Cercospora* sp. ส่วนชนิดของวัชพืชวงศ์หญ้าที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ หญ้าโย่ง ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อรา แต่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ ส่วนชนิดของวัชพืชพวกกกที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ แห้วหนู ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส *Puccinia philippinensis* เป็นต้น

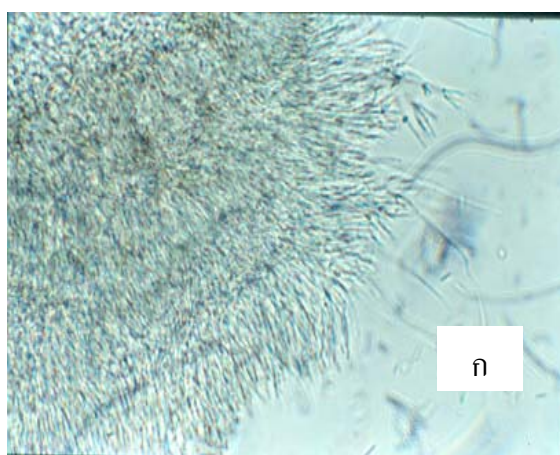
เนื่องจากสภาพแวดล้อมในบริเวณแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละพื้นที่นั้น มีความแตกต่างกันมาก จะเห็นได้ว่า มีการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไปหลายชนิด ได้แก่ โรคราก และโคนต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. โรคลำต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โรคราสนิม (Rust) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Peronospora manshurica* โรคใบจุดนูน (Bacterial pustule) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* และโรคพืชชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่ยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุของโรคได้ ซึ่งเชื้อสาเหตุโรคพืชดังกล่าวนี้เข้าไปทำลายถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวลงไปให้ได้มากและเร็วที่สุด ซึ่งแนวทางหนึ่งที่นิยมใช้ในการจัดการเพื่อลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยการใช้วิธีการกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช (alternate host) เช่น การเกษตรกรรมที่ถูกวิธี การเผาเศษซากต้นต่อของถั่วเหลืองฝักสดและการกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของโรคพืช ที่ขึ้นแข่งขันในแปลงปลูกพืชและในบริเวณรอบแปลงปลูกพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งมีการดูแลและการจัดการในบริเวณรอบแปลงปลูกให้สะอาด เป็นต้น ซึ่งช่วยลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในฤดูถัดไป ตลอดจนควรมีการพิจารณาแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาหลัก (key pests) ด้วย เพื่อช่วยทำให้การจัดการในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ตารางที่ 8 ชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ลักษณะอาการของโรค ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

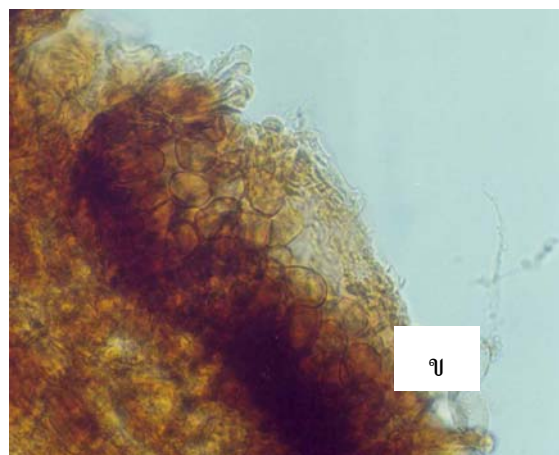
Plant/weeds	Scientific name	Disease symptoms	Pathogen
Vegetable soybean:	<i>Glycine max</i> L. Merr.	รากและโคนเน่า	<i>Fusarium</i> sp.
		ลำต้นเน่า	<i>Sclerotium rolfsii</i>
		แอนแทรกคโนส	<i>Colletotrichum truncatum</i>
		ราน้ำค้าง	<i>Peronospora manshurica</i>
		ใบจุดนูน	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Glycines</i>
		ไวรัสใบด่าง	soybean mosaic virus (SMV)
Broadleaf weeds:		ไวรัสใบขดหด	soybean crinkle leaf virus (SCLV)
		ลักษณะแผลเป็นสะเก็ดนูนสีน้ำตาลบริเวณใต้ใบแผลมีรูปร่างไม่แน่นอน	ยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้
Slender amaranth	<i>Amaranthus viridis</i> L.	เป็นการทำลายของแมลง	

ตารางที่ 8 (ต่อ)

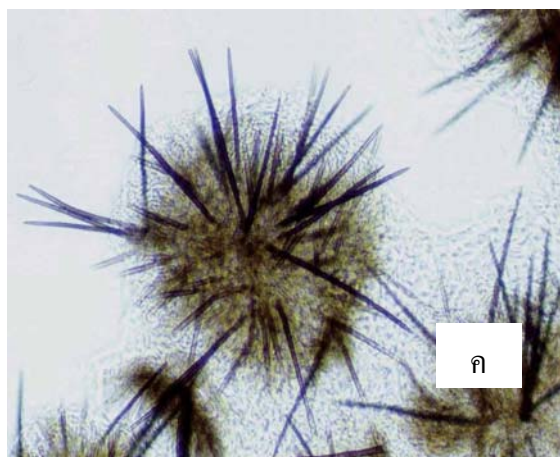
Plant/weeds	Scientific name	Disease symptoms	Pathogen
Smooth mimosa	<i>Mimosa invisa</i> var <i>inemis</i> Adelb.	ลักษณะแผลสีน้ำตาล ขอบสีน้ำตาล เข้ม กระดาษทั่วผิวใบ	<i>Cercospora</i> sp.
Grass weeds:			
Itchgrass	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> W.D. Clayton.	ลักษณะแผลสีน้ำตาล ขอบแผลมี สีเหลืองล้อมรอบ (halo)	เชื้อสาเหตุเป็นเชื้อรา แต่ยังไม่ สามารถระบุชนิดได้
Sedge:	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Rust สะเก็ดแผลสีน้ำตาลลักษณะนูน	<i>Puccinia philippinensis</i>
Nut sedge		บริเวณรอบแผลมีสีเหลือง (halo)	



ก



ข



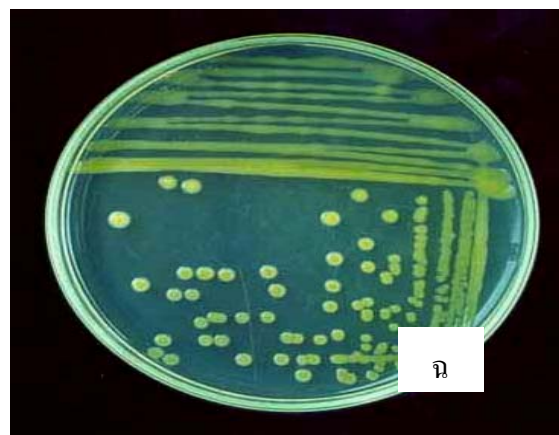
ค



ง



จ



ฉ

ภาพที่ 4 เชื้อสาเหตุโรคพืชที่สำคัญชนิดต่าง ๆ ที่พบในถั่วเหลืองฝักสดและวัชพืช ในแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา (ก) *Fusarium* sp. (ข) *Phakopsora pachyrhizi* (ค) *Colletotrichum truncatum* (ง) *Peronospora manshurica* (จ) *Sclerotium* sp. และ (ฉ) *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (1,000X)

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

กรณีศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ แบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืชที่เป็นปัญหาหลัก ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) มีจำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า และใบกว้าง ที่ขึ้นในแปลงทดลองมากกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่ 7 วันหลังจากการปลูกพืช เมื่อพิจารณาจากจำนวนประชากรวัชพืชของกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช พบว่า จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้าง น้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 9) เมื่อพิจารณาที่ 14 วันหลังจากการปลูกพืช พบว่า จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และวัชพืชพวกกก เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 10) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจากผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรวัชพืช พบว่า ในช่วง 7 - 21 วันหลังจากการปลูกพืช จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้าง มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ส่วนจำนวนประชากรของวัชพืชพวกกก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 6 - 8) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่า จำนวนประชากรของวัชพืชพวกกก ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin พบน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช แต่ประชากรของวัชพืชพวกกกเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม (ตารางที่ 11) เมื่อพิจารณาที่ 30 วันหลังจากการปลูกพืช มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบตาก เพื่อควบคุมวัชพืชที่งอกขึ้นมาไม่ให้เกิดการแข่งขันกับต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ที่ 30 วันหลังจากการปลูก จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก ลดลง (ตารางที่ 12) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรวัชพืช พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางผนวกที่ 9) สาเหตุที่ต้องมีการกำจัดวัชพืชอีกครั้งโดยใช้จอบตาก เพราะประสิทธิภาพและผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชไม่สามารถควบคุมวัชพืชที่รอดชีวิตหรือวัชพืชที่เพิ่งงอกจะเจริญเติบโตแข่งขันกับถั่วเหลืองฝักสดและส่งผลต่อผลผลิตได้ ซึ่งวิธีการกำจัดวัชพืชอีกครั้งโดยใช้จอบตาก จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชเพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สาร จึงจำเป็นต้องมีการใช้วิธีการควบคุมวัชพืชหลายวิธีร่วมกันซึ่งช่วยทำให้สามารถควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น

การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช แสดงถึงความพอใจในภาพรวมของจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสดโดยการประเมินด้วยสายตา พบว่า ในแปลงชุดควบคุมกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองมาก ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ (หรือควบคุมวัชพืชได้ 0 เปอร์เซ็นต์) แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการจัดการวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (การทำร่น) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 30 วัน พบว่า ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) อยู่ในระดับที่ดี กล่าวคือ สามารถควบคุมวัชพืชโดยใช้แรงงานคน

ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดสามารถควบคุมวัชพืชอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ถึงดี กล่าวคือ การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด กล่าวคือ สามารถควบคุมวัชพืชในสภาพแปลงทดลองได้ ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13) ถั่วเหลืองฝักสดมีอาการได้รับพิษ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 14) รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว และการใช้สารผสมของ clomazone อัตรา 153.6 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ส่วนสาร clomazone อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว พบว่า มีผลกระทบต่อถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุด ถั่วเหลืองฝักสดมีอาการได้รับพิษ 10-20 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด เมื่อพิจารณาผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ที่ 7 วันหลังจากการปลูกพืช ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดมีความสูง 7-10 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาที่ 14, 21 และ 30 วันหลังจากการปลูกพืช พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดมีการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 15) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจากผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 10) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่า การใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว มีผลน้อยที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 14, 21 และ 30 วันหลังจากการปลูกพืช รองลงมา ได้แก่ การใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin สาร metribuzin เพียงอย่างเดียว สารผสมของ clomazone + pendimethalin และสาร clomazone เพียงอย่างเดียว ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากผลผลิตที่จำหน่ายได้ พบว่า ผลผลิตที่จำหน่ายได้ของถั่วเหลืองฝักสดในกรรมวิธีไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) ให้ผลผลิตต่ำกว่า (821 - 926 กิโลกรัมต่อไร่) กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่ผลผลิตที่จำหน่ายได้ของถั่วเหลืองฝักสดในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ การใช้สาร metribuzin + pendimethalin ให้ผลผลิต 1,239 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใช้สาร metribuzin และ pendimethalin เพียงอย่างเดียว ให้ผลผลิต 1,114 และ 1,074 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้สารผสมของ clomazone + pendimethalin และสาร clomazone เพียงอย่างเดียว ให้ผลผลิต 1,010 และ 1,007 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 16) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตที่จำหน่ายได้ พบว่า ในกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตที่จำหน่ายได้แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช แต่เมื่อพิจารณาผลผลิตที่จำหน่ายไม่ได้และผลผลิตฝักรวม จะเห็นได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 11) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช มีผลผลิตที่จำหน่ายไม่ได้สูงกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช นอกจากนี้กรรมวิธีที่มีการใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin ให้ผลผลิตฝักรวมสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ สาร pendimethalin, metribuzin และสาร clomazone เพียงอย่างเดียว ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนแล้ว จะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายในกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแต่มีการทำร่น 1 ครั้ง เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 30 วัน มีต้นทุนที่เป็นค่าจ้างแรงงานในการกำจัดวัชพืช (อัตราค่าจ้าง 170 บาทต่อวัน) สูงกว่าในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชประมาณ

248 – 560 บาทต่อไร่ ซึ่งต้นทุนมีความแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำและราคาของสารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด เมื่อพิจารณาจากข้อมูลต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จึงได้แนะนำให้ใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ/หรือ ใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ จากการศึกษาการใช้สาร pendimethalin ร่วมกับการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เช่น สาร metribuzin และ clomazone สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pannacci *et al.* (2007) ได้รายงานว่า การใช้สาร pendimethalin อัตรา 921 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ + linuron อัตรา 540 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และการใช้สาร pendimethalin อัตรา 768 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ + imazetabenz อัตรา 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงปลูกทานตะวันได้ดีกว่าการใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น นอกจากจะสามารถเลือกใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียวแล้ว ยังสามารถนำการใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มาใช้ทดแทนสลับกันในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ ซึ่งเป็นแนวทางในการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช ทำให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นต่อไป

ตารางที่ 9 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	12 a ^{4/}	19 a	38	69
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	10 a	18 a	32	60
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	4 b	15 ab	43	62
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	2 b	1 b	44	47
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 b	9 ab	46	57
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1 b	1 b	36	38
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	3 b	12 ab	43	58
F-test	*	*	ns	ns
C.V. (%)	90.25	77.56	19.13	20.25

^{1/} วงศ์หญ้า: Paragrass, Wiregrass, Southern crabgrass, Jungle rice, Chinese sprangletop, Crowfoot grass
และ Bermuda grass

^{2/} ใบกว้าง: Wild spider, Horse purslane, Eclipta, Garden spurge, Coat buttons, Swamp morning glory
และ Wild poinsettia

^{3/} กก: Nut sedge

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{5/} Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	17 a ^{4/}	21 a	33	71
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	8 b	17 ab	42	67
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	5 c	12 bc	45	62
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	2 c	2 c	45	49
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 c	6 c	48	56
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2 c	4 c	37	43
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	3 c	10 bc	47	60
F-test	*	*	ns	ns
C.V. (%)	105.42	78.01	24.18	16.40

^{1/} วงศ์หญ้า: Paragrass, Wiregrass, Southern crabgrass, Jungle rice, Chinese sprangletop, Crowfoot grass
และ Bermuda grass

^{2/} ใบกว้าง: Wild spider, Horse purslane, Eclipta, Garden spurge, Garden spurge, Coat buttons, Swamp
morning glory และ Wild poinsettia

^{3/} กก: Nut sedge

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{5/} Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 11 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	9 a ^{4/}	18 a	37	64
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	8 a	18 a	36	62
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	5 b	15 ab	45	65
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1 b	1 c	47	49
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 b	8 bc	50	60
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	4 b	1 c	45	50
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	3 b	15 ab	43	61
F-test	*	*	ns	ns
C.V. (%)	72.69	77.67	22.23	12.78

^{1/} วงศ์หญ้า: Paragrass, Wiregrass, Southern crabgrass, Jungle rice, Chinese sprangletop, Crowfoot grass
และ Bermuda grass

^{2/} ใบกว้าง: Wild spider, Horse purslane, Eclipta, Garden spurge, Garden spurge, Coat buttons, Swamp
morning glory และ Wild poinsettia

^{3/} กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{5/} Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 12 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	8 a ^{4/}	17 a	35 a	60 a
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	1 b	1 c	11 b	13 b
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	1 b	13 ab	43 a	57 a
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1 b	1 c	49 a	51 a
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1 b	9 b	51 a	61 a
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2 b	2 c	41 a	45 a
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1 b	11 ab	40 a	52 a
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	85.98	89.89	20.26	15.11

^{1/} วงศ์หญ้า: Paragrass, Wiregrass, Southern crabgrass, Jungle rice, Chinese sprangletop, Crowfoot grass
และ Bermuda grass

^{2/} ใบกว้าง: Wild spider, Horse purslane, Eclipta, Garden spurge, Garden spurge, Coat buttons, Swamp
morning glory และ Wild poinsettia

^{3/} กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{5/} Days after planting

ตารางที่ 13 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ระดับในการควบคุมวัชพืชของสาร ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	9	9	9	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	2	2	3	2
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1	1	2	2
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1	2	2	2
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	2
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2	2	2	2

^{1/} ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 14 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารต่อถั่วเหลืองฝักสด ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	1	1	1	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	2	1	1	1
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1	1	1	1
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1	1	1	1
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	1
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	1

^{1/} ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 15 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน
หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ความสูง (เปอร์เซ็นต์ของชุดควบคุม) ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	100	100	100	100
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	100	100	100	100
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	97.30	98.25	98.90	98.65
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	97.53	98.59	98.95	99.65
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	98.99	99.97	100	100
6. metribuzin 56 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	98.54	99.17	99.74	99.80
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	97.35	98.45	98.70	98.95
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.33	1.18	0.81	1.33

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง คือ (ความสูงของชุดทดลอง x 100) / ความสูงของชุดควบคุม

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} DAP = Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด และต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (กิโลกรัมต่อไร่) ^{1/}			ต้นทุน ^{2/} (บาทต่อไร่)
	ฝักจำหน่ายได้	ฝักจำหน่ายไม่ได้	รวม	
1. Control	821 d ^{3/}	1,157	1,978	-
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{4/})	926 cd	1,095	2,021	680
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	1,007 c	1,070	2,080	353
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1,114 ab	1,016	2,130	120
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1,074 b	1,072	2,146	135
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1,239 a	1,040	2,279	202
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1,010 c	1,001	2,008	433
F-test	*	ns	ns	
C.V. (%)	15.79	5.40	5.30	

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณผลผลิต คือ (ผลผลิตของชุดทดลอง x 1,600) / พื้นที่ปลูก

^{2/} สูตรที่ใช้คิดต้นทุน โดยที่ค่าแรงงานคำนวณจาก per-man-day ส่วนสารกำจัดวัชพืช คิดต้นทุนจากราคาจำหน่ายในท้องตลาด

^{3/} ตัวอักษรเหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{4/} DAP = Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

กรณีศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ แบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืชที่เป็นปัญหาหลัก ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา พบว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) มีจำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้าและพวกกก ที่ขึ้นในแปลงทดลองมากกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ส่วนประชากรของวัชพืชใบกว้างมีจำนวนใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากจำนวนประชากรของวัชพืชที่ 7 วันหลังจากการปลูกพืช พบจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 17) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจากผลของการใช้สารต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรวัชพืช พบว่า จำนวนประชากรวัชพืชวงศ์หญ้าและพวกกก มีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางผนวกที่ 12) เมื่อพิจารณาที่ 14 วันหลังจากการปลูกพืช พบว่าประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้าเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 18) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า จำนวนประชากรวัชพืชวงศ์หญ้ามักมีความแตกต่าง แต่วัชพืชใบกว้างและพวกกก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 13) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin มีจำนวนประชากรของวัชพืชใบกว้างและพวกกกลดลงมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin และสาร pendimethalin ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ 21 วันหลังจากการปลูกพืช พบว่า จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก มีจำนวนประชากรของวัชพืชเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม (ตารางที่ 19) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางผนวกที่ 14) ในส่วนของกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช พบประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก มีการกระจายตัวของประชากรวัชพืชค่อนข้างสม่ำเสมอ แสดงให้เห็นว่า วัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง มีการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืชในช่วง 7-21 วันหลังจากการปลูกพืช แต่วัชพืชพวกกก มีการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืชหลังจากการนิคพื้น 7 วัน เมื่อพิจารณาที่ 30 วันหลังจากการปลูกพืช มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบตาก เพื่อควบคุมวัชพืชที่งอกขึ้นมาไม่ให้เกิดการแข่งขันกับต้นถั่วเหลืองฝักสด เมื่อพิจารณาที่ 30 วันหลังจากการปลูก จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก ลดลง (ตารางที่ 20) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางผนวกที่ 15) สาเหตุที่ต้องมีการกำจัดวัชพืชอีกครั้งโดยใช้จอบตาก เพราะประสิทธิภาพและผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชไม่สามารถควบคุมวัชพืชที่รอดชีวิตหรือวัชพืชที่เพิ่งงอกจะเจริญเติบโตแข่งขันกับถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งวิธีการกำจัดวัชพืชอีกครั้งโดยใช้จอบตาก จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชเพียงอย่างเดียว จึงจำเป็นต้องมีการใช้วิธีการควบคุมวัชพืชหลายวิธีร่วมกันซึ่งทำให้สามารถควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น

การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช แสดงถึงความพอใจในภาพรวมของจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสดโดยการประเมินด้วยสายตา พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ได้มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองมาก ซึ่งเป็นระดับที่ไม่

สามารถควบคุมได้ (หรือควบคุมวัชพืชได้ 0 เปอร์เซ็นต์) แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการจัดการวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (การทำร่น) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 30 วัน และสารกำจัดวัชพืชทุกสารสามารถควบคุมวัชพืชอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี กล่าวคือ การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด อยู่ในเกณฑ์ควบคุมได้ดี ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21) ถั่วเหลืองฝักสดมีอาการได้รับพิษประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22) รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว และการใช้สารผสมของ clomazone อัตรา 153.6 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ส่วนสาร clomazone อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว มีผลกระทบต่อถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูกอยู่ในช่วงประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด เช่นเดียวกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดพบว่า ที่ 7 วันหลังจากการปลูกพืช ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดมีความสูง 8-12 เซนติเมตร (ตารางที่ 23) เมื่อพิจารณาที่ 14, 21 และ 30 วันหลังจากการปลูกพืช พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดมีการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจากผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 16) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่า การใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 14, 21 และ 30 วันหลังจากการปลูกพืช น้อยที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin สาร metribuzin เพียงอย่างเดียว สารผสมของ clomazone + pendimethalin และสาร clomazone เพียงอย่างเดียว ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากผลผลิตที่จำหน่ายได้ พบว่า ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดในกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตที่จำหน่ายได้ 796 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (hand weeding) ซึ่งมีผลผลิตต่ำกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกแปลงให้ผลผลิตที่จำหน่ายได้ใกล้เคียงกัน คือ การใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin ให้ผลผลิต 1,118 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin เพียงอย่างเดียว ให้ผลผลิต 1,070 และ 1,033 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใช้สารผสมของ clomazone + pendimethalin และสาร clomazone เพียงอย่างเดียว ให้ผลผลิต 964 และ 951 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 24) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจากผลผลิตฝักที่จำหน่ายได้ พบว่า ผลผลิตที่จำหน่ายได้ของถั่วเหลืองฝักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผลผลิตที่จำหน่ายไม่ได้และผลผลิตรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 17) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช มีผลผลิตที่จำหน่ายไม่ได้สูงกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช นอกจากนี้กรรมวิธีที่มีการใช้สารผสมของ metribuzin + pendimethalin ให้ผลผลิตฝักรวมสูงสุด รองลงมา ได้แก่ สาร metribuzin, pendimethalin และสาร clomazone เพียงอย่างเดียว ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนในการกำจัดวัชพืช จะเห็นได้ว่า วิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืชมีต้นทุน (ตั้งแต่ 120-433 บาทต่อไร่) ที่ต่ำกว่าการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน (680 บาทต่อไร่) ซึ่งเมื่อ

พิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงได้แนะนำให้ใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หรือใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ/หรือสาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนสลับกันได้เพื่อลดปริมาณการสะสมของสารกำจัดวัชพืชทั้งในดินและในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดต่อไป

สารกำจัดวัชพืชที่ใช้แบบก่อนงอก (pre-emergence) เป็นการใส่สารพ่นคลุมดินหลังปลูกพืชก่อนที่พืชและวัชพืชจะงอกโผล่พ้นผิวดิน สารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิดมีกลไกการทำลายพืชที่แตกต่างกันออกไป การที่ทราบถึงกลไกการทำลายของสารกำจัดวัชพืชที่ใช้แต่ละชนิดมีประโยชน์อย่างมากในการเลือกนำมาใช้เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช การศึกษาในครั้งนี้ ได้เลือกใช้สารกำจัดวัชพืช 2 ชนิด ได้แก่ สาร metribuzin และ pendimethalin โดยที่สาร metribuzin เป็นสารที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis inhibitors) ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้างปีเดียว สารสามารถเข้าสู่พืชโดยผ่านทางใบ แต่ส่วนใหญ่สารเข้าสู่พืชทางรากมากกว่า ส่วนสารกำจัดวัชพืช pendimethalin เป็นสารที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (meristem mitotic inhibitors) สามารถควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้างชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิด ในวัชพืชวงศ์หญ้าสารจะเข้าไปยับยั้งที่บริเวณ coleoptile ทำให้ส่วนที่งอกเป็นยอด (shoot) มีลักษณะรูปร่างผิดปกติไป สำหรับวัชพืชใบกว้างสารจะเข้าไปยับยั้งในส่วนของใบและไฮโปคอตทิล (hypocotyl) ทำให้ส่วนลำต้นมีลักษณะเปราะ แตกง่าย พองบวม โป่ง ส่งผลทำให้ลำต้นล้ม มีลักษณะ และไปยับยั้งการเจริญบริเวณราก ทำให้รากโป่งพองหนา และค้ำงอกขาด เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีกลไกการทำลายที่แตกต่างกันไป จึงควรมีการใช้สลับหมุนเวียนกันไปเพื่อลดปัญหาการเกิดวัชพืชต้านทานสาร (หรือดื้อยา) และสารกำจัดวัชพืชที่อาจมีการผลตกค้างในสภาพแวดล้อม ซึ่งอาจจะมีผลต่อพืชปลูกในฤดูกาลต่อมา นอกจากนี้ควรมีการศึกษาสารกำจัดวัชพืชที่ใช้แบบหลังงอก (post-emergence) ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด เพื่อที่จะเป็นการควบคุมและช่วยลดจำนวนประชากรของวัชพืชที่รอดชีวิตจากการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้แบบก่อนงอกหรือวัชพืชที่กำลังงอกขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะมีผลทำให้ถั่วเหลืองฝักสดมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นได้

จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการพัฒนาการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เพื่อแนะนำให้เกษตรกรได้มีทางเลือกในการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ หมุนเวียนสลับหรือทดแทนกันไปในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่อาจเกิดขึ้นตามมาได้ นอกจากนี้ ยังเป็นแนวทางในการช่วยลดอัตราการใส่สารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดลงไปได้ (reduce total herbicide usage) ส่งผลทำให้การผลิตทางการเกษตรมีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) ตามข้อกำหนดในระดับมาตรฐานสากล

ตารางที่ 17 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง	กก ^{2/}	รวม
1. Control	6 a ^{3/}	0	5 a	11 a
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{4/})	6 a	0	4 a	10 a
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	3 b	0	5 a	8 b
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1 b	0	4 a	5 b
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 b	0	4 a	6 b
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1 b	0	3 ab	4 c
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2 b	0	5 a	7 b
F-test	*	ns	*	*
C.V. (%)	13.34	0	31.22	53.87

^{1/} วงศ์หญ้า: Spreading dayflower (*Commelin diffusa* Burm.f.) และ Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.)

^{2/} กก: Nut sedge (*Cyperus rotundus* L.)

^{3/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{4/} DAP = Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 18 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	8 a ^{4/}	1	9	18 a
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	8 a	0	8	16 a
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	4 b	0	9	13 b
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	2 b	0	8	10 b
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 b	0	9	11 b
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2 b	0	7	9 b
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	3 b	0	9	12 b
F-test	*	ns	ns	*
C.V. (%)	33.63	0	23.45	38.45

^{1/} วงศ์หญ้า: Spreading dayflower (*Commelin diffusa* Burm.f.) และ Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.)

^{2/} ใบกว้าง: Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.)

^{3/} กก: Nut sedge (*Cyperus rotundus* L.)

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{5/} DAP = Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 19 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	7 a ^{4/}	3 a	36 a	46 a
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	6 a	3 a	34 a	43 a
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	4 b	1 b	33 a	38 b
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	2 b	1 b	25 a	28 b
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 b	1 b	31 a	34 b
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1 b	1 b	16 b	18 c
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	3 b	1 b	34 a	38 b
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	69.18	66.43	33.45	31.08

^{1/} วงศ์หญ้า: Spreading dayflower (*Commelin diffusa* Burm.f.) และ Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.)

^{2/} ใบกว้าง: Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) และ Tropic ageratum (*Ageratum conyzoides* L.)

^{3/} กก: Nut sedge (*Cyperus rotundus* L.)

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{5/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 20 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
1. Control	9 a ^{4/}	4 a	42 a	55 a
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	1 b	1 b	6 d	8 d
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	4 b	2 b	35 a	41 b
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	2 b	1 b	27 b	30 c
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	2 b	1 b	30 b	33 b
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1 b	1 b	16 c	18 c
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	3 b	2 b	34 a	39 b
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	61.41	73.68	36.09	33.90

^{1/} วงศ์หญ้า: Spreading dayflower (*Commelin diffusa* Burm.f.) และ Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.)

^{2/} ใบกว้าง: Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) และ Tropic ageratum (*Ageratum conyzoides* L.)

^{3/} กก: Nut sedge (*Cyperus rotundus* L.)

^{4/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{5/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 21 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ระดับในการควบคุมวัชพืชของสาร ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	9	9	9	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	2	2	3	2
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1	1	2	2
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1	2	2	2
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	2
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2	2	2	2

^{1/} ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 22 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารต่อถั่วเหลืองฝักสด ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	1	1	1	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	2	1	1	1
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1	1	1	1
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1	1	1	1
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	1
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	1

^{1/} ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 23 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน
หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ
จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ความสูง (เปอร์เซ็นต์ของชุดควบคุม) ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	100	100	100	100
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	100	100	100	100
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	98.05	98.55	99.25	99.70
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	98.70	99.35	100	100
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	99.65	100	100	100
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	99.25	99.95	100	100
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	98.54	98.25	100	100
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.33	1.18	0.81	1.33

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง คือ (ความสูงของชุดทดลอง x 100) / ความสูงของชุดควบคุม

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} DAP = Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 24 ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด และต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (กิโลกรัมต่อไร่) ^{1/}			ต้นทุน ^{2/} (บาทต่อไร่)
	ฝักจำหน่ายได้	ฝักจำหน่ายไม่ได้	รวม	
1. Control	805 d ^{3/}	1,213	2,018	-
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{4/})	903 c	1,188	2,091	680
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	951 bc	1,147	2,098	353
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1,070 ab	1,173	2,243	120
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1,033 b	1,152	2,185	135
6. metribuzin 56 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1,118 a	1,200	2,318	202
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai				
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	964 bc	1,120	2,084	433
F-test	*	ns	ns	
C.V. (%)	10.05	4.12	4.99	

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณผลผลิต คือ (ผลผลิตของชุดทดลอง x 1,600) / พื้นที่ปลูก

^{2/} สูตรที่ใช้คิดต้นทุน โดยที่ค่าแรงงานคำนวณจาก per-man-day ส่วนสารกำจัดวัชพืช คิดต้นทุนจากราคาจำหน่ายในท้องตลาด

^{3/} ตัวอักษรที่เหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{4/} DAP = Days after planting

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

การทดลองที่ 4 การศึกษาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดและในดิน

การพิจารณาเกี่ยวกับผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด สามารถแบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ประกอบด้วย การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS และการตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test ซึ่งผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

4.1 การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS

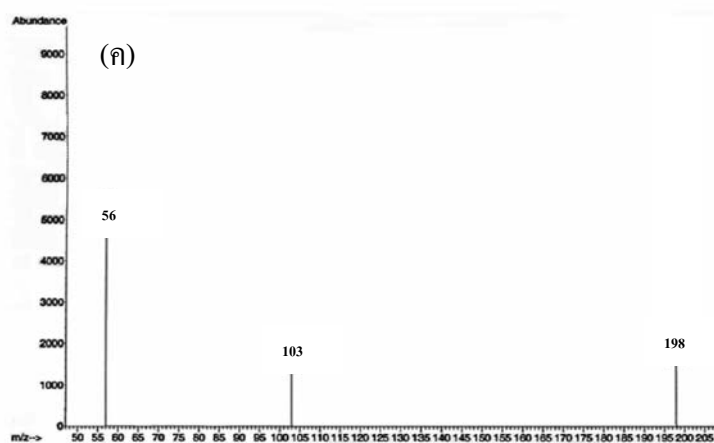
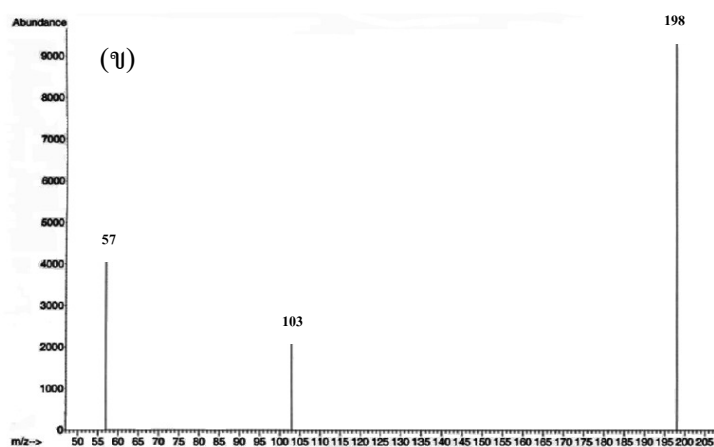
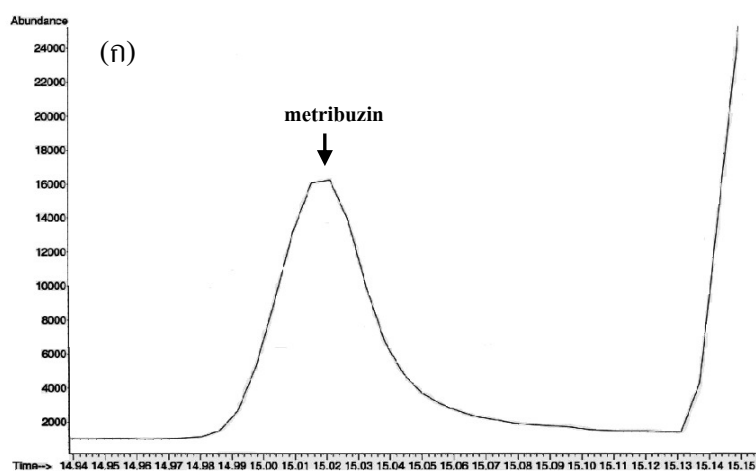
จากการตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านอาหาร พบว่า ที่ 50 วันหลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ (15 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว) ไม่พบสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดจากแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง (ตารางที่ 25) กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณสาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (ภาพที่ 5 และ 8) สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (ภาพที่ 6 และ 9) และสารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (ภาพที่ 7 และ 10) ในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จากกราฟโครมาโตแกรม พบว่า ค่า Detection limited หรือ MRLs เท่ากับ 0.01 เมื่อพิจารณาความสูง peak ของเส้นกราฟที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ พบว่าความสูง peak ของเส้นกราฟสูงกว่าระดับปกติ จึงทำการพิจารณาจากพื้นที่ใต้กราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลจำนวน 3 เส้น ของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ standard แล้วไม่ตรงกัน ดังนั้นจึงไม่พบว่ามีสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด หรือค่า MRLs < 0.01 ppm (ภาพผนวกที่ 1-10) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Alberio *et al.* (2004) ได้รายงานว่าการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในน้ำผักและผลไม้ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบโดยการใช้ GC-MS ซึ่งสามารถตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดได้ในคราวเดียว โดยทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ EPTC, propachlor, trifluralin, simazine, atrazine, triallate, terbutylazine, terbumeton, metribuzin, alachlor, prometryn, terbutryn, metolachlor, cyanazine และ pendimethalin ในน้ำแคโรท องุ่น และน้ำผักต่าง ๆ พบว่า สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทำการตรวจหาปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่มีการกำหนดไว้ในแต่ละชนิดของสารกำจัดวัชพืช จะเห็นได้ว่า ในการตรวจหาสารตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรโดยการใช้ GC-MS นั้นสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร (food safety) ได้ ซึ่งเป็นการช่วยลดความเสี่ยงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับการส่งออกของผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระดับมาตรฐานสากลและช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ประเทศที่ผลิตสินค้าส่งออกอีกทางหนึ่งด้วย

ตารางที่ 25 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) จ. นครราชสีมา

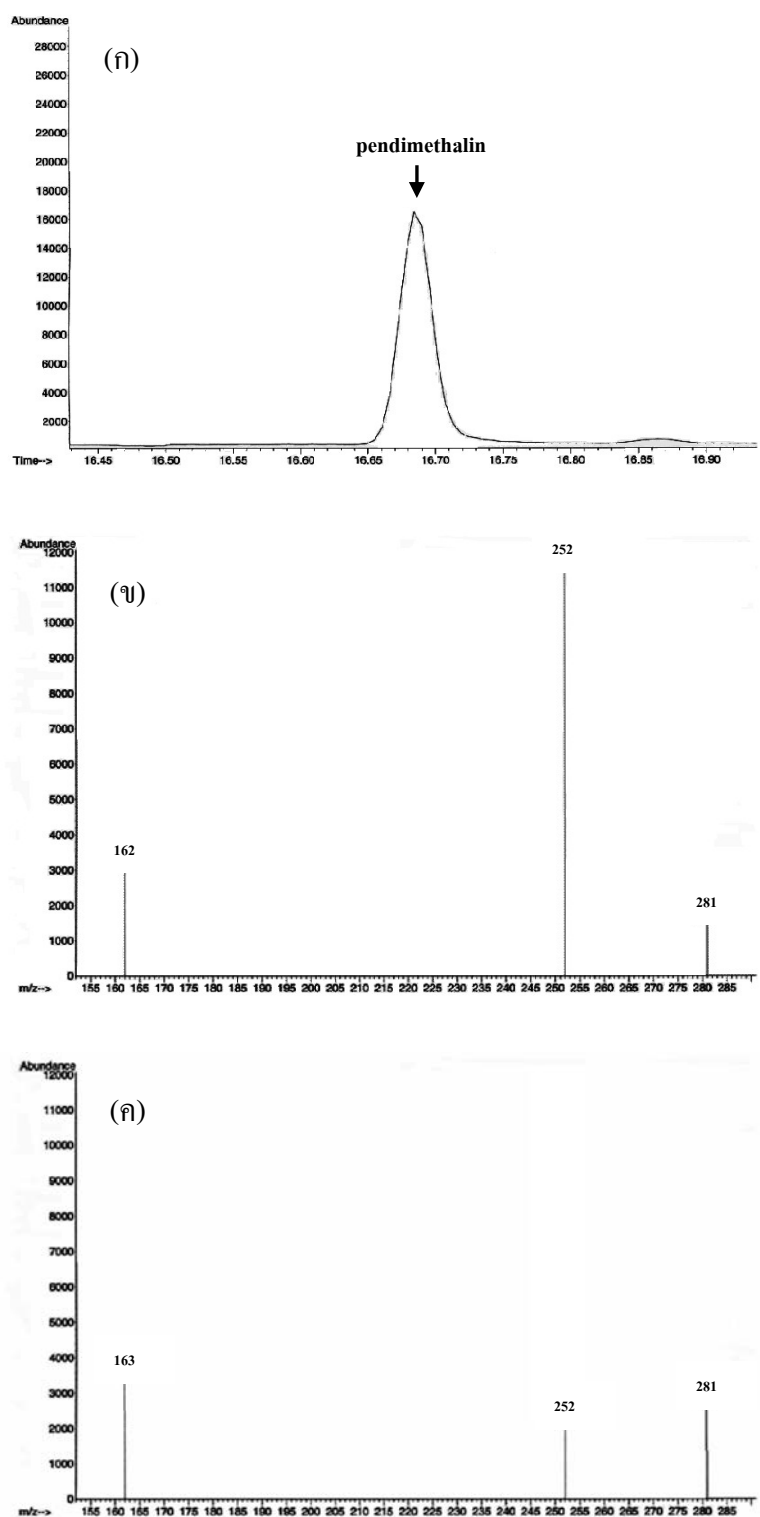
สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง (ppm)	
	AVRDC	Suwan Farm
1. Control	N.D. ^{1/}	N.D.
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{2/})	N.D.	N.D.
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
6. metribuzin 56 g a.i. /rai		
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai		
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	N.D.	N.D.

^{1/} N.D. = Not detected (ไม่พบสารกำจัดวัชพืชตกค้าง) และ Detection limited = 0.01

^{2/} DAP = Days after planting

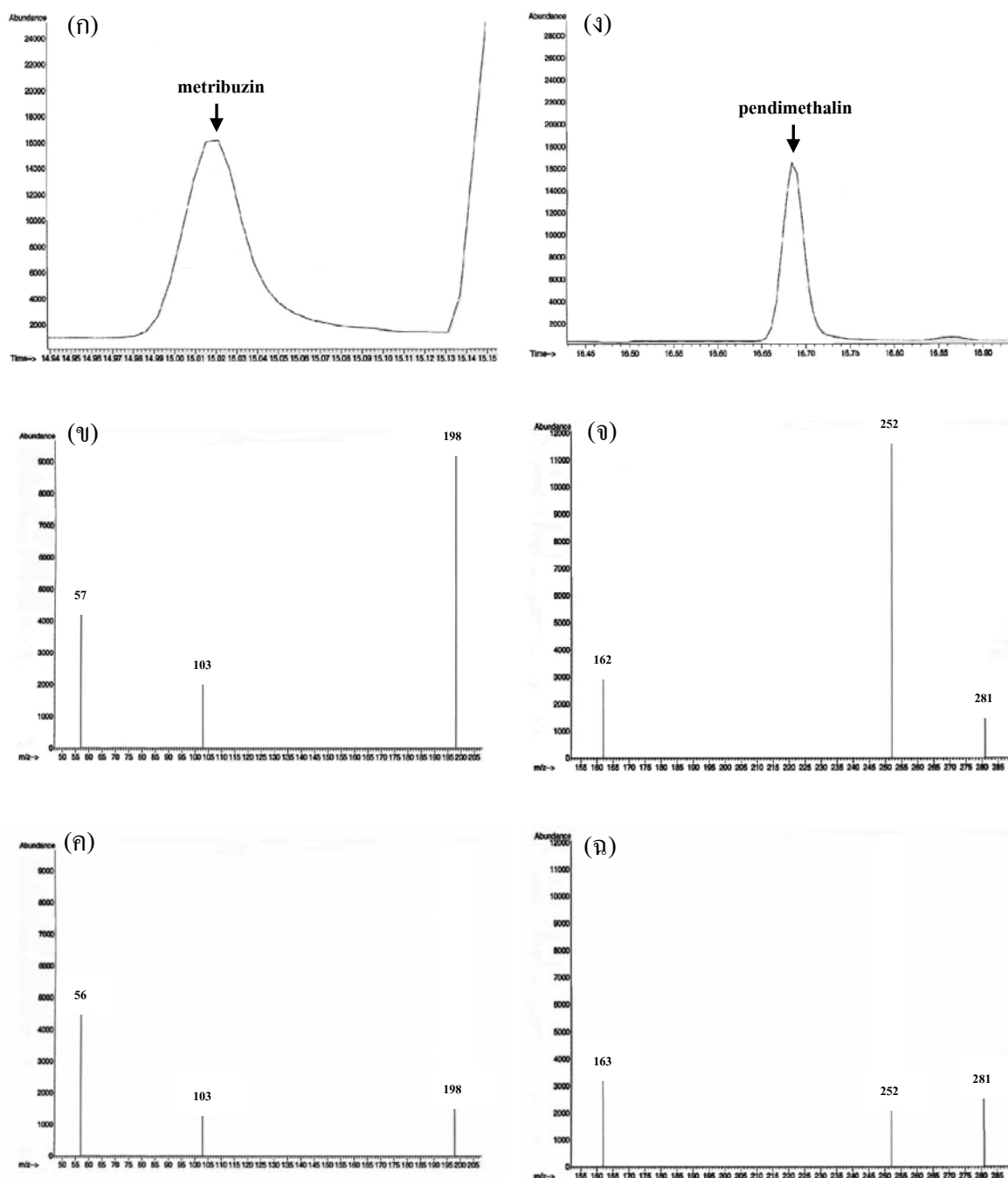


ภาพที่ 5 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS
 ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
 จ. นครปฐม โดยที่
 (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ metribuzin
 (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร metribuzin
 (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร metribuzin



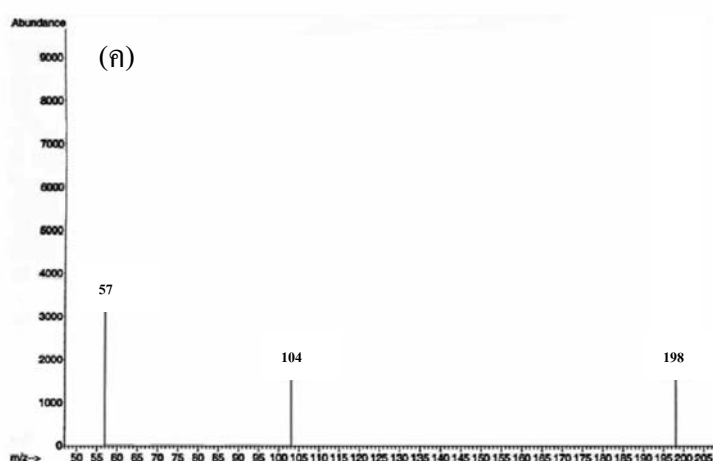
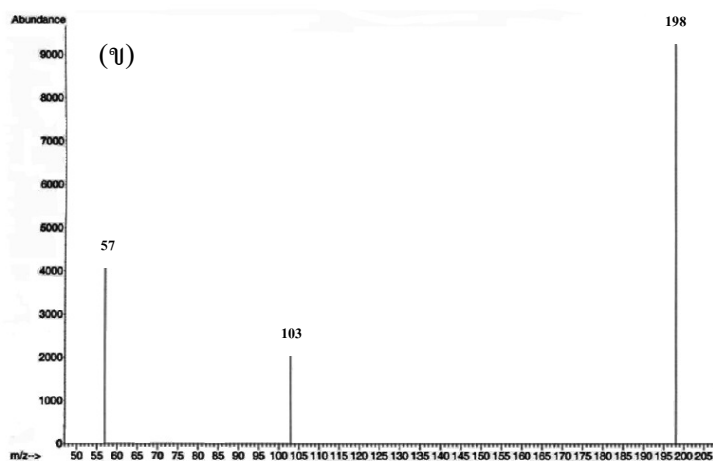
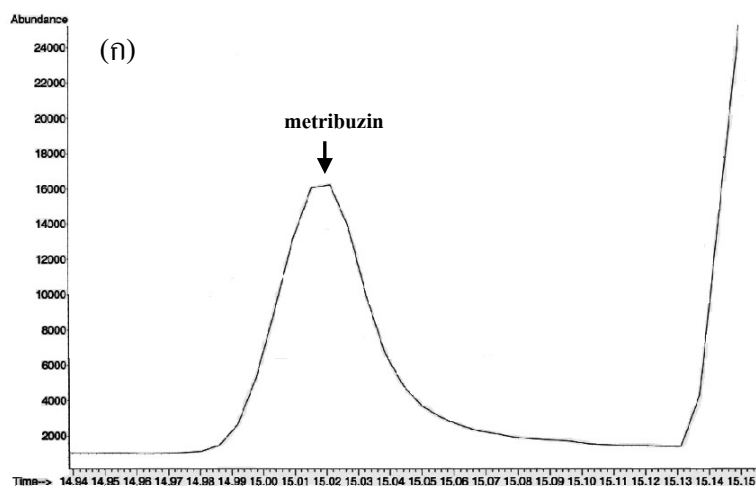
ภาพที่ 6 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ pendimethaline
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethaline
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร pendimethaline



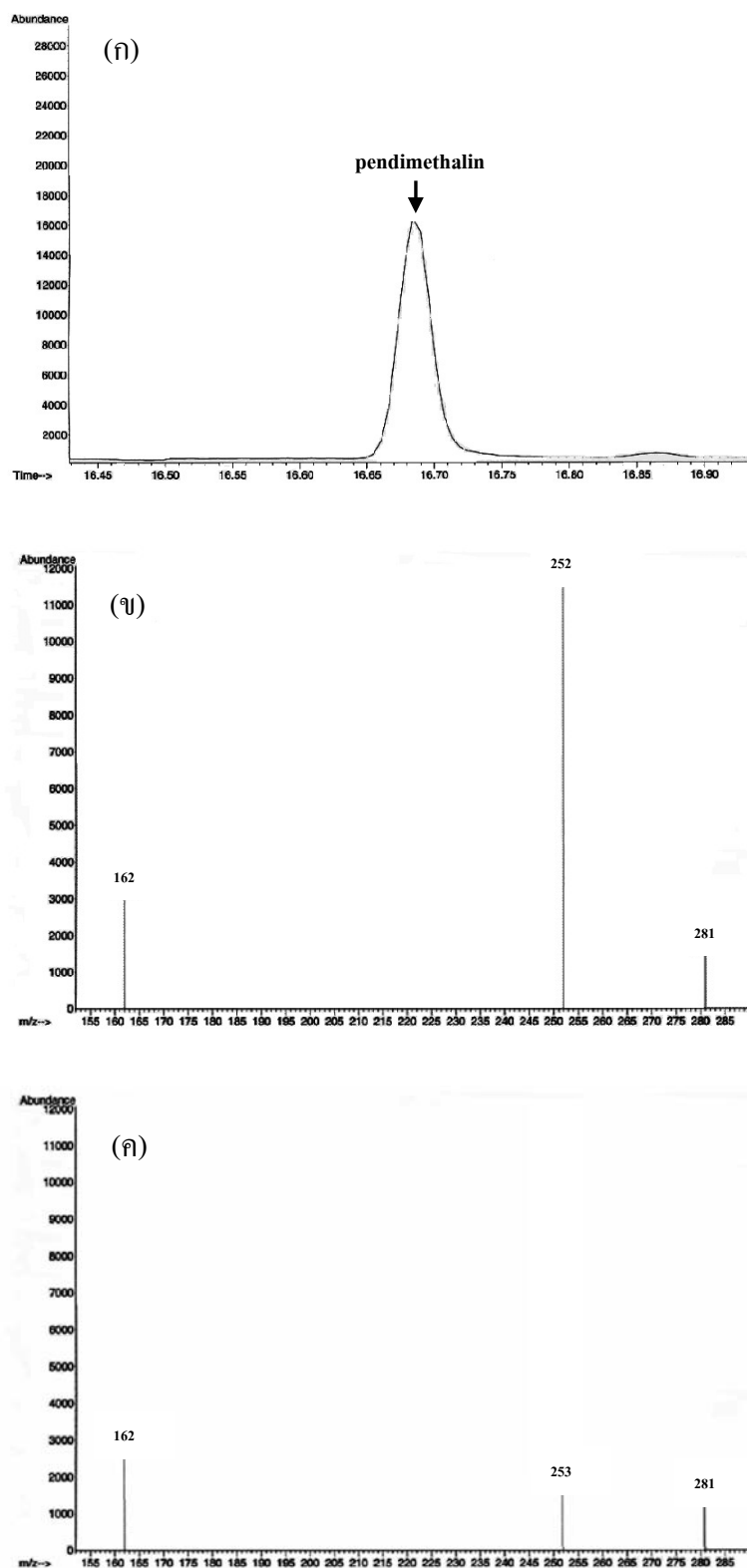
ภาพที่ 7 การตรวจหาปริมาณสารผสมของสาร metribuzin + pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด
โดยใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ metribuzin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร metribuzin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร metribuzin
- (ง) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ pendimethalin
- (จ) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ฉ) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร pendimethalin



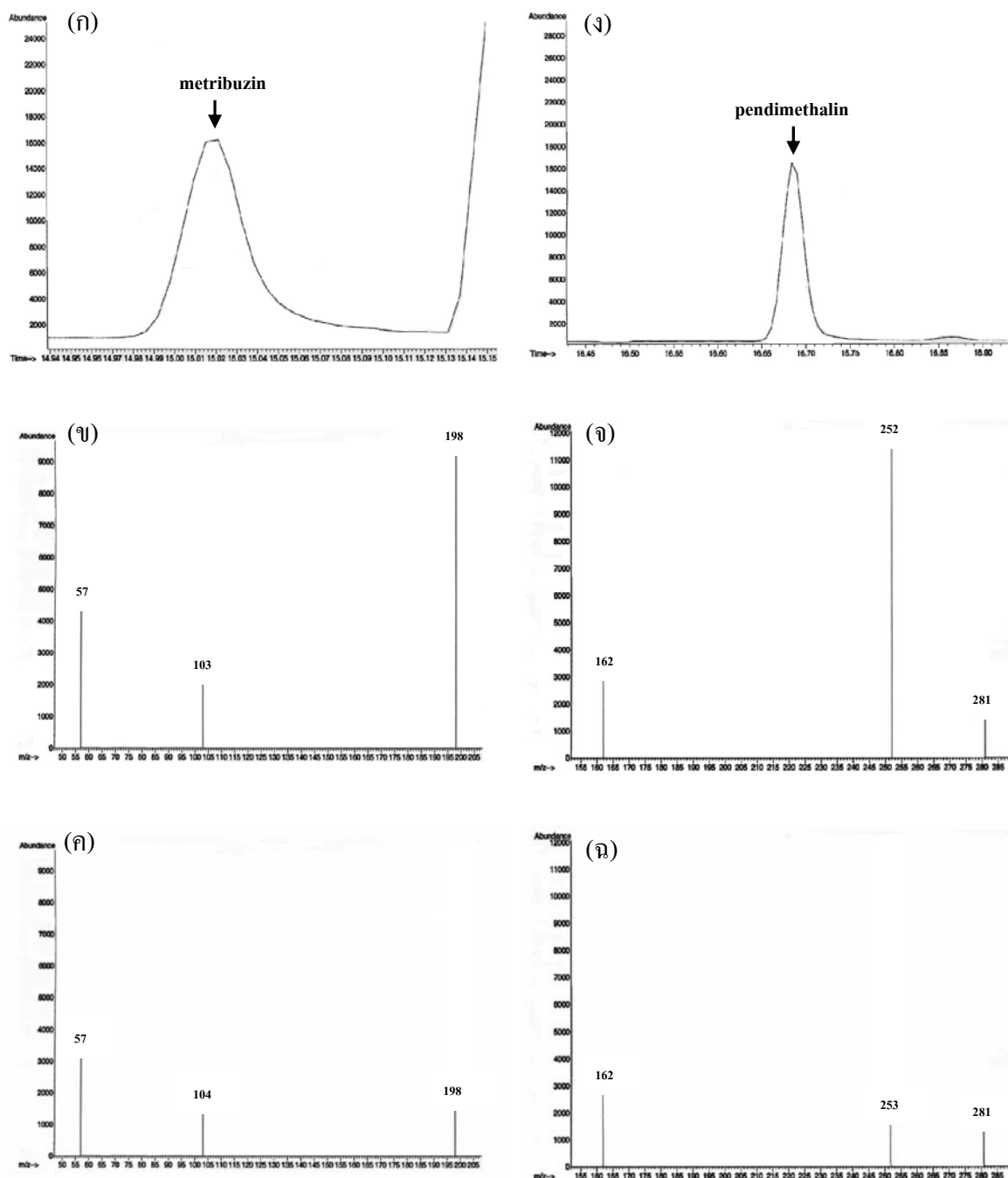
ภาพที่ 8 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ metribuzin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร metribuzin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร metribuzin



ภาพที่ 9 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ pendimethaline
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethaline
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร pendimethaline



ภาพที่ 10 การตรวจหาปริมาณสารผสมของสาร metribuzin + pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ metribuzin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร metribuzin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร metribuzin
- (ง) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของ pendimethalin
- (จ) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ฉ) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในกรรมวิธีที่ได้รับสาร pendimethalin

4.2 การตรวจหาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืชโดยวิธี bioassay test

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในดินในสภาพเรือนทดลอง โดยการใช้ bioassay test เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดฝักอ่อน แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งพืชทดสอบทั้ง 4 ชนิด สามารถออกเป็นต้นกล้าปกติได้ จะเห็นได้ว่า ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่พืชทดสอบไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในข้างต้น จากแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม (ตารางที่ 25) และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา (ตารางที่ 26) แสดงให้เห็นว่า หลังจากการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก 65 วัน ไม่ส่งผลกระทบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในฤดูกาลถัดไป

สาเหตุจำเป็นที่ต้องมีการปลูกพืชทดสอบ เนื่องจากต้องการศึกษาผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างอยู่ในดิน โดยการดูดซับยังเป็นกระบวนการสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายและการปนเปื้อนของสารในดินด้วย (Sparks, 2003) เช่นเดียวกับ นิพนธ์ (2548) ได้รายงานไว้ว่า สารกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนในดินได้มากนักน้อยเพียงใดขึ้นกับชนิด วิธีการใช้ และสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งฉีดพ่นลงสู่ดินโดยตรงจึงมีโอกาสมักมีการปนเปื้อนในดินได้มาก เมื่อสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดินแล้วจะถูกดูดซับไว้โดยเมล็ดดิน และบางส่วนสามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งในแนวดิ่งตามชั้นของดินและแนวนอน เมื่อปลูกพืชบนดินพืชสามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชตกค้างจากดินสู่ต้นพืชได้ การปลูกพืชทดสอบควรมีการจัดการวัชพืชโดยการถอนด้วยมือ เพื่อลดการแข่งขันระหว่างพืชทดสอบกับวัชพืชในการดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในดิน เมื่อพิจารณาการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกาดกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างอยู่ในดิน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าสารกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้แบบก่อนงอกในแต่ละชนิด มีการสลายตัวได้ในช่วงตลอดระยะเวลาของการปลูกถั่วเหลืองฝักสด (65 วัน) ทำให้ปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างอยู่ในดินมีความรุนแรงไม่มากพอที่เป็นอันตรายต่อพืชทดสอบได้ โดยที่ในการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางดิน มีความยาวนานของความ เป็นพิษเพื่อควบคุมวัชพืชได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งความคงทนของสารกำจัดวัชพืชในดินที่นานเกินไปจะส่งผลกระทบต่อพืชปลูกชนิดอื่น ๆ ที่ปลูกตามมา และอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ทั้งทางด้านอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน จะเห็นได้ว่า ช่วงปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม-ตุลาคม) มีฝนตกมากในช่วงต้นของการปลูกถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์) ของทั้งสองพื้นที่ (ตารางผนวกที่ 18-21) ซึ่งอาจจะทำให้สารกำจัดวัชพืชเกิดการสูญหายจากการถูกชะล้างของน้ำฝนส่งผลทำให้มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินลดลงไป

ตารางที่ 26 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ผักวางตุ้ง		แตงกวา		ข้าวโพดฝักอ่อน		ถั่วเหลืองฝักสด	
	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ ^{1/}	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ
1. Control	95	1	90	1	75	1	75	1
2. Hand weeding (at 30 days after planting)	90	1	90	1	80	1	80	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	90	1	80	1	80	1	80	1
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	95	1	80	1	80	1	80	1
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	90	1	95	1	85	1	90	1
6. metribuzin 56 g a.i. /rai								
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	95	1	75	1	80	1	85	1
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai								
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	90	1	85	1	75	1	80	1
F-test	ns		ns		ns		ns	
C.V. (%)	2.76		8.57		4.75		6.32	

^{1/} ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์
 ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 27 เปอร์เซ็นต์ความออกในสภาพไร่และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่ต่อพืชทดสอบ ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ.นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ผักกวางตุ้ง		แตงกวา		ข้าวโพดฝักอ่อน		ถั่วเหลืองฝักสด	
	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ ^{1/}	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ	ความงอก (%)	ความเป็นพิษ
1. Control	90	1	85	1	85	1	90	1
2. Hand weeding (at 30 days after planting)	90	1	85	1	90	1	85	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	80	1	85	1	85	1	85	1
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	75	1	85	1	90	1	85	1
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	80	1	95	1	90	1	85	1
6. metribuzin 56 g a.i. /rai								
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	75	1	95	1	85	1	80	1
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai								
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	80	1	90	1	85	1	85	1
F-test	ns		ns		ns		ns	
C.V. (%)	8.36		5.51		3.13		3.72	

^{1/} ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์
 ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สาเหตุจำเป็นที่ต้องมีการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดและความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด จากการศึกษาเกี่ยวกับสารกำจัดวัชพืชตกค้างในฝักผลไม้มัที่ส่งออก โดย Pena *et al.* (2002) ได้ทำการวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชจากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ส้ม และหน่อไม้ฝรั่ง โดยการใช้ GC-MS พบว่า มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืช 5 ชนิด ได้แก่ chlorbromuron, fluometuron, linuron, metobromuron และ monolinuron โดยพบสาร chlorbromuron ในปริมาณมากที่สุด ดังนั้น การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS จึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการส่งออก ให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดดังกล่าวข้างต้น ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ghosheh (2004) ได้รายงานว่าการใช้สาร metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ในการควบคุมวัชพืชในแปลงปลูกหอมหัวใหญ่ ไม่ส่งผลกระทบต่อผักกาดที่ปลูกในฤดูการปลูกถัดไป

จากความกังวลเกี่ยวกับผลตกค้างของสารเคมีในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดของประเทศผู้นำเข้ารายใหญ่ออย่างญี่ปุ่น จึงทำให้รัฐบาลญี่ปุ่นเข้มงวดในการใช้สารเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดมากขึ้น โดยได้กำหนดให้มีการใช้ระบบ positive list ของสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดขึ้น ระดับที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ การกำหนดปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limits; MRLs) ในถั่วเหลืองฝักสดที่นำเข้าในประเทศ (Srisombun and Shanmungasundaram, 2006) ทำให้บริษัทผู้ผลิตและผู้ส่งออกถั่วเหลืองฝักสดจำเป็นต้องมีมาตรการในการใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง ด้วยเหตุนี้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้า จึงควรมีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) โดยมุ่งเน้นการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานทั้งทางด้านโรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เพื่อลดจำนวนชนิดและปริมาณของศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรเท่าที่จำเป็นและใช้อย่างถูกต้อง ดังนั้น การศึกษาในขั้นตอนต่อไปจึงควรมีการพัฒนาการจัดการวัชพืชรวมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช แบบผสมผสานที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้าต่อไป

การทดลองที่ 5 การจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การศึกษาวิจัยในส่วนนี้เป็นการพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้า เพื่อสามารถสร้างความมั่นใจ สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีที่พัฒนาได้สู่เกษตรกร และผู้เกี่ยวข้องสามารถนำเทคโนโลยีไปปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งการพัฒนารูปแบบผสมผสานของการจัดการศัตรูพืช ในแต่ละฝ่าย (โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช) ได้มีการศึกษาวิจัยที่แตกต่างกัน โดยที่ทางด้านวัชพืชได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยทำการคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและไม่มีผลตกค้างในผลผลิตและในดิน เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร และสิ่งแวดล้อม ในส่วนของโรคพืชทำการศึกษาจุลินทรีย์ปฏิปักษ์สายพันธุ์ *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 และสารเคมีควบคุมเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชและส่งเสริมการเจริญเติบโต (คุณภาพและปริมาณผลผลิต) ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด และในส่วนของแมลงศัตรูพืชทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงในการควบคุมแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด เมื่อถึงระดับ action threshold เท่านั้น เพื่อลดการใช้สารเคมี และประยุกต์การใช้สมุนไพรในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

กรณีศึกษาประสิทธิภาพของระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืช โรคพืช และแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ซึ่งผลการทดลอง มีดังนี้

ก. ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืช

การศึกษาศักยภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (control) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองมากกว่าอย่างมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช ซึ่งจากการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช แสดงถึงความพอใจในภาพรวมของจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสดโดยการประเมินด้วยสายตา พบว่า ในแปลงทดลองของกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (control) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองในระดับที่ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ (หรือควบคุมวัชพืชได้ 0 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ การใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชสามารถควบคุมวัชพืชอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี กล่าวคือ การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ร่วมกับการจัดการศัตรูพืช โดยการคลุกเมล็ดก่อนปลูกเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 และ Imidacloprid (70% WS)

และพ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid, methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดา ที่ 50 วันหลังจากปลูกพืช (กรรมวิธีที่ 7) มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและการจัดการศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด (ตารางที่ 28) โดยที่ต้นถั่วมีอาการได้รับพิษ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 29) เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด ทั้งทางด้านความสูงต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น พบว่า มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 30) และให้ผลผลิตสูงสุด มีน้ำหนักของฝักจำหน่ายได้ 1,442 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 50) รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ร่วมกับการจัดการศัตรูพืช มีผลผลิตของฝักจำหน่ายได้ 1,428 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ช่วงแรกของการปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 7 วันหลังจากทำการปลูก จากการที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังปลูกถั่วเหลืองฝักสดทันที ปริมาณวัชพืชที่พบจึงยังมีปริมาณต่ำ (ตารางที่ 31) และเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 14 วัน พบปริมาณลำจำนวนวัชพืชเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ วัชพืชที่พบมากที่สุด ได้แก่ วัชพืชพวงกก ใบกว้าง และวงศ์หญ้า ตามลำดับ (ตารางที่ 32) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 21 วัน ปริมาณวัชพืชเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยวัชพืชสำคัญ คือ วัชพืชพวงกก ได้แก่ แห้วหมู นอกจากนี้ยังพบการระบาดของวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ ผักยาง และผักบุ้ง โดยในระยะนี้กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) พบจำนวนประชากรวัชพืชน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (ตารางที่ 33) ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 28 วัน ในระยะนี้พบวัชพืชมีการเจริญเติบโตแข่งกับการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด จำนวนและปริมาณวัชพืชจึงไม่เพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ พบจำนวนและปริมาณวัชพืชมากที่สุด (ตารางที่ 34) แต่ที่ 35 วันหลังจากปลูกพืช พบจำนวนและปริมาณวัชพืชน้อย เนื่องจากเมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 30 วัน ได้มีการกำจัดวัชพืชอีกครั้งโดยใช้จอบถาก เพราะประสิทธิภาพและผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชไม่สามารถควบคุมวัชพืชที่รอดชีวิตหรือวัชพืชที่เพิ่งงอกมีการเจริญเติบโตแข่งกับถั่วเหลืองฝักสดและส่งผลต่อผลผลิตได้ (ตารางที่ 35) ที่ 42 วันหลังจากปลูกพืช วัชพืชพวงกกเริ่มเข้ามามีปัญหา ได้แก่ แห้วหมู ซึ่งมีการงอกเจริญเติบโตเป็นต้นกล้ากระจายอยู่ทั่วแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด แต่ยังมีปริมาณไม่มาก ยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (ตารางที่ 36) และที่ 49 วันหลังจากปลูก วัชพืชเริ่มมีการเจริญเติบโตและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทั้งวัชพืชพวงกก หญ้า ใบกว้าง และพวงกก โดยในกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ พบวัชพืชมากที่สุด (ตารางที่ 37) ตลอดจนถึงที่ถั่วเหลืองฝักสดอายุ 56 วัน วัชพืชมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น วัชพืชที่สำคัญ ได้แก่ แห้วหมู และผักยาง ซึ่งขึ้นทั้งบนร่องปลูกและระหว่างร่องปลูก (ตารางที่ 38)

ข. ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมโรคพืช

โรคระบาดสำคัญที่พบในช่วงระยะแรกที่ 7 วันหลังจากปลูกพืช คือ โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และ โรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. ที่เกิดขึ้นกับใบเลี้ยงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด

พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปัจจัยใด ๆ (กรรมวิธีที่ 1) พบการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าและโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. สูงสุด ขณะที่กรรมวิธีที่คลุกเมล็ดด้วย *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าและโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่คลุกเมล็ดด้วย KPS46 ร่วมกับเชื้อไรโซเบียม และสาร mancozeb (กรรมวิธีที่ 4) และกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีอย่างสมบูรณ์ (กรรมวิธีที่ 2) เกิดโรคทั้ง 2 ชนิดอยู่ในระดับที่สูงกว่า (ตารางที่ 31) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 14 วัน โรคระบาดสำคัญที่พบในแปลงถั่วเหลืองฝักสดยังคงเป็นโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. แต่มีความรุนแรงสูงขึ้น กล่าวคือ ระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่คลุกเมล็ดด้วย *B. amyloliquefaciens* KPS46 (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) ยังคงมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมโรคดังกล่าว รองลงมา คือ เทคโนโลยีด้านโรคพืช (กรรมวิธีที่ 5) ส่วนกรรมวิธีดั้งเดิมที่เกษตรกรเคยปฏิบัติที่มีการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. ในกรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการใส่ปัจจัยใดๆ ที่มีการเกิดโรคสูงสุด (ตารางที่ 32) ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 21 วัน โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. หยุดการระบาดโดยไม่พบการระบาดในแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด แต่พบการระบาดของโรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่าง โดยมีระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกันไป (ตารางที่ 33) กรรมวิธีที่มีแนวโน้มดีที่สุดในการควบคุมโรคเหล่านี้ คือ กรรมวิธีทางด้านโรคพืชที่ใช้การคลุกเมล็ดร่วมกับการพ่นส่วนลำต้นถั่วเหลืองด้วยแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. amyloliquefaciens* KPS46 (กรรมวิธีที่ 5) รองลงมาคือ กรรมวิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีแบบสมบูรณ์ (กรรมวิธีที่ 2) มีความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่างสูงกว่า ส่วนกรรมวิธีดั้งเดิมที่เกษตรกรปฏิบัติมานั้น (กรรมวิธีที่ 4) พบการระบาดของโรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่าง ส่วนกรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมโรคพบการระบาดของโรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่าง (ตารางที่ 33) ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองอายุ 28 วัน โดยโรคยังคงเป็นโรคชนิดเดิม ได้แก่ โรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบ (ตารางที่ 34) ที่ 35 วันหลังจากปลูกพืช ช่วงระยะนี้ยังพบการระบาดของโรคชนิดเดิม ได้แก่ โรคแอนแทรคโนส และไวรัสใบด่าง และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี กรรมวิธีที่มีแนวโน้มในการควบคุมโรคทุกชนิดได้ดีที่สุด คือ ระบบการจัดการศัตรูพืชร่วมกับการจัดการวัชพืช (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) ซึ่งระบบการจัดการศัตรูพืชร่วมกับการจัดการวัชพืชยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคทุกชนิดได้ดีที่สุด (ตารางที่ 35) ต่อมาที่ 42 วันหลังจากปลูกพืช ความรุนแรงของโรคชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นจากเดิม และพบการระบาดของโรคใบจุดนูนเพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่มีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ระบบการจัดการศัตรูพืชร่วมกับการจัดการวัชพืช (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) โดยเกิดการระบาดของโรคแอนแทรคโนส ไวรัสใบด่าง และโรคใบจุดนูน รองลงมา คือ กรรมวิธีด้านโรคพืชที่มีการใช้ *B. amyloliquefaciens* KPS46 (ตารางที่ 36) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 49 วัน ความรุนแรงของโรคแต่ละชนิดเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 36) และที่ถั่วเหลืองฝักสดอายุ 56 วัน โรคที่สร้างความเสียหายสูงสุด คือ โรคแอนแทรคโนส รองลงมา คือ ไวรัสใบด่าง โดยที่กรรมวิธีที่มีการจัดการโรคพืช แมลงศัตรูพืช ร่วมกับการจัดการวัชพืช มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคทุกชนิดได้ดีที่สุด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 และ 4

ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีดังกล่าวมีการพ่นพืชมด้วย *B. amyloliquefaciens* KPS46 และสารสกัดจากสาหร่ายผสมกับ CaB ซึ่งให้ผลดีกว่ากรรมวิธีที่ใช้สารเคมีแบบสมบูรณ์ โดยกรรมวิธีที่มีการระบาดเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใดๆ (ตารางที่ 38)

ก. ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมแมลงศัตรูพืช

จากการสำรวจชนิดและจำนวนประชากรแมลง พบว่า เมื่อถั่วเหลืองฝักสด อายุได้ 14 วัน หลังจากการปลูกพืช เริ่มมีการระบาดของแมลงหลายชนิด เช่น หนอนแมลงวันเจาะลำต้น หนอนม้วนใบ ถั่วเหลือง และแมลงหวี่ขาว เป็นต้น ทั้งนี้ปริมาณแมลงดังกล่าวส่วนใหญ่ยังไม่เกินระดับ action threshold ที่กำหนดไว้จึงยังไม่มีกรควบคุม (ตารางที่ 32) และพบการระบาดของแมลงหวี่ขาวมีต่ำกว่าระดับ action threshold ที่กำหนดไว้ (1 ตัว/แถวยาว 1 เมตร) เกือบตลอดทั้งฤดูปลูก ยกเว้นในช่วง 42 วันหลังจากการปลูกพืช (ตารางที่ 36) พบแมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ ๆ เช่น หนอนเจาะฝัก และหนอนเจาะลำต้น ระบาดเพิ่มขึ้น และประชากรของ แมลงหวี่ขาวมีสูงกว่า action threshold ในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งมีการใช้สารฆ่าแมลงแบบดั้งเดิม ซึ่งทำให้สรุปได้ว่ากรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุกสัปดาห์ตลอดฤดูปลูก เป็นการใช้ สารกำจัดแมลงเกินความจำเป็น และเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุได้ 49 วันหลังการปลูกพืช (ตารางที่ 37) ในช่วงหลังจากนี้จะหยุดการพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชทุกชนิด และปริมาณแมลงส่วนใหญ่ไม่เกินระดับ action threshold ที่กำหนดไว้ แต่มีการฉีดพ่นสารสกัดสะเดาแทน

จากการศึกษาระบบการจัดการศัตรูถั่วเหลืองฝักสดในสภาพแปลงทดลอง เมื่อพิจารณาต้นทุน ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศัตรูพืชของแต่ละกรรมวิธีในข้างต้น พบว่า ระบบการจัดการถั่วเหลืองฝักสด แบบผสมผสานด้วยกรรมวิธีที่ 7 และ 6 มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 1,442 และ 1,428 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่มีค่าใช้จ่ายในการควบคุมศัตรูพืช เท่ากับ 1,097 และ 1,015 บาท ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้กรรมวิธีแบบดั้งเดิม (1,310 บาทต่อไร่) และกรรมวิธีที่มีการใช้ สารเคมีแบบสมบูรณ์ (1,768 บาทต่อไร่) ส่วนการใช้กรรมวิธีแบบดั้งเดิมร่วมกับด้านโรคพืชมีค่าใช้จ่าย ในการจัดการศัตรูพืชสูงสุด คือ 2,120 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 28 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิต
ถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี	ระดับในการควบคุมวัชพืช ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	2	3	3
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{5/}	1	4	5	6
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	2	3	3
5. [KPS46] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/}	1	2	3	3
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	2	2
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	2	2

^{1/} ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{4/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{5/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{6/} Applied at 0 days after planting

^{7/} Applied at 50 days after planting

ตารางที่ 29 การประเมินระดับความเป็นพิษของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ. นครปฐม

กรรมวิธี	อิทธิพลต่อถั่วเหลืองฝักสด ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	1	1	1
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{5/}	1	1	1	1
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	1	1	1
5. [KPS46] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/}	1	1	1	1
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	1	1
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	1	1

^{1/} อิทธิพลต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{4/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{5/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{6/} Applied at 0 days after planting

^{7/} Applied at 50 days after planting

ตารางที่ 30 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น ของถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะเก็บเกี่ยว ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี	Stem height (cm)	No. of node / plant	No. of branch / plant
1. Control	44.2	6	2
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Fungicides ^{3/}	35.9	6	3
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{3/}	34.0	7	3
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Fungicides ^{3/}	40.0	6	3
5. [KPS46] + KPS46 ^{2/} + [algae extract + CaB] ^{3/}	37.8	7	3
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{4/} + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Insecticides ^{3/} + Neem extract ^{5/}	38.8	7	3
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{4/} + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Insecticides ^{3/} + Neem extract ^{5/}	39.2	7	3

^{1/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{2/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{3/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{4/} Applied at 0 days after planting

^{5/} Applied at 50 days after planting

ตารางที่ 31 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟาง ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2,3/})			
	D	S	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	2	4	0	0	0	0	0	0	11	18	37	
2	3	2	0	0	0	0	0	0	7	9	35	
3	2	2	0	0	0	0	0	0	8	11	36	
4	2	2	0	0	0	0	0	0	9	10	34	
5	1	2	0	0	0	0	0	0	11	12	35	
6	-	1	0	0	0	0	0	0	3	1	31	
7	-	1	0	0	0	0	0	0	1	1	28	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.

Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 32 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 14 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2, 3/})		
	D	S	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge
1	6	5	1	1	0	0	0	0	15	20	35
2	3	3	0	0	0	0	0	0	8	14	37
3	5	4	0	1	0	0	0	0	10	16	34
4	2	3	0	1	0	0	0	0	9	13	36
5	2	2	0	1	0	0	0	0	10	15	36
6	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	32
7	2	1	0	0	0	0	0	0	2	3	29

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.
Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forsk. และ *Phyllanthus niruri* auct.
Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 33 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2,3/})			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	8	8	1	1	0	0	1	1	14	18	38	
2	6	5	0	0	0	0	0	0	9	11	35	
3	5	4	0	1	0	0	1	1	10	9	34	
4	3	2	0	1	0	0	1	0	13	12	32	
5	4	2	0	1	0	0	1	0	12	10	33	
6	4	2	0	0	0	0	0	0	2	2	33	
7	3	2	0	0	0	0	0	0	1	1	30	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.
Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.
Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 34 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2,3/})			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	11	15	0	1	1	0	1	0	12	15	32	
2	3	7	0	1	0	0	0	0	10	9	31	
3	3	10	0	1	1	0	1	0	11	12	33	
4	3	8	0	1	1	0	0	0	11	10	35	
5	2	6	0	1	1	0	1	0	10	11	31	
6	3	6	0	1	0	0	0	0	2	2	30	
7	2	6	0	1	0	0	0	0	2	2	27	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.
Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.
Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 35 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 35 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ²) ^{3/}			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	14	16	0	2*	0	0	0	0	10	13	30	
2	7	7	0	1	0	0	0	0	1	2	18	
3	8	10	0	1	0	0	0	0	2	3	20	
4	6	8	0	1	0	0	0	0	3	3	19	
5	4	7	0	1	0	0	0	0	2	3	15	
6	4	6	0	0	0	0	0	0	1	0	8	
7	4	6	0	0	0	0	0	0	1	0	7	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.

Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

* จำนวนแมลงสูงกว่าหรือเท่ากับระดับ action threshold

ตารางที่ 36 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}			Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2, 3/})			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge
1	20	16	0	2 [*]	0	2 [*]	0	0	11	19	37
2	8	8	0	1	0	1	0	0	8	10	35
3	10	10	0	1	0	1	0	0	8	11	34
4	9	9	0	1	0	2 [*]	0	0	9	10	36
5	9	7	0	1	0	2 [*]	0	0	11	13	35
6	8	7	0	0	0	1	0	0	3	1	32
7	8	7	0	0	0	1	0	0	1	1	30

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.

Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

* จำนวนแมลงสูงกว่าหรือเท่ากับระดับ action threshold

ตารางที่ 37 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฝักสดที่ 49 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเจตรือน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ² 3/)			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	23	18	0	0	0	0	0	0	14	19	34	
2	11	8	0	0	0	0	0	0	9	13	34	
3	13	11	0	0	0	0	0	0	9	15	36	
4	13	9	0	0	0	0	0	0	9	16	36	
5	11	8	0	0	0	0	0	0	10	14	34	
6	12	8	0	0	0	0	0	0	2	2	32	
7	11	8	0	0	0	0	0	0	2	3	31	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.
Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.
Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 38 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวหลังฝนที่ 56 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ²) ^{3/}			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	29	18	0	0	0	0	0	0	15	19	34	
2	19	9	0	0	0	0	0	0	10	9	32	
3	23	11	0	0	0	0	0	0	11	11	31	
4	19	10	0	0	0	0	0	0	10	10	30	
5	19	9	0	0	0	0	0	0	11	12	33	
6	17	9	0	0	0	0	0	0	2	2	30	
7	17	9	0	0	0	0	0	0	2	2	30	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Brachiaria distachya* Stapf., *Chloris barbata* Sw., *Dactyloctenium aegyptium* L., *Dichanthium annulatum* Stapf., *Digitaria ciliaris* Retz.Koel., *Echinochloa colona* Link., *Eleusine indica* Gaertn., *Eriochloa procera* Steud., *Leersia hexandra* Swz. และ *Leptochloa chinensis* L. Nees.
Broadleaf = *Cleome rutidosperma* DC., *Cleome viscosa* L., *Eclipta prostrata* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Ipomoea aquatica* Forssk. และ *Phyllanthus niruri* auct.
Sedge = *Cyperus rotundus* L.

กรณีศึกษาประสิทธิภาพของระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืช โรคพืช และแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ซึ่งผลการทดลอง มีดังนี้

ก. ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืช

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชรวมกับการจัดการศัตรูพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชรวมกับการจัดการศัตรูพืช มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (control) จากการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช แสดงถึงความพอใจในภาพรวมของจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสดโดยการประเมินด้วยสายตา พบว่า ในแปลงทดลองของกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (control) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองมาก ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ (หรือควบคุมวัชพืชได้ 0 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่า สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดสามารถควบคุมวัชพืชอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี กล่าวคือ การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ รวมกับการจัดการศัตรูพืช โดยการคลุกเมล็ดก่อนปลูกเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 และ Imidacloprid (70% WS) และพ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid, methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดาที่ 50 วันหลังจากการปลูกพืช (กรรมวิธีที่ 7) มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและการจัดการศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด (ตารางที่ 39) โดยที่ต้นถั่วเหลืองฝักสดแสดงอาการได้รับพิษ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 40) เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสดทั้งทางด้านความสูงต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น พบว่า มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 41) และให้ผลผลิตสูงสุด มีผลผลิตของฝักจำหน่ายได้ 1,484 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 50) รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ รวมกับการจัดการศัตรูพืช มีผลผลิตของฝักที่จำหน่ายได้ 1,455 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจำนวนประชากรและปริมาณของวัชพืชในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 7 วันหลังจากปลูกพืช จากการที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังปลูกถั่วเหลืองฝักสดทันที ปริมาณวัชพืชที่พบจึงยังมีปริมาณต่ำ (ตารางที่ 42) และเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 14 วัน พบปริมาณจำนวนวัชพืชเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ วัชพืชที่พบมากที่สุด ได้แก่ วัชพืชพวกกก และวงศ์หญ้า ตามลำดับ ได้แก่ แห้วหนู และหญ้าโย่ง (ตารางที่ 43) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 21 วัน ปริมาณวัชพืชเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยวัชพืชที่เป็นปัญหาหลักคือ วัชพืชพวกกก ได้แก่ แห้วหนู นอกจากนี้ยังพบการระบาดของวัชพืชวงศ์หญ้า ได้แก่ หญ้าโย่ง โดยในระบายนีกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชรวมกับการจัดการศัตรูพืช (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) พบจำนวนประชากรวัชพืช

น้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (ตารางที่ 44) ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 28 วัน ในระยะนี้พบวัชพืชมีการเจริญเติบโตแข่งกับการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด จำนวนและปริมาณวัชพืชจึงไม่เพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ พบจำนวนและปริมาณวัชพืชมากที่สุด (ตารางที่ 45) แต่ที่เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 35 วัน จำนวนและปริมาณวัชพืชในระยะนี้พบน้อยมาก เนื่องจากเมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 30 วัน ได้มีการกำจัดวัชพืชอีกครั้งโดยใช้จอบตาก เพราะประสิทธิภาพและผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชไม่สามารถควบคุมวัชพืชที่รอดชีวิตหรือวัชพืชที่เพิ่งงอกจะเจริญเติบโตแข่งกับถั่วเหลืองฝักสดและส่งผลต่อผลผลิตได้ (ตารางที่ 46) ที่ 42 วันหลังจากปลูกพืช วัชพืชพอกกอกที่เป็นปัญหาหลัก ได้แก่ เห็บหมู และวัชพืชวงศ์หญ้า ได้แก่ หญ้าโขง ซึ่งมีการงอกเจริญเติบโตเป็นต้นกล้ากระจายอยู่ทั่วแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด แต่ยังมีปริมาณไม่มาก ยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (ตารางที่ 47) ที่ 49 วันหลังจากปลูกพืช วัชพืชเริ่มมีการเจริญเติบโตและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทั้งวัชพืชพอกกอก หญ้าโขง และพอกกอก โดยในกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ พบวัชพืชมากที่สุด (ตารางที่ 48) ตลอดจนเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 56 วัน จำนวนประชากรของวัชพืชยังคงมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งวัชพืชที่เป็นปัญหาหลัก ได้แก่ เห็บหมู และหญ้าโขง (ตารางที่ 49)

ข. ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมโรคพืช

โรคระบาดสำคัญที่ 7 หลังจากปลูกพืช พบโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และโรคแอนแทรคโนส ที่เกิดขึ้นกับใบเลี้ยงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด พบว่า กรรมวิธีที่คลุกเมล็ดด้วย *B. amyloliquefaciens* KPS46 (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าและโรคแอนแทรคโนส ได้ดีที่สุดในขณะที่เทคโนโลยีด้านโรคพืชที่คลุกเมล็ดด้วย KPS46 (กรรมวิธีที่ 5) และกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีอย่างสมบูรณ์ (กรรมวิธีที่ 2) พบการเกิดโรคทั้ง 2 ชนิดรองลงมา ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปัจจัยใดๆ (กรรมวิธีที่ 1) พบการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าและโรคแอนแทรคโนส (ตารางที่ 42) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 14 วัน โรคระบาดสำคัญที่พบในแปลงถั่วเหลืองฝักสดยังคงเป็นโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และโรคแอนแทรคโนส โรคที่พบจะเป็นโรคเดิมแต่มีความรุนแรงสูงขึ้น (ตารางที่ 43) ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 21 วัน โรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. หยุดการระบาดโดยไม่พบการระบาดของโรคชนิดดังกล่าว แต่ในระยะนี้พบการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. โรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่าง โดยมีระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกันไป กรรมวิธีที่มีแนวโน้มดีที่สุดในการควบคุมโรคเหล่านี้ คือ การคลุกเมล็ดร่วมกับการพ่นส่วนลำต้นถั่วเหลืองด้วยแบคทีเรียปฏิชีวนะ *B. amyloliquefaciens* KPS46 (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีแบบสมบูรณ์ (กรรมวิธีที่ 2) มีความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนส และโรคไวรัสใบด่างสูงกว่า ส่วนกรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมโรคพบการระบาดของโรคแอนแทรคโนส โรคไวรัสใบด่าง และโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. มากที่สุด และเนื่องจากการประเมินผลที่ 14 วันที่ผ่านมาพบการระบาดของแมลงหิวข้าวจึงเป็นเหตุให้โรคไวรัสเริ่มมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (ตารางที่ 44) ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 28 วัน เป็นระยะที่ถั่วเหลืองฝักสดเริ่มออกดอกและเป็นช่วงที่ถั่วเหลืองฝักสดอ่อนแอต่อการเข้าทำลาย

ของโรค โดยโรคยังคงเป็นโรคชนิดเดิม ได้แก่ โรคแอนแทรคโนส โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และไวรัสใบด่าง เข้าทำลายในระยะนี้รุนแรงมากกว่าเดิม ยกเว้นโรคแอนแทรคโนสที่ความรุนแรงของโรคลดลงอย่างมาก (ตารางที่ 45) ที่ 35 วันหลังจากปลูกพืช ช่วงระยะนี้ยังพบการระบาดของโรคชนิดเดิม ได้แก่ โรคแอนแทรคโนส โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และไวรัสใบด่าง และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยเฉพาะโรคแอนแทรคโนส กรรมวิธีที่มีแนวโน้มในการควบคุมโรคทุกชนิดได้ดีที่สุด คือ กรรมวิธีที่ 6 และ 7 ซึ่งระบบการจัดการศัตรูพืชรวมกับการจัดการวัชพืช ยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคทุกชนิดได้ดีที่สุด รองลงมา คือ เทคโนโลยีและกระบวนการทางด้านโรคพืช ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีดังกล่าวเป็นกรรมวิธีที่คลุกเมล็ดและพ่นด้วย *B. amyloliquefaciens* KPS46 ซึ่งให้ผลการควบคุมโรคได้ดีมาตั้งแต่สัปดาห์ที่ผ่านมา ในขณะที่กรรมวิธีใช้สารเคมีแบบสมบูรณ์และกรรมวิธีแบบดั้งเดิม (กรรมวิธีที่ 2 และ 3) พบว่า ในสัปดาห์นี้ความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้โรคไวรัสใบด่าง มีการระบาดอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 46) ต่อมาที่ 42 วันหลังจากปลูกพืช พบการเกิดโรคนิคมต่าง ๆ ส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นจากเดิม โดยโรคทุกชนิดมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น กรรมวิธีที่มีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีที่สุดยังคงเป็นกรรมวิธีที่ 6 และ 7 เช่นเดิม โดยเกิดการระบาดของโรคแอนแทรคโนส โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และไวรัสใบด่าง รองลงมา คือ กรรมวิธีที่มีการใช้ *B. amyloliquefaciens* KPS46 ร่วมกับกรรมวิธีแบบดั้งเดิม (กรรมวิธีที่ 4) ในสัปดาห์นี้ทุกกรรมวิธีที่มีการพ่น *B. amyloliquefaciens* KPS46 มีความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสลดลงจากสัปดาห์ที่ผ่านมา ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากประสิทธิภาพของ *B. amyloliquefaciens* KPS46 ที่สามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรคโนสได้ และยังสามารถชักนำความต้านทานของถั่วเหลืองฝักสดให้สูงขึ้นอีกด้วย (ตารางที่ 47) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 49 วัน ความรุนแรงของโรคนิคมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น โดยระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (กรรมวิธีที่ 6 และ 7) และเทคโนโลยีทางด้านโรคพืช (กรรมวิธีที่ 5) มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรคโนส โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และไวรัสใบด่างได้ดีที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้สารเคมีอย่างสมบูรณ์ (กรรมวิธีที่ 2) พบการเกิดโรคทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้น ส่วนกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (กรรมวิธีที่ 1) พบโรคมากที่สุด (ตารางที่ 48) และเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 56 วัน เป็นสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บเกี่ยวโรคที่สร้างความเสียหายสูงสุด คือ โรคแอนแทรคโนส โดยกรรมวิธีที่มีการระบาดเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (กรรมวิธีที่ 1) เกิดโรคแอนแทรคโนส โรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Sclerotium* sp. และไวรัสใบด่างเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่แล้ว ในขณะที่กรรมวิธีที่ 6 และ 7 คือ ระบบการจัดการโรคพืชรวมกับการจัดการวัชพืช มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคทุกชนิดได้ดีที่สุด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 4 และ 5 พบ ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีดังกล่าวมีการพ่นพืชด้วย *B. amyloliquefaciens* KPS46 และสารสกัดจากสาหร่ายผสมกับ CaB ซึ่งให้ผลดีกว่ากรรมวิธีที่ 2 คือ ใช้สารเคมีแบบสมบูรณ์ (ตารางที่ 49) จนกระทั่งเมื่อถั่วเหลืองฝักสดถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 65 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตทำการประเมินความรุนแรงของโรคนิคมต่าง ๆ อีกครั้ง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีความรุนแรงของโรคเพิ่มมากขึ้น โดยกรรมวิธีที่ 7, 6, 5 และ 4 ที่ใช้ *B. amyloliquefaciens* KPS46 ร่วมด้วยมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคนิคมต่าง ๆ ได้ดีที่สุด

ค. ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมแมลงศัตรูพืช

การศึกษาด้านแมลงศัตรูพืชจากแปลงทดลอง พบว่า ในช่วงการทดลองมีประชากรของแมลงศัตรูพืชมาก่อนข้างน้อย แมลงสำคัญที่พบสูงกว่าระดับ action threshold ที่กำหนดไว้มีเพียง 2 ชนิด คือ แมลงหวี่ขาว (*Bemisia tabaci*) แมลงปากดูดขนาดเล็กซึ่งสามารถเป็นพาหะนำโรคไวรัสของถั่วเหลืองฝักสด เช่น โรคใบด่างเหลือง และโรคใบยอดย่น และหนอนเจาะฝักชนิด *Helicoverpa armigera* ซึ่งเป็นหนอนผีเสื้อที่มีพืชอาหารหลายชนิด รวมทั้งข้าวโพด ข้าวฟ่าง และฝ้าย เป็นต้น จากการสำรวจชนิดและจำนวนประชากรแมลงพบว่า จำนวนแมลงหวี่ขาวมีต่ำกว่าระดับ action threshold ที่กำหนดไว้ (1 ตัว/แถวยาว 1 เมตร) เกือบตลอดทั้งฤดูปลูก ยกเว้นในช่วง 42 วันหลังจากการปลูกพืช (ตารางที่ 47) ประชากรของแมลงหวี่ขาวมีสูงกว่า action threshold ในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งมีการใช้สารฆ่าแมลงแบบดั้งเดิม ซึ่งทำให้สรุปได้ว่า กรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงทุกสัปดาห์ตลอดฤดูปลูก เป็นการใช้สารกำจัดแมลงเกินความจำเป็น

ทั้งนี้จากการศึกษาการจัดการศัตรูถั่วเหลืองฝักสดในสภาพแปลงทดลอง พบว่า ระบบการจัดการถั่วเหลืองฝักสดแบบผสมผสาน มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,484 และ 1,455 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าใช้จ่ายในการควบคุมศัตรูพืชเท่ากับ 1,097 และ 1,015 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่ากรรมวิธีแบบดั้งเดิม (1,310 บาทต่อไร่) และกรรมวิธีที่มีการใช้สารเคมีแบบสมบูรณ์ (1,768 บาทต่อไร่) ส่วนกรรมวิธีแบบดั้งเดิมร่วมกับด้านโรคพืชมีค่าใช้จ่ายในการจัดการศัตรูพืชสูงสุดคือ 2,120 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 50) จะเห็นได้ว่า กรรมวิธีแบบผสมผสานด้วยกรรมวิธีที่ 7 และ 6 ให้ผลตอบแทนสุทธิ (profit) ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ที่ได้นำมาใช้ในการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่มีการจัดการด้านแมลงศัตรูพืชและโรคพืชร่วมกับการจัดการวัชพืชเข้าด้วยกัน ซึ่งจากการดำเนินการวิจัยของแต่ละฝ่าย ทำให้ได้ระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับถั่วเหลืองฝักสดที่มีประสิทธิภาพมากทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต สามารถช่วยลดปริมาณประชากรศัตรูพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด มีการใช้สารเคมีในการจัดการศัตรูพืชเท่าที่จำเป็นและใช้อย่างถูกต้อง เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มมูลค่าผลตอบแทน (กรมวิชาการเกษตร, 2547) รวมทั้งยังเป็นระบบการผลิตที่มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ซึ่งระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดแบบผสมผสานนี้ สามารถนำไปพัฒนาและปรับใช้ให้แก่เกษตรกรไปจนถึงกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่มีการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกต่อไป

ตารางที่ 39 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิต
ถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี	ระดับในการควบคุมวัชพืช ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	2	3	3
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{5/}	1	4	5	6
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	2	3	3
5. [KPS46] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/}	1	2	3	3
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	2	2
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	1	2

^{1/} ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{4/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{5/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{6/} Applied at 0 days after planting

^{7/} Applied at 50 days after planting

ตารางที่ 40 การประเมินระดับความเป็นพิษของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี	อิทธิพลต่อถั่วเหลืองฝักสด ^{1/}			
	7 DAA ^{2/}	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	1	1	1
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{5/}	1	1	1	1
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	1	1	1
5. [KPS46] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/}	1	1	1	1
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	1	1
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	1	1

^{1/} อิทธิพลต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์

^{2/} DAA = Days after herbicide application

^{3/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{4/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{5/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{6/} Applied at 0 days after planting

^{7/} Applied at 50 days after planting

ตารางที่ 41 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น ของถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะเก็บเกี่ยว ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี	Stem height (cm)	No. of node / plant	No. of branch / plant
1. Control	41.0	6	2
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Fungicides ^{3/}	32.2	6	3
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{3/}	37.1	6	3
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Fungicides ^{3/}	34.7	6	3
5. [KPS46] + KPS46 ^{2/} + [algae extract + CaB] ^{3/}	34.7	6	3
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{4/} + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Insecticides ^{3/} + Neem extract ^{5/}	35.1	7	3
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{4/} + KPS46 ^{1/} + [algae extract + CaB] ^{2/} + Insecticides ^{3/} + Neem extract ^{5/}	35.6	7	3

^{1/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{2/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{3/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{4/} Applied at 0 days after planting

^{5/} Applied at 50 days after planting

ตารางที่ 42 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}			Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m) ^{2 3/}			
	D	S	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge
1	8	7	0	0	0	0	0	0	6	1	5
2	3	5	0	0	0	0	0	0	4	0	4
3	4	4	0	0	0	0	0	0	5	0	4
4	2	3	0	0	0	0	0	0	5	0	4
5	3	2	0	0	0	0	0	0	5	0	4
6	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	4
7	2	3	0	0	0	0	0	0	1	0	3

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthonose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 43 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 14 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m) ^{2, 3/}			
	D	S	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	9	11	0	1	0	0	0	0	8	1	9	
2	5	5	0	0	0	0	0	0	6	1	8	
3	5	4	0	1	0	0	0	0	7	1	8	
4	4	3	0	1	0	0	0	0	5	1	7	
5	4	4	0	1	0	0	0	0	7	1	8	
6	3	5	0	0	0	0	0	0	2	0	8	
7	3	5	0	0	0	0	0	0	2	0	7	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 44 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 21 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ²) ^{3/}			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	8	6	0	1	0	0	0	0	7	3	18	
2	4	1	0	0	0	0	0	0	5	2	16	
3	4	3	0	1	0	0	0	0	6	2	17	
4	3	1	0	1	0	0	0	0	6	2	16	
5	2	1	0	1	0	0	0	0	7	3	17	
6	2	2	0	0	0	0	0	0	2	1	15	
7	2	2	0	0	0	0	0	0	2	1	16	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rotboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L. และ *Lagascea mollis* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 45 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2, 3/})			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	14	10	0	0	0	0	0	0	9	4	22	
2	4	4	0	1	0	0	0	0	5	3	20	
3	4	1	0	0	0	0	0	0	7	3	21	
4	3	3	0	1	0	0	0	0	6	2	20	
5	4	4	0	0	0	0	0	0	8	3	21	
6	3	4	0	1	0	0	0	0	2	1	17	
7	3	4	0	1	0	0	0	0	2	1	16	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rotboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L. และ *Lagascea mollis* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 46 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 35 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2,3/})			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	21	12	0	1	0	2 [*]	0	0	2	1	4	
2	12	10	0	1	0	1	0	0	1	0	3	
3	14	12	0	1	0	2 [*]	0	0	1	0	3	
4	12	8	0	1	0	1	0	0	1	0	3	
5	12	9	0	1	0	2 [*]	0	0	2	0	4	
6	10	7	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
7	10	7	0	1	0	1	0	0	0	0	1	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthonose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

* จำนวนแมลงสูงกว่าหรือเท่ากับระดับ action threshold

ตารางที่ 47 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ²) ^{3/}			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	25	21	0	2*	0	2*	0	0	7	1	6	
2	13	16	0	1	0	2*	0	0	4	1	5	
3	12	13	0	1	0	2*	0	0	5	1	4	
4	11	10	0	2*	0	3*	0	0	5	2	4	
5	11	10	0	2*	0	2*	0	0	5	2	5	
6	9	8	0	1	0	2*	0	0	2	1	4	
7	9	8	0	1	0	2*	0	0	2	1	3	

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธีแสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rotboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L. และ *Lagasea mollis* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

* จำนวนแมลงสูงกว่าหรือเท่ากับระดับ action threshold

ตารางที่ 48 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}			Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m) ^{2,3/}			
	An	M	BF	WF	L	PB	BL	C	Grass	Broadleaf	Sedge
1	14	22	0	1	0	0	0	0	8	1	9
2	8	17	0	1	0	1	0	0	5	1	8
3	14	14	0	1	0	0	0	0	7	1	7
4	8	3	0	1	0	1	0	0	6	2	7
5	9	3	0	1	0	1	0	0	7	2	8
6	2	6	0	1	0	1	0	0	2	1	8
7	2	5	0	1	0	1	0	0	2	1	7

^{1/} รายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี แสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L. และ *Lagascea mollis* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 49 ประสิทธิภาพของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมศัตรูพืชในการผลิตข้าวเหลืองฟางที่ 56 วันหลังจากปลูกพืช
ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

กรรมวิธี ^{1/}	Disease incidence (%) ^{2/}				Insect incidence ^{2/}				Weed population density (per m ^{2,3/})			
	An	M	BF	WF	L	PB	OBL	C	Grass	Broadleaf	Sedge	
1	17	25	0	1	0	0	0	0	7	2	15	
2	9	22	0	1	0	1	0	0	6	2	13	
3	13	14	0	1	0	0	0	0	6	2	13	
4	9	5	0	1	0	1	0	0	5	1	12	
5	8	7	0	1	0	1	0	0	7	2	14	
6	2	7	0	1	0	1	0	0	3	1	12	
7	2	7	0	1	0	1	0	0	2	1	11	

^{1/} รายละเอียดกรรมวิธีแสดงในตารางที่ 4

^{2/} An = Anthanose, M = Mosaic, BF = Bean fly, WF = White fly, L = Leafhopper, PB = Pod borer, BL = Bean leaf roller, C = Cut worm

^{3/} Grass = *Commelin diffusa* Burm.f. และ *Rottboellia cochinchinensis* W.D. Clayton.

Broadleaf = *Euphorbia heterophylla* L. และ *Lagascea mollis* L.

Sedge = *Cyperus rotundus* L.

ตารางที่ 50 ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ และต้นทุนในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (กิโลกรัมต่อไร่) ^{1/}		ต้นทุน ^{2/} (บาทต่อไร่)
	AVRDC	Suwan Farm	
1. Control	675 a ^{3/}	875 a	-
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{4/} + [algae extract + CaB] ^{5/} + Fungicides ^{6/}	1,003 b	1,098 b	1,768
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{6/}	1,161 bc	1,210 bc	1,310
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{4/} + [algae extract + CaB] ^{5/} + Fungicides ^{6/}	1,171 bc	1,210 bc	2,120
5. [KPS46] + KPS46 ^{4/} + [algae extract + CaB] ^{5/}	1,109 bc	1,206 bc	810
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{7/} + KPS46 ^{4/} + [algae extract + CaB] ^{5/} + Insecticides ^{6/} + Neem extract ^{8/}	1,428 c	1,455 c	1,015
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{7/} + KPS46 ^{4/} + [algae extract + CaB] ^{5/} + Insecticides ^{6/} + Neem extract ^{8/}	1,442 c	1,484 c	1,097

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณผลผลิต คือ (ผลผลิตของชุดทดลอง x 1,600) / พื้นที่ปลูก

^{2/} สูตรที่ใช้คิดต้นทุน โดยที่ค่าแรงงานคำนวณจาก per-man-day ส่วนสารกำจัดศัตรูพืช คิดต้นทุนจากราคาจำหน่ายในท้องตลาด

^{3/} ตัวอักษรเหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{4/} Applied at 15, 30 and 45 days after planting

^{5/} Applied at 30 and 45 days after planting

^{6/} Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

^{7/} Applied at 0 days after planting

^{8/} Applied at 50 days after planting

จากการศึกษาประสิทธิภาพและตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เริ่มทำการสำรวจชนิดของวัชพืชที่เป็นปัญหาหลักในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบวัชพืชที่อยู่บนดิน (above-ground weed) และเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน (weed seed bank) ที่เป็นปัญหาหลัก ส่วนใหญ่เป็นวัชพืชชนิดเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนประชากรของวัชพืชที่พบอยู่ในสภาพบนดินมีจำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชน้อยกว่าที่พบอยู่บนดิน จากการที่จำนวนประชากรของวัชพืชและชนิดของวัชพืชในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันไป ดังนั้นวิธีการที่นำไปใช้ในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละพื้นที่ จึงมีวิธีการจัดการวัชพืชที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้วัชพืชบางชนิดอาจจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทำความเสียหายกับถั่วเหลืองฝักสด จึงได้ทำการศึกษาชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ เพื่อทำการป้องกันกำจัดวัชพืชไม่ให้成为แหล่งสะสมโรคและแมลงศัตรูพืช ต่อมาจึงทำการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ สำหรับการควบคุมกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยทำการคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดใน การควบคุมวัชพืช (สารผสมของ metribuzin + pendimethalin และสาร metribuzin) ซึ่งสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีกลไกการทำลายพืชที่แตกต่างกันออกไป จึงควรมีการใช้สลับหมุนเวียนกันไปเพื่อลดปัญหาการเกิดวัชพืชต้านทานสาร (หรือคือยา) นอกจากนี้การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดิมซ้ำ ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจจะมีผลตกค้างในสภาพแวดล้อม ในสถานการณ์ปัจจุบัน การผลิตถั่วเหลืองฝักสดจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปตามข้อกำหนดสากล โดยเฉพาะในเรื่องการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ได้มีการกำหนดปริมาณสารตกค้างขั้นสูงสุดที่ยินยอมให้มีได้ในผลผลิตทางการเกษตรและสินค้าแปรรูป (Maximum residue limits, MRLs) จึงได้ทำการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีผลกระทบตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ตลอดจนทำการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีผลกระทบตกค้างในดิน โดยวิธี bioassay test เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดียวกันในพื้นที่เดิม ส่งผลให้ปริมาณสารชนิดนั้นมีปริมาณสูงขึ้นจนกระทั่งเป็นพิษต่อพืชปลูก ดังนั้น จึงควรมีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ หมุนเวียนสลับหรือทดแทนกันไปในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด หรือใช้ระบบการปลูกพืชหมุนเวียน เป็นการสลับการใช้สารกำจัดวัชพืช เพื่อลดการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในฤดูถัดไป นอกจากนี้ในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่มีการจัดการด้านวัชพืช ร่วมกับการจัดการทางด้านโรคพืชและแมลงศัตรูพืชเข้าด้วยกัน สามารถจัดเป็นโปรแกรมแบบผสมผสานที่ช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี โดยคำนึงถึงความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ที่ช่วยทำให้จำนวนประชากรของวัชพืชและศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ลดลงไปได้

การศึกษาในขั้นต่อไป ได้นำองค์ความรู้จากการศึกษาในด้านการจัดการวัชพืชไปใช้พัฒนาร่วมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช โดยดำเนินการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผลให้เกิดความแน่นอน ทำให้ได้ระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการพัฒนารูปแบบผสมผสานของการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการจัดการทางด้านวัชพืชร่วมกับการจัดการทางด้านโรคพืชและแมลงศัตรูพืช เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้าต่อไป และสามารถส่งเสริมเทคโนโลยีที่พัฒนาได้สู่กลุ่มเกษตรกรที่ได้ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน และลำปาง เป็นต้น ซึ่งเป็นพื้นที่หลักในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งจะทำให้การปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชหลักในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) ส่วนเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบน ได้แก่ กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ เป็นต้น มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชรองและบำรุงดินหลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) นอกจากนี้ การปลูกถั่วเหลืองฝักสดสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังพื้นที่บางจังหวัดในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ลพบุรี สระบุรี อ่างทอง นครปฐม และนครราชสีมา เป็นต้น สามารถที่จะทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้และให้ผลผลิตที่ดีได้เช่นกัน ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้เพียงพอสำหรับการส่งออกได้มากยิ่งขึ้นต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในการศึกษาการพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด สามารถสรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้

1. จำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชที่เป็นปัญหาหลักที่อยู่บนดิน (above-ground weed) พบมากกว่าเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดิน (weed seed bank) แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนประชากรและชนิดของวัชพืชมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล

2. วัชพืชบางชนิดที่เป็นพืชอาศัย (alternate-host) ของเชื้อสาเหตุโรคพืช ได้แก่ ผักยาง เป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Oidiopsis* sp. ไมยราบไร้หนาม เป็นพืชอาศัยของ *Cercospora* sp. และแห้วหมู เป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส *Puccinia philippinensis* เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ชนิดของวัชพืชที่เป็นที่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพพื้นที่และฤดูกาล

3. การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ

4. การตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS พบว่าค่าปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ตรวจพบในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดต่ำกว่าระดับที่ใช้เป็นมาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ (MRLs < 0.01 ppm) ส่วนการตรวจหาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test พบว่าพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดฝักอ่อน แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด สามารถงอกในสภาพไร้อากาศได้เป็นปกติ และไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชในฤดูกาลก่อนหน้านี้

5. การจัดการด้านวัชพืชร่วมกับการจัดการโรคพืชและแมลงศัตรูพืช โดยการคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 และ Imidacloprid (70% WS) ร่วมกับการพ่นสารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หรือสาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หลังจากทำการปลูกทันที พ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid และ methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดา ที่ 50 วันหลังจากปลูกพืช มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูงที่สุดมากถึง 1,428 - 1,484 กิโลกรัมต่อไร่

ข้อเสนอแนะ

การจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดร่วมกับระบบการจัดการทางด้านโรคพืชและแมลงศัตรูพืช สามารถควบคุมวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าไม่มีการควบคุมวัชพืช ๆ เหล่านี้จะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรูพืชตามมาได้ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชปลูกได้ การพัฒนาสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกันนั้น เพื่อแนะนำให้ผู้ปลูกได้มีทางเลือกไม่ให้เกิดการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดียวกันซ้ำ ๆ ในพื้นที่เดิม สามารถนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ทดแทนสลับกันในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช ทำให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองฝักสด. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา:

<http://210.246.186.28/fieldcrops/vsoy/index.htm>, 18 มีนาคม 2549.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งแก่เกษตรกรด้านการป้องกันและกำจัด

ศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน (IPM) ในพื้นที่ที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชปริมาณมาก. แหล่งที่มา:

http://210.246.186.28/fieldcrops/ipm/th/books/cabi_natural_enemies_2_3/book_1.htm,

1 ธันวาคม 2550.

กรุง สิตะชนิ และ สิริกุล วะสี. 2538. ถั่วแระญี่ปุ่น หรือถั่วเหลืองฝักสด. แหล่งที่มา:

<http://www.bkk.cedis.or.th/download/pdf/soybean.pdf>, 27 มีนาคม 2550.

ชลีพร เคหะศีลพิทักษ์. 2550. คำแนะนำการป้องกันและกำจัดวัชพืชในพืชตระกูลถั่ว. แหล่งที่มา:

<http://agriqua.doae.go.th/plantclinic/clinic/other/weed/nut.pdf>, 13 ตุลาคม 2550.

ทศพล พรพรหม. 2545. สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2548. รายงานความก้าวหน้า เรื่องการสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในมิติสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: พื้นฐานและวิธีการใช้.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิรัช คงจำ และ ทรงพล สุโพธิ์. 2550. คลินิกพืช: ถั่วเหลือง. แหล่งที่มา:

<http://agriqua.doae.go.th/plantclinic/clinic/plant/index.html>, 15 ธันวาคม 2550.

สุดฤดี ประเทืองวงศ์, สมศิริ แสงโชติ, สุรเชษฐ จามรमान, วิบูลย์ จงรัตนเมธิกุล, พัฒนา สุขประเสริฐ, สุวิภา พัฒนเกียรติ, ทศพล พรพรหม และ สาวิตร์ มีชัย. 2547. รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการศัตรูถั่วเหลืองด้วยวิธีผสมผสาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. **สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด**. มกอช. 9002-2549.

ศรีสมร พิทักษ์ และ เดือนจิตต์ สัตยวิรุทธิ์. 2540. **แมลงศัตรูข้าวเหลืองและการป้องกันกำจัด**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Abdur R., P. Sharma and I. Evans. 2001. **Plant Bioassay Techniques for Detecting and Identifying Herbicide Residues in Soil**. Available Source:
www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/1378_TEST_FOR_RESIDUES.PDF, May 4, 2007

Albero, B., C. Sanchez-Brunete, A. Donoso and L. Tadeo. 2004. Determination of herbicide residues in juice by matrix solid-phase dispersion and gas chromatography-mass spectrometry.
Chromatography A. 1,043: 127-133.

Burrill, L.C., J. Cardenas and E. Locatelli. 1976. **Field manual for weed control research**. International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis.

EPA. 2004. **Reregistration Eligibility Decision (RED) metribuzin**. Available Source:
<http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/0181red.pdf>, May 17, 2006

EPA. 2004. **Reregistration Eligibility Decision (RED) pendimethalin**. Available Source:
<http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/0187red.pdf>, May 17, 2006

EPA. 2007. **Reregistration Eligibility Decision (RED) clomazone**. Available Source:
http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/clomazone/clomazone_summary.pdf, October 7, 2007

Ghosheh, H.Z. 2004. Single herbicide treatments for control of broadleaved weed in onion (*Allium cepa*).
Crop Protect. 23: 539-542.

Kawasaki, J. 2002. **Provisional Translation from Japanese Original: Ministry of Health, Labour and Welfare**. Available Source:
<http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/index.html>, May 29, 2006.

- Lanna agro industry. 2006. **Frozen Green Soy Bean**. Available Source: http://www.lannaagro.com/product_gsb.html, March 9, 2006.
- Lin, C.C. 2006. Frozen edamame: global market conditions. pp. 93-96. *In*: T.A. Lumpkin and S. Shanmugasundaram (compiled). **The Second International Vegetable Soybean Conference**. Washington State University, Pullman, WA, USA.
- Ministry of Health, Labor and Welfare. 2002. **Food safety information**. Available Source: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/index.html>, June 7, 2006
- _____. 2002. **Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare announced the introduction of Positive List System for Agricultural Chemical Residues in Foods as follows**. Available Source: <http://www.chile.or.jp/agricola/documentos/Guide.pdf>, August 7, 2006
- Pannacci, E., F. Graziani and G. Covarelli. 2007. Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). **Crop Protect.** 26: 1150-1157.
- Pena, F., S. Cardenas, M. Gallego and M. Valcarcel. 2002. Analysis of phenylurea herbicides from plants by GC/MS. **Talanta** 56: 727-734.
- Prathuangwong, S. and N. Buensanteai. 2007. *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 induced systemic resistance against bacterial pustule pathogen with increased phenols, peroxides, and 1,3- β -glucanase in soybean plant. **Acta Phytopathol.** 42: 321-330
- Ramarao, V., S. K. Harrison and R. M. Riedel. 2000. Weed hosts of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) in Ohio. **Weed Technol.** 14: 156-160.
- Spark, K.M. and R.S. Swift. 2003. Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption. **The Sci. of the Total Envir.** 298: 147-161.
- Society for Research on Identity Formation. 2000. **Gas Chromatography-Mass Spectroscopy System**. Available Source: <http://www.gmu.edu/departments/SRIF/tutorial/gcd/gc-ms2.htm>, May 2, 2007

Sompop, M., J O. Naewbanij and T. Rerngjakrabhet. 2005. **Shrimp, Fresh Asparagus and Frozen Green Soybean in Thailand**. Available Source:

http://siteresources.worldbank.org/NTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF_final.pdf, July 28, 2006.

Srisombun, S., S. Shanmungasundaram and D. Sophanodora. 2006. **The History of Vegetable Soybean Development, Current Status and Future Development in Thailand. Asian Vegetable Research Development Center**. Available Source:

<http://www.avrdc.org/pdf/soybean/frozen%20edamame.htm>, August 9, 2006.

Sweets, L.E. and A. Wrather. 2000. **Integrated Pest Management: Soybean Diseases**. MU Extension. University of Missouri-Columbia, USA.

Thai agricultural commodity and food standard. 2006. **Pesticide Residues: Maximum Residue Limits**. TACFS 9002- 2006.

Theo H. J, Hiroshi I. and Hiroji F. 2006. **Food Safety and Quality Stands in Japan: Compliance of Suppliers from Developing Countries**. Available Source:

http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF_final.pdf, September 8, 2006.

Wood A. 2004. **Compendium of Pesticide Common Names**. Available Source:

[http://www.hclrss.Demon.co.uk/demos/compendium of Pesticide Common Names](http://www.hclrss.Demon.co.uk/demos/compendium%20of%20Pesticide%20Common%20Names), March 29, 2006.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ชนิดวัชพืชที่พบอยู่บนดินและเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในดินตัวอย่าง ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

ชนิดวัชพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ
พวงวงศ์หญ้า:	<i>Chloris barbata</i> Stapf.	หญ้ารังนก	swollen finger grass
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	ผักปลาบขึ้น	spreading dayflower
	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.	หญ้านกตีนนก	southern crabgrass
	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	หญ้านกสีชมพู	jungle rice
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.)	หญ้าข้าวนก	barnyard grass
	<i>Eleusine indica</i> (L.)	หญ้านกตีนกา	goosegrass
	<i>Leptochloa chinensis</i> L.	หญ้าดอกขาว	chinese sprangletop
	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> W.D. Clayton.	หญ้าไหย่ง	itchgrass
พวงใบกว้าง:	<i>Abutilon hirtum</i> (Lmk.) sw.	ครอบจักรวาล	country mallow
	<i>Amaranthus viridis</i> L.	ผักโขม	slender amaranth
	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	ผักโขมหนาม	spiny amaranth
	<i>Cleome rutidospermae</i> DC.	ผักเลื้อยดอกม่วง	wind spider
	<i>Cleome viscosa</i> L.	ผักเลื้อยดอกเหลือง	wind spider
	<i>Corchorus aestuans</i> L.	ปอวัชพืช	wild Jew's mallow
	<i>Eclipta prostrata</i> L.	กะเม็ง	eclipta
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	ผักยาง	wild pointsettia
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	น้านมราชสีห์	garden spurge
	<i>Heliotropium indicum</i> L.	ผักวงช้าง	indian heliotrope
	<i>Ipomoea aquatica</i> .	ผักบุ้ง	swamp morningglory
	<i>Lagascea mollis</i> Cav.	หญ้างามะหยี่	-
	<i>Phyllanthus niruri</i> auct.	ลูกใต้ใบ	hazardana
	<i>Physalis minima</i> L.	โทงเทง	cutleaf groundcherry
พวงกก:	<i>Cyperus rotundus</i> L.	แห้วหมู	nut sedge

ตารางผนวกที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ ที่ 7 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองฝักสด ^{1/}
1. Control	80.93
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{2/})	80.06
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	80.50
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	81.99
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	78.60
6. metribuzin 56 g a.i. /rai	76.19
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai	78.75
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง คือ (จำนวนต้นที่งอกของชุดทดลอง x 100) / จำนวนต้นที่งอกของชุดควบคุม

^{2/} DAP = Days after planting

ตารางผนวกที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ ที่ 7 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่
ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองฝักสด ^{1/}
1. Control	80.75
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{2/})	80.90
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	68.50
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	60.46
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	60.24
6. metribuzin 56 g a.i. /rai	61.65
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	
7. clomazone 153.6 g a.i. /rai	68.11
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	

^{1/} สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง คือ (จำนวนต้นที่งอกของชุดทดลอง x 100) / จำนวนต้นที่งอกของชุดควบคุม

^{2/} DAP = Days after planting

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

เนื้อดิน	ปฏิกิริยาดิน	อินทรีย์วัตถุ	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
ดินร่วนปนทรายแป้ง	ด่างอ่อน	สูง	สูง	สูง	สูง

เนื้อดินเป็นดินร่วนทรายปนทรายแป้ง มีค่าปฏิกิริยาดิน (pH) เป็นด่างอ่อน มีค่าการนำไฟฟ้าสูง หรือดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ดินมีความเหมาะสมดีในการปลูกพืชทั่ว ๆ ไป ถ้ามีการชลประทาน หรือมีแหล่งน้ำเพียงพอ ดินนี้จะเป็นแหล่งผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศ ควรปรับปรุงบำรุงดิน โดยใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก เพื่อเพิ่มแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืชให้กับดินและทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง
 แห่งชาติ จ. นครราชสีมา

เนื้อดิน	ปฏิกิริยาดิน	อินทรีย์วัตถุ	ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่ เป็นประโยชน์	ความอุดม สมบูรณ์ของดิน
ดินเหนียว ปนทรายแป้ง	กรดอ่อน	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง

เนื้อดินเป็นดินเหนียวทรายปนทรายแป้ง มีค่าปฏิกิริยาดิน (pH) เป็นกรดอ่อน มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ หรือดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ

ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ควรใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก เพื่อให้ดินมีสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น และเพิ่มแร่ธาตุที่มีประโยชน์ให้แก่พืช

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	215.40	43.08	5.85 [*]	90.25
	Block	3	20.52	6.84		
	Error	15	110.55	7.37		
	Total	23	346.47			
Broadleaf:	Herbicides	5	983.87	196.77	5.71 [*]	77.56
	Block	3	282.92	94.30		
	Error	15	516.67	34.44		
	Total	23	1,784.46			
Sedge:	Herbicides	5	1,387.00	277.40	2.14 ^{ns}	19.13
	Block	3	4,784.81	1,594.93		
	Error	15	1,943.74	129.58		
	Total	23	8,115.56			
Total:	Herbicides	5	544.33	108.86	0.25 ^{ns}	20.25
	Block	3	1,560.36	520.12		
	Error	15	6,416.89	427.79		
	Total	23	8,521.59			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	147.52	29.50	7.03 [*]	105.42
	Block	3	15.19	5.06		
	Error	15	62.93	4.19		
	Total	23	225.64			
Broadleaf:	Herbicides	5	844.26	168.85	4.71 [*]	78.01
	Block	3	197.22	65.74		
	Error	15	537.03	35.80		
	Total	23	1,578.51			
Sedge:	Herbicides	5	1,699.31	339.86	2.87 ^{ns}	24.18
	Block	3	6,084.99	2,028.99		
	Error	15	1,774.07	118.27		
	Total	23	9,560.38			
Total:	Herbicides	5	438.84	87.76	0.17 ^{ns}	16.40
	Block	3	1,999.82	666.60		
	Error	15	7,547.59	503.17		
	Total	23	9,986.25			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	147.63	29.52	5.22 [*]	72.69
	Block	3	19.61	6.53		
	Error	15	84.83	5.65		
	Total	23	252.07			
Broadleaf:	Herbicides	5	1138.92	227.78	8.14 [*]	77.67
	Block	3	248.44	82.81		
	Error	15	419.34	27.95		
	Total	23	1806.72			
Sedge:	Herbicides	5	1904.94	380.98	3.28 ^{ns}	22.23
	Block	3	6270.55	2090.18		
	Error	15	1738.88	115.92		
	Total	23	9914.38			
Total:	Herbicides	5	429.61	85.92	0.15 ^{ns}	12.78
	Block	3	2102.00	700.66		
	Error	15	8363.13	557.54		
	Total	23	10894.76			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	31.73	6.34	2.16*	85.98
	Block	3	5.15	1.71		
	Error	15	43.95	2.93		
	Total	23	80.85			
Broadleaf:	Herbicides	5	10.54	2.10	10.26*	89.89
	Block	3	2.06	0.68		
	Error	15	3.08	0.20		
	Total	23	15.68			
Sedge:	Herbicides	5	1337.75	267.54	2.11*	20.26
	Block	3	6444.60	2148.20		
	Error	15	1893.25	126.21		
	Total	23	9675.60			
Total:	Herbicides	5	304.61	60.92	0.1*	15.11
	Block	3	2079.89	693.29		
	Error	15	9063.97	604.26		
	Total	23	11448.48			

* มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Time	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
7 DAA ^{1/} :	Herbicides	5	113.32	22.66	1.00 ^{ns}	2.33
	Block	3	58.32	19.44		
	Error	15	338.68	22.57		
	Total	23	505.32			
14 DAA:	Herbicides	5	26.77	5.35	4.40 ^{ns}	1.18
	Block	3	1.26	0.42		
	Error	15	18.24	1.21		
	Total	23	46.29			
21 DAA:	Herbicides	5	16.22	3.24	3.61 ^{ns}	0.81
	Block	3	1.59	0.53		
	Error	15	13.46	0.89		
	Total	23	31.28			
30 DAA:	Herbicides	5	32.53	6.50	4.58 ^{ns}	1.33
	Block	3	6.04	2.01		
	Error	15	21.27	1.41		
	Total	23	59.84			

^{1/} DAA = Days after herbicide application

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์
วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

Yield	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Marketable:	Herbicides	5	280518.60	56103.72	9.65 [*]	15.79
	Block	3	9385.56	3128.52		
	Error	15	87165.64	5811.04		
	Total	23	377069.80			
Non-marketable:	Herbicides	5	27845.33	5569.06	0.21 ^{ns}	5.40
	Block	3	51630.93	17210.31		
	Error	15	389579.60	25971.98		
	Total	23	469055.90			
Total:	Herbicides	5	170181.33	34036.27	0.39 ^{ns}	5.30
	Block	3	143074.13	47691.38		
	Error	15	1290513.45	86034.23		
	Total	23	1603768.92			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	157.87	31.57	4.67 [*]	13.34
	Block	3	27.60	9.20		
	Error	15	101.62	6.77		
	Total	23	287.10			
Broadleaf:	Herbicides	5	0	0	0 ^{ns}	-
	Block	3	0	0		
	Error	15	0	0		
	Total	23	0			
Sedge:	Herbicides	5	164.62	32.92	4.66 [*]	31.22
	Block	3	32.55	10.85		
	Error	15	105.87	7.05		
	Total	23	303.05			
Total:	Herbicides	5	159.08	31.81	4.65 [*]	53.87
	Block	3	17.78	5.92		
	Error	15	102.67	6.84		
	Total	23	279.53			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	193.60	38.72	4.69 [*]	33.63
	Block	3	63.00	21.00		
	Error	15	123.75	8.25		
	Total	23	380.35			
Broadleaf:	Herbicides	5	0.25	0.05	1.00 ^{ns}	-
	Block	3	0.15	0.05		
	Error	15	0.75	0.05		
	Total	23	1.15			
Sedge:	Herbicides	5	160.87	32.17	0.57 ^{ns}	23.45
	Block	3	74.00	24.67		
	Error	15	845.62	56.37		
	Total	23	1080.50			
Total:	Herbicides	5	120.54	24.10	0.70 [*]	38.45
	Block	3	56.85	18.95		
	Error	15	520.64	34.70		
	Total	23	698.03			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	224.12	44.82	9.55*	69.18
	Block	3	28.95	9.65		
	Error	15	70.37	4.69		
	Total	23	323.45			
Broadleaf:	Herbicides	5	12.25	2.45	5.06*	66.43
	Block	3	0.95	0.32		
	Error	15	7.25	0.48		
	Total	23	20.45			
Sedge:	Herbicides	5	1499.12	299.82	4.66*	33.45
	Block	3	190.95	63.65		
	Error	15	965.37	64.35		
	Total	23	2655.45			
Total:	Herbicides	5	949.49	189.89	4.63*	31.08
	Block	3	23.25	7.75		
	Error	15	615.56	41.03		
	Total	23	1588.30			

* มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนประชากรของวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

Weed	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Grass:	Herbicides	5	275.87	55.17	9.57*	61.41
	Block	3	44.20	14.73		
	Error	15	86.42	5.76		
	Total	23	406.50			
Broadleaf:	Herbicides	5	26.50	5.30	8.36*	73.68
	Block	3	0.15	0.05		
	Error	15	9.50	0.63		
	Total	23	36.15			
Sedge:	Herbicides	5	1741.62	348.32	4.65*	36.09
	Block	3	162.00	54.00		
	Error	15	1121.87	74.79		
	Total	23	3025.50			
Total:	Herbicides	5	1479.70	295.94	4.69*	33.90
	Block	3	12.45	4.15		
	Error	15	946.34	63.08		
	Total	23	2438.49			

* มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

Time	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
7 DAA ^{1/} :	Herbicides	5	128.32	25.66	1.12 ^{ns}	2.33
	Block	3	55.32	18.44		
	Error	15	343.18	22.87		
	Total	23	526.82			
14 DAA:	Herbicides	5	29.27	5.85	4.13 ^{ns}	1.18
	Block	3	1.86	0.62		
	Error	15	21.24	1.41		
	Total	23	52.39			
21 DAA:	Herbicides	5	16.22	3.24	3.61 ^{ns}	0.81
	Block	3	1.89	0.63		
	Error	15	13.46	0.89		
	Total	23	31.58			
30 DAA:	Herbicides	5	32.53	6.50	4.58 ^{ns}	1.33
	Block	3	6.64	2.21		
	Error	15	21.27	1.41		
	Total	23	60.44			

^{1/} DAA = Days after herbicide application

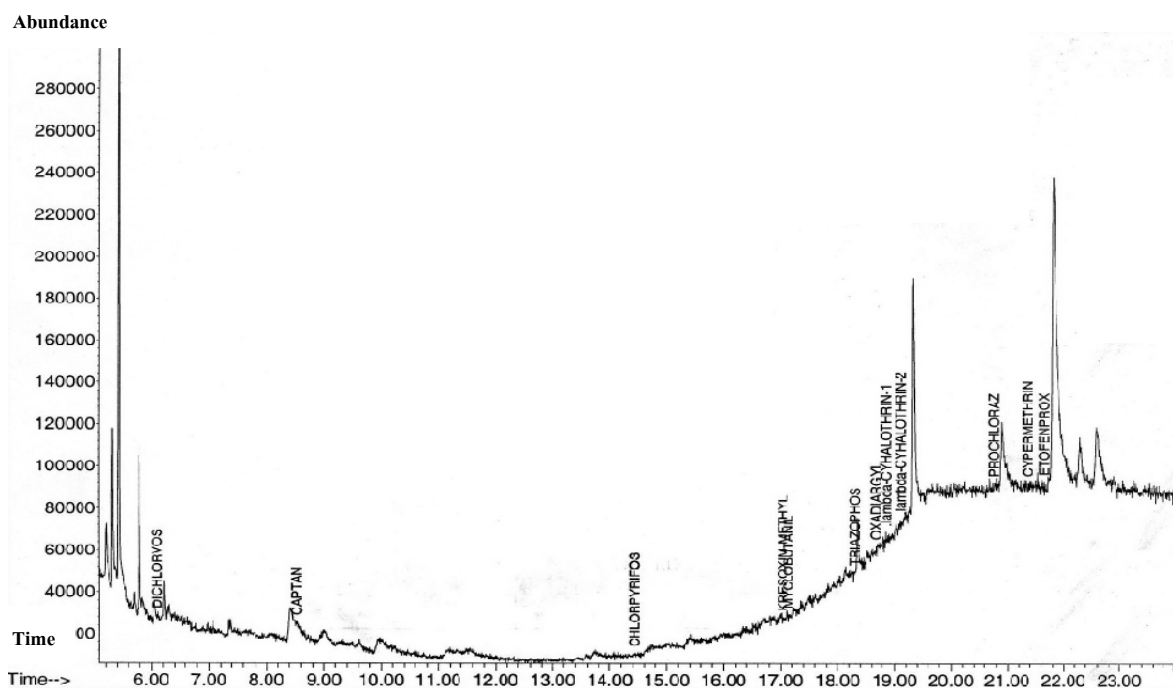
^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์
วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

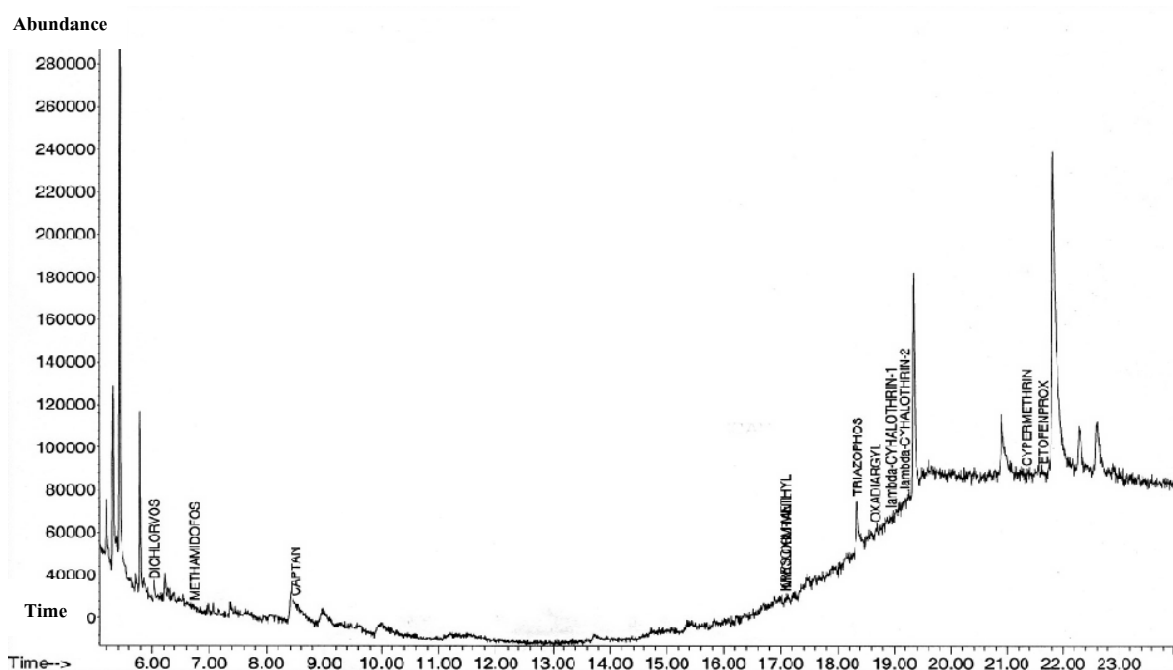
Yield	Source	df	SS	MS	F-Value	C.V. (%)
Marketable:	Herbicides	5	172395.83	34479.16	9.54 [*]	10.05
	Block	3	5185.56	1728.52		
	Error	15	54165.63	3611.04		
	Total	23	231747.04			
Non-marketable:	Herbicides	5	37312.00	7462.40	0.88 ^{ns}	4.12
	Block	3	23569.07	7856.35		
	Error	15	126580.40	8438.69		
	Total	23	187461.43			
Total:	Herbicides	5	172288.00	34457.60	1.77 ^{ns}	4.99
	Block	3	69700.27	23233.42		
	Error	15	291281.50	19418.76		
	Total	23	533269.70			

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

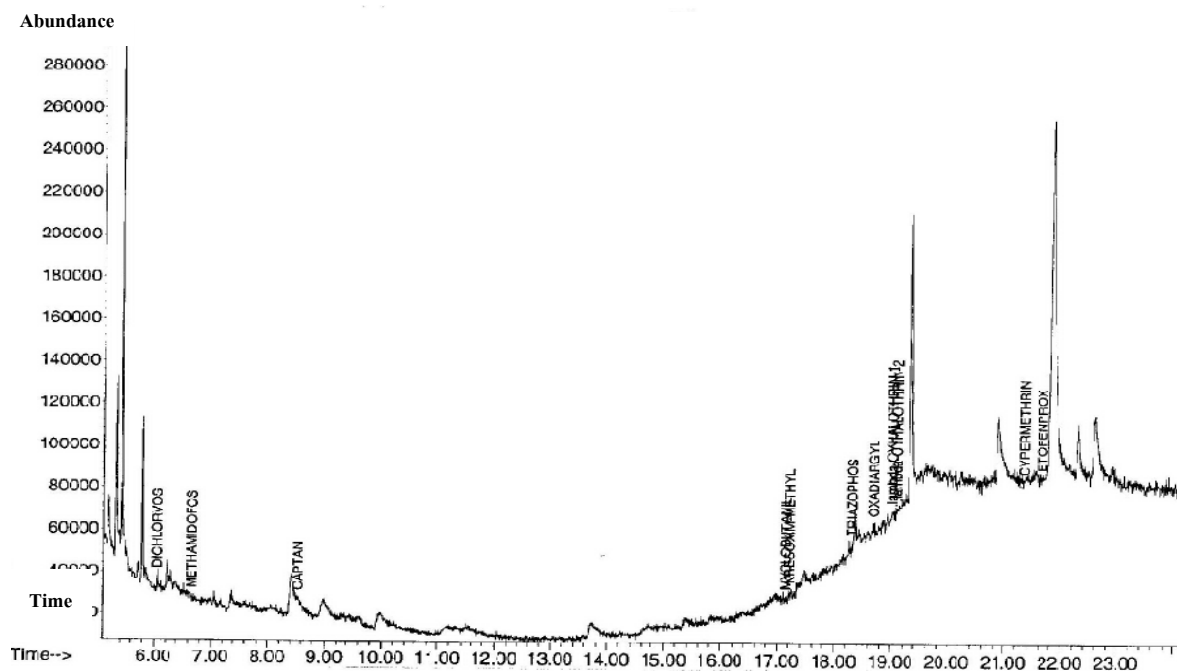
^{ns} มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



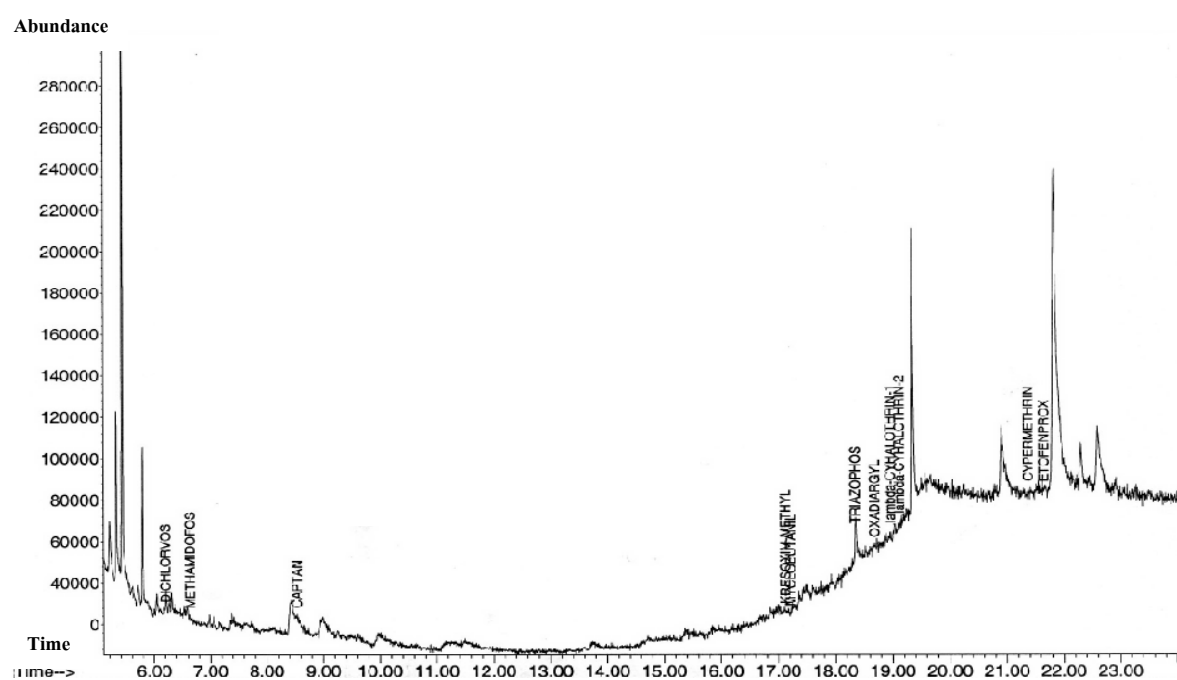
ภาพผนวกที่ 1 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่ไม่มี
การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม



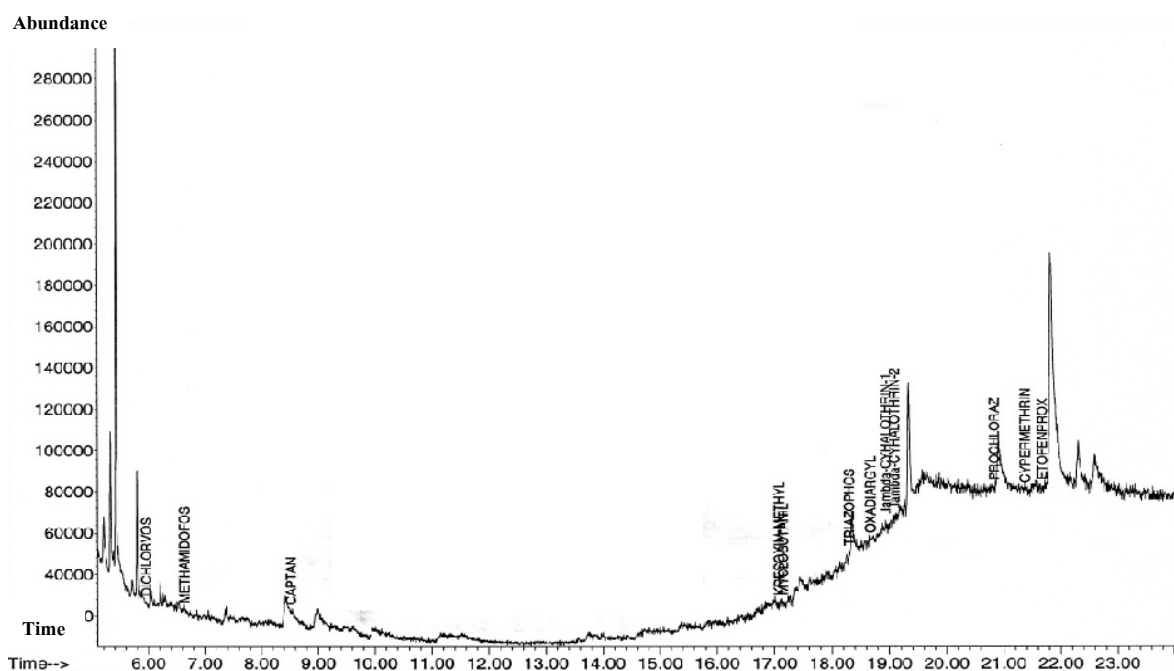
ภาพผนวกที่ 2 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มี
การฉีดพ่นสาร metribuzin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม



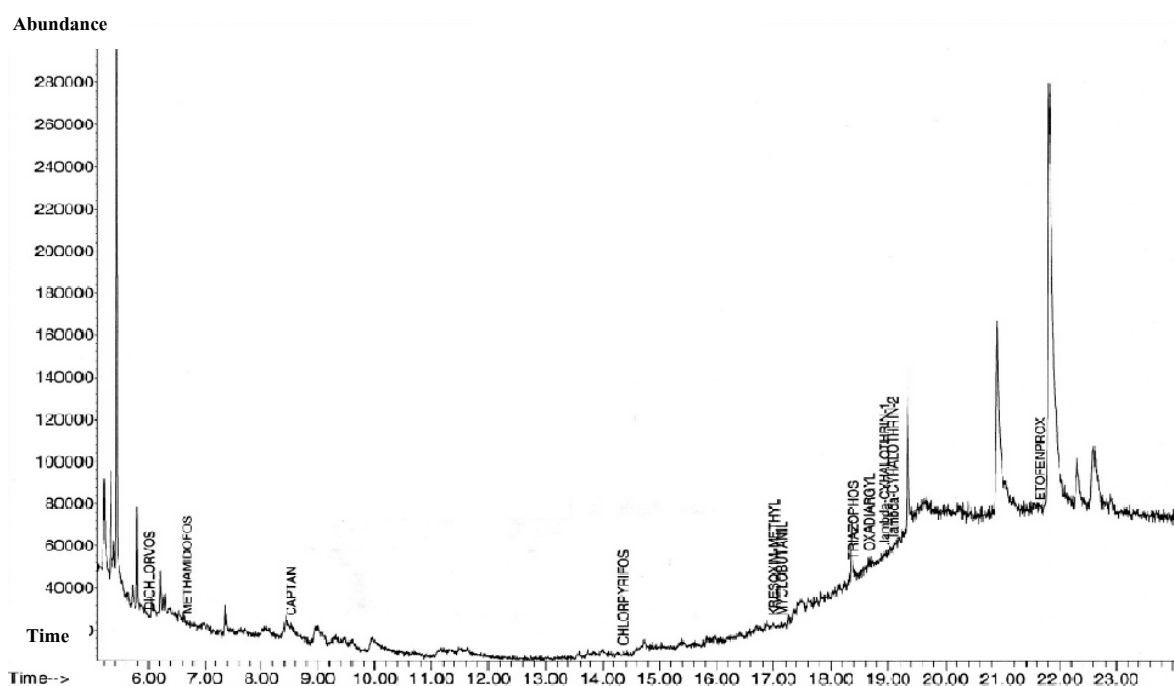
ภาพผนวกที่ 3 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม



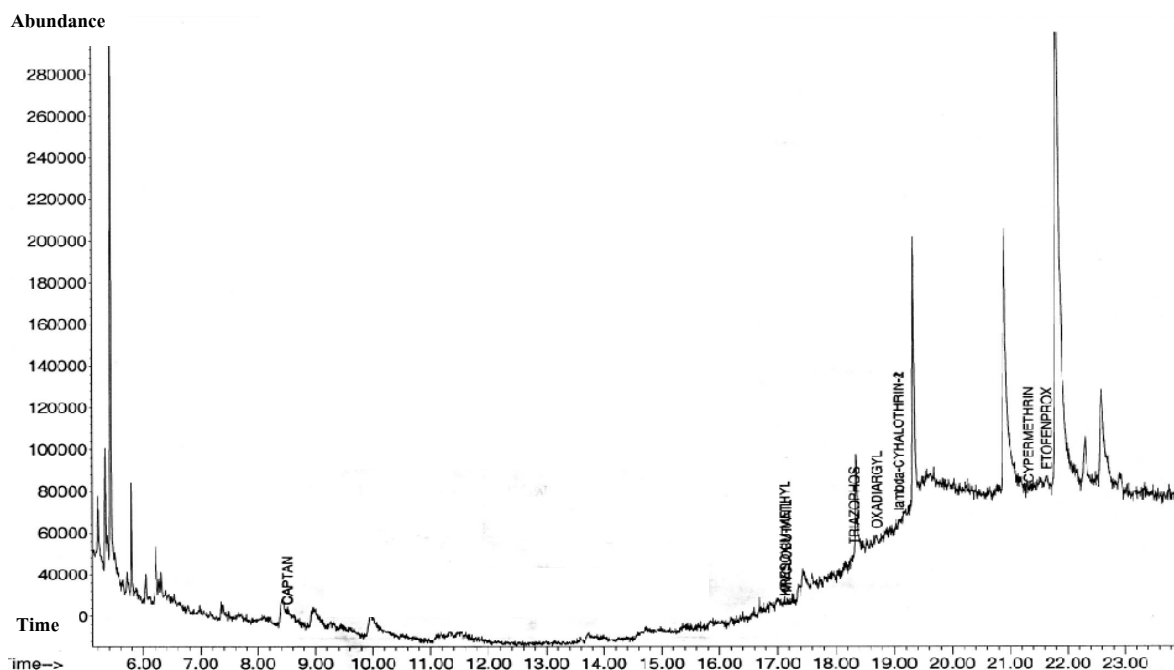
ภาพผนวกที่ 4 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร metribuzin + pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม



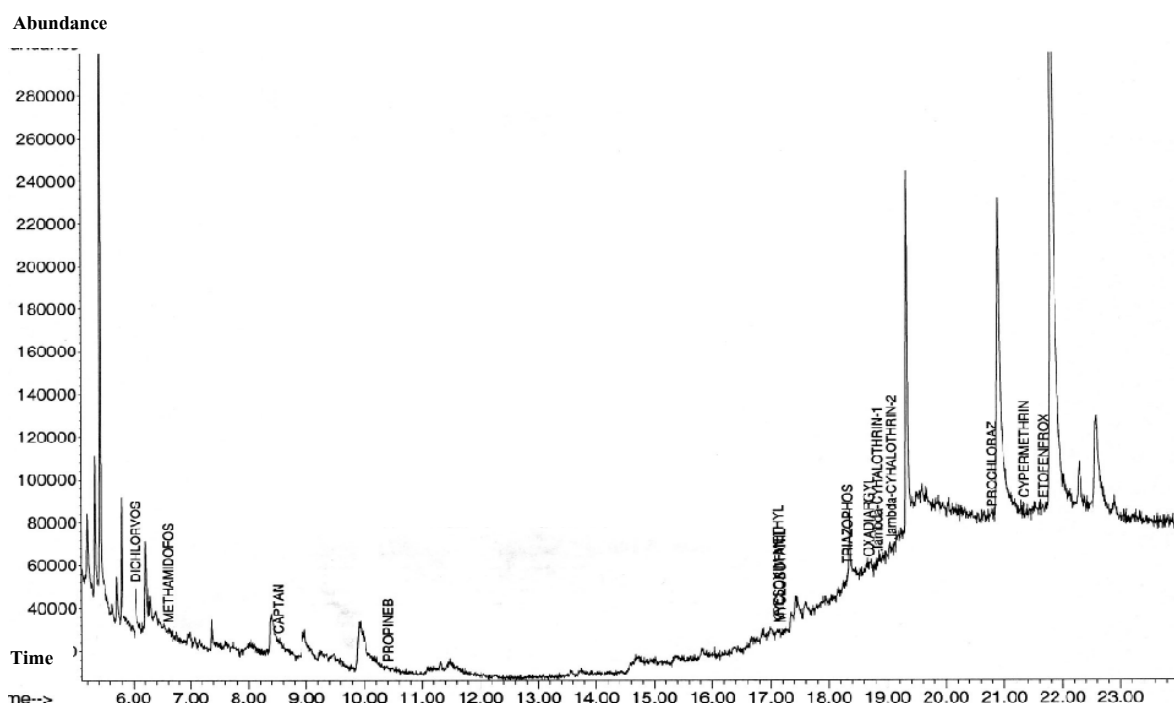
ภาพผนวกที่ 5 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร clomazone + pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม



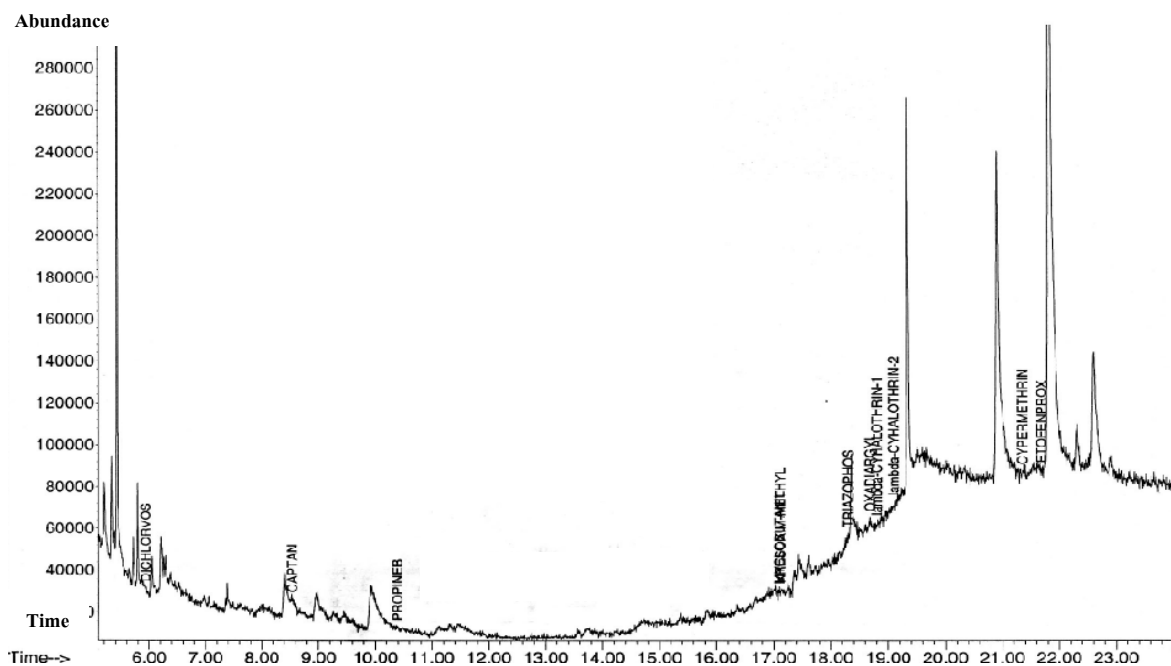
ภาพผนวกที่ 6 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา



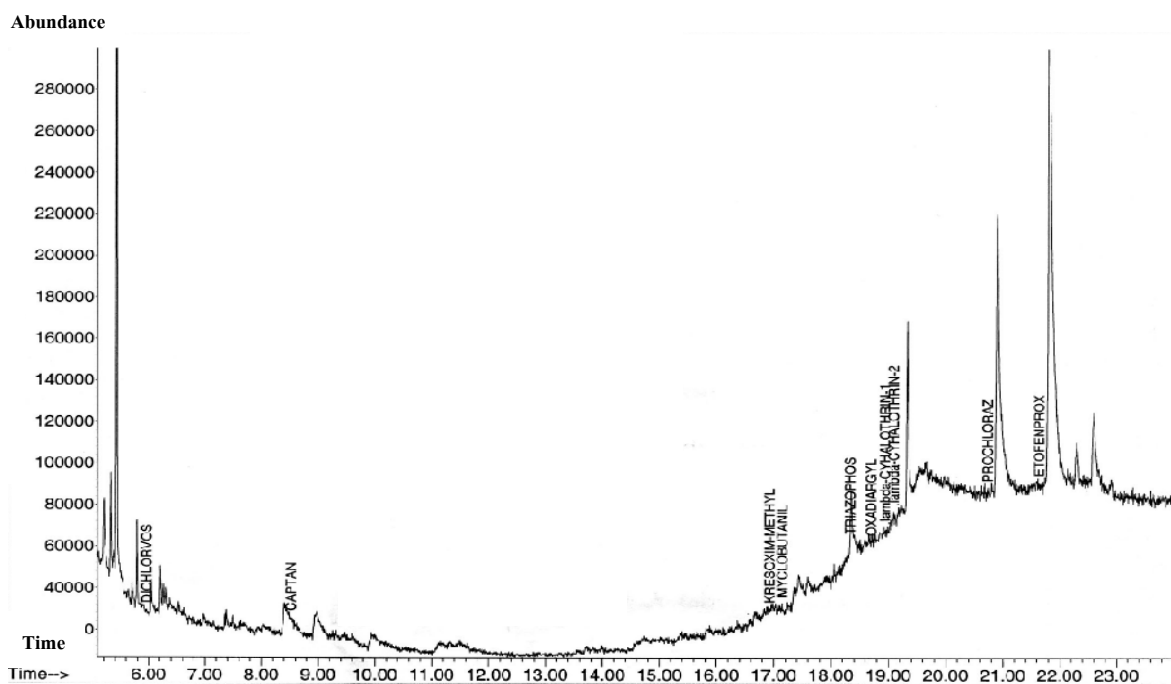
ภาพผนวกที่ 7 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร metribuzin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา



ภาพผนวกที่ 8 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสาร pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา



ภาพผนวกที่ 9 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มี
การฉีดพ่นสาร metribuzin + pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด
และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา



ภาพผนวกที่ 10 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในกรรมวิธีที่มี
การฉีดพ่นสาร clomazone + pendimethalin ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด
และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา

ตารางผนวกที่ 18 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศนครปฐม อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ในช่วงปี
พ.ศ. 2550

	Air Temperature (C°)		Humidity (%)		Rain	Evap.	Sun.	Wind km/hrs.	
	Max.	Min.	Max.	Min.	(mm.)	(mm.)	(hrs.)	Spd.	Dir.
Jan.	31.8	18.7	93.0	42.0	0.1	3.9	8.4	2.5	NE
Feb.	33.2	22.5	93.0	48.0	0.6	4.5	8.6	2.7	N
Mar.	35.2	24.4	93.0	47.0	0.7	5.4	8.2	3.2	S
Apr.	35.9	25.0	95.0	46.0	1.3	5.4	8.2	2.8	S
May.	34.0	24.8	95.0	56.0	3.8	4.6	6.1	2.3	W
Jun.	33.9	24.6	95.0	60.0	5.4	5.0	5.8	3.0	W
Jul.	33.5	25.1	95.0	60.0	2.4	4.7	4.0	3.6	W
Aug.	32.8	24.5	94.0	61.0	2.9	4.2	2.5	4.7	W
Sep.	33.4	24.2	93.0	59.0	11.3	5.0	6.4	2.3	W
Oct.	32.3	24.2	92.0	60.0	3.7	4.1	7.1	2.9	N
Nov.	32.8	22.4	93.0	50.0	0.2	4.1	8.7	3.4	N
Dec.	31.1	22.0	93.0	52.0	0.2	4.1	7.2	5.1	NNE

Evap. = Mean Evaporation

Sun. = Sunshine duration

Spd. = Mean Speed

Dir. = Prevailing Direction

Max. = Mean Maximum

Min. = Mean Minimum

ตารางผนวกที่ 19 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศนครปฐม อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ในช่วงปี
พ.ศ. 2550

	Air Temperature (C ^o)		Humidity (%)		Rain	Evap.	Sun.	Wind km/hrs.	
	Max.	Min.	Max.	Min.	(mm.)	(mm.)	(hrs.)	Spd.	Dir.
Jan.	34.4	14.8	96.0	36.0	4.6	6.5	9.5	3.9	N
Feb.	36.5	12.8	96.0	26.0	0.0	6.4	9.8	3.2	S
Mar.	39.1	22.0	95.0	23.0	16.9	7.7	10.5	3.7	S
Apr.	38.8	21.8	95.0	30.0	79.0	8.2	11.2	3.4	S
May.	36.6	23.8	94.0	48.0	51.1	7.0	11.0	2.5	W
Jun.	37.4	23.3	96.0	41.0	46.2	7.2	11.3	2.4	W
Jul.	35.8	23.5	96.0	42.0	25.7	6.8	10.8	3.2	W
Aug.	35.0	23.4	98.0	49.0	59.9	6.9	10.4	3.3	W
Sep.	35.5	25.7	98.0	49.0	30.5	7.7	10.1	2.4	W
Oct.	34.0	21.2	97.0	44.0	95.6	6.5	9.9	3.4	N
Nov.	31.5	13.3	97.0	35.0	6.8	5.8	9.9	3.4	N
Dec.	34.8	15.9	97.0	36.0	0.0	5.4	9.1	2.3	N

Evap. = Mean Evaporation

Sun. = Sunshine duration

Spd. = Mean Speed

Dir. = Prevailing Direction

Max. = Mean Maximum

Min. = Mean Minimum

ตารางผนวกที่ 20 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศปากช่อง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ในช่วงปี
พ.ศ. 2549

	Air Temperature (C ^o)		Humidity (%)		Rain	Evap.	Sun.	Wind km/hrs.	
	Max.	Min.	Max.	Min.	(mm.)	(mm.)	(hrs.)	Spd.	Dir.
Jan.	31.0	16.4	82.0	40.0	0.0	6.4	8.8	3.0	E
Feb.	32.3	20.2	84.0	43.0	0.8	7.2	8.1	3.0	E
Mar.	33.5	21.3	87.0	47.0	1.6	6.3	6.3	2.0	E
Apr.	32.7	22.7	92.0	57.0	4.1	6.1	6.3	1.0	E
May.	31.5	22.7	93.0	62.0	6.7	5.6	5.0	1.0	E
Jun.	31.3	23.3	91.0	64.0	8.3	6.1	6.0	3.0	W
Jul.	30.0	23.9	89.0	68.0	4.7	6.6	3.9	3.0	W
Aug.	30.1	23.5	89.0	67.0	3.7	6.1	3.1	4.0	W
Sep.	30.1	22.3	97.0	70.0	4.7	4.2	4.9	1.0	E,W
Oct.	30.1	22.0	93.0	66.0	4.8	5.0	6.6	2.0	E
Nov.	31.4	20.2	91.0	52.0	0.3	5.5	7.9	2.0	E
Dec.	29.0	18.2	82.0	44.0	0.0	6.2	7.7	4.0	E

Evap. = Mean Evaporation

Sun. = Sunshine duration

Spd. = Mean Speed

Dir. = Prevailing Direction

Max. = Mean Maximum

Min. = Mean Minimum

ตารางผนวกที่ 21 สภาพภูมิอากาศโดยสถานีตรวจอากาศปากช่อง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2550

	Air Temperature (C ^o)		Humidity (%)		Rain	Evap.	Sun.	Wind km/hrs.	
	Max.	Min.	Max.	Min.	(mm.)	(mm.)	(hrs.)	Spd.	Dir.
Jan.	29.9	17.8	77.0	40.0	0.0	7.1	8.0	3.0	E
Feb.	32.6	18.8	83.0	36.0	3.4	6.8	8.0	3.0	E
Mar.	33.7	21.5	90.0	44.0	1.8	6.5	7.3	2.0	E
Apr.	33.5	21.9	90.0	52.0	2.9	6.2	6.8	1.0	E,W
May.	30.7	23.1	92.0	65.0	5.3	5.8	5.4	1.0	E,W
Jun.	32.8	23.5	90.0	56.0	3.4	6.6	6.0	3.0	W
Jul.	31.0	22.9	89.0	64.0	4.9	6.5	5.7	3.0	W
Aug.	31.0	23.3	90.0	64.0	7.4	6.3	4.0	4.0	W
Sep.	30.8	22.5	95.0	66.0	4.3	4.8	4.3	1.0	W
Oct.	29.3	21.8	90.0	69.0	4.1	4.7	4.1	2.0	E
Nov.	27.4	18.8	79.0	52.0	0.6	5.9	7.1	2.0	E
Dec.	30.7	19.2	82.0	45.0	0.0	6.3	8.1	4.0	E

Evap. = Mean Evaporation

Sun. = Sunshine duration

Spd. = Mean Speed

Dir. = Prevailing Direction

Max. = Mean Maximum

Min. = Mean Minimum

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล

นางสาวชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์

วัน เดือน ปี ที่เกิด

2 มีนาคม 2525

สถานที่เกิด

อำเภอสุวรรณโคตร จังหวัดสุโขทัย

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2548)