

การจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด  
Management of Weed and Other Pests in Vegetable Soybean Production

ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์<sup>1/</sup> ทศพล พรพรหม<sup>1/</sup> สุพจน์ กาเข็ม<sup>2/</sup>

วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล<sup>3/</sup> สุตฤดี ประเทืองวงศ์<sup>2/</sup>

Chanatip Sukonjan<sup>1/</sup> Tosapon Pornprom<sup>1/</sup> Supot Kasem<sup>2/</sup>

Wiboon Chongrattanameteekul<sup>3/</sup> Sutruedee Prathuangwong<sup>2/</sup>

-----  
**ABSTRACT**

Management of weed and other pests in vegetable soybean (*Glycine max* cultivar KPS 292) production to reduce pesticides application, were carried out in the National Corn and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province during August, 2008 - May, 2009. Investigation of some weed species that can be alternate-hosts of pathogens showed that *Mimosa invisa* and *Cyperus rotundus* were infected by *Cercospora* sp. and *Puccinia* sp., respectively. However, weed species and weed pathogens were different from each location and cropping season. The efficacy of several pre-emergence herbicides for weed control in vegetable soybean was evaluated. The results showed that tank-mixed metribuzin 56 g ai/rai + pendimethalin 148.5 g ai/rai was the most effective for weed control and gave the highest yield, followed by metribuzin 84 g ai/rai and pendimethalin 165 g ai/rai, respectively. Herbicide used had no effect on vegetable soybean growth throughout the 65 days until the crop harvest. Herbicide residues in the vegetable soybean product were determined using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) 7 days before harvest and were found to be lower than the maximum residue limits (MRLs < 0.01 ppm). In addition, the integrated pest management namely the management of weed and other pests in vegetable soybean production was conducted to investigate.

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>1/</sup> Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen district, Nakhon Pathom province 73140

<sup>2/</sup> ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

<sup>2/</sup> Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

<sup>2/</sup> ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

<sup>3/</sup> Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

This study showed that seed treatment with antagonistic bacterial strain KPS46 (100 ml/ seed 1 kg) plus imidacloprid 70% WS (2 g/ seed 1 kg) followed by foliage spray by antagonistic bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* strain KPS46 (250 ml/ H<sub>2</sub>O 15 l) at 14-day interval 3-sprays, 2-sprays with combined of algae extract (30 ml/ H<sub>2</sub>O 20 l) and CaB (20 ml/ H<sub>2</sub>O 20 l) plus insecticide spraying to control insect pests when their population increasing to action threshold and neem extract (100 ml/ H<sub>2</sub>O 80 l) once a week at 50 days after planting had the highest efficiency for other pests control in vegetable soybean production and obtained the highest marketable yield with 1,455 - 1,484 kg /rai.

**Key-words:** clomazone, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), herbicide residues, metribuzin, pendimethalin, vegetable soybean

### บทคัดย่อ

การจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 เพื่อลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่าง

เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 - พฤษภาคม พ.ศ. 2552 ในการศึกษาวัชพืชบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่าไมยราบเลื้อย (*Mimosa mivisa*) เป็นพืชอาศัยของเชื้อรา *Cercospora* sp. และแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) เป็นพืชอาศัยของเชื้อรา *Puccinia* sp. ตามลำดับ อย่างไรก็ตามชนิดของวัชพืชและวัชพืชที่เป็นที่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ จะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพพื้นที่และฤดูกาล การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ สำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบว่าการใช้สาร metribuzin 56 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin 148.5 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตมากที่สุด รองลงมา คือการใช้สาร metribuzin 84 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ และสาร pendimethalin 165 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ซึ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้ไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสดตลอดระยะเวลาปลูก 65 วัน จนถึงเก็บเกี่ยว ต่อมาได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะ 7 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว โดยการใช้ gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) พบว่ามีปริมาณสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวตกค้างต่ำกว่าปริมาณความปลอดภัยที่กำหนด (MRLs < 0.01 ppm) นอกจากนี้ได้พิจารณาการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่มีการจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบ

ว่าการคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus amyloliquefaciens* สายพันธุ์ KPS46 (100 มล./เมล็ด 1 กก.) และสารฆ่าแมลง imidacloprid 70% WS (2 ก./เมล็ด 1 กก.) ตามด้วยการพ่นเชื้อแบคทีเรีย KPS46 (250 มล./น้ำ 15 ล.) ทุก 14 วัน 3 ครั้ง ร่วมกับการพ่นสารสกัดจากสาหร่าย (30 มล./น้ำ 20 ล.) และธาตุอาหารพืช CaB (20 มล./น้ำ 20 ล.) 2 ครั้ง ตลอดจนการพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อปริมาณแมลงถึงระดับการตัดสินใจที่กำหนด ร่วมกับการพ่นสารสกัดสะเดา (100 มล./น้ำ 80 ล.) สัปดาห์ละครั้งที่ 50 วัน หลังจากปลูกพืชจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,455 - 1,484 กก./ไร่

**คำหลัก:** สารโคลมาโซน แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) สารกำจัดวัชพืชตักค้าง สารเมทธิบูซิน สารเพนดิเมทาลิน ถั่วเหลืองฝักสด

## คำนำ

ในปัจจุบันปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืชและวัชพืช นับว่าเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรได้รับความเสียหาย นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์และแรงงานในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตร (Metcalf and Metcalf, 1994) รวมทั้งผู้บริโภค

ให้ความสำคัญกับสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพสูงปราศจากสารพิษตกค้าง เพื่อการบริโภคที่ปลอดภัย เป็นเหตุให้ประเทศผู้ผลิตสินค้าเกษตรเพื่อส่งออก รวมทั้งประเทศไทยต้องเปลี่ยนมาให้ความสำคัญในการพัฒนาและค้นคว้าวิจัยทางด้าน การบริหารศัตรูพืชกันมากขึ้น เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมและทันสมัยในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มีปริมาณและคุณภาพที่ได้มาตรฐาน โดยการลดต้นทุนในการผลิต รวมไปถึงการใช้สารเคมีในระหว่างการผลิตที่อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

ในการศึกษาการจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ เพื่อให้พืชสามารถพัฒนาความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งทำให้พืชสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ดีขึ้น ทั้งนี้จำเป็นต้องอาศัยวิทยาการและเทคโนโลยีจากนักวิชาการหลายสาขา จึงทำให้สามารถดำเนินการควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม (Richard, 1993) ซึ่งระบบการบริหารศัตรูพืชที่ใช้ได้ผลดีในการควบคุมศัตรูพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง อาจใช้ไม่ได้ผลดีกับศัตรูพืชชนิดอื่น หรือในบางกรณีไม่สามารถนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชชนิดเดียวกันในท้องถิ่นอื่น ๆ ที่มีสภาพทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน (Pedigo, 2002) เพื่อป้องกันผลกระทบซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการศึกษาวิจัยก่อน เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบการบริหารศัตรูพืชที่เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จนเกิดผลสำเร็จอย่างสมบูรณ์ โดยแท้จริง

ปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทยนั้น ผลผลิตที่ได้ยังมีมาตรฐานที่ไม่ตรงกับความต้องการของประเทศคู่ค้า (Sompop *et al.*, 2005; Lin, 2006) ซึ่งต้องการถั่วเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม รสหวาน กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาทางด้านระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้องวิธี ภายใต้เกษตรกรที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพ ตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ จึงทำการสำรวจวัชพืชที่อาจจะเป็นพืชอาศัย (alternate-host) ของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในสภาพแปลงทดลองที่มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดรวมทั้งทำการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืช และตรวจวิเคราะห์หาสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร นอกจากนี้ยังได้ทำการพัฒนาการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยมุ่งเน้นการจัดการวัชพืชร่วมกับระบบการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืชและแมลงศัตรูพืช

เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมของการจัดการศัตรูพืช ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพในเชิงการค้าต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาการจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

### 1. การศึกษาชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช

สำรวจชนิดของโรคพืชที่อาศัยบนวัชพืชและเก็บตัวอย่างวัชพืชที่พบว่าเป็นโรคไปศึกษาและจำแนกชนิดเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยสุ่มตัวอย่างวัชพืชในสภาพแปลงทดลองปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์กำแพงแสน 292 จากบริเวณพื้นที่ภายในกรอบเหล็ก (quadrat) ขนาด 1 x 1 ม. สุ่มเก็บตัวอย่างแบบซิกแซก รูปอักษร W ขวางแนวปลูกพืช ในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา วินิจฉัยเบื้องต้นจากลักษณะอาการและร่องรอย (sign) ของเชื้อที่ปรากฏบริเวณแผล (Hartman *et al.*, 1999) และนำไปทำการตรวจหาเชื้อสาเหตุโรคพืชในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการมาตรฐานด้านโรคพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์ การแยกเชื้อให้บริสุทธิ์และการจำแนกชนิด ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ ในช่วงตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2551-มีนาคม พ.ศ. 2552

การตรวจหาเชื้อราด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยนำวุ้นพืชที่เป็นโรคมาตัด section (free hand section) ผ่านบริเวณแผลด้วยใบมีดโกน ให้ได้ชั้นบางที่สุด นำชิ้นวุ้นพืชที่ตัดไปวางบนหยด lactophenol บนสไลด์แก้ว 1-2 ชั้น นำสไลด์แก้วไปลงไฟเล็กน้อยเพื่อไล่ฟองอากาศ ปิดทับด้วย cover slip เอียงทำมุม 45° แล้วค่อย ๆ ปิดลง แล้วนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในกรณีที่เห็นเชื้อที่สามารถเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ แยกเชื้อโดยตัดชิ้นส่วนบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อที่ติดกับเนื้อเยื่อที่เป็นโรคออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 5 x 5 มม. ด้วยใบมีดที่ฉลนไฟฆ่าเชื้อ นำชิ้นส่วนมาทำการฆ่าเชื้อภายนอกด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ Clorox 10% (sodium hypochlorite 1.25%) เป็นเวลา 3 นาที ในจานเลี้ยงเชื้อ รินน้ำยาฆ่าเชื้อออกโดยไม่ต้องเปิดฝาจานเลี้ยงเชื้อ และล้างตามด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง จากนั้นนำชิ้นพืชไปวางบนอาหารในจานเลี้ยงเชื้อจานละ 4 ชิ้น โดยใช้อาหาร nutrient glucose agar (NGA) สำหรับแยกเชื้อแบคทีเรีย และ potato dextrose agar (PDA) สำหรับแยกเชื้อรา บ่มเชื้อไว้ประมาณ 2-7 วัน และแยกเชื้อให้บริสุทธิ์บนอาหารชนิดเดิม บันทึกผลการทดลอง โดยจำแนกชนิดเชื้อสาเหตุโดยวิธีมาตรฐาน ในกรณีที่เห็นเชื้อรา จำแนกโดยดูลักษณะสำคัญของเชื้อรา ได้แก่ ลักษณะเส้นใยสปอร์และ fruiting body ส่วนเชื้อแบคทีเรีย จำแนกโดยดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาโคโลนี (colony) มีบนอาหารทั่วไป (nutrient glucose agar) และบนอาหารจำเพาะ รวมทั้งทดสอบ

คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ตามวิธีการทางจุลชีววิทยาและโรคพืช

## 2. การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ศึกษาในสภาพแปลงทดลองปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์กำแพงแสน 292 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 - พฤษภาคม พ.ศ. 2552 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 5 x 5 ม. (ยกทรงแปลงปลูก 1 x 5 ม.) ประกอบด้วยกรรมวิธีการจัดการวัชพืช 7 กรรมวิธี (Table 1) พ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ ในอัตราที่ได้กำหนดไว้ภายใน 1 วันหลังจากการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ต่อมาที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร ประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช (โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย) และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์) หลังจากนั้น ที่ 65 วันหลังจากปลูกพืช ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาค่าใช้จ่าย (cost input) ในส่วนของสารกำจัดวัชพืชของแต่ละกรรมวิธี และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Science (SPSS)

**Table 1.** Weed control treatments used during the experiment.

Treatment	Trade name	Rate (g ai/rai)
Control	-	-
Hand weeding <sup>1/</sup> (at 30 DAP <sup>2/</sup> )	-	-
Clomazone	Magister 48% EC	172.8
Metribuzin	Sencor 70% WP	84
Pendimethalin	Stomp 33% EC	165
Metribuzin + pendimethalin	Sencor 70% WP + Stomp 33% EC	56 + 148.5
Clomazone + pendimethalin	Magister 48% EC + Stomp 33% EC	153.6 + 148.5

<sup>1/</sup>Labour cost per-man-days worked was 170 baht per day

<sup>2/</sup>DAP = days after planting

### 3. การวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS

การตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์กำแพงแสน 292 โดยนำถั่วเหลืองฝักสดที่มีอายุได้ 58 วัน (หรือที่ 7 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว) มาตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิต ในห้องปฏิบัติการของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อ.สารภี จ.เชียงใหม่ โดยการใช้ GC (model 6890N, USA) – MS (model 5973, USA) ซึ่งประยุกต์จากวิธีการของ Kawasaki (2006) มีขั้นตอนดังนี้

การเตรียมตัวอย่างพืช: นำตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากแปลงทดสอบ น้ำหนัก 300 ก. แล้วปั่นพอละเอียด แล้วตักใส่ถุงที่เตรียมไว้ ตัวอย่างละ 20 ก. ใส่ flask ขนาด 500 มล. เติมน้ำ sodium chloride 7 ก. 1M phosphate buffer ปริมาตร 10 มล. และ acetronitrile ปริมาตร 60 มล. ผสมกัน จากนั้นนำตัวอย่างใน flask

ปั่นให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask ขนาด 500 มล. และ vacuum pump ต่อมาละลาย celite 15 ก. กับ acetronitrile ปริมาตร 50 มล. แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ต่อมาเทสารละลายที่กรองได้ลงใน separatory funnel ขนาด 2,000 มล. แล้วปิดฝา separatory funnel นำเข้าเครื่อง shaker ประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นวางทิ้งไว้ประมาณ 15–20 นาที เพื่อให้สารละลายแยกชั้นและเปิดวาล์วด้านล่างเอาชั้นน้ำและ sodium chloride ที่อยู่ด้านล่างออกจนถึงชั้น emulsion เติมน้ำ dichloromethane ปริมาตร 40 มล. ไขน้ำออกแล้วนำตัวอย่างใส่ flat bottom round flask เติม 0.1 diethelenglycol ใน acetone หลังจากนั้นนำ flat bottom round flask ไประเหยด้วย rotary evaporator จนเกือบจะแห้ง ใช้ nitrogen gas เป่าให้แห้ง ใช้ 20%

methanol in acetone ล้างสารละลายที่แห้งติด ด้านใน flat bottom round flask ด้วย หรือ เขย่าในเครื่อง ultrasonic เก็บตัวอย่างและปรับ ปริมาตรให้ได้ 10 มล. จากนั้นดูดสารละลายมา 2 มล. แล้วเติม 0.1 diethelenglycol ปริมาตร 1 มล. นำไประเหยด้วย rotary evaporator ให้ แห้ง ล้างสารละลาย ที่แห้งติดด้านใน flat bottom round flask อีกครั้งด้วย acetone แล้วดูดตัวอย่างใส่หลอดขนาดเล็กที่ใช้สำหรับ เครื่อง GC-MS

การวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้าง: นำสารละลายในหลอดตัวอย่างขนาดเล็กจาก การเตรียมตัวอย่าง มาทำการตรวจวิเคราะห์หา สารกำจัดวัชพืช ที่อาจจะมีการตกค้างในถั่ว เหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ซึ่งผลที่ได้จาก การวิเคราะห์จะถูกบันทึกลงเครื่องคอมพิวเตอร์ และพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารรายงานการตรวจ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในลักษณะของกราฟ แล้วนำกราฟที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ใน reference library ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงชนิด และ ปริมาณของสารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ที่ทำการ วิเคราะห์ได้ โดยมีหน่วยเป็น ppm

#### 4. การจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ในการประเมินประสิทธิภาพระบบการ จัดการศัตรูพืช ซึ่งได้ประยุกต์ตามวิธีการของ Delp และคณะ (1986) ทำการศึกษาในสภาพ แปลงทดลองปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ กำแพงแสน 292 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าว พ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ใน

ช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2552 วางแผนการทดลองแบบ RCB ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลอง ย่อย 5 x 5 ม. (ยกทรงแปลงปลูก 1 x 5 ม.) โดยเป็นการผสมผสานกรรมวิธีที่มีการจัดการ วัชพืชร่วมกับการจัดการทางด้านโรคพืช และ แมลงศัตรูพืชเข้าด้วยกัน

ปัจจัยทดสอบด้านโรคพืช ได้แก่ การใช้ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus amyloliquefaciens* สายพันธุ์ KPS46 ซึ่งเป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์ สายพันธุ์คุณภาพ ทำการคลุกเมล็ดอัตราส่วน cell-suspension 100 มล./เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 1 กก. คลุกให้เข้ากันนาน 3-5 นาที แล้วปลูกทันที และ มีการพ่นต้นพืชอัตรา 250 มล./น้ำ 15 ล. เพื่อ ควบคุมโรค ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และ เพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งการคลุกเมล็ดจะใช้ร่วมกับเชื้อไรโซเบียมอัตรา 20 ก./เมล็ด 1 กก. สำหรับปุ๋ยชีวภาพที่ใช้ในการ ทดลองซึ่งมีจำหน่ายทางการค้า ได้แก่ สารสกัด จากสาหร่าย (Goemar BM86) อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ล. และปุ๋ยอินทรีย์ คือแคลเซียมโบรอน (Sorba-spray) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ล. ซึ่ง นอกจากการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แล้ว ยังมี การใช้ร่วมกับสารเคมี เพื่อช่วยป้องกันกำจัดโรค พืชที่สำคัญของถั่วเหลืองฝักสด และมีความเป็น พืชต่ำ ได้แก่ สาร metalaxyl อัตรา 7 ก./เมล็ด 1 กก. ในการคลุกเมล็ด และพ่นด้วยสาร mancozeb อัตรา 40 ก./น้ำ 20 ล. สาร chloroanonyl อัตรา 20 ก./น้ำ 20 ล. สาร cabaryl อัตรา 30 ก./น้ำ 20 ล. สาร captan

อัตรา 30 ก./น้ำ 20 ล. lamda cyharotin อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ล. สาร atrapon อัตรา 25 มล./น้ำ 20 ล. และสาร starkle อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ล.

ปัจจัยทดสอบด้านแมลงศัตรูพืช ทำการพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อปริมาณแมลงถึงระดับ action threshold (ระดับการระบาดของประชากรแมลง ที่ควรมีการจัดการควบคุมเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายต่อพืชปลูก) เท่านั้น และนำสารสกัดจากสมุนไพรเข้ามาช่วยด้วย เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี และได้มีการนำกับดักแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการระบาดของแมลงแต่ละชนิด สารฆ่าแมลง คือสาร imidacloprid 70% WS อัตรา 2 เมล็ด 1 กก. และพ่นในอัตรา 20 มล./น้ำ 20 ล. สารฆ่าแมลงเมื่อแมลงถึงระดับเศรษฐกิจ ได้แก่ cypermethrin อัตรา 32 มล./น้ำ 80 ล. สาร acetamiprid อัตรา 20 มล./น้ำ 80 ล. สาร methomyl อัตรา 20 มล./น้ำ 80 ล. และสารสกัดสะเดา อัตรา 100 มล./น้ำ 80 ล. ทุกสัปดาห์ ที่ 50 วัน หลังจากปลูกพืช

ปัจจัยทดสอบด้านวัชพืช พิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมวัชพืช (Table 1) ประกอบด้วยสาร metribuzin อัตรา 84 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ และ/หรือสาร metribuzin อัตรา 56 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ร่วมกับการพุนดินโคนต้นเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 30 วัน บันทึกผลการทดลองโดยประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช ความเป็นพิษของสารต่อถั่วเหลืองฝักสด

ร่วมกับการจัดการศัตรูพืช ที่ระยะ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่งต่อต้น ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ ที่ระยะเก็บเกี่ยว (65 วันหลังจากปลูกพืช) และต้นทุนในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่าย (cost input) ในส่วนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ของแต่ละกรรมวิธี ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธี Duncan's multiple range test ของโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การศึกษาชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช

การสำรวจชนิดของโรคพืชและวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ในสภาพแปลงทดลองที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสด พบว่าโรคพืชที่เกิดกับระบบรากและลำต้นของถั่วเหลืองฝักสดที่สำรวจพบ ประกอบด้วย โรครากและโคนต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium solani* f.sp. *glycines* และโรคลำต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. โรคที่เกิดกับต้นถั่วเหลืองฝักสดส่วนเหนือดิน ประกอบด้วย โรคราสนิม (rust) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* (Syd. and P.Syd. 1914) โรคแอนแทรคโนส (anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* (Schw.) โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ที่เกิด

จากเชื้อสาเหตุ *Peronospora manshurica* (Naum.) โรคใบจุดนูน (Bacterial pustule) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* โรคไวรัสใบต่าง ที่เกิดจากเชื้อไวรัส *Soybean mosaic virus* (SMV) และโรคไวรัสใบยอดหด ที่เกิดจากเชื้อไวรัส *Soybean crinkle leaf virus* (SCLV) เป็นต้น ส่วนชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดนั้น การสำรวจชนิดของวัชพืชใบกว้างที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ หญ้าก่ามะหยี (*Lagascea mollis* Cav.) และผักโขม

(*Amaranthus viridis* L.) ซึ่งยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้ ส่วนไมยราบเลื้อย (*Mimosa invisa* Mart.) เป็นพืชอาศัยของเชื้อรา *Cercospora* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุดหรือใบแห้ง ชนิดของวัชพืชวงศ์หญ้าที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ หญ้าโขยง (*Rottboellia cochinchinensis* [Lour.] W.D. Clayton) ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อรา แต่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ ส่วนชนิดของวัชพืชพวกกก ได้แก่ แห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อรา *Puccinia* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคราสนิม (Table 2)

**Table 2.** Disease symptoms and pathogens spread in vegetable soybean fields at the National Corn and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province

Host plants	Disease symptom	Pathogen
<b>Green soybean</b> ( <i>Glycine max</i> L. Merr.)	Root and basal stem rot	<i>Fusarium solani</i> f.sp. <i>glycines</i>
	Brown stem rot	<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.
	Rust	<i>Phakopsora pachyrhizi</i> (Syd. and P.Syd, 1914)
	Anthracnose	<i>Colletotrichum truncatum</i> (Schw.)
	Downy mildew	<i>Peronospora manshurica</i> (Naum.)
	Bacterial pustule	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>
Soybean mosaic virus	<i>Soybean mosaic virus</i> (SMV)	
Soybean crinkle leaf	<i>Soybean crinkle leaf virus</i> (SCLV)	
<b>Broadleaf weed:</b>		
<i>Lagascea mollis</i> Cav.	Brown spot	ND <sup>1</sup>
<i>Amaranthus viridis</i> L.	Insect pests	ND <sup>1</sup>
<i>Mimosa invisa</i> Mart.	<i>Cercospora</i> leaf spot	<i>Cercospora</i> sp.
<b>Grass weed:</b>		
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> [Lour.] W.D. Clayton	Brown spot	ND <sup>1</sup>
<b>Sedge:</b>		
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Rust	<i>Puccinia</i> sp.

<sup>1</sup>/ND = not detected

เนื่องจากสภาพแวดล้อมในบริเวณแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละพื้นที่นั้น มีความแตกต่างกันมาก จึงทราบการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไปหลายชนิด ได้แก่ โรครากและโคนต้นเน่า โรคลำต้นเน่า โรคราสนิม โรคแอนแทรคโนส โรคราน้ำค้าง โรคใบจุดนูน และโรคพืชชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิดที่ยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุของโรคได้ เมื่อเชื้อสาเหตุโรคมักจะเข้าไปทำลายถั่วเหลืองฝักสด ส่งผลเสียหายต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากและเร็วที่สุด ซึ่งแนวทางหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเพื่อลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยการใช้วิธีการกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช (alternate host) เช่นการเขตกรรมที่ถูกต้อง การเผาเศษซากต้นต่อของถั่วเหลืองฝักสด การกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของโรคพืช ที่ขึ้นแข่งขันในแปลงปลูกพืชและในบริเวณรอบแปลงปลูกพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งมีการดูแล และการจัดการในบริเวณรอบแปลงปลูกให้สะอาดเป็นต้น ซึ่งช่วยลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในฤดูถัดไป ตลอดจนควรมีการพิจารณาแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาหลัก (key pests) ด้วย เพื่อช่วยทำให้การจัดการในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

การประเมินประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืชพบว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และ hand weeding มีจำนวนประชากรวัชพืชที่ขึ้นในพื้นที่มากกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดสามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าไชย่ง (*Rottboellia cochinchinensis* [Lour.] W.D. Clayton) ผักปลาบ (*Commelina diffusa* Burm.f) และแห้วหมู อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี กล่าวคือ การใช้สาร metribuzin อัตรา 56 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด อยู่ในเกณฑ์ควบคุมได้ดีประมาณ 80-90 % และไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (Table 3) รองลงมา คือการใช้สาร metribuzin อัตรา 84 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ หรือสาร pendimethalin อัตรา 165 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ หรือการใช้สาร clomazone อัตรา 153.6 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ส่วนการใช้สาร clomazone อัตรา 172.8 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ เพียงอย่างเดียว มีผลกระทบต่อถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูกอยู่ในช่วงประมาณ 10-20 %

**Table 3.** Effect of pre-emergence application of herbicides on weed and crop injury in the National Corn and Sorghum Research centre, Nakhon Ratchasima province

Treatment	Weed cover score <sup>1/</sup> (days after application)				Crop injury score <sup>2/</sup> (days after application)			
	7	14	21	30	7	14	21	30
Control	9	9	9	9	1	1	1	1
Hand weeding (at 30 DAP <sup>3/</sup> )	9	9	9	1	1	1	1	1
Clomazone 172.8 g a i /rai	2	2	3	2	1	1	1	1
Metribuzin 84 g a i /rai	1	1	2	2	1	1	1	1
Pendimethalin 165 g a i /rai	1	2	2	2	1	1	1	1
Metribuzin 56 g a i /rai + pendimethalin 148.5 g a i /rai	1	1	1	2	1	1	1	1
Clomazone 153.6 g a i /rai + pendimethalin 148.5 g a i /rai	2	2	2	2	1	1	1	1

<sup>1/</sup>Weed cover score using a scale of 1-9 where 1 represents no weed cover and 9 = completely weedy plot

<sup>2/</sup>Crop injury score using a scale of 1-9 where 1 represents least injured plants and 9 = most injured plants

<sup>3/</sup>DAP = days after planting

**Remarks:** grasses: *Commelina diffusa* Burm.f. and *Rottboellia cochinchinensis* [Lour.] W.D. Clayton, broadleaf weeds: *Amaranthus viridis* L., *Lagascea mollis* Cav. and *Mimosa invisa* var. Mart., and sedges: *Cyperus rotundus* L.

แต่อาการที่แสดงไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของ  
ถั่วเหลืองฝักสด เช่นเดียวกับสารกำจัดวัชพืช  
ชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาผลผลิตที่จำหน่ายได้  
พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดในกรรมวิธีที่  
ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตที่จำหน่าย  
ได้ 805 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกับ

กรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน  
(hand weeding) ซึ่งมีผลผลิตต่ำกว่ากรรมวิธีที่มี  
การใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่ในกรรมวิธีที่มีการ  
ใช้สารกำจัดวัชพืชทุกแปลงให้ผลผลิตที่จำหน่าย  
ได้ที่ใกล้เคียงกัน คือการใช้สาร metribuzin +  
pendimethalin ให้ผลผลิต 1,118 กก./ไร่ รองลงมา

คือการใช้สาร metribuzin หรือ pendimethalin ให้ผลผลิต 1,070 และ 1,033 กก./ไร่ ส่วนการใช้สาร clomazone + pendimethalin และสาร clomazone ให้ผลผลิต 964 และ 951 กก./ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนค่าใช้จ่าย พบว่าค่าใช้จ่ายในกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช แต่มีการทำร่น 1 ครั้ง เมื่อ

ถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 30 วัน มีต้นทุนที่เป็นค่าจ้างแรงงานในการกำจัดวัชพืช (อัตราค่าจ้าง 170 บาท/วัน) สูงกว่าในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชประมาณ 247 – 560 บาท/ไร่ ซึ่งต้นทุนจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำและราคาของสารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด (Table 4)

**Table 4.** Effect of pre-emergence application of herbicides on crop yield of vegetable soybean and cost input for chemical control in the National Corn and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province.

Treatment	Yield (kg/ rai)			Cost input <sup>1/</sup> (baht/ rai)
	Marketable <sup>2/</sup>	Non-marketable	Total	
Control	805 d	1,213	2,018	-
Hand weeding (at 30 DAP <sup>3/</sup> )	903 c	1,188	2,091	680
Clomazone 172.8 g a i /rai	951 bc	1,147	2,098	353
Metribuzin 84 g a i /rai	1,070 ab	1,173	2,243	120
Pendimethalin 165 g a i /rai	1,033 b	1,152	2,185	135
Metribuzin 56 g a i /rai + pendimethalin 148.5 g a i /rai	1,118 a	1,200	2,318	202
Clomazone 153.6 g a i /rai + pendimethalin 148.5 g a i /rai	964 bc	1,120	2,084	433
CV (%)	10.05	4.12	4.99	

<sup>1/</sup>Calculatbions are based on cost input for chemical control in each treatment, labour cost per-man-days worked was 170 baht per day.

<sup>2/</sup>Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

<sup>3/</sup>DAP = days after planting

สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวหนังได้มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin ตรวจพบที่ระดับความลึก 22.50-30 ซม. ในขณะที่สาร alachlor ตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 7.5-15 ซม. นอกจากนี้สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ที่มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารที่สูงกว่า (Hartzler, 2002) ด้วยเหตุนี้สาร metribuzin จึงมีการซึมผ่านผิวหนังได้บ้างก่อนที่จะถูกชะล้าง ถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน และการย่อยสลายโดยแสง รวมทั้งการที่ฝนตกจะช่วยเสริมประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวหนังของสาร metribuzin เพื่อควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น และความมากมายของกระบวนการที่เกิดขึ้นกับสารกำจัดวัชพืช เกี่ยวข้องกับสมบัติของดินและสมบัติของสารเอง ซึ่งสมบัติของดิน ได้แก่ ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ pH ดิน อุณหภูมิและความชื้นดิน ส่วนสมบัติของสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ สูตรโครงสร้างทางเคมีของสาร รูปของสารที่ใช้ สภาพกรดด่างของสารและอัตราการใช้ (Mirsal, 2004) นอกจากนี้จากการศึกษาการใช้สาร pendimethalin ร่วมกับการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ คือ สาร metribuzin และ clomazone สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pannacci และคณะ (2007) ได้รายงานว่าการใช้สาร

pendimethalin อัตรา 147.36 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ + linuron อัตรา 86.4 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ และ การใช้สาร pendimethalin อัตรา 116.88 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ + imazetabenz อัตรา 6.40 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงปลูกทานตะวันได้ดีกว่าการใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว แสดงว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น นอกจากจะสามารถเลือกใช้สาร metribuzin อัตรา 84 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ หรือสาร pendimethalin อัตรา 165 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ แล้วยังสามารถใช้สาร metribuzin อัตรา 56 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ นำมาใช้ทดแทนสลับกันในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการพัฒนาการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เพื่อแนะนำให้เกษตรกรได้มีทางเลือกในการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ หมุนเวียนสลับหรือทดแทนกันไปในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาได้ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการช่วยลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดลงไปได้ ส่งผลทำให้การผลิตทางการเกษตรมีความปลอดภัยทางด้านอาหาร และสิ่งแวดล้อมตามข้อกำหนดในระดับมาตรฐานสากล

### การวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS

การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านอาหาร พบว่าที่ 58 วันหลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ (หรือที่ 7 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว) ไม่พบว่ามีสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (Table 5) คือ

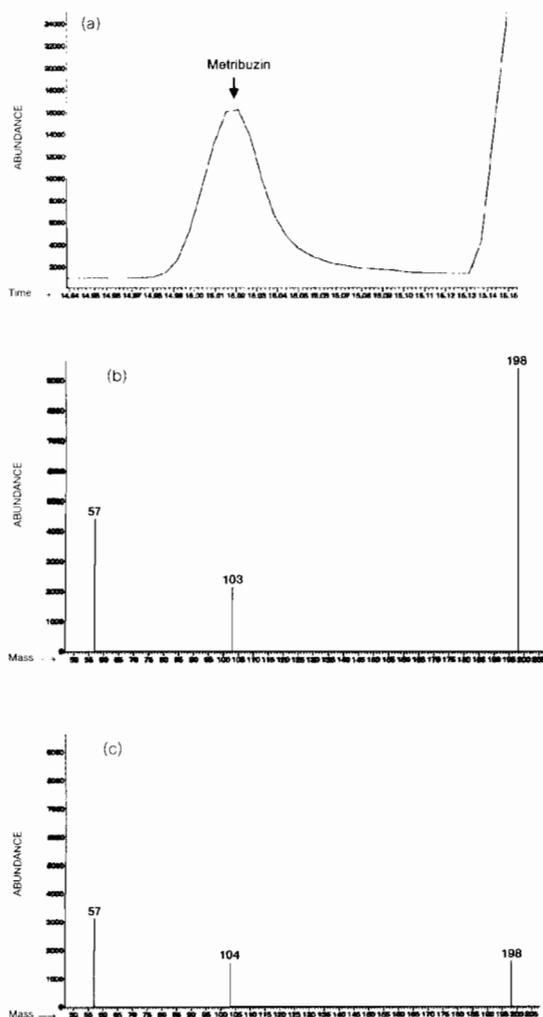
การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ (Figure 1) การใช้สาร pendimethalin อัตรา 165 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ (Figure 2) และ การใช้สาร metribuzin อัตรา 56 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ และพบว่าค่า detection limited หรือ MRLs เท่ากับ 0.01 เมื่อพิจารณาความสูง peak ของเส้นกราฟที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ พบว่าความสูง peak ของเส้นกราฟสูงกว่าระดับปกติ (Figure 1)

**Table 5.** Determination of herbicide residues in vegetable soybean using GC-MS in the National Corn and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province.

Treatment	Herbicide residues <sup>1/</sup>
Control	ND
Hand weeding (at 30 DAP <sup>2/</sup> )	ND
Clomazone 172.8 g a i /rai	ND
Metribuzin 84 g a i /rai	ND
Pendimethalin 165 g a i /rai	ND
Metribuzin 56 g a i /rai + pendimethalin 148.5 g a i /rai	ND
Clomazone 153.6 g a i /rai + pendimethalin 148.5 g a i /rai	ND

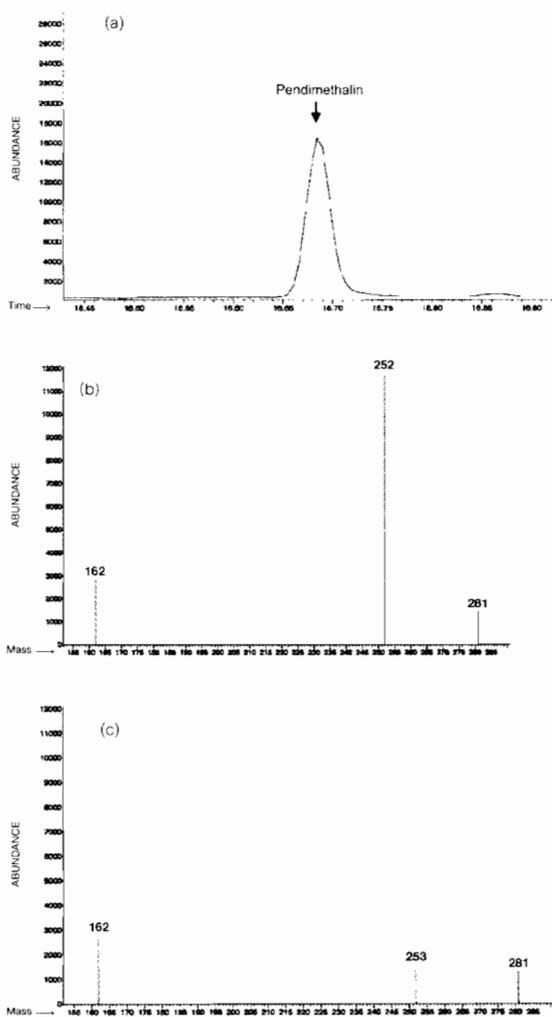
<sup>1/</sup>ND = not detected (detection limited = 0.01)

<sup>2/</sup>DAP = days after planting



**Figure 1.** Determination of metribuzin residues in green soybean using GC-MS. (a) = chromatogram of metribuzin standard, (b) = mass pattern of metribuzin standard, and (c) = mass pattern of metribuzin sample

จึงทำการพิจารณาจากพื้นที่ใต้กราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลจำนวน 3 เส้น ของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ standard แล้วไม่ตรงกัน (Figure 1) ดังนั้นจึงไม่พบว่ามีสารตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด แสดงว่า



**Figure 2.** Determination of pendimethalin residues in green soybean using GC-MS. (a) = chromatogram of pendimethalin standard, (b) = mass pattern of pendimethalin standard, and (c) = mass pattern of pendimethalin sample

หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด หรือค่า MRLs < 0.01 ppm ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Alberio และคณะ

(2004) ได้รายงานว่าการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในผักและผลไม้ นั้น จำเป็นต้องมีการตรวจสอบโดยการใช้ GC-MS ซึ่งสามารถตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดได้ในคราวเดียว พบว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทำการตรวจหาสารตกค้าง มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ในแต่ละชนิดของสารกำจัดวัชพืช ส่งผลให้การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรโดยการใช้ GC-MS นั้น สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดความเสี่ยงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับการส่งออกของผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระดับมาตรฐานสากลและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ประเทศที่ผลิตสินค้าส่งออกอีกทางหนึ่งได้ด้วย

### **การจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด**

ประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการโรคพืชและแมลงศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์กำแพงแสน 292 เพื่อลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช (โรคและแมลงศัตรูพืช) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (control) จากการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช แสดงถึงความพอใจในภาพรวม

ของจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสด โดยการประเมินด้วยสายตา พบว่าในแปลงทดลองของกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใด ๆ (control) มีจำนวนประชากรของวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองมาก ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ (หรือควบคุมวัชพืชได้ 0 %) แสดงว่าสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดสามารถควบคุมวัชพืชอยู่ในเกณฑ์ปานกลางดี กล่าวคือการใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก. สารออกฤทธิ์/ไร่ ร่วมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ (กรรมวิธีที่ 7) โดยการคลุมเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus amyloliquefaciens* สายพันธุ์ KPS46 และ Imidacloprid 70% WS ร่วมกับการพ่นเชื้อแบคทีเรีย KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารฆ่าแมลง (cypermethrin, acetamiprid และ methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดาที่ 50 วันหลังจากการปลูกพืช มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด โดยที่ต้นถั่วเหลืองฝักสดแสดงอาการได้รับพิษประมาณ 10 % แต่อาการที่ทำให้ทราบไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (Table 6) เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด ทั้งทางด้านความสูงต้น จำนวนข้อและจำนวนกิ่งต่อต้น พบว่ามีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด เพิ่มปริมาณและ

คุณภาพของผลผลิต และให้ผลผลิตสูงสุด มีผลผลิตของฝักจำหน่ายได้ 1,484 กก./ไร่ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 1,097 บาท/ไร่ รองลงมา คือการใช้สาร metribuzin อัตรา 84 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ ร่วมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ (กรรมวิธีที่ 6) มีผลผลิตของฝักที่จำหน่ายได้ 1,455 กก./ไร่ ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 1,015 บาท/ไร่ ตามลำดับ (Table 7) ในขณะที่กรรมวิธีแบบดั้งเดิม (กรรมวิธีที่ 2) มีผลผลิตของฝักที่จำหน่ายได้ 1,098 กก./ไร่ ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 1,768 บาท/ไร่ เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้ แสดงการพัฒนา รูปแบบใหม่ของการจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ โดยวิธีผสมผสาน มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชได้ดีที่สุด และยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการศัตรูพืชได้มากกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีแบบดั้งเดิม

การพัฒนา รูปแบบใหม่ของการจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่มีการจัดการทางด้านวัชพืช ร่วมกับการจัดการทางด้านโรคพืชและแมลงศัตรูพืชนั้น สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้า และพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ตลอดจนสามารถส่งเสริมเทคโนโลยีที่พัฒนาได้สู่กลุ่มเกษตรกรที่ได้ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จ.เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน

และลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่หลักในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) ส่วนเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่าง จนถึงภาคกลางตอนบน ได้แก่ จ.กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลกและเพชรบูรณ์ มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชรองและบำรุงดินหลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) นอกจากนี้การปลูกถั่วเหลืองฝักสดสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังพื้นที่บางจังหวัดในเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ลพบุรี สระบุรี อ่างทอง นครปฐมและนครราชสีมา สามารถที่จะทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ และให้ผลผลิตที่ดีได้เช่นกัน ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้เพียงพอสำหรับการส่งออกได้มากยิ่งขึ้นต่อไป

### สรุปผลการทดลอง

1. ชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ในสภาพแปลงทดลองที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ โมยราบเลื้อย เป็นพืชอาศัยของเชื้อรา *Cercospora* sp. และแห้วหมู เป็นพืชอาศัยของเชื้อรา *Puccinia* sp. เป็นต้น
2. การใช้สาร metribuzin อัตรา 56 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ และสาร pendimethalin อัตรา 165 ก.สารออกฤทธิ์/ไร่ ตามลำดับ

**Table 6.** Effect of weed management integrated with pest management on weed and crop injury in the National Corn and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province

Treatment	Weed cover score <sup>1/</sup> (days after application)				Crop injury score <sup>2/</sup> (days after application)			
	7	14	21	30	7	14	21	30
Control	9	9	9	9	1	1	1	1
Rhizobium + metalaxyl + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + fungicides <sup>5/</sup>	1	2	3	3	1	1	1	1
Rhizobium + mancozeb + fungicides <sup>5/</sup>	1	4	5	6	1	1	1	1
KPS46 + rhizobium + mancozeb + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + fungicides <sup>5/</sup>	1	2	3	3	1	1	1	1
KPS46 + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup>	1	2	3	3	1	1	1	1
KPS46 + Imidacloprid 70% WS + metribuzin <sup>6/</sup> + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + insecticides <sup>5/</sup> + neem extract <sup>7/</sup>	1	1	2	2	1	1	1	1
KPS46 + imidacloprid 70% WS + (metribuzin + pendimethalin) <sup>6/</sup> + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + insecticides <sup>5/</sup> + neem extract <sup>7/</sup>	1	1	1	2	1	1	1	1

<sup>1/</sup>Weed cover score using a scale of 1-9 where 1 represents no weed cover and 9 = completely weedy plot

<sup>2/</sup>Crop injury score using a scale of 1-9 where 1 represents least injured plants and 9 = most injured plants

<sup>3/</sup>Applied at 15, 30 and 45 days after planting

<sup>4/</sup>Applied at 30 and 45 days after planting

<sup>5/</sup>Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

<sup>6/</sup>Applied at 0 days after planting

<sup>7/</sup>Applied at 50 days after planting

**Table 7.** Effect of weed management integrated with pest management on plant height, number of node, number of branch, crop yield of green soybean and cost input for chemical control in the National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima province

Treatment	Plant height (cm)	No of node / plant	No of branch / plant	Yield (kg/ rai)	Cost input <sup>1/</sup> (baht/ rai)
Control	41.0	6	2	875 a <sup>2/</sup>	-
Rhizobium + metalaxyl + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + fungicides <sup>5/</sup>	32.2	6	3	1,098 b	1,768
Rhizobium + mancozeb + fungicides <sup>5/</sup>	37.1	6	3	1,210 bc	1,310
KPS46 + rhizobium + mancozeb + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + fungicides <sup>5/</sup>	34.7	6	3	1,210 bc	2,120
KPS46 + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup>	34.7	6	3	1,206 bc	810
KPS46 + imidacloprid 70% WS + metribuzin <sup>6/</sup> + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + insecticides <sup>6/</sup> + neem extract <sup>7/</sup>	35.1	7	3	1,455 c	1,015
KPS46 + imidacloprid 70% WS + (metribuzin + pendimethalin) <sup>6/</sup> + KPS46 <sup>3/</sup> + (algae extract + CaB) <sup>4/</sup> + insecticides <sup>5/</sup> + neem extract <sup>7/</sup>	35.6	7	3	1,484 c	1,097

<sup>1/</sup>Calculations are based on cost input for chemical control in each treatment

<sup>2/</sup>Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

<sup>3/</sup>Applied at 15, 30 and 45 days after planting

<sup>4/</sup>Applied at 30 and 45 days after planting

<sup>5/</sup>Applied at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting

<sup>6/</sup>Applied at 0 days after planting

<sup>7/</sup>Applied at 50 days after planting

3. การตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ไม่พบว่ามีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm)

4. การจัดการวัชพืชร่วมกับศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบว่าการคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus amyloliquefaciens* สายพันธุ์ KPS46 (100 มล./เมล็ด 1 กก.) และสารฆ่าแมลง imidacloprid 70% WS (2 ก./เมล็ด 1 กก.) ตามด้วยการพ่นเชื้อแบคทีเรีย KPS46 (250 มล./น้ำ 15 ล.) ทุก 14 วัน 3 ครั้ง ร่วมกับการพ่นสารสกัดจากสาหร่าย (30 มล./น้ำ 20 ล.) และธาตุอาหารพืช CaB (20 มล./น้ำ 20 ล.) 2 ครั้ง ตลอดจนการพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อปริมาณแมลงถึงระดับการตัดสินใจที่กำหนด ร่วมกับการพ่นสารสกัดสะเดา (100 มล./น้ำ 80 ล.) ลับดาห้ละครั้ง ที่ 50 วันหลังจากปลูกพืช มีประสิทธิภาพในการกำจัดโรคพืชและฆ่าแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด

### คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับถั่วเหลืองฝักสด และบริษัทลานนา

อุตสาหกรรม จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการตรวจวิเคราะห์หาสารป้องกันกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด

### เอกสารอ้างอิง

- 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*. 1043: 127-133.
- Delp, B.R., L.J. Stowel and J.J. Marois. 1986. Evaluation of field sampling techniques for estimation of disease incidence. *Phytopathol.* 76: 1299-1305.
- Hartman, G.L., J.B. Sinclair and J.C. Rupe. 1999. *Compendium of Soybean Disease*. 4<sup>th</sup> ed. APS Press. St. Paul. MN. USA. 128 p.
- Hartzler, B. 2002. *Absorption of Soil-Applied Herbicides*. Department of Agronomy, Iowa State University. <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>, 2/7/2006.
- Kawasaki, J. 2006. *Provisional Translation from Japanese Original: Ministry of Health, Labour and Welfare*. <http://>

- www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/index.html, 29/5/ 2006.
- Lin, C.C. 2006. Frozen edamame: global market conditions. Pages 93-96. *In: The Second International Vegetable Soybean Conference*. Lumpkin T.A. and S. Shanmugasundaram (compileds). Washington State University, Pullman, WA, USA.
- Metcalf, R.L. and R.A. Metcalf. 1994. Attractants, repellents, and genetic control in pest management. Pages 315-354. *In: Introduction to Insect Pest Management*. 3<sup>rd</sup> ed., Metcalf R. L. and W.H. Luckmann, (eds.), John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Mirsal, I.A. 2004. *Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation*. Springer, Heidelberg. 252 p.
- Pannacci, E., F. Graziani and G. Covarelli. 2007. Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). *Crop Protection* 26: 1150-1157.
- Pedigo, L.P. 2002. *Entomology and Pest Management* 4<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey. 742 p.
- Richard, N.S. 1993. *Plant Disease Control: Towards Environmentally Acceptable Methods*. Chapman and Hall, London. 354 p.
- Sompop, M., J O. Naewbanij and T. Rerngjakrabhet. 2005. *Shrimp, Fresh Asparagus and Frozen Green Soybean in Thailand*. [http://siteresources.worldbank.org/NTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF\\_\\_final.pdf](http://siteresources.worldbank.org/NTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF__final.pdf), 28/7/ 2006.