

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการป้องกันสารตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก

โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

เดือน ปี ที่เสร็จโครงการ

ระยะเวลาโครงการ 2 ปี (28 กันยายน 2550 ถึง 27 กันยายน 2552)

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการป้องกันสารตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก

คณะผู้วิจัย สังกัด

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทศพล พรพรม
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม
2. นายดรพัน แสนศิริพันธ์
ผู้จัดการฝ่ายส่งเสริมและจัดหาวัตถุดิบ
บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด
106/5 หมู่ 8 ถนนเชียงใหม่ - ลำปาง
ต. สารภี อ. สารภี จ. เชียงใหม่

ชุดโครงการการสร้างกำลังคนเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม
ประจำปี 2550
(28 กันยายน 2550 – 27 กันยายน 2552)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณบริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่กรุณาได้ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวก ด้วยดีมาโดยตลอด ทั้งในด้านการศึกษาวิจัยในสภาพไร้ทดลอง แปลงเกษตรกร และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด ตลอดจนขอขอบคุณบริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด (Bayer CropScience) บริษัท Dow AgroScience (Thailand) Ltd., บริษัท Arysta LifeScience และบริษัท BASF (Thai) จำกัด ที่ได้ช่วยเหลือให้การสนับสนุนสารกำจัดวัชพืช สำหรับนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

สัญญาเลขที่ IUG5080006

โครงการ “การป้องกันสารตกค้างในการผลิตข้าวเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก”

รายงานสรุปความก้าวหน้าของโครงการประจำปี

Executive Summary

การศึกษาการป้องกันสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตข้าวเหลืองฝักสด ได้มุ่งเน้นเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้สารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม โดยพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ซึ่งสามารถพัฒนาไปเป็นต้นแบบในระบบการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตข้าวเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก ที่ได้มาตรฐานตามความต้องการของประเทศผู้นำเข้า ได้ทำการทดลอง 3 ฤดูกล ในปี พ.ศ. 2549 - 2552 คือ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม - กรกฎาคม) โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ การใช้สาร acetochlor อัตรา 1,875 g a.i. /ha, alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 1,080 g a.i. /ha, isoxaflutole อัตรา 75 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha, oxadiazon อัตรา 1,000 g a.i. /ha และ pendimethalin อัตรา 412.50 g a.i. /ha พบว่า ที่ 7 และ 14 วันหลังฉีดพ่นสาร พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพวกใบกว้าง วงศ์หญ้า และกก ได้ผลที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาจากความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูก พบว่า การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon ส่งผลทำให้ข้าวเหลืองฝักสดได้รับพิษมากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ต่อมาภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ทำการศึกษาค้นคว้าในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้วิธี bioassay test พบว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกาดคางคก ข้าวโพด แตงกวา ถั่วฝักยาว และ ข้าวเหลืองฝักสด สามารถงอกในสภาพไร้ได้เป็นปกติ และไม่พบความเป็นพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในช่วงต้น จากนั้นได้ทำการศึกษาซ้ำอีกครั้งในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม - ตุลาคม) และ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม - กุมภาพันธ์) เพื่อยืนยันผลการทดลอง โดยทำการเลือกใช้สาร alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha, สาร pendimethalin อัตรา 412.50 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 960 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha และ metribuzin อัตรา 350 g a.i. /ha + pendimethalin 330 g a.i. /ha ซึ่งให้ผลการทดลองคล้ายกับในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งแสดงได้ว่า การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin ทั้งในรูปแบบที่มีการใช้เป็นการเดี่ยวและสารผสมนั้น มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และไม่พบความเป็นพิษในพืชปลูกและพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ต่อมาได้ทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตข้าวเหลืองฝักสด โดยใช้ Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC - MS) พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดดังกล่าวนีในผลผลิตของข้าวเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถแนะนำได้ว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha และ/หรือ สาร pendimethalin อัตรา 412.50 g a.i. /ha มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้การใช้สาร metribuzin อัตรา 350 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha สามารถนำมาใช้สลับหรือทดแทนกันได้ เพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งจะส่งผลทำให้การผลิตข้าวเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยทางด้านอาหารมากยิ่งขึ้นต่อไป

Abstract

Project Code : IUG5080006

Project Title : Prevention of Herbicide Residues in Green Soybean Production for Export

Investigator : Associate Prof. Dr. Tosapon Pornprom
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture,
Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,
Nakhon Pathom 73140

E-mail Address : agrtpp@ku.ac.th

Project Period : 2 years (September 28, 2007 – September 27, 2009)

Studies on efficiency and determination the residue of herbicides in green soybean (*Glycine max* L. Merr. variety no. 75) production were carried out at the field experiment, Mae On and the laboratory of Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai, in early rainy season during May, 2006 - July, 2009. Acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin and metribuzin + pendimethalin were applied to evaluate the efficacy use of pre-emergence herbicides for weed control. Control of weeds in green soybean with all pre-emergence herbicides can be variable. Metribuzin, pendimethalin, and metribuzin + pendimethalin showed the best efficacy use for weed control but caused no yield reduction. No visible crop injury was observed after alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin and metribuzin + pendimethalin application, while acetochlor, isoxaflutole and oxadiazon caused visible crop injury to green soybean. The herbicide residues in crop yield were determined using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). No herbicide residues was detected in crop yield (or MRLs < 0.01 ppm) for all herbicides used in this study. From these results, it can be concluded that metribuzin at 84 g a.i./ rai was sufficient to provide satisfactory full-season control of several weed species. In addition, pendimethalin at 165 g a.i./ rai, and metribuzin at 56 g a.i./ rai + pendimethalin at 148.5 g a.i./ rai can be provided a similar level of weed control for an alternative to reduce herbicide dosage use, and further increased for the food safety in green soybean production.

Keywords: Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), green soybean, herbicide residues

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : IUG5080006
ชื่อโครงการ : การป้องกันสารตกค้างในการผลิตข้าวเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก
ชื่อนักวิจัย : รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
E-mail Address : agrtpp@ku.ac.th
ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี (28 กันยายน 2550 – 27 กันยายน 2552)

การศึกษาประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตข้าวเหลืองฝักสด พันธุ์นัมเบอร์ 75 ได้ดำเนินการที่แปลงปลูกพืชทดลองในเขตกิ่งอำเภอแม่อน และห้องปฏิบัติการของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 ถึง กรกฎาคม 2552 การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ในการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกดังกล่าวนี้ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้ผลที่แตกต่างกัน โดยที่การใช้สาร metribuzin, pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตของข้าวเหลืองฝักสด มากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เมื่อมีการใช้สาร alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ข้าวเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ ในขณะที่การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon ข้าวเหลืองฝักสดจะแสดงอาการได้รับพิษ ต่อมาได้ทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตข้าวเหลืองฝักสด โดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ ในผลผลิตของข้าวเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้ การใช้สาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถนำมาใช้ทดแทนสลับกันได้ เพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งจะส่งผลทำให้การผลิตข้าวเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยทางด้านอาหารมากยิ่งขึ้นต่อไป

คำหลัก: แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) ข้าวเหลืองฝักสด สารกำจัดวัชพืชตกค้าง

บทนำ

การตรวจพบการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในสินค้าส่งออกทางการเกษตรส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคในตลาดโลกเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะจากตลาดประเทศญี่ปุ่นและยุโรปที่ให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยของอาหารสูงมาก แม้ประเทศผู้ผลิตส่งออกหลัก เช่น ประเทศจีน จะพยายามแก้ไขปัญหาก็เพื่อเรียกความเชื่อมั่นให้กลับมา แต่ยากที่จะควบคุมเพราะพื้นที่ผลิตกว้างขวางมาก ความเชื่อมั่นในผู้บริโภคถูกกระทบรุนแรงซ้ำหลายครั้งจนยากที่จะดึงกลับคืนได้ในระยะอันใกล้ จึงเป็นโอกาสของสินค้าส่งออก เช่น ผัก ผลไม้ และสินค้าทางการเกษตรอีกหลายอย่างจากประเทศไทยที่จะเข้าไปทดแทน เพราะปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสินค้าอาหารรายใหญ่ของโลกอยู่แล้ว

เนื่องจากในปี พ.ศ. 2548-49 ได้มีรายงานว่า มีสารกำจัดวัชพืช alachlor ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดที่ผลิตในประเทศจีน ทำให้ประเทศจีนไม่สามารถส่งถั่วเหลืองฝักสดออกไปจำหน่ายยังประเทศญี่ปุ่นได้ ในช่วงนั้นบริษัทผู้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดส่งออกเกรงว่าอาจจะส่งผลกระทบต่อ การส่งออกของประเทศไทย เพราะมีการใช้สาร alachlor เช่นเดียวกัน ทางบริษัทจึงได้มีการปรึกษาหารือกับนักวิจัยเพื่อที่จะพัฒนาหาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ ๆ นำไปใช้ในการควบคุมวัชพืชทดแทนการใช้สาร alachlor ต่อไป ในปัจจุบันนี้มีการปลูกแบบการดำ ทำให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่ 2-10 ไร่ ต่อคนต่อฤดูกาล การควบคุมวัชพืชโดยใช้แรงงานคนมีค่าใช้จ่ายสูง เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชตั้งแต่เริ่มแรก ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limits, MRLs) ของสารกำจัดวัชพืชไว้ค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีความเสี่ยงมากหากมีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืช อาจทำให้ผลผลิตมีค่า MRLs สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ในขณะที่สารเคมีกำจัดแมลงมีให้เลือกหลายชนิดมากกว่า และมีหลายชนิดที่ประเทศญี่ปุ่นกำหนดค่า MRLs ไว้สูง ซึ่งโอกาสตกค้างและเกินค่า MRLs จะมีน้อยกว่าสารกำจัดวัชพืช

สืบเนื่องมาจากรัฐบาลประเทศญี่ปุ่นประกาศและบังคับใช้กฎหมาย Positive List System for Agricultural Chemical Residues in Foods ตั้งแต่ 29 พ.ค. 2549 เป็นต้นมา ซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานค่า MRLs ของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรแต่ละชนิดออกมาใช้ควบคุมการตกค้างของสารเคมีในสินค้าทางการเกษตรโดยตรง ซึ่งในข้อกำหนดดังกล่าวนี้ มีผลกระทบโดยตรงต่อการใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากทางประเทศญี่ปุ่นได้มีการกำหนดมาตรฐานค่า MRLs ของสารกำจัดวัชพืชไว้ค่อนข้างต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ทางเกษตรกรในรายผู้ผลิตภายใต้การดูแลของบริษัท ได้มีการนำมาใช้สำหรับควบคุมวัชพืชในผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก จะเห็นได้ว่า มีความเสี่ยงมากในการตรวจพบสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชเกินกว่าค่ามาตรฐานที่สูงมาก ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการ

ส่งออกถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็งไปยังประเทศญี่ปุ่น และจะส่งผลกระทบต่อรายได้จากการส่งออกจากการปลูกพืชของเกษตรกรในที่สุด ในปัจจุบันนี้ประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศผู้นำเข้า ได้มีแนวโน้มที่จะให้ประเทศผู้ผลิตและส่งออกสินค้าทางการเกษตร ควรมีความรู้ ความเข้าใจ และตระหนักในเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) ด้วย ดังนั้นเพื่อให้กระบวนการในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีคุณภาพและมาตรฐานตามความต้องการของประเทศผู้นำเข้า ซึ่งระดับที่ใช้เป็นมาตรฐานนั้น จะมีการกำหนดมาตรฐานค่า MRLs จึงจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจหาสารตกค้าง (herbicide residues) ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ทำการวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้ GC-MS ตลอดจนทำการพิจารณาตรวจหาสารตกค้างในดินโดยการใช้วิธี bioassay test เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งแบบก่อนงอกและหลังงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด เพื่อลดหรือทดแทนการใช้สารที่มีผลกระทบต่อพืชปลูกและสิ่งแวดล้อม
2. ศึกษาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ทำการวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้ GC-MS เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารสำหรับการส่งออกต่อไป
3. ศึกษาพฤติกรรมทางดินของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในดินสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้วิธี bioassay test เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการส่งออกต่อไป

วิธีการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษา 3 ฤดูกาลเพาะปลูกต่อปี ประกอบด้วย ในฤดูต้นฝน (ช่วงเดือน เม.ย.-มิ.ย.) ในฤดูฝน (ช่วงเดือน ก.ค.-ก.ย.) และในฤดูหนาว (ช่วงเดือน พ.ย.-ธ.ค.) ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

1. ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืช

การศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการพิจารณาข้อมูลของสารกำจัดวัชพืชที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ ทั้งแบบก่อนงอกและหลังงอกชนิดต่าง ๆ ภายใต้ List of Agricultural Chemicals in Foods ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นประเทศคู่ค้าหลัก สืบเนื่องมาจากรัฐบาลประเทศญี่ปุ่นได้ประกาศและบังคับใช้กฎหมาย Positive List System for Agricultural Chemical Residues in

Foods ตั้งแต่วันที่ 29 พ.ค. 2549 เป็นต้นมา ซึ่งในข้อกฎหมายดังกล่าวนี้ ได้มีการกำหนดมาตรฐานค่าปริมาณสารพิษตกค้าง (MRLs) ของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรแต่ละชนิดออกมาใช้ควบคุมการตกค้างของสารเคมีในสินค้าทางการเกษตรโดยตรง ซึ่งในข้อกฎหมายดังกล่าวนี้ มีผลกระทบโดยตรงต่อการใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากทางประเทศญี่ปุ่นได้มีการกำหนดมาตรฐานค่า MRLs ของสารกำจัดวัชพืชไว้ค่อนข้างต่ำมาก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงได้มีการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชภายใต้การกำหนดมาตรฐานค่า MRLs เพราะมีผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกสินค้าทางการเกษตรโดยตรง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มีสิ่งทดลอง คือ สารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ ได้แก่ acetochlor, alachlor, isoxaflutole, oxadiazon, clomazone, metribuzin, pendimethalin, fluazifop-P-butyl และ imazethapyr โดยทำการเปรียบเทียบกับชุด control และ hand weeding จำนวน 4 ซ้ำ โดยพื้นที่แปลงมีขนาดกว้าง 5 เมตร x ยาว 5 เมตร แบ่งแปลงย่อยภายในพื้นที่ โดยทำการยกแปลงขนาดกว้าง 1 เมตร x ยาว 5 เมตร หลังจากทำการปลูกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ผักสด (ใช้พันธุ์ #75) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ หลังปลูกถั่วเหลืองผักสดทันที เมื่อถั่วเหลืองผักสดมีอายุ 15-20 วัน หรืออยู่ในระยะก่อนที่ถั่วเหลืองผักสดจะออกดอก ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานหรือเครื่องจักรกล ส่วนการจัดการน้ำและปุ๋ย จะเป็นไปตามแผนงานของการจัดการในการผลิตถั่วเหลืองผักสดในแต่ละพื้นที่ บันทึกผลการทดลอง ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ทำการพิจารณาจากจำนวนชนิดและปริมาณวัชพืช ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อถั่วเหลืองผักสด ความสูงของถั่วเหลืองผักสด รวมทั้งผลผลิตของถั่วเหลืองผักสดที่ระยะเก็บเกี่ยว ได้แก่ จำนวนผักต่อต้น น้ำหนักผักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น เปอร์เซ็นต์ผักจำหน่ายได้ และเปอร์เซ็นต์ผักจำหน่ายไม่ได้

2. การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองผักสด โดยใช้ GC-MS

ในการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในถั่วเหลืองผักสดนั้น นำผักของถั่วเหลืองผักสดที่เก็บเกี่ยวจากแปลงที่ทำการทดลอง ทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชด้วยวิธี Partition method เป็นการสกัดสารเคมีที่ตกค้างโดยอาศัยการแยกชั้นของสาร เพื่อสกัดตรวจหาสารกำจัดวัชพืชให้ออกจากองค์ประกอบอื่น ๆ ของตัวอย่าง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS โดยใช้หลักการของโครมาโตกราฟี เพื่อทำการวิเคราะห์ชนิดของสารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน (standard) สำหรับการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างนั้น จะพิจารณาโดยทำการเปรียบเทียบกับเวลา รูปแบบ และการแตกตัวไอออนของสารกำจัดวัชพืชกับสารมาตรฐาน ซึ่งวิธีดังกล่าวสามารถคำนวณปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่พบตกค้างได้ ค่าที่วัดออกมาได้มีหน่วยเป็น ppm

3. การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในดิน โดยใช้วิธี bioassay test

จำนวนซ้ำของสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ โดยนำกระบะมาบรรจุดินที่นำมาจากแปลงปลูกถั่วเหลืองฝึกสด ให้ดินอยู่ในระดับต่ำกว่าขอบกระบะประมาณ 5 เซนติเมตร แบ่งพื้นที่ภายในกระบะออกเป็น 4 ส่วน เท่า ๆ กัน ทำการปลูกพืชทดสอบ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดฝักอ่อน กวางตุ้ง แดงกวาง และถั่วเหลืองฝึกสด ดูแลและรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ บันทึกผลการทดลอง เปอร์เซ็นต์ความงอก ความสูงของพืชทดสอบ ระดับความเป็นพิษที่พืชทดสอบได้รับ (crop injury) ที่ 7, 14 และ 21 วันหลังปลูกพืชทดสอบ

ผลและวิจารณ์

ในการศึกษาประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝึกสดเพื่อการส่งออก ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ประกอบด้วย (1) การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งแบบก่อนงอกและหลังงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝึกสด เพื่อเป็นการช่วยลดหรือทดแทนการใช้สารที่มีผลกระทบต่อพืชปลูกและสิ่งแวดล้อม (2) การศึกษาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝึกสด ทำการวิเคราะห์ทางเคมี โดยใช้ GC-MS เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร และ (3) ศึกษาพฤติกรรมทางดินของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในดินสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝึกสด โดยการใช้วิธี bioassay test เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการส่งออกต่อไป ซึ่งผลของการทดลองได้แสดงในเอกสารแนบหมายเลข 1-4 และหมายเลข 5-6 ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการปลูกถั่วเหลืองฝึกสด วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับที่ 1 ปีที่ 39: 101-114 (2551) (เอกสารแนบหมายเลข 1)
2. ประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝึกสด วารสารวิชาการเกษตร ฉบับที่ 3 ปีที่ 26: 231-244 (2551) (เอกสารแนบหมายเลข 2)
3. การพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝึกสด วารสารวิชาการเกษตร (submitted เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2551 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนของการ revising the manuscript เอกสารแนบหมายเลข 3)
4. Weed control with metribuzin and pendimethalin in vegetable soybean เพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ Crop Protection ซึ่ง reviewers แนะนำให้เปลี่ยนชื่อเรื่องของ research article ใหม่ เป็น “Weed control with pre-emergence herbicides in vegetable soybean” (submitted เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2551 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนของการ revising the manuscript เอกสารแนบหมายเลข 4)

เอกสารอ้างอิง

1. Alonso-Prados, J.L., Hernandez-Sevillano, E., Llanos, S., Villarroja, M., Garcia-Baudin, J.M., 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). *Crop Prot.* 21, 1061-1066.
2. Fernando, P., Soledad, C., Mercedes, G., Miguel, V., 2002. Analysis of phenylurea herbicides from plants by GC/MS. *Talanta* 56, 727-734.
3. Franzenburg, D.D., Owen, M.D.K., Lux, J.F., Adam, K.W., 1998. Herbicide application strategies for weed control in glyphosate tolerant soybean. *Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.* 53:27.
4. Greenland, G.R., 2003. Injury to vegetable crops from herbicides applied in previous years. *Weed Technol.* 17, 73-78.
5. Hofer, J.M., Peterson, D.E., Gordon, W.B., Staggenborg, S.A., Fjell, D.L., 1998. Yield potential and response of glyphosate-resistant soybean varieties to imidazolinone herbicides. *Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.* 53:25.
6. Iwasaki, M., Sato, I., Jin, Y., Saito, N., Tsuda, S., 2007. Problems of positive list system revealed by survey of pesticide residue in food. *The Journal of Toxicological Science.* 32 (2), 179-184.
7. Koger, C.H., T.W. Walker and L.J. Krutz. 2006. Response of three rice (*Oryza sativa*) cultivars to pendimethalin application, planting depth, and rainfall. *Crop Protection.* 25: 684-689.
8. Kulshrestha, G., S.B. Singh, S.P. Lal and N.T. Yaduraju. 2000. Effect of long-term field application of pendimethalin : enhanced degradation in soil. *Pest Management Science.* 56 : 202-206.
9. Lanyi, K. and Z. Dinya. 2005. Photodegradation study for assessing the environmental fate of some triazine-, urea- and thiolcarbamate-type herbicides. *Microchemical J.* 80: 79-87.
10. Lin, C.C., 2001. Frozen edamame: global market conditions. *Proceedings, 2nd International Vegetable Soybean Conference.* Washington State University, Pullman, WA, USA, pp. 93-96.
11. 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.

12. Parker, D.C., Kieffer, D.L., Simmons, F.W., Wax, L.M., 1998. Influence of weed duration on glyphosate resistant soybean. *Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.* 53:119.
13. Pena, F., S. Cardenas, M. Gallego and M. Valcarcel. 2002. Analysis of phenylurea herbicides from plants by GC/MS. *Talanta*. 56: 727-734.
14. Pereior, I.R., Irimia, R.G., Cano, E.R., Torrijos, R.C., 2004. Optimisation of a gas chromatographic-mass spectrometric method for the determination of phenoxy acid herbicides in water samples as silyl derivatives. *Analytica Chimica Acta* 524, 249-256.
15. Soltani, N., Sikkema, P.H., Robinson, D.E., 2005. Vegetable crop responses to chlorimuron-ethyl applied in the previous year. *Crop Prot.* 24, 685-688.
16. Srisombun, S., Shanmugasundaram S., 2001. The history of vegetable soybean development, current status and future development in Thailand. *Proceedings, 2nd International Vegetable Soybean Conference*. Washington State University, Pullman, WA, USA, pp. 183-186.
17. The Ministry of Health, Labour and Welfare, 2005. Analytical methods for residual compositional substances of agricultural chemicals, feed additives, and veterinary drugs in food. URL: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist> 060228/dl/060526-1a.pdf. July 22, 2007.

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

ได้เสนอรายงานความก้าวหน้าของผลงานวิจัย ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 1 เรื่อง มีดังนี้

1. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ได้ทำการ submitted บทความวิจัย เรื่อง “Weed control with metribuzin and pendimethalin in vegetable soybean” เพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ Crop Protection ซึ่ง reviewers แนะนำให้เปลี่ยนชื่อเรื่องของ research article ใหม่ เป็น “Weed control with pre-emergence herbicides in vegetable soybean” (submitted เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2551 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนของการ revising the manuscript เอกสารแนบหมายเลข 4)

2. ผลงานวิจัยอื่นๆ

1. ได้มีการนำไปเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบของการบรรยาย จำนวน 2 เรื่อง ดังนี้

1.1 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในการประชุมวิชาการ อารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ในวันที่ 20-22 พฤศจิกายน 2550 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูน จ. พิษณุโลก (เอกสารแนบหมายเลข 5)

1.2 ประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลือง ฝักสด ในการประชุมทางวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ในวันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2552 ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ จ.อุบลราชธานี (เอกสารแนบหมายเลข 6)

2. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ จำนวน 3 เรื่อง ดังนี้

2.1 การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการปลูก ถั่วเหลืองฝักสด วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับที่ 1 ปีที่ 39: 101-114 (2551) (เอกสารแนบ หมายเลข 1)

2.2 ประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด วารสารวิชาการเกษตร ฉบับที่ 3 ปีที่ 26: 231-244 (2551) (เอกสารแนบหมายเลข 2)

2.3 การพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด วารสารวิชาการเกษตร (submitted เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2551 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนของการ revising the manuscript เอกสารแนบหมายเลข 3)

3. จำนวนและรายละเอียดการได้รับเชิญไปเป็นวิทยากร

ได้รับเชิญไปเป็นวิทยากรในการจัดฝึกอบรม จำนวน 2 ครั้ง เพื่อแนะนำให้ความรู้แก่ พนักงานส่งเสริมของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด หัวหน้ากลุ่มเกษตรกร และ เกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกประมาณ 85 ราย ในเขตเทศบาลตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในวันที่ 16 มกราคม 2551 และที่บริษัทลานนาเกษตร อุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ในวันที่ 27 พฤษภาคม 2551 โดยนำองค์ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการนำผลที่ได้จากโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการจัดการ วัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก (เอกสารแนบหมายเลข 7)

4. การเชื่อมโยงทางวิชาการกับนักวิชาการอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ

ได้มีการเชื่อมโยงทางวิชาการและบูรณาการงานวิจัยร่วมกับ Prof. Dr. Kobayashi Katsuichiro จาก Institute of Applied Biochemistry, University of Tsukuba ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสารกำจัดวัชพืชและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

5. การเชื่อมโยงทางวิชาการกับนักวิชาการภายในสถาบันเดียวกัน

ได้มีการเชื่อมโยงทางวิชาการและบูรณาการงานวิจัยร่วมกับทางด้านการจัดการศัตรูพืช ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับถั่วเหลืองฝักสด (Development of Pest Management System for Vegetable Soybean)” ร่วมกับนักวิชาการภายในสถาบันเดียวกัน ดังนี้

1. รศ.ดร.สุตฤดี ประเทืองวงศ์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มก.
2. รศ.ดร.สมศิริ แสงโชติ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มก.
3. ดร.ศรีเมฆ ชวโงพงาว ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มก.
4. ดร.สุรเชษฐ จามรมาน ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มก.
5. รศ.ดร.วิบูลย์ จงรัตนเมธิกุล ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มก.

นอกจากนี้ กำลังอยู่ในช่วงของการทำการวิจัยเพื่อป้องกันการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคาดว่าจะอาจจะได้ผลงานวิจัยอีกจำนวน 1 เรื่อง คือ “Pre-emergence herbicide options for weed control in vegetable soybean” เพื่อที่จะได้เสนอรายงานความก้าวหน้าของงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและ/หรือนานาชาติต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- **เชิงพาณิชย์:** เป็นข้อมูลทางวิชาการที่จะช่วยให้หน่วยงานของภาครัฐและเอกชนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการผลิตและการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยเฉพาะบริษัทที่ประกอบธุรกิจทางด้านสารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด (Bayer CropScience), บริษัท Dow AgroScience (Thailand) Ltd., บริษัท Arysta LifeScience และบริษัท BASF (Thai) จำกัด เป็นต้น ได้รับทราบข้อมูลในการใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในส่วนของการพัฒนาการจัดการวัชพืช ที่มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมในพืชปลูกชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ต่อไป

- **เชิงนโยบาย:** เป็นข้อมูลทางวิชาการที่จะช่วยให้ภาครัฐและบริษัทเอกชนต่าง ๆ ที่มีการกำหนดนโยบายอิงงานวิจัย/ เกิดมาตรการใหม่/ เปลี่ยนแปลงระเบียบข้อบังคับหรือวิธีทำงาน ที่เกี่ยวข้องในการใช้สารกำจัดวัชพืช ที่มุ่งเน้นทางด้านความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) รวมทั้งพิจารณาจากการกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้าง (MRLs; Maximum Residue Limits) ที่จะต้องมีการวิเคราะห์ตรวจสอบหาสารตกค้าง (Herbicide residues) เช่น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจากทางมหาวิทยาลัย กรมวิชาการเกษตร และบริษัทที่ประกอบธุรกิจด้านสารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด (Bayer CropScience), บริษัท Dow AgroScience (Thailand) Ltd., บริษัท Arysta LifeScience และบริษัท BASF (Thai) จำกัด เป็นต้น ได้รับทราบข้อมูลในการพัฒนาการจัดการวัชพืชที่มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมในพืชปลูกชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ต่อไป

- **เชิงสาธารณะ:** เป็นข้อมูลทางวิชาการที่จะช่วยให้ภาครัฐ เช่น หน่วยงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจากทางมหาวิทยาลัย กรมวิชาการเกษตร บริษัทเอกชนต่าง ๆ ได้แก่ บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด (Bayer CropScience), บริษัท Dow AgroScience (Thailand) Ltd., บริษัท Arysta LifeScience และบริษัท BASF (Thai) จำกัด และองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการผลิตอาหารที่มุ่งเน้นทางด้านความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) โดยเฉพาะองค์กร NGO ที่มีเครือข่ายความร่วมมือ/ สร้างกระแสนิยมสนใจในวงกว้าง ได้รับทราบข้อมูลในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ต่อไป

- **เชิงวิชาการ:** ได้มีการพัฒนาการเรียนการสอน รวมทั้งสร้างนักวิจัยใหม่ ผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาตรีและโท ให้มีความรู้ความสามารถทางด้านการจัดการวัชพืชและวิธีการพัฒนาในการใช้สารกำจัดวัชพืช เพื่อทำงานวิจัยที่มีคุณภาพสูง สามารถตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในระดับชาติและนานาชาติได้ ซึ่งมีนักศึกษาปริญญาโทในโครงการ จบการศึกษาจำนวน 2 คน ดังนี้

1. นายวัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ปัจจุบันทำงานเป็นนักวิชาการ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท Arysta LifeScience จำกัด ประเทศไทย

2. น.ส.ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ปัจจุบันทำงานเป็นนักวิจัย ที่สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ผลผลิตเมื่อสิ้นสุดปีที่ 1

มีเกษตรกรอย่างน้อย 25% (หรือมากกว่า 1,000 ครอบครัว) หรือ ในพื้นที่ปลูกอย่างน้อย 1,500 ไร่ ในเขตภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน มีการเปลี่ยนไปใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ที่ได้ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ โดยที่ในกระบวนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก จะไม่มีปัญหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ทำให้สามารถส่งออกถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างปลอดภัย อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกได้ ซึ่งไม่ต่ำกว่า 10,000 บาทต่อไร่ต่อฤดูกาลปลูกพืช

ผลผลิตเมื่อสิ้นสุดปีที่ 2

มีเกษตรกรอย่างน้อย 50% (หรือมากกว่า 2,000 ครอบครัว) หรือในพื้นที่ปลูกอย่างน้อย 3,000 ไร่ ที่ได้มีการเปลี่ยนจากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดิมเป็นการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ ซึ่งเป็นผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยที่สามารถสรุปเป็นข้อแนะนำในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในลักษณะที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดหมุนเวียนหรือทดแทนสลับกันได้ เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชในพื้นที่ ๆ ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยที่ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด และในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อพืชที่จะปลูกตามมาในฤดูกาลต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นการเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพมาตรฐาน ตรงตามความต้องการของตลาดประเทศที่นำเข้า สามารถทำการส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศได้อย่างปลอดภัย ส่งผลทำให้มีการผลิต การแปรรูป และการตลาดที่มั่นคงต่อไป

ท่านได้พบอุปสรรคในการดำเนินงานหรือไม่ ถ้าพบกรุณาระบุว่ามีอะไรบ้างและได้แก้ไขอย่างไรบ้าง

ไม่มีปัญหาและอุปสรรค เนื่องจากการดำเนินงานของโครงการวิจัยไปได้ตามแผนของกิจกรรมที่ได้วางแผนไว้ อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการรายงานผลงานวิจัยที่ดีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ซึ่งเป็น output ส่วนหนึ่งของโครงการ ค่อนข้างจะใช้เวลารอผลการพิจารณานานมาก ส่งผลทำให้การดำเนินงานในช่วงสุดท้ายก่อนปิดโครงการวิจัยอาจจะล่าช้าไป

ข้อคิดเห็นและข้อเสนออื่น ๆ ต่อ สกว.

การทำงานในช่วง 2 ปี ที่ผ่านมา ทีมผู้วิจัยได้มีการประชุม รวมทั้งได้มีการติดต่อทางโทรศัพท์ปรึกษางานร่วมกันเป็นประจำ เพื่อเตรียมการทำวิจัยร่วมกัน และปรับแผนงานบางอย่างให้เหมาะสมก่อนที่จะทำงาน จึงทำให้ output ของงานเป็นไปตามแผนงานที่ได้มีการวางแผนไว้ อย่างไรก็ตามในส่วนของการรายงานผลการวิจัยนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการ submitted บทความวิจัยเรื่อง “Weed control with metribuzin and pendimethalin in vegetable soybean” เพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ Crop Protection เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2551 (เอกสารแนบหมายเลข 4) ซึ่งก็ได้รับการประเมินผลจาก editor-in-chief เรื่อยมา จนกระทั่งเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2552 จึงทราบผลของการพิจารณาจาก reviewers ว่า ควรจะต้องมีการแก้ไขต้นฉบับก่อน และแนะนำให้เปลี่ยนชื่อเรื่องของ research article ใหม่ เป็น “Weed control with pre-emergence herbicides in vegetable soybean” (เอกสารแนบหมายเลข 4) ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนของการ revised manuscript ตามที่ reviewers’ comments ทำให้ในส่วนของการรายงานสรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ จึงต้องมีความล่าช้าออกไปอีกระยะหนึ่ง

เอกสารแนบ

ภาคผนวก ประกอบด้วย บทความสำหรับการเผยแพร่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์ มีเอกสารแนบทั้งหมดจำนวน 7 เอกสาร

ลงนาม.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม)

หัวหน้าโครงการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด ในการปลูกถั่วเหลืองผักสด

Studies on Efficiency and Residue of Some Herbicides in Vegetable Soybean

ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์¹ วัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์¹ และ ทศพล พรพรหม¹

Chanatip Sukonjan¹ Watcharasak Sukcharoenvipharat¹ and Tosapon Pornprom¹

Abstract

Studies on efficiency and residue of some herbicides in vegetable soybean (*Glycine max* L. Merr. variety KPS 292) was carried out in the Asian Vegetable Research and Development Center, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom during July, 2006 - February, 2008 and the National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima during August, 2006 - March, 2008. The experiments were arranged in RCBD with four replications. The efficacy of several pre-emergence herbicides for weed control in vegetable soybean was evaluated. From these results, tank-mixed of metribuzin + pendimethalin at a rate of 56 g a.i./rai + 148.5 g a.i./rai ranked first in terms of having the highest efficiency for weed control, followed by metribuzin at a rate of 84 g a.i./rai, pendimethalin at a rate of 165 g a.i./rai and tank-mixed of clomazone + pendimethalin at a rate of 153.6 g a.i./rai + 148.5 g a.i./rai, respectively, and no crop injury was observed throughout 65 days until the crop harvest. There was an increase in vegetable soybean yield with the application of herbicides compared to the untreated control. After crops were harvested, herbicide residues in the soil were observed using a bioassay test with several tested plants including pak choi, baby corn, cucumber and vegetable soybean. There was no effect of herbicide use of all tested plants. In addition, herbicide residues in the product of vegetable soybean were determined using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), 7 days before being harvested. It was found that herbicide residue levels in vegetable soybean were lower than the maximum residue limits (MRLs < 0.01 ppm).

Keywords : bioassay test, clomazone, Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), herbicide residues, metribuzin, pendimethalin, vegetable soybean

¹ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพและการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 (KPS 292) ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2549 - กุมภาพันธ์ 2551 และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนสิงหาคม 2549 - มีนาคม 2551 วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ ในการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ สำหรับการควบคุมวัชพืชในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ให้การควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด รองลงมา คือ สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสารผสมของ clomazone อัตรา 153.6 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ และพบว่าการพ่นสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธี ไม่มีผลผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสดตลอดระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (65 วัน) ให้ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดสูงกว่าอย่างมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทำการศึกษาค่าตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน โดยวิธี bioassay test พบว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดฝักอ่อน แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด ไม่ได้รับผลกระทบความเป็นพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวในถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนี้จากการวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ที่ระยะ 7 วันก่อนทำการเก็บผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า มีปริมาณสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวตกค้างต่ำกว่าปริมาณความปลอดภัยที่กำหนด (MRLs < 0.01 ppm)

คำนำ

ในปัจจุบันสภาวะการผลิตสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกมีการแข่งขันกันมากขึ้น ประกอบกับความต้องการในการเพิ่มการผลิตให้มีปริมาณสูงขึ้น แต่การกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้าที่ได้มีการกำหนดมาตรฐานของสินค้าในการนำเข้าไว้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อเชื่อมโยงถึงภาคการผลิตโดยเฉพาะในภาคการเกษตร ที่จะต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดมากขึ้น โดยมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมด้วย ในกระบวนการผลิตพืชเพื่อการส่งออกจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล โดยมีการควบคุมความปลอดภัยจากการใช้ปัจจัยในการผลิตมากขึ้น

ถั่วเหลืองฝักสด (green หรือ vegetable soybean) หรือถั่วแระญี่ปุ่น เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทยที่มีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นตลาดหลักในการนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทย ในรูปของฝักสดและเมล็ดแช่แข็งประมาณ 10,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,200 ล้านบาทต่อปี (Sompop *et al.*, 2005) ในปัจจุบันสถานการณ์ของการผลิตและการส่งออกถั่วเหลืองฝักสดของประเทศไทย ยังเป็นรองประเทศจีน และได้หัน ดึงดูดจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณการส่งออกให้สูงขึ้น ซึ่งในขั้นตอนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้ได้คุณภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยในการผลิตหลายอย่าง ปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทยนั้น ผลผลิตที่ได้ยังมีมาตรฐานที่ไม่ตรงกับความต้องการของประเทศคู่ค้า ซึ่งต้องการถั่วเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม รสหวาน กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาทางด้านระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้อง ภายใต้อุตสาหกรรมที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในดินโดยวิธี bioassay test กับพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ และการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ทำการศึกษาในสภาพแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม (เดือนกรกฎาคม 2549 - กุมภาพันธ์ 2551) และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา (เดือนสิงหาคม 2549 - มีนาคม 2551) วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 5 x 5 ตารางเมตร (ยกทรงแปลงปลูก 1 x 5 ตารางเมตร) ประกอบด้วยกรรมวิธีการจัดการวัชพืช 6 กรรมวิธี (ตารางที่ 1) ดังนี้

ตารางที่ 1 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

สารกำจัดวัชพืช	อัตราสารที่ใช้	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1. Control	-	-
2. Hand weeding (at 30 DAP*)	-	-
3. metribuzin 70% WP	120 กรัมต่อไร่	84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
4. pendimethalin 33% EC	500 ซีซีต่อไร่	165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
5. metribuzin 70% WP	80 กรัมต่อไร่	56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
+ pendimethalin 33% EC	+ 450 ซีซีต่อไร่	+ 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
6. clomazone 48% EC	320 ซีซีต่อไร่	153.6 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
+ pendimethalin 33% EC	+ 450 ซีซีต่อไร่	+ 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

* DAP = Days after planting

หลังจากทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 (KPS 292) ทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในอัตราที่กำหนดดังกล่าวในช่วงต้นวันที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ทำการบันทึกผลการทดลองโดยพิจารณาจากชนิดและปริมาณวัชพืช ผลการควบคุมวัชพืช (โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย) ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์) การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ต้นทุนการจัดการวัชพืชของแต่ละกรรมวิธี ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Science (SPSS)

การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดจากแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่งในข้างต้น ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงทดลอง นำไปทดสอบโดยใช้ bioassay test ในสภาพเรือนทดลองของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม โดยนำตัวอย่างดินในแต่ละซ้ำของสิ่งทดลองมาผสมเข้าด้วยกัน ใส่ลงในกระเบาะเพาะขนาด 34 x 48 ตารางเซนติเมตร แบ่งพื้นที่ในกระเบาะเพาะออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน จากนั้นปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดฝักอ่อน แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ (โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูก

ตายอย่างสมบูรณ์) ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบ ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS

ในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด 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) ทำการสุมตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด นำมาสกัดด้วย acetonitrile แยกสารละลายที่สกัดใน separatory funnel นำชั้นของ petroleum ether (สารละลายสีเขียว) ไประเหยด้วย rotary evaporator เป่าด้วย nitrogen gas จนแห้ง ล้างสารละลายด้วย 20% methanol in acetone ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร นำไประเหยจนแห้งอีกครั้ง ล้างสารละลายด้วย acetone (PR) แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างต่อไป โดยการใช้ GC-MS บันทึกผลในลักษณะของกราฟ ในเอกสาร F-QC-MA-020/1 ซึ่งเป็นเอกสารรายงานการตรวจสอบเคมีกำจัดศัตรูพืช นำกราฟที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ใน reference library จะทำให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของสารต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ได้ โดยมีหน่วยเป็น ppm

ผลและวิจารณ์

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

กรณีศึกษาในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม การประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช แสดงถึงความพอใจในภาพรวมของจำนวนประชากรวัชพืชที่ขึ้นในพื้นที่ และความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และ hand weeding จะมีจำนวนประชากรวัชพืชที่ขึ้นในพื้นที่มากกว่าอย่างมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ โดยที่การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดสามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าตีนนก ผักยาง และน้ำนมราชสีห์ เป็นต้น) อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี กล่าวคือ การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด สามารถควบคุมวัชพืชในสภาพแปลงทดลองได้ ประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 3) รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสารผสมของ clomazone อัตรา 153.6 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลผลิตที่จำหน่ายได้ (ตารางที่ 5) จะเห็นได้ว่า ผลผลิตของ control และ hand weeding จะให้ผลผลิตต่ำกว่า (796 - 821 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (945 - 1,239 กิโลกรัมต่อไร่) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนค่าใช้จ่าย จะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายในกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช แต่มีการทำร่น 1 ครั้ง เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 30 วัน จะมีต้นทุนที่เป็นค่าจ้างแรงงานในการกำจัดวัชพืช (อัตราค่าจ้าง 170 บาทต่อวัน) สูงกว่าในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชประมาณ 248 - 560 บาทต่อไร่ ซึ่งต้นทุนจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำและราคาของสารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด

กรณีศึกษาในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ได้มีการใช้สารกำจัดวัชพืช จะมีประชากรวัชพืชมากกว่าอย่างมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 2) ส่วนระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของสารผสมของ metribuzin + pendimethalin ให้การควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด (เช่น หญ้าไยง ผักปลาบขึ้น และแห้วหมู) ซึ่งจะพบจำนวนประชากรวัชพืชน้อยที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin สาร pendimethalin และสารผสมของ clomazone + pendimethalin ตามลำดับ และการพ่นสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธีไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาจากผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า ผลผลิตของชุดควบคุม (control) จะให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกับกรรมวิธี hand weeding (805 – 903 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชจะให้ผลผลิตสูงกว่า (964 – 1,118 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 5) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช จะต่ำกว่าต้นทุนที่เป็นค่าจ้างแรงงานในการกำจัดวัชพืช (อัตราค่าจ้าง 170 บาทต่อวัน) ประมาณ 248 – 560 บาทต่อไร่ ซึ่งต้นทุนจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำและราคาของสารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hartzler (2002) ที่ได้รายงานไว้ว่า สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin จะตรวจพบที่ระดับความลึก 9 - 12 นิ้ว ในขณะที่สาร alachlor จะตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 3 - 6 นิ้ว นอกจากนี้สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ที่มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารที่สูงกว่า ทำให้เชื่อว่าสาร metribuzin มีการซึมผ่านผิวดินได้บ้างก่อนที่จะถูกชะล้าง ถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน และการย่อยสลายโดยแสง นอกจากนี้ การที่ฝนตกจะช่วยเสริมประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวดินของสาร metribuzin เพื่อควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น และความมากน้อยของกระบวนการที่เกิดขึ้นกับสารกำจัดวัชพืช เกี่ยวข้องกับสมบัติของดินและสมบัติของสารเอง ซึ่งสมบัติของดิน ได้แก่ ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ pH ดิน อุณหภูมิ และความชื้นดิน เป็นต้น ส่วนสมบัติของสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ สูตรโครงสร้างทางเคมีของสาร รูปของสารที่ใช้ สภาพกรดด่างของสาร และอัตราการใช้ เป็นต้น (ทศพล, 2545; Mirsal, 2004)

การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในดินในสภาพเรือนทดลอง โดยวิธี bioassay test เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่า ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ พืชปลูกสามารถออกเป็นต้นกล้าในสภาพไร้อาหารได้เป็นปกติ เปอร์เซ็นต์ความงอกของทุก ๆ กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพืชทดสอบไม่ได้รับผลกระทบความเป็นพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในดินจากแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง (ตารางที่ 6 และ 7) แสดงให้เห็นว่า ที่ 65 วันหลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในช่วงต้น จะไม่ส่งผลกระทบต่อการงอกในสภาพไร้อาหาร และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกตามมาในฤดูกาลถัดไป

สาเหตุจำเป็นที่ต้องมีการปลูกพืชทดสอบ เนื่องจากต้องการศึกษามูลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างอยู่ในดิน โดยการดูดซับยังเป็นกระบวนการสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายและการปนเปื้อนของสารในดินด้วย (Sparks, 2003) เช่นเดียวกับ นิพนธ์ (2548) ได้รายงานไว้ว่า สารกำจัดศัตรูพืชจะปนเปื้อนในดินได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นกับชนิดและวิธีการใช้ โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งฉีดพ่นลงสู่ดินโดยตรงจึงมีโอกาที่จะปนเปื้อนในดินได้มาก เมื่อสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดินแล้วจะถูกดูดซับไว้โดยเม็ดดิน และบางส่วนสามารถ

เคลื่อนย้ายได้ทั้งในแนวดิ่งตามชั้นของดินและแนวนอน เมื่อปลูกพืชบนดินพืชสามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชตกค้างจากดินสู่ต้นพืชได้ เมื่อพิจารณาในระดับความเป็นพิษของพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดฝักอ่อน แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด จากแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง จะเห็นได้ว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้จะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างอยู่ในดิน ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่า สารกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้แบบก่อนงอกในแต่ละชนิด จะมีการสลายตัวได้ตลอดระยะเวลาการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสด (65 วัน) ทำให้ปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างอยู่ในดินมีความรุนแรงไม่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อพืชทดสอบได้ โดยที่ในการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางดิน จะมีความยาวนานของความเป็นพิษเพื่อควบคุมวัชพืชได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งความคงทนของสารกำจัดวัชพืชที่นานเกินไป จะมีผลกระทบต่อพืชปลูกชนิดอื่น ๆ ที่ปลูกตามมา โดยเฉพาะในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS

จากการตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านอาหาร จะเห็นได้ว่า สารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะ 7 วัน ก่อนทำการเก็บเกี่ยว จากแปลงทดลองของพื้นที่ทั้ง 2 แห่ง (ตารางที่ 8) มีค่าปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ตรวจพบในถั่วเหลืองฝักสดต่ำกว่าระดับที่ใช้เป็นมาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ (MRLs < 0.01 ppm) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Alberio *et al.* (2004) ได้รายงานว่าการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในผักและผลไม้จำเป็นต้องมีการตรวจสอบโดยการใช้ GC-MS ซึ่งสามารถตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดได้ในคราวเดียว พบว่า สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทำการตรวจหาสารตกค้าง มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ในแต่ละชนิดของสารกำจัดวัชพืช จะเห็นได้ว่า ในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรโดยการใช้ GC-MS นั้น สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร (food safety) ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดความเสี่ยงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับการส่งออกของผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระดับมาตรฐานสากลและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ประเทศที่ผลิตสินค้าส่งออกอีกทางหนึ่งได้ด้วย

จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสารผสมของ clomazone อัตรา 153.6 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในดิน ไม่พบว่ามีผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชต่อการงอกในสภาพไร่และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบที่ปลูกตามมาในฤดูกาลถัดไป นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด จะไม่พบว่ามีปริมาณของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการพัฒนาการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เพื่อแนะนำให้เกษตรกรได้มีทางเลือกในการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ หมุนเวียนสลับหรือทดแทนกันไปในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่อาจเกิดขึ้นตามมาได้ นอกจากนี้ ยังเป็นแนวทางในการช่วยลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดลงไปได้ (reduce total herbicide usage) ส่งผลให้การผลผลิตทางการเกษตรมีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) ตามข้อกำหนดในระดับมาตรฐานสากล อย่างไรก็ตาม การศึกษา

ในขั้นตอนต่อไปจะทำการศึกษาร่วมกับการพัฒนาการจัดการศัตรูพืช เช่น โรคพืช และแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชให้ครอบคลุมในระบบการผลิตหัวเหลืองฝักสดมากยิ่งขึ้นต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับหัวเหลืองฝักสด สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบริษัทลานนาอุตสาหกรรม จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในหัวเหลืองฝักสด

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2548. เทคโนโลยีการผลิตหัวเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก. กรมวิชาการเกษตร. 15 น.
- นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2548. รายงานความก้าวหน้า เรื่องการสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมิติสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 92 น.
- ทศพล พรพรม. 2545. สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 274 น.
- 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.
- Hartzler, B. 2002. Absorption of Soil-Applied Herbicides. Department of Agronomy, Iowa State University. Available: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>, July 2, 2006.
- Kawasaki, J. 2006. Provisional Translation from Japanese Original: Ministry of Health, Labour and Welfare. [online]. Available: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/index.html>, May 29, 2006.
- Mirsal, I.A. 2004. Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation. Springer, Heidelberg. 252 p.
- Spark, K.M. and R.S. Swift. 2002. Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption. The Science of the Total Environment. 298: 147-161.
- Sompop, M., J O. Naewbanij and T. Remngjakrabhet. 2005. Shrimp, Fresh Asparagus and Frozen Green Soybean in Thailand. [online]. Available: http://siteresources.worldbank.org/NTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF_final.pdf, July 28, 2006.
- Srisombun, S., S. Shanmugasundaram and D. Sophanodora. 2001. The History of Vegetable Soybean Development, Current Status and Future Development in Thailand. Asian Vegetable Research Development Center. [online]. Available: <http://www.avrdc.org/pdf/soybean/frozen%20edamame.htm>, August 9, 2006

ตารางที่ 2 จำนวนประชากรวัชพืชที่ได้จากการสุ่ม โดยใช้ quadrat ที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	AVRDC				Suwan Farm			
	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม	วงศ์หญ้า ^{1/}	ใบกว้าง ^{2/}	กก ^{3/}	รวม
	จำนวนต้น/ตารางเมตร				จำนวนต้น/ตารางเมตร			
1. Control	11.95 a ^{4/}	18.75 a	38.08	68.78	5.65 a	2.65 a	4.55 a	12.85 a
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{5/})	9.35 a	17.37 a	31.27	57.99	5.50 a	2.50 a	4.00 a	12.00 a
3. metribuzin 84 g a.i. /rai	1.17 b	1.23 b	44.17	46.57	0.75 b	1.00 b	3.75 a	5.50 b
4. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1.25 b	9.10 ab	46.21	56.56	1.25 b	1.00 b	4.25 a	6.50 b
5. metribuzin 56 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1.06 b	1.02 b	36.00	38.08	1.00 b	0.75 b	2.50 ab	4.25 b
6. clomazone 153.6 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2.54 b	11.62 ab	43.25	57.41	1.50 b	1.00 b	4.50 a	7.00 b
F-test	*	*	ns	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	90.25	77.56	19.13	20.25	69.18	66.43	31.22	53.87

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} วงศ์หญ้า: ในพื้นที่ของศูนย์วิจัย AVRDC วัชพืชที่พบ ประกอบด้วย Paragrass, Wiregrass, Southern crabgrass, Jungle rice, Chinese sprangletop, Crowfoot grass และ Bermuda grass ส่วนในพื้นที่ของศูนย์วิจัย Suwan Farm วัชพืชที่พบ ประกอบด้วย Spreading dayflower และ Itchgrass

^{2/} ใบกว้าง: ในพื้นที่ของศูนย์วิจัย AVRDC วัชพืชที่พบ ประกอบด้วย Wild spider, Horse purslane, Eclipta, Garden spurge, Coat buttons, Swamp morning glory และ Wild poinsettia ส่วนในพื้นที่ของศูนย์วิจัย Suwan Farm วัชพืชที่พบ ประกอบด้วย Wild poinsettia และ Tropic ageratum

^{3/} กก: ในพื้นที่ของศูนย์วิจัย AVRDC และที่ศูนย์วิจัย Suwan Farm วัชพืชที่พบ ได้แก่ Nut sedge

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

^{5/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 3 การประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

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

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

^{2/} ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์

^{3/} DAA = Days after application

^{4/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 4 การประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

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

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

^{2/} ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์

^{3/} DAA = Days after application

^{4/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 5 ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ และต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผัก
เขตร้อน (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด
และข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

สารกำจัดวัชพืช	ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (กิโลกรัมต่อไร่) ^{1/}		ต้นทุน (บาทต่อไร่)
	AVRDC	Suwan Farm	
1. Control	821 d ^{2/}	805 d	-
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	926 c	903 cd	680
3. metribuzin 84 g a.i. /rai	1,114 ab	1,070 ab	120
4. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1,074 bc	1,033 bc	135
5. metribuzin 56 g a.i. /rai	1,239 a	1,118 a	202
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai			
6. clomazone 153.6 g a.i. /rai	1,007 cd	964 c	433
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai			
F-test	*	*	
C.V. (%)	15.79	11.35	

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

^{2/} ตัวอักษรเหมือนกันของค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วย Duncan's new multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{3/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

สารกำจัดวัชพืช	ผักกวางตุ้ง		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 DAP ^{2/})	95	1	90	1	80	1	80	1
3. metribuzin 84 g a.i. /rai	90	1	80	1	80	1	80	1
4. pendimethalin 165 g a.i. /rai	95	1	95	1	85	1	90	1
5. metribuzin 56 g a.i. /rai	95	1	75	1	80	1	85	1
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai								
6. clomazone 153.6 g a.i. /rai	90	1	85	1	75	1	80	1
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai								
F-test	ns		ns		ns		ns	
C.V. (%)	2.76		8.57		4.75		6.32	

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

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

^{2/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่และระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง 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 DAP ^{2/})	90	1	85	1	90	1	85	1
3. metribuzin 84 g a.i. /rai	75	1	85	1	90	1	85	1
4. pendimethalin 165 g a.i. /rai	80	1	95	1	90	1	85	1
5. metribuzin 56 g a.i. /rai + pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	75	1	95	1	85	1	80	1
6. 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	

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

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

^{2/} DAP = Days after planting

ตารางที่ 8 การสุ่มตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน (AVRDC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม และที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) อ.ปากช่อง 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. metribuzin 84 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
4. pendimethalin 165 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
5. metribuzin 56 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai		
6. clomazone 153.6 g a.i. /rai	N.D.	N.D.
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai		

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

^{2/} DAP = Days after planting

ประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Efficiency and Determination the Residue of Herbicides in Green Soybean Production

วัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์^{1/}

ดรุพันธ์ แสนศิริพันธ์^{2/}

ทศพล พรพรหม^{1/}

Watcharasak Sukcharoenvipharat^{1/}

Daruphun Sansiriphun^{2/}

Tosapon Pornprom^{1/}

ABSTRACT

Studies on efficiency and determination the residue of herbicides in green soybean (*Glycine max* L. Merr. variety no. 75) production were carried out at the field experiment, Mae On and the laboratory of Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai, in early rainy season during May, 2006 - July, 2008. Acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin and metribuzin + pendimethalin were applied to evaluate the efficacy use of pre-emergence herbicides for weed control. Control of weeds in green soybean with all pre-emergence herbicides can be variable. Metribuzin, pendimethalin, and metribuzin + pendimethalin showed the best efficacy use for weed control but caused no yield reduction. No visible crop injury was observed after alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin and metribuzin + pendimethalin application, while acetochlor, isoxaflutole and oxadiazon caused visible crop injury to green soybean. The herbicide residues in crop yield were determined using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). No herbicide residues was detected in crop yield (or MRLs < 0.01 ppm) for all herbicides used in this study. From these results, it can be concluded that metribuzin at 84 g a.i./ rai was sufficient to provide satisfactory full-season control of several weed species. In addition, pendimethalin at 165 g a.i./ rai, and metribuzin at 56 g a.i./ rai + pendimethalin at 148.5 g a.i./ rai can be provided a similar level of weed control for an alternative to reduce herbicide dosage use, and further increased for the food safety in green soybean production.

Key words: Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), green soybean, herbicide residues

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

^{2/} บริษัทลันนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสว่างวี จังหวัดเชียงใหม่ 50140

^{2/} Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai 50140

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นัมเบอร์ 75 ได้ดำเนินการที่แปลงปลูกพืชทดลองในเขตกิ่งอำเภอแม่อน และห้องปฏิบัติการของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 ถึง กรกฎาคม 2551 การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ในการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกดังกล่าวนี้ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ผลที่ต่างกัน โดยที่ใช้สาร metribuzin, pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เมื่อมีการใช้สาร alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ ในขณะที่การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon ถั่วเหลืองฝักสดจะแสดงอาการได้รับพิษ ต่อมาได้ทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ ในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้ การใช้สาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถนำมาใช้ทดแทนสลับกันได้ เพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งจะส่งผลทำให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยทางด้านอาหารมากยิ่งขึ้นต่อไป

คำหลัก: แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) ถั่วเหลืองฝักสด สารกำจัดวัชพืชตกค้าง

คำนำ

ในปัจจุบันนี้การผลิตหัวเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทย มีปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานของผลผลิตหัวเหลืองฝักสดที่ไม่ตรงตามความต้องการของประเทศคู่ค้า ซึ่งต้องการหัวเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม มีรสหวาน กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาทางด้านการจัดการศัตรูพืชในการผลิตหัวเหลืองฝักสดที่ถูกต้องภายใต้ระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตหัวเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนควรมีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) โดยทางประเทศญี่ปุ่นที่เป็นตลาดหลักในการนำเข้า ได้มีการกำหนดให้ใช้ระบบ positive list ของสารกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตหัวเหลืองฝักสดขึ้นมา โดยระดับที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ การกำหนดปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit; MRLs) ต้องไม่เกิน 0.01 ppm ในหัวเหลืองฝักสดที่จะนำเข้าในประเทศ (Srisombun and Shanmugasundaram, 2001)

ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมนั้น มีหลายแนวทางที่เป็นไปได้ เช่น การใช้สารกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำข้างผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่อายุการออกฤทธิ์สั้น และลดการใช้หรือใช้เท่าที่จำเป็น สารกำจัดศัตรูพืชจะปนเปื้อนในดินได้มากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสารและวิธีการใช้สาร โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งฉีดพ่นลงสู่ดินโดยตรงจึงมีโอกาสมากที่จะปนเปื้อนในดินได้มาก เมื่อฉีดพ่นสารลงบนดินแล้วสารจะถูกดูดซับไว้โดยเม็ดดิน บางส่วนสามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งในแนวดิ่งตามชั้นของดินและแนวนอน และต้นพืชสามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างจากดินสู่ต้นพืชได้ (นิพนธ์, 2548) แต่สิ่งแวดล้อมเองก็ส่งผลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชได้เร็วขึ้น ซึ่งได้มีรายงานการศึกษาว่า แสงแดดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม triazine, urea และ thiolcarbamate ที่อยู่บนผิวดินได้ (Lanyi and Dinya, 2005) นอกจากนี้ได้มีการรายงานว่า จุลินทรีย์ในดินบางชนิดมีความสามารถในการย่อยสลายสาร pendimethalin ในดินได้ (Kulshrestha *et al.*, 2000) เนื่องจากผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับผลตกค้างของการใช้สารกำจัดวัชพืชในผลผลิตของหัวเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตเพื่อการส่งออก ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร เพื่อควบคุมคุณภาพและป้องกันการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตหัวเหลืองฝักสด ให้ต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสารพิษตกค้างตามมาตรฐาน MRLs ซึ่ง Pena *et al.* (2002) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในส้ม และหน่อไม้ฝรั่ง โดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea 5 ชนิด ได้แก่ chlorbromuron, fluometuron, linuron, metobromuron และ monolinuron โดยพบสาร chlorbromuron ในปริมาณมากที่สุด จะเห็นได้ว่า ในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตหัวเหลืองฝักสดนั้น ควรมีการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชปลูก และมีค่า MRLs ไม่เกินไปกว่าค่าที่ระบุไว้ใน positive list ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตหัวเหลืองฝักสด และตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่อาจจะมียาตกค้างในผลผลิตหัวเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร (food safety) ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในสภาพแปลงปลูกพืชทดลองของบริษัทลันนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่กิ่งอำเภอแม่ฮอน จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม 2549 – กรกฎาคม 2551) ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 21.9 - 34.1 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6.0 - 8.7 มิลลิเมตร วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) ทำ 3 ซ้ำ แปลงทดลองขนาด 2 × 4 ตารางเมตร ก่อนปลูกทรงพื้นที่ด้วยปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นัมเบอร์ 75 ใช้ระยะปลูก ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20 เซนติเมตร หยอด 2-3 เมล็ดต่อหลุม จากนั้นฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (pre-emergence) ชนิดต่าง ๆ (Table 1) ทันทีหลังจากทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเสร็จ โดยใช้ปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ตามกรรมวิธีต่อไปนี้

Table 1. Weed control treatments used during the experiment.

Treatment	Chemical family	Rate (g a.i./ rai)
1. Control	-	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS*)	-	-
3. acetochlor 50% EC	Chloroacetamides	300
4. alachlor 10% EC	Chloroacetamides	75
5. clomazone 48% EC	Isoxazolidinones	172.8
6. isoxaflutole 75% WG	Isoxazoles	12
7. metribuzin 70% WP	Triazines	84
8. oxadiazon 25% EC	Oxadiazoles	160
9. pendimethalin 33% EC	Dinitroanilines	165
10. clomazone 48% EC	Isoxazolidinones	153.6 + 148.5
+ pendimethalin 33% EC	+ Dinitroanilines	
11. metribuzin 70% WP	Triazines	56 + 148.5
+ pendimethalin 33% EC	+ Dinitroanilines	

* DAS = Days after sowing

บันทึกผลการทดลอง ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร โดยทำการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช (โดยที่ 1 = ไม่มีวัชพืชปกคลุม หรือสามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และ 9 = วัชพืชปกคลุมเต็มพื้นที่ หรือสามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 0 เปอร์เซ็นต์) ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (โดยที่ 1 = มีผลต่อพืชปลูกน้อยมาก และ 9 = มีผลต่อพืชปลูกมากที่สุด) การเจริญเติบโต ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด

รวมทั้งพิจารณาต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด ซึ่งสามารถคำนวณจากราคาต้นทุนของสารกำจัดวัชพืชต่อหน่วย โดยที่ราคาสาร acechlor 380 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร, alachlor 130 บาทต่อ 500 มิลลิลิตร, clomazone 490 บาทต่อ 500 มิลลิลิตร, isoxaflutole 175 บาทต่อ 20 กรัม, metribuzin 250 บาทต่อ 250 กรัม, oxadiazon 485 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร และ pendimethalin 270 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร และค่าแรงงานที่ใช้สำหรับการควบคุมวัชพืชในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในการทำงาน 1 วัน หรือ 8 ชั่วโมงทำการ ในอัตรา 150 บาทต่อคน ที่จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ RCBD เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS)

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS

การเตรียมตัวอย่างพืช: นำตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากแปลงทดสอบ มาน้ำหนัก 300 กรัม แล้วปั่นพอละเอียด แล้วตักใส่ถุงที่เตรียมไว้ ตัวอย่างละ 20 กรัม ใส่ flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมสาร sodium chloride 7 กรัม 1M phosphate buffer ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ acetronitrile ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ผสมกัน จากนั้นนำตัวอย่างใน flask ปั่นให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask ขนาด 500 มิลลิลิตร และ vacuum pump ต่อมาละลาย celite 15 กรัม กับ acetronitrile ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ต่อมาเทสารละลายที่กรองได้ลงใน separatory funnel ขนาด 2,000 มิลลิลิตร แล้วปิดฝา separatory funnel นำเข้าเครื่อง shaker ประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นวางทิ้งไว้ประมาณ 15–20 นาที เพื่อให้สารละลายแยกชั้น และเปิดวาล์วด้านล่างเอาน้ำและ sodium chloride ที่อยู่ด้านล่างออกจนถึงชั้น emulsion เติมสาร dichloromethane ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ไข่น้ำออกแล้วนำตัวอย่างใส่ flat bottom round flask เติม 0.1 diethelenglycol ใน acetone หลังจากนั้นนำ flat bottom round flask ไประเหยด้วย rotary evaporator จนเกือบจะแห้งใช้ nitrogen gas เป่าให้แห้ง ใช้ 20% methanol in acetone ล้างสารละลายที่แห้งติดด้านใน flat bottom round flask ด้วย หรือเขย่าในเครื่อง ultrasonic เก็บตัวอย่างและปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร จากนั้นดูดสารละลายมา 2 มิลลิลิตร แล้วเติม 0.1 diethelenglycol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไประเหยด้วย rotary evaporator ให้แห้ง ล้างสารละลาย ที่แห้งติดด้านใน flat bottom round flask อีกครั้งด้วย acetone แล้วดูดตัวอย่างใส่หลอดขนาดเล็กที่ใช้สำหรับเครื่อง GC-MS

การวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้าง: นำสารละลายในหลอดตัวอย่างขนาดเล็กจากการเตรียมตัวอย่าง มาทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกบันทึกลงเครื่องคอมพิวเตอร์ และพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารรายงานการตรวจสารกำจัดศัตรูพืช ในลักษณะของกราฟและนำกราฟที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ใน reference library ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงชนิด และปริมาณของสารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ได้ โดยมีหน่วยเป็น ppm

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

การประเมินประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืช สำหรับการผลิถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ สามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าตีนกา ผักโขม และกกทราย เป็นต้น) ได้ในเกณฑ์ที่ดีมาก (ระดับ 1-2) กล่าวคือ มีระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ซึ่งมีความแตกต่างจากสิ่งทดลองชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (Table 2) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon พืชปลูกจะแสดงอาการได้รับพิษและมีผลต่อผลผลิตของพืชปลูก (ระดับ 2-9) ซึ่งแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสารกำจัดวัชพืช สำหรับการใส่สาร alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin พืชปลูกไม่แสดงอาการได้รับพิษ (ระดับ 1) กล่าวคือ การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลกระทบต่อพืชปลูก (Table 3) เมื่อพิจารณาผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของถั่วเหลืองฝักสด ที่ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร และผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของถั่วเหลืองฝักสดน้อยที่สุด และช่วยทำให้เพิ่มปริมาณของผลผลิตที่จำหน่ายได้สูงที่สุด (1,889.76 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาได้แก่ การใช้สาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (1,687.20 กิโลกรัมต่อไร่) และการใช้สาร metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (1,658.08 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (570.56 กิโลกรัมต่อไร่) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ สำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin จะมีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง จะเห็นได้ว่า ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิด (ตั้งแต่ 120-353 บาทต่อไร่) ต่ำกว่าต้นทุนในการใช้แรงงานคน (Hand weeding) (750 บาทต่อไร่) สำหรับการควบคุมวัชพืช (Table 4)

จากการศึกษาในครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในช่วงต้นฤดูฝน ที่ยังคงมีแสงแดดมาก ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 21.9 - 34.1 องศาเซลเซียส จึงส่งผลทำให้สารกำจัดวัชพืชที่ยังคงอยู่ในบริเวณผิวดินมีการสลายตัวได้เร็วขึ้น ได้มีรายงานการศึกษาว่า แสงแดดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม triazine, urea และ thiolcarbamate ที่อยู่บนผิวดินได้ (Lanyi and Dinya, 2005) จะเห็นได้ว่า แสงแดดสามารถเปลี่ยนโมเลกุลของสารกำจัดวัชพืชได้ ซึ่งเป็นการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชออกจากดินในลักษณะหนึ่ง จึงทำให้เห็นความแตกต่างของประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกแต่ละชนิด แต่พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Hartzler (2002) ที่ได้รายงานไว้ว่า สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin จะตรวจพบที่ระดับความลึก 9-12 นิ้ว ในขณะที่สาร alachlor ตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 3-6 นิ้ว นอกจากนี้การใช้สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้การดูดซับสารของดินเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้การดูดซับสารของดินที่สูงกว่า ทำให้เชื่อว่าสาร metribuzin จะมีการซึมผ่านผิวดินได้ก่อนที่จะถูกย่อยสลายโดยแสง ส่วนการใช้สาร pendimethalin ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารกำจัดวัชพืชของดินสูงมาก การที่ฝนตกในช่วงต้นฤดูฝน

มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6.0-8.7 มิลลิเมตร จะไม่มีผลต่อการซึมผ่านผิวดินของสาร pendimethalin ทำให้สารกำจัดวัชพืชยังคงอยู่ที่ผิวดินชั้นบนมาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Koger (2006) ได้รายงานว่าการที่มีฝนตกหลังการฉีดพ่นสาร pendimethalin ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช และไม่แสดงความเป็นพิษต่อพืชปลูก นอกจากนั้น การใช้สาร pendimethalin ผสมกับสารชนิดอื่น ๆ เช่น clomazone และ metribuzin สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pannacci *et al.* (2007) ได้รายงานว่าการใช้สาร pendimethalin อัตรา 147.36 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + linuron อัตรา 86.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ aclonifen 144 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin อัตรา 122.88 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + imazetabenz 64 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงทานตะวันได้เป็นที่น่าพอใจมากกว่าการใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น นอกจากจะสามารถเลือกใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียวได้แล้วยังสามารถเลือกใช้สารผสมระหว่าง metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ นำมาใช้ทดแทนสลับเพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน และถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS

จากการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (Table 5) เมื่อพิจารณาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดจากกราฟโครมาโตแกรมที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ โดยการใช้ GC-MS ที่มีค่า Detection limited เท่ากับ 0.01 ซึ่งจะทำให้การพิจารณาจากความสูง peak ของเส้นกราฟที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน (standard) ของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ เมื่อพบความสูงของ peak สูงกว่าระดับปกติ จึงทำการตรวจสอบพื้นที่ใต้เส้นกราฟ ซึ่งจะแตกตัวให้เส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลของสารจำนวน 3 เส้น ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักโมเลกุลของสารจากกราฟที่ได้กับค่ามาตรฐานของสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น ๆ หากเส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลมีเส้นใดเส้นหนึ่งไม่ตรงกับค่ามาตรฐาน จะถือว่าไม่ใช่สารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น จากการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการทดลอง ไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ฉีดพ่นสาร metribuzin (Figure 1) และ pendimethalin (Figure 2) ส่วนการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดอื่น ๆ ในการทดลองนั้น ไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) กล่าวคือ ไม่พบว่ามีค่าความสูงของ peak เส้นกราฟ จากตัวอย่างพืชในทุกสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของสารกำจัดวัชพืชในการทดลอง แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm)

ในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดนั้น เป็นการควบคุมคุณภาพของผลผลิตและความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชในถั่วเหลืองฝักสด จากการศึกษา

เกี่ยวกับสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผักและผลไม้ที่ส่งออก โดย *Pena et al.* (2002) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในส้ม และหน่อไม้ฝรั่ง โดยการใช้ GC-MS พบว่า มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea 5 ชนิด ได้แก่ chlorbromuron, fluometuron, linuron, metobromuron และ monolinuron โดยพบสาร chlorbromuron ในปริมาณมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ *Guardia-Rubio et al.* (2007) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในมะกอก โดยการใช้ GC-MS พบว่า สามารถตรวจพบปริมาณของสารกำจัดวัชพืชได้หลายชนิด ได้แก่ diuron, simazine, atrazine, terbutylazine, heptachlor และ terbutryn โดยที่ตรวจพบสาร heptachlor มากที่สุด นอกจากนี้ *Gabalton et al.* (2002) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในมะเขือเทศ โดยการใช้ GC-MS พบว่า เมื่อใช้ MeOH เป็นตัวทำละลายจะพบปริมาณสาร alachlor 82-99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ acetone เป็นตัวทำละลายจะพบสาร alachlor 101-141 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาร acetone เป็นตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำ ทำให้สกัดสาร alachlor ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์จากตัวอย่างมะเขือเทศได้มากกว่า จะเห็นได้ว่า การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดสำหรับการส่งออก ทำให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้าต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกได้อย่างเหมาะสม ในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และ พะเยา เป็นต้น ซึ่งจะปลูกเป็นพืชหลักในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน รวมทั้งในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน ได้แก่ กำแพงเพชร พิจิตร เพชรบูรณ์ และ พิษณุโลก เป็นต้น จะมีการปลูกเป็นพืชรองและบำรุงดิน หลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะช่วยในการกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการป้องกันหรือลดความเสียหายของถั่วเหลืองฝักสดที่อาจจะเกิดจากการใช้สารกำจัดวัชพืช นับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกษตรกรผู้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดสามารถเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกวิธีภายใต้ระบบเกษตรที่ที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามในการพัฒนาการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ควรมีการศึกษาร่วมกับการพัฒนาการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ เช่น โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชให้ครอบคลุมในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดฤดูกาลปลูก ตลอดจนควรมีการพัฒนาเกี่ยวกับการใช้สารผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำมาใช้สลับหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ ซึ่งจะส่งผลให้มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นต่อไป

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้การใช้สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ/หรือ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถนำมาใช้ทดแทนสลับกันได้ โดยมีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีใกล้เคียงกัน และถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ

2. การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS จะไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีอย่างหนึ่งในการอธิบายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด

เอกสารอ้างอิง

- นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2548. การสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมิติสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 92 หน้า.
- Hartzler, B. 2002. Absorption of Soil-Applied Herbicides. Department of Agronomy, Iowa State University. Available: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>, July 2, 2006.
- Gabaldon, J.A., J.M. Cascales, A. Maquieira and R. Puchades. 2002. Rapid trace analysis of alachlor in water and vegetable samples. *Journal of Chromatography A*. 963: 125-136.
- Guardia-Rubio, M., R.M. Machal-Lopez, M.J. Aroya-Canada and A. Ruiz-Medina. 2007. Determination of pesticide in olive by gas chromatography using different detection system. *Journal of Chromatography A*. 1145: 195-203.
- Koger, C.H., T.W. Walker and L.J. Krutz. 2006. Response of three rice (*Oryza sativa*) cultivars to pendimethalin application, planting depth, and rainfall. *Crop Protection*. 25: 684-689.
- Kulshrestha, G., S.B. Singh, S.P. Lal and N.T. Yaduraju. 2000. Effect of long-term field application of pendimethalin : enhanced degradation in soil. *Pest Management Science*. 56 : 202-206.
- Lanyi, K. and Z. Dinya. 2005. Photodegradation study for assessing the environmental fate of some triazine-, urea- and thiolcarbamate-type herbicides. *Microchemical J*. 80: 79-87.
- 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.
- Pena, F, S. Cardenas, M. Gallego and M. Valcarcel. 2002. Analysis of phenylurea herbicides from plants by GC/MS. *Talanta*. 56: 727-734.
- Srisombun, S. and S. Shanmungasundaram. 2001. The history of vegetable soybean development, current status and future development in Thailand. Pages 183-186. *In: The Second International Vegetable Soybean Conference*. Washington State University, Pullman, WA, USA.

Table 2. Effect of pre-emergence application of herbicides on weed infestation in early rainy season during May, 2006 - July, 2008.

Treatment	Weed cover score ^{1/} (Days after application)			
	7	14	21	30
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{2/})	9	9	3	7
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	2	2	2	2
4. alachlor 75 g a.i./ rai	1	1	2	2
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	1	1	1	2
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	1	1	1	1
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	1	1	1	1
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	1	1	2	2
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	1	1	1	1
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1

^{1/}Weed cover score using a scale of 1-9 where 1 represents no weed cover and 9 = completely weedy plot.

^{2/}DAS = Days after sowing.

Remarks:

Grasses: *Brachiaria mutica* (Frossk.) Stapf., *Brachiaria reptans* L. Gard & C.E. Hubb., *Cynodon dactylon* L. Pers., *Dactyloctenium aegyptium* L. P. Beauv., *Digitaria ciliaris* Retz. Koel., *Echinochloa colona* L. Link., *Echinochloa crus – galli* L. Beauv., *Eleusine indica* L. Gaerth., *Leptochloa chinensis* L. Nees., *Panicum repans* L. and *Rhynchelytrum repens* (wild) C.E. Hubb.

Broadleaf weeds: *Ageratum conizoides* L., *Amaranthus gracilis* L., *Alternanthera sessilis* L. DC., *Boerhavia diffusa* L., *Borreria laevis* (Lamk) Griseb., *Chomolaena odorata* L. R.M.King & H.Robins., *Eclipta prustrata* L. L., *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hirta* L., *Heliotropium indicum* L., *Mimosa invisa* Mart. Ex Colla, *Phyllanthus niruri* L. auct. Non L., *Trianthema portulacastrum* L., *Tridax procumbens* L. and *Vernonia cinerea* L. Less.

Sedges: *Cyperus iria* L. and *Cyperus rotundus* L.

Table 3. Effect of pre-emergence application of herbicides on crop injury in early rainy season during May, 2006 - July, 2008.

Treatment	Crop injury score ^{1/} (Days after application)			
	7	14	21	30
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{2/})	1	1	1	1
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	2	6	2	2
4. alachlor 75 g a.i./ rai	1	1	1	1
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	1	1	1	1
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	1	9	9	9
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	1	1	1	1
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	6	7	3	2
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	1	1	1	1
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1

^{1/} Crop injury score using a scale of 1-9 where 1 represents least injured plants and 9 = most injured plants.

^{2/} DAS = Days after sowing.

Table 4. Effect of pre-emergence application of herbicides on plant height, crop yield of green soybean and cost for weed control in early rainy season during May, 2006 - July, 2008.

Treatment	Plant height (% of Control) ^{1/}	Yield (kg/ rai)	Cost (Baht/ rai)
1. Control	100 a ^{2/}	570.56 d	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{3/})	101.01 a	1,088.96 c	750
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	73.07 e	1,229.12 c	228
4. alachlor 75 g a.i./ rai	95.19 b	1,612.48 b	194.9
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	91.78 c	1,516.16 b	352.8
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	35.78 f	1,108.16 c	140
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	99.75 a	1,889.76 a	120
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	80.78 d	1,222.24 c	310.4
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	99.30 a	1,687.20 ab	135
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	96.05 b	1,468.64 b	750
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	99.15 a	1,658.08 ab	228
F-test	**	**	
C.V. (%)	1.02	6.97	

^{1/} Plant height = (Sample of plant height × 100)/ Control of plant height.

^{2/} Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

^{3/} DAS = Days after sowing.

Table 5. Determination of herbicide residues in green soybean using GC-MS in early rainy season during May, 2006 - July, 2008.

Treatment	Herbicide residues ^{1/}
1. Control	N.D.
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{2/})	N.D.
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	N.D.
4. alachlor 75 g a.i./ rai	N.D.
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	N.D.
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	N.D.
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	N.D.
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	N.D.
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	N.D.
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	N.D.
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	N.D.

^{1/} N.D. = not detected (Detection limited = 0.01).

^{2/} DAS = Days after sowing.

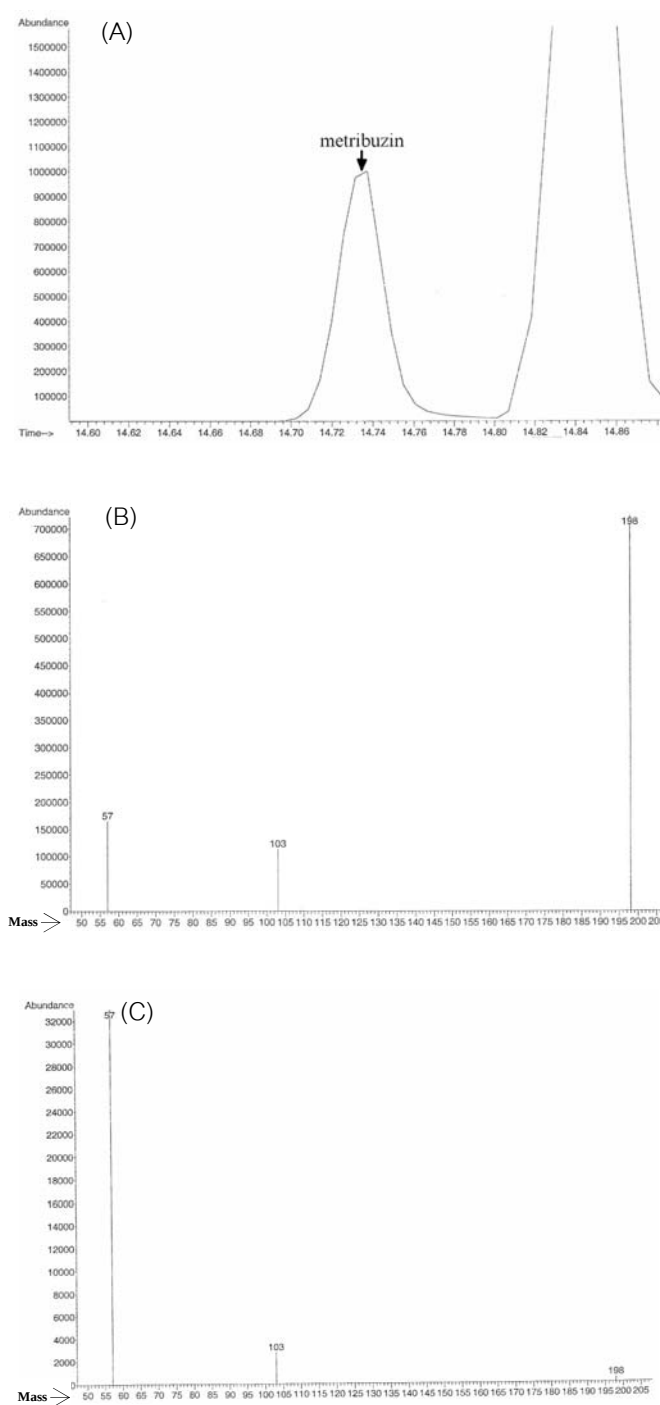


Figure 1. Determination of metribuzin residues in green soybean using GC-MS.

(A) = chromatogram of metribuzin standard, (B) = Mass pattern of metribuzin standard, and
(C) = mass pattern of metribuzin sample.

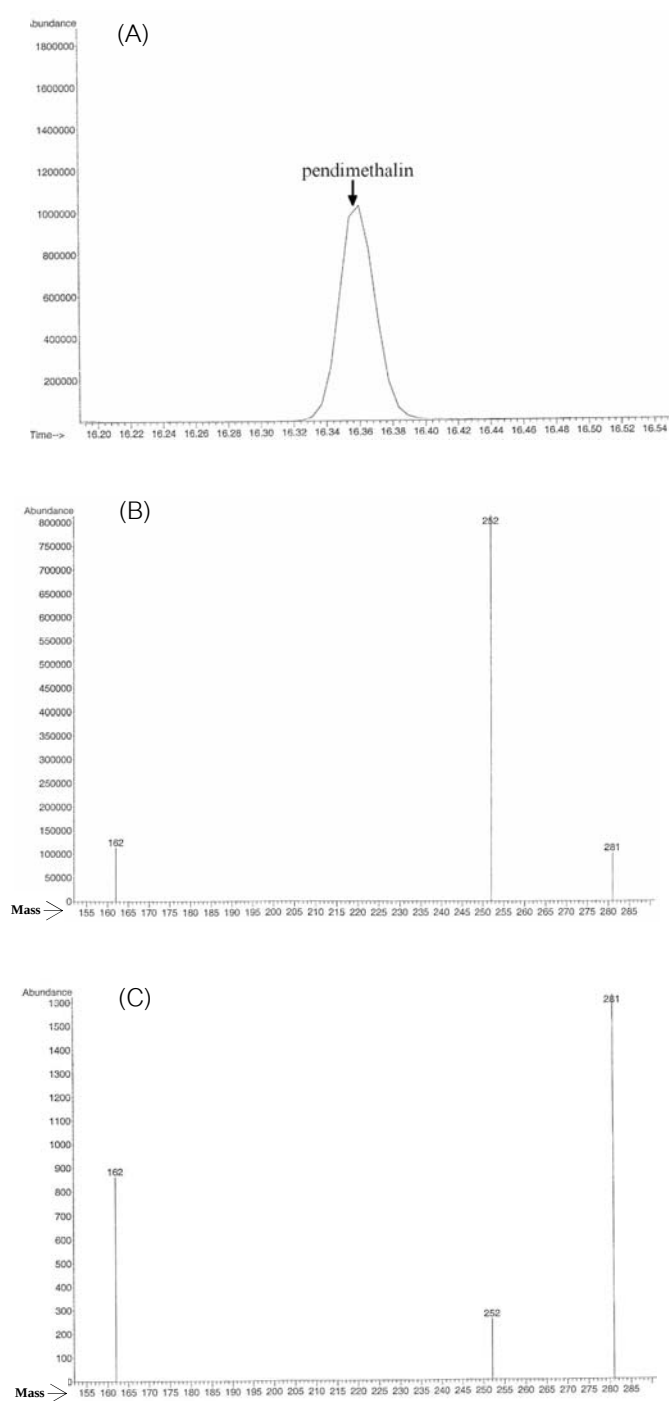


Figure 2. Determination of pendimethalin residues in green soybean using GC-MS.

(A) = chromatogram of pendimethalin standard, (B) = mass pattern of pendimethalin standard, and (C) = mass pattern of pendimethalin sample.

การพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองผักสด
Development of Weed Management Integrated with Pest Management
in Vegetable Soybean Production

ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์^{1/}

ทศพล พรพรหม^{1/}

สุดฤดี ประเทืองวงศ์^{2/}

Chanatip Sukonjan^{1/}

Tosapon Pornprom^{1/}

Sutruedee Prathuangwong^{2/}

ABSTRACT

Development of weed management integrated with pest management in vegetable soybean (*Glycine max* L. Merr. cultivar KPS 292) production were carried out in the National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima during May, 2006 - April, 2008. Investigation of some weed species that can be alternate-hosts of pathogens showed that *Euphorbia heterophylla* L., *Mimosa invisa* var *inervis* 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. 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 1,455 - 1,484 kg /rai.

Key words: clomazone, Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), herbicide residues, metribuzin, pendimethalin, vegetable soybean

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

^{2/} ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

^{2/} Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2549 - เมษายน 2551 ในการศึกษาวัชพืชบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า ผักยาง ไมยราบไร้หนาม 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 คือการใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้ไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสดตลอดระยะเวลาปลูก 65 วัน จนถึงเก็บเกี่ยว ต่อมาทำการวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะ 7 วันก่อนทำการเก็บผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า มีปริมาณสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวตกค้างต่ำกว่าปริมาณความปลอดภัยที่กำหนด (MRLs < 0.01 ppm) นอกจากนี้ในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่มีการจัดการด้านวัชพืชร่วมกับโรคพืชและแมลงศัตรูพืช โดยการคลุมเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 และ Imidacloprid (70% WS) ร่วมกับการพ่นสารผสมของ metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หรือสาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หลังจากทำการปลูกทันทีพ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid และ methomyl) และพ่นสารสกัดสะเดา ที่ 50 วันหลังจากปลูกพืช มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตสูงที่สุดมากถึง 1,455 - 1,484 กิโลกรัมต่อไร่

คำหลัก: สารโคลมาโซน แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) สารกำจัดวัชพืชตกค้าง สารเมทริบูซีน สารเพนดิเมทาลิน ถั่วเหลืองฝักสด

คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสด (green หรือ vegetable soybean) หรือถั่วแระญี่ปุ่น เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทยที่มีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นตลาดหลักนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทย ในรูปของฝักสดและเมล็ดแช่แข็งประมาณ 10,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,200 ล้านบาทต่อปี หรือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (Sompop *et al.*, 2005; Lin, 2006) ในปัจจุบันสถานการณ์ของการผลิตและการส่งออกถั่วเหลืองฝักสดของประเทศไทย ยังเป็นรองประเทศจีน และได้หวั่น จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณการส่งออกให้สูงขึ้น ในช่วงที่ผ่านมาสภาวะการผลิตสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกมีการแข่งขันกันมากขึ้น แต่การกีดกันทางการค้าของประเทศคู่ค้าที่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของสินค้าในการนำเข้าไว้ซึ่งส่งผลกระทบต่อเชื่อมโยงถึงภาคการผลิตทางการเกษตร ที่ต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดมากขึ้น โดยมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ในการผลิตพืชเพื่อการส่งออกจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล โดยมีการควบคุมความปลอดภัยจากการใช้ปัจจัยในการผลิตมากขึ้น

ปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทยนั้น ผลผลิตที่ได้ยังมีมาตรฐานที่ไม่ตรงกับความต้องการของประเทศคู่ค้า ซึ่งต้องการถั่วเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม รสหวาน กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาทางด้านระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้อง ภายใต้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาวะสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ จึงทำการสำรวจวัชพืชที่อาจจะเป็นพืชอาศัย (alternate-host) ของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในสภาพแปลงทดลองที่มีการปลูกถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งทำการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืช และตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร (food safety) นอกจากนี้ ทำการพัฒนาการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยมุ่งเน้นการจัดการวัชพืชร่วมกับระบบการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมของการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพในเชิงการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานินทของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช

ทำการสำรวจชนิดของโรคพืชที่อาศัยบนวัชพืช และเก็บตัวอย่างวัชพืชที่พบว่าเป็นโรคไปศึกษาหาเชื้อสาเหตุโรคพืช จากบริเวณพื้นที่ภายในกรอบเหล็ก (quadrat) ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร สุ่มเก็บตัวอย่างแบบซิกแซก รูปอักษร W ขวางแนวปลูกพืช ในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ทำการตรวจหาเชื้อสาเหตุโรคพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) และแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (isolation) ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ ในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนมิถุนายน 2550

การตรวจหาเชื้อราด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) โดยนำวัชพืชที่เป็นโรคมาตัด section (free hand section) ผ่านบริเวณแผลด้วยใบมีดโกน ให้ได้ชิ้นบางที่สุด นำชิ้นวัชพืชที่ตัดไปวางบนหยด lactophenol บนสไลด์แก้ว 1-2 ชิ้น นำสไลด์แก้วไปไล่น้ำมันด้วยไฟเล็กน้อยเพื่อไล่ฟองอากาศ ปิดทับด้วย cover slip เอียงทำมุม 45 องศา แล้วค่อย ๆ ปิดลง แล้วนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สำหรับการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (isolation) โดยตัดชิ้นส่วนบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อที่ติดกับเนื้อเยื่อที่เป็นโรคออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 5 x 5 มิลลิเมตร ด้วยใบมีดที่ลนไฟฆ่าเชื้อ 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 โดยทำการตรวจหาเชื้อราโดยดูลักษณะสำคัญของเชื้อรา ได้แก่ เส้นใย สปอร์ และ fruiting body นอกจากนี้ทำการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียโดยดู ooze หรือ exudates ของแบคทีเรียในน้ำสะอาด และใช้ลูป (loop) ตะเข็บเย็บ นำไปย้อมสีตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ต่อไป

การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ทำการศึกษาในสภาพแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (Suwan Farm) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนมีนาคม 2550 วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 5 x 5 ตารางเมตร (ยกทรงแปลงปลูก 1 x 5 ตารางเมตร) ประกอบด้วยกรรมวิธีการจัดการวัชพืช 7 กรรมวิธี (Table 1) ทำการจัดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในอัตราที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ภายใน 1 วันหลังจากการปลูกถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์กำแพงแสน 292 ต่อมาที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืช ทำการประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช (โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้เลย) และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตายอย่างสมบูรณ์) หลังจากนั้น ที่ 65 วันหลังจากปลูกพืช ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาต้นทุนในการจัดการวัชพืช (cost of weeding) ของแต่ละกรรมวิธี ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Science (SPSS)

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS

ในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยนำถั่วเหลืองฝักสดที่มีอายุได้ 58 วัน (หรือที่ 7 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว) มาตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิต ในห้องปฏิบัติการของบริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อ.สารภี จ.เชียงใหม่ โดยการใช้ GC (model 6890N, USA) – MS (model 5973, USA) ซึ่งประยุกต์จากวิธีการของ Kawasaki (2006) ทำการสุ่มตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด นำมาสกัดด้วย acetonitrile แยกสารละลายที่สกัดใน separatory funnel นำชั้นของ petroleum ether (สารละลายสีเขียว) ไประเหยด้วย rotary evaporator เป่าด้วย nitrogen gas จนแห้ง ล้างสารละลายด้วย 20% methanol in acetone ปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร นำไประเหยจนแห้งอีกครั้ง ล้างสารละลายด้วย acetone (PR) แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างต่อไป โดยการใช้ GC-MS บันทึกผลในลักษณะของกราฟ ในเอกสาร F-QC-MA-020/1 ซึ่งเป็นเอกสารรายงานการตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืช นำกราฟที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ใน reference library จะทำให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของสารต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ได้ โดยมีหน่วยเป็น ppm

การจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาในสภาพแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2550 ถึงเดือนเมษายน 2551 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 5 x 5 ตารางเมตร (ยกทรงแปลงปลูก 1 x 5 ตารางเมตร) โดยเป็นการผสมผสานกรรมวิธีที่มีการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการทางด้านโรคพืช และแมลงศัตรูพืชเข้าด้วยกัน

การเตรียมวัสดุทดสอบด้านโรคพืช: ใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 ในการคลุกเมล็ดอัตราส่วน suspension ของแบคทีเรีย 100 มิลลิลิตรต่อเมล็ดถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม นาน 3-5 นาที แล้วปลูกทันที และฉีดพ่นต้นพืชอัตรา 250 มิลลิลิตรต่อน้ำ 15 ลิตร เพื่อควบคุมโรค ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต โดยให้ร่วมกับเชื้อไรโซเบียม 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 และนำสารสกัดจากสมุนไพรเข้ามาร่วมด้วย เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี และได้มีการนำกับดักแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการระบาดของแมลงแต่ละชนิด สารป้องกันกำจัดแมลง คือ สาร imidacloprid อัตรา 2 กรัมต่อเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 1 กิโลกรัม และฉีดพ่นในอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สารสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อแมลงถึงระดับ

เศรษฐกิจ ได้แก่ cypermethrin อัตรา 32 มิลลิกรัมต่อไร่ 80 ลิตร สาร acetamiprid อัตรา 20 มิลลิกรัมต่อไร่ 80 ลิตร สาร methomyl อัตรา 20 มิลลิกรัมต่อไร่ 80 ลิตร และสารสกัดสะเดา อัตรา 100 มิลลิกรัมต่อไร่ 80 ลิตร

การเตรียมวัสดุทดสอบด้านวัชพืช: พิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมวัชพืช (Table 1) ประกอบด้วยสาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ/หรือ สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ร่วมกับการพูนดินโคนต้นเมื่อถั่วเหลืองฝักสดอายุ 30 วัน บันทึกผลการทดลอง โดยประเมินระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืช ความเป็นพิษของสารต่อถั่วเหลืองฝักสดร่วมกับการจัดการศัตรูพืช ที่ระยะ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช ต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่งต่อต้น ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ ที่ระยะเก็บเกี่ยว (65 วันหลังจากปลูกพืช) และต้นทุนในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการควบคุมศัตรูพืช ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธี DMRT ของโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษานินทของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช

จากการสำรวจชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ในสภาพแปลงทดลองที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสด (Table 2) พบว่า โรคที่เกิดกับระบบรากและทอลำเลียงในถั่วเหลืองฝักสด ประกอบด้วย โรคราก และโคนต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. และโรคลำต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เป็นต้น ส่วนโรคที่เกิดกับต้นถั่วเหลืองฝักสดส่วนเหนือดิน ประกอบด้วย โรคราสนิม (Rust) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* โรคน้ำค้ำ (Downy mildew) ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Peronospora manshurica* โรคใบจุดเนื้อง (Bacterial pustule) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* โรคไวรัสใบด่าง ที่เกิดจากเชื้อไวรัส soybean mosaic virus (SMV) และโรคไวรัสใบยดหด ที่เกิดจากเชื้อไวรัส soybean crinkle leaf virus (SCLV) เป็นต้น ส่วนชนิดของวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดนั้น การสำรวจชนิดของวัชพืชใบกว้างที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ กำมะหยี่ และผักโขม ซึ่งยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุได้ ไม่ทราบไร่นาม เป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Cercospora* sp. ชนิดของวัชพืชวงศ์หญ้าที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ได้แก่ หญ้าขจรัง ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อรา แต่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ ส่วนชนิดของวัชพืชพวกกก ได้แก่ แห้วหมู ซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส *Puccinia philippinensis* เป็นต้น

เนื่องจากสภาพแวดล้อมในบริเวณแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละพื้นที่นั้น มีความแตกต่างกันมาก จะเห็นได้ว่าการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไปหลายชนิด ได้แก่ โรครากและโคนต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. โรคลำต้นเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โรคราสนิม (Rust) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phakopsora pachyrhizi* โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* โรคน้ำค้ำ (Downy mildew) ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Peronospora manshurica* โรคใบจุดเนื้อง (Bacterial pustule) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* และโรคพืชชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่ยังไม่สามารถระบุเชื้อสาเหตุของโรคได้ เมื่อเชื้อสาเหตุโรคพืชดังกล่าวนี้เข้าไปทำลายถั่วเหลืองฝักสด ส่งผลเสียหายต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จึงจำเป็นต้องหาแนวทางใน

การลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากและเร็วที่สุด ซึ่งแนวทางหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเพื่อลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยการใช้วิธีการกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช (alternate host) เช่น การเขตกรรมที่ถูกต้อง การเผาเศษซากต้นตอของถั่วเหลืองฝักสด การกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อยู่อาศัยของโรคพืช ที่ขึ้นแข่งขันในแปลงปลูกพืชและในบริเวณรอบแปลงปลูกพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งมีการดูแล และการจัดการในบริเวณรอบแปลงปลูกให้สะอาด เป็นต้น ซึ่งช่วยลดการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่าง ๆ ในฤดูถัดไป ตลอดจนควรมีการพิจารณาแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาหลัก (key pests) ด้วย เพื่อช่วยทำให้การจัดการในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

การประเมินประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช พบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และ hand weeding มีจำนวนประชากรวัชพืชที่ขึ้นในพื้นที่มากกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดสามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าโขง ผักปลามขี้ และแห้วหมู) อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี กล่าวคือ การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด อยู่ในเกณฑ์ควบคุมได้ดี ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีผลความเป็นพิษต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (Table 3) 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 ส่วนการใช้สาร clomazone อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียว มีผลกระทบต่อถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชปลูกอยู่ในช่วงประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด เช่นเดียวกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาผลผลิตที่จำหน่ายได้ (Table 4) พบว่า ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดในกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตที่จำหน่ายได้ 805 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 แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนค่าใช้จ่ายพบว่า ค่าใช้จ่ายในกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช แต่มีการทำร่น 1 ครั้ง เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุ 30 วัน มีต้นทุนที่เป็นค่าจ้างแรงงานในการกำจัดวัชพืช (อัตราค่าจ้าง 170 บาทต่อวัน) สูงกว่าในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชประมาณ 247-560 บาทต่อไร่ ซึ่งต้นทุนจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำและราคาของสารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด

สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin จะตรวจพบที่ระดับความลึก 9 - 12 นิ้ว ในขณะที่สาร alachlor จะตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 3 - 6 นิ้ว นอกจากนี้สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ที่มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารที่สูงกว่า (Hartzler, 2002) ด้วยเหตุนี้ สาร metribuzin จึงมีการซึมผ่านผิวดินได้บ้างก่อนที่จะถูกชะล้าง ถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน และการย่อยสลายโดยแสง รวมทั้งการที่ฝนตกจะช่วยเสริมประสิทธิภาพในการ

ซึมผ่านผิวดินของสาร metribuzin เพื่อควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น และความมากมายของกระบวนการที่เกิดขึ้นกับสารกำจัดวัชพืชเกี่ยวข้องกับสมบัติของดินและสมบัติของสารเอง ซึ่งสมบัติของดิน ได้แก่ ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ pH ดิน อุณหภูมิ และความชื้นดิน เป็นต้น ส่วนสมบัติของสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ สูตรโครงสร้างทางเคมีของสาร รูปของสารที่ใช้ สภาพกรดต่างของสาร และอัตราการใช้ เป็นต้น (Mirsal, 2004) นอกจากนี้ จากการศึกษาการใช้สาร pendimethalin ร่วมกับการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เช่น สาร metribuzin และ clomazone สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pannacci et al. (2007) ได้รายงานว่าการใช้สาร 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 จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการพัฒนาการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เพื่อแนะนำให้เกษตรกรได้มีทางเลือกในการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ หมุนเวียนสลับหรือทดแทนกันไปในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาได้ นอกจากนี้ ยังเป็นแนวทางในการช่วยลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดลงไปได้ (reduce total herbicide usage) ส่งผลทำให้การผลิตทางการเกษตรมีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) ตามข้อกำหนดในระดับมาตรฐานสากล

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS

จากการตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อเป็นการประเมินความปลอดภัยทางด้านอาหาร พบว่า ที่ 58 วันหลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ (หรือที่ 7 วันก่อนทำการเก็บเกี่ยว) ไม่พบสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (Table 5) กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณสาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (Figure 1) สาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (Figure 2) และสารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ 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 ดังนั้นจึงไม่พบว่ามีสารตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด หรือค่า MRLs < 0.01 ppm ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Alberio et al. (2004) ได้รายงานว่าการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างในฝักและผลไม้นั้น จำเป็นต้องมีการตรวจสอบโดยการใช้ GC-MS ซึ่งสามารถตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชหลาย ๆ ชนิดได้ในคราวเดียว พบว่า สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทำการตรวจหาสารตกค้าง มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ในแต่ละชนิดของสารกำจัดวัชพืช จะเห็นได้ว่า ในการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรโดยการใช้ GC-MS นั้น

สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร (food safety) ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดความเสี่ยงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับการส่งออกของผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระดับมาตรฐานสากลและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ประเทศที่ผลิตสินค้าส่งออกอีกทางหนึ่งได้ด้วย

การจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการจัดการศัตรูพืช 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 ร่วมกับการจัดการศัตรูพืช โดยการคลุกเมล็ดก่อนปลูกเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 และ Imidacloprid (70% WS) และพ่นเชื้อจุลินทรีย์ KPS46 สารสกัดสาหร่ายและธาตุอาหารพืช CaB สารป้องกันกำจัดแมลง (cypermethrin, acetamiprid และ methomyl) ตามระดับเศรษฐกิจ และพ่นสารสกัดสะเดาที่ 50 วันหลังจากการปลูกพืช (กรรมวิธีที่ 7) มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและการจัดการศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด โดยที่ต้นถั่วเหลืองฝักสดแสดงอาการได้รับพิษ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อาการที่แสดงให้เห็นไม่มีผลต่อผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (Table 6) เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด ทั้งทางด้านความสูงต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งต่อต้น พบว่า มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองฝักสด และให้ผลผลิตสูงสุด มีผลผลิตของฝักจำหน่ายได้ 1,484 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 7) รองลงมา คือ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ร่วมกับการจัดการศัตรูพืช มีผลผลิตของฝักที่จำหน่ายได้ 1,455 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

การพัฒนารูปแบบของการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการจัดการทางด้านวัชพืชร่วมกับการจัดการทางด้านโรคพืชและแมลงศัตรูพืช สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเชิงการค้า และสามารถส่งเสริมเทคโนโลยีที่พัฒนาได้สู่กลุ่มเกษตรกรที่ได้ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน และลำปาง เป็นต้น ซึ่งเป็นพื้นที่หลักในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในช่วงต้นฤดูฝน (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

สรุปผลการทดลอง

1. วัชพืชบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช ได้แก่ ผักยาง เป็นพืชอาศัยของเชื้อ *Oidiopsis* sp. ไมยราบไร้หนาม เป็นพืชอาศัยของ *Cercospora* sp. และแห้วหมู เป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัส *Puccinia philippinensis* เป็นต้น ซึ่งชนิดของวัชพืชที่เป็นที่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชมีความแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพพื้นที่และฤดูกาล
2. การใช้สารผสมของ metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสาร pendimethalin อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ
3. การตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm)
4. การจัดการด้านวัชพืชรวมกับการจัดการโรคพืชและแมลงศัตรูพืช โดยการคลุมเมล็ดก่อนปลูกด้วยเชื้อจุลินทรีย์ 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

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับถั่วเหลืองฝักสด และบริษัทลานานาอุตสาหกรรมการ จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด

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.
- Hartzler, B. 2002. Absorption of Soil-Applied Herbicides. Department of Agronomy, Iowa State University. Available: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>, July 2, 2006.
- Kawasaki, J. 2006. Provisional Translation from Japanese Original: Ministry of Health, Labour and Welfare. [online]. Available: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/index.html>, May 29, 2006.

- Lin, C.C. 2006. Frozen edamame: global market conditions. pp. 93-96. *In*: T.A. Lumpkin and S. Shanmungasundaram (compileds). The Second International Vegetable Soybean Conference. Washington State University, Pullman, WA, USA.
- 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 Protect. 26: 1150-1157.
- Sompop, M., J O. Naewbanij and T. Rerngjakrabhet. 2005. Shrimp, Fresh Asparagus and Frozen Green Soybean in Thailand. [online]. Available: [http://siteresources.worldbank.org/ NTARD/Resources/ ThailandCountrySurveyF_final.pdf](http://siteresources.worldbank.org/NTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF_final.pdf), July 28, 2006.

Table 1. Weed control treatments used during the experiment.

Treatment	Trade name	Rate (g a.i./ rai)
1. Control	-	-
2. Hand weeding ^{1/} (at 30 DAP ^{2/})	-	-
3. clomazone	MAGISTER 48% EC	172.8
4. metribuzin	SENCOR 70% WP	84
5. pendimethalin	STOMP 33% EC	165
6. metribuzin + pendimethalin	SENCOR 70% WP + STOMP 33% EC	56 + 148.5
7. clomazone + pendimethalin	MAGISTER 48% EC + STOMP 33% EC	153.6 + 148.5

^{1/} Labour cost per-man-days worked was 170 Baht per day.

^{2/} DAP = Days after planting.

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

Plant/ weed	Disease symptom	Pathogen
Green soybean (<i>Glycine max</i> L. Merr.)	Root and basal stem rot	<i>Fusarium</i> sp.
	Brown stem rot	<i>Sclerotium rolfsii</i>
	Rust	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>
	Anthrachnose	<i>Colletotrichum truncatum</i>
	Downy mildew	<i>Peronospora manshurica</i>
	Bacterial pustule	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Glycines</i>
	Soybean mosaic virus	soybean mosaic virus (SMV)
	Soybean crinkle leaf	soybean crinkle leaf virus (SCLV)
Broadleaf weeds:		
Acuate (<i>Lagascea mollis</i> Cav.)	Brown spot	N.D. ^{1/}
Slender amaranth (<i>Amaranthus viridis</i> Linn.)	Insect pests	N.D.
Smooth mimosa (<i>Mimosa invisa</i> var Mart.)	Cercospora leaf spot	<i>Cercospora</i> sp.
Grass weeds:		
Itchgrass (<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W Clayton.)	Brown spot	N.D.
Sedge:		
Nut sedge (<i>Cyperus rotundus</i> . Linn.)	Rust	<i>Puccinia philippinensis</i>

^{1/} N.D. = Not detected.

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

Treatment	Weed cover score ^{1/} (Days after application)				Crop injury score ^{2/} (Days after application)			
	7	14	21	30	7	14	21	30
1. Control	9	9	9	9	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	9	9	9	1	1	1	1	1
3. clomazone 172.8 g a.i. /rai	2	2	3	2	1	1	1	1
4. metribuzin 84 g a.i. /rai	1	1	2	2	1	1	1	1
5. pendimethalin 165 g a.i. /rai	1	2	2	2	1	1	1	1
6. metribuzin 56 g a.i. /rai								
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	1	1	1	2	1	1	1	1
7. clomazone 153.6 cc a.i. /rai								
+ pendimethalin 148.5 g a.i. /rai	2	2	2	2	1	1	1	1

^{1/} Weed cover score using a scale of 1-9 where 1 represents no weed cover and 9 = completely weedy plot.

^{2/} Crop injury score using a scale of 1-9 where 1 represents least injured plants and 9 = most injured plants.

^{3/} DAP = Days after planting.

Remarks:

Grasses: *Commelin diffusa* Burm.f. and *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W Clayton.

Broadleaf weeds: *Amaranthus viridis* Linn., *Lagascea mollis* Cav. and *Mimosa invisa* var Mart.

Sedges: *Cyperus rotundus*. Linn.

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

Treatment	Yield (kg/ rai)			Cost of weeding ^{1/} (Baht/ rai)
	Marketable	Non-marketable	Total	
1. Control	805 d ^{2/}	1,213	2,018	-
2. Hand weeding (at 30 DAP ^{3/})	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/} Calculations are based on cost of weeding in each treatment. Labour cost per-man-days worked was 170 Baht per day.

^{2/} Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

^{3/} DAP = Days after planting

ns = not significantly different at the 5% level by DMRT.

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

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

^{1/} N.D. = not detected (Detection limited = 0.01).

^{2/} DAP = Days after planting.

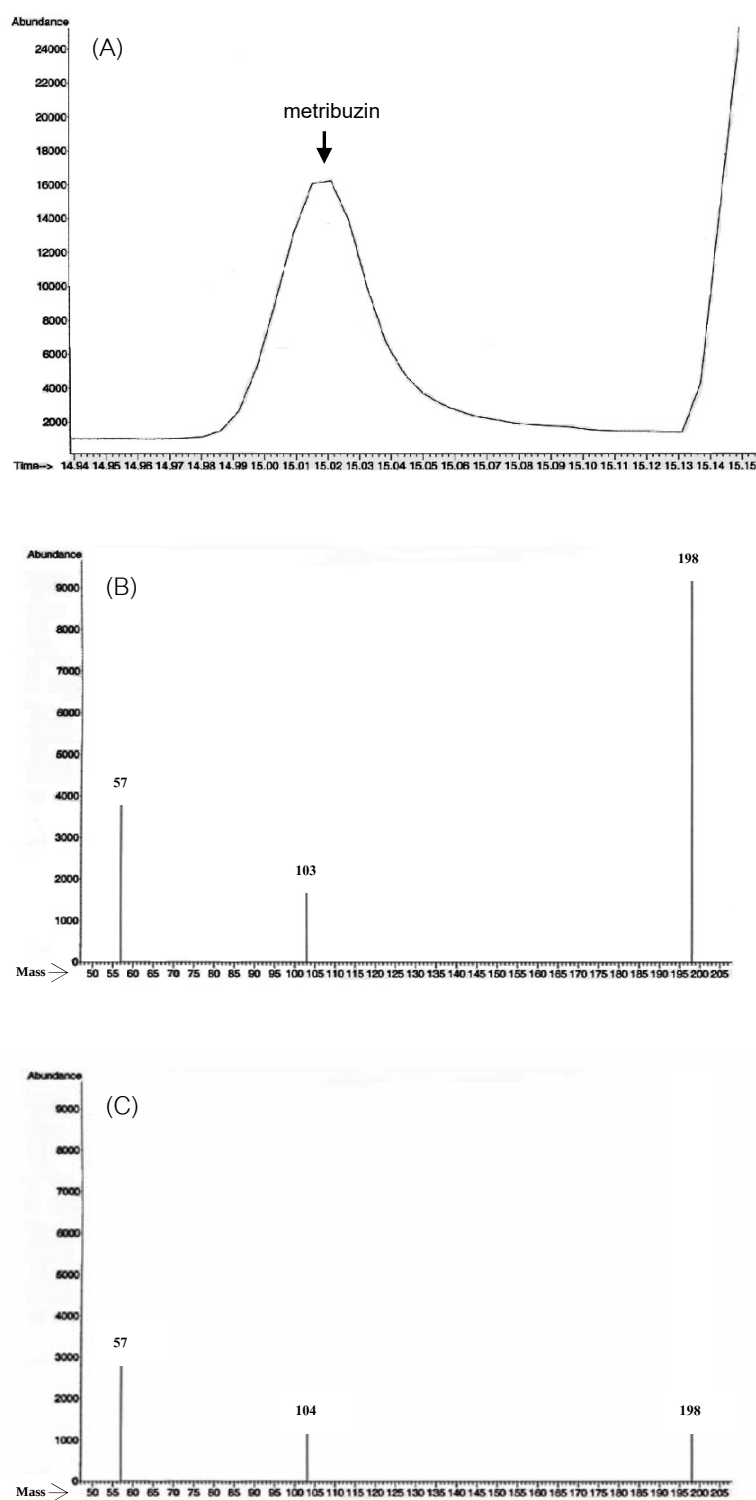


Figure 1. Determination of metribuzin residues in green soybean using GC-MS.

(A) = chromatogram of metribuzin standard, (B) = Mass pattern of metribuzin standard, and (C) = mass pattern of metribuzin sample.

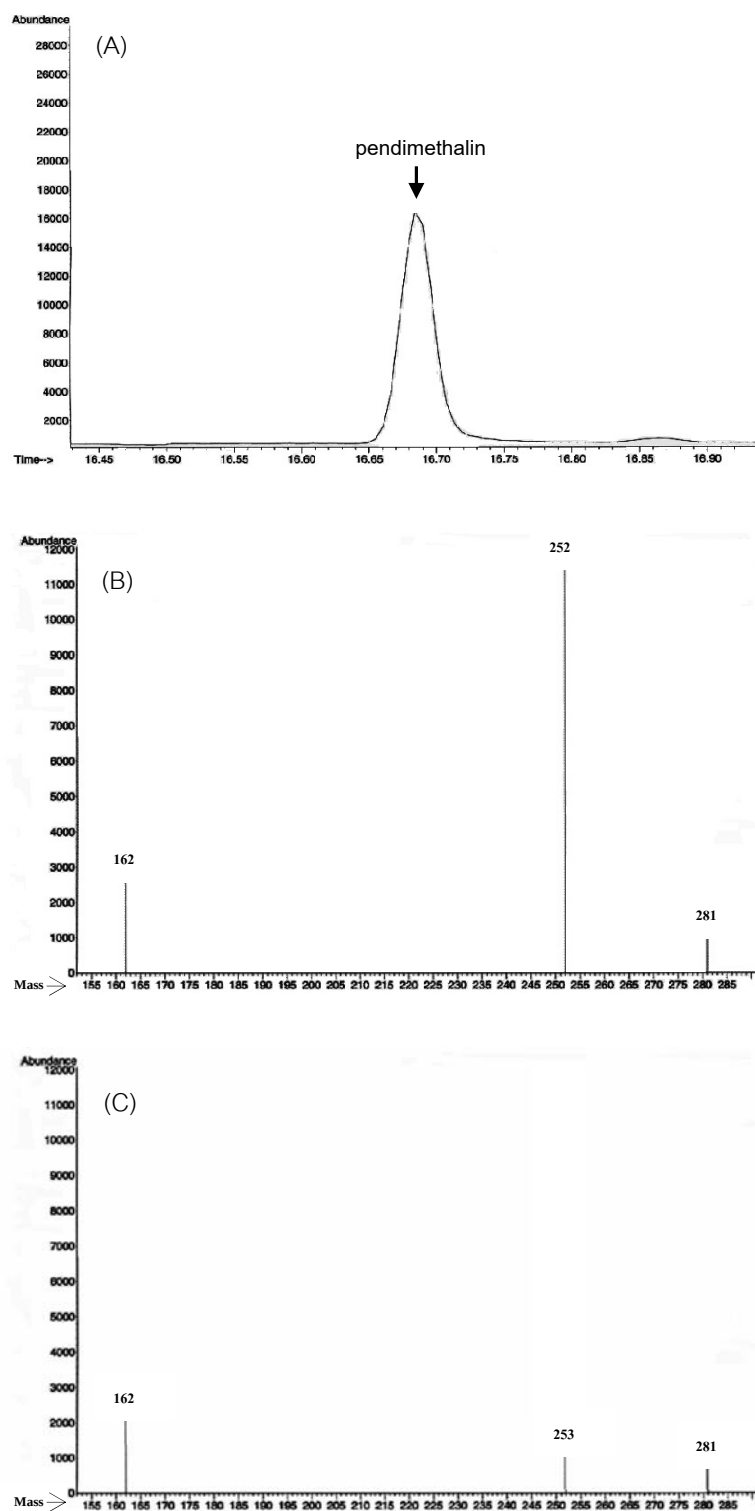


Figure 2. Determination of pendimethalin residues in green soybean using GC-MS.

(A) = chromatogram of pendimethalin standard, (B) = mass pattern of pendimethalin standard, and (C) = mass pattern of pendimethalin sample.

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

Treatment	Weed cover score ^{1/}				Crop injury score ^{2/}			
	(Days after application)				(Days after application)			
	7	14	21	30	7	14	21	30
1. Control	9	9	9	9	1	1	1	1
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	2	3	3	1	1	1	1
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{5/}	1	4	5	6	1	1	1	1
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	1	2	3	3	1	1	1	1
5. [KPS46] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/}	1	2	3	3	1	1	1	1
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	1	1	2	2	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	2	1	1	1	1

^{1/} Weed cover score using a scale of 1-9 where 1 represents no weed cover and 9 = completely weedy plot.

^{2/} Crop injury score using a scale of 1-9 where 1 represents least injured plants and 9 = most injured plants.

^{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.

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 for weed control in the National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima.

Treatment	Plant height (cm)	No. of node / plant	No. of branch / plant	Yield (kg/ rai)	Cost of weeding ^{1/} (Baht/ rai)
1. Control	41.0	6	2	875 a ^{2/}	-
2. [rhizobium + metalaxyl] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	32.2	6	3	1,098 b	1,768
3. [rhizobium + mancozeb] + Fungicides ^{5/}	37.1	6	3	1,210 bc	1,310
4. [KPS46 + rhizobium + mancozeb] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Fungicides ^{5/}	34.7	6	3	1,210 bc	2,120
5. [KPS46] + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/}	34.7	6	3	1,206 bc	810
6. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + metribuzin ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	35.1	7	3	1,455 c	1,015
7. [KPS46 + Imidacloprid (70% WS)] + [metribuzin + pendimethalin] ^{6/} + KPS46 ^{3/} + [algae extract + CaB] ^{4/} + Insecticides ^{5/} + Neem extract ^{7/}	35.6	7	3	1,484 c	1,097

^{1/} Calculations are based on cost of weeding in each treatment.

^{2/} Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

^{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.

Weed control with metribuzin and pendimethalin in vegetable soybean

(*Glycine max* L. Merrill)

T. Pornprom^{a,*}, W. Sukcharoenvipharat^a and D. Sansiriphun^b

^a*Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,
Nakhon Pathom 73140, Thailand*

^b*Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai 50140, Thailand*

Abstract

Field and laboratory experiments were conducted in the early and late rainy seasons of 2008 in Mae On and Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai, Thailand, respectively, to evaluate the effect of pre-emergence application of herbicides and determine the herbicide residues on vegetable soybean (*Glycine max* L. Merrill variety No. 75) production. Control of weeds in vegetable soybean with pre-emergence application of herbicides can be variable. No visible crop injury was observed after alachlor 469 g a.i./ha, clomazone 1,080 g a.i./ha, metribuzin 525 g a.i./ha, pendimethalin 1,031.25 g a.i./ha, tank-mixed clomazone 960 g a.i./ha + pendimethalin 928 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin 350 g a.i./ha + pendimethalin 928 g a.i./ha application. However, acetochlor 1,875 g a.i./ha, isoxaflutole 75 g a.i./ha, and oxadiazon 1,000 g a.i./ha caused visible crop injury to vegetable soybean. Plant bioassay of herbicide residues in the soil after harvest showed no phytotoxic effect on

*Corresponding author.

E-mail address: agrtpp@ku.ac.th (T. Pornprom).

21 baby corn (*Zea mays* Linn. cv. Suwan 3), cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Pijit 1), pak choi
 22 (*Brassica chinensis* Jusl. cv. Chinensis), and soybean (*Glycine max* L. Merrill cv. CM 60). Gas
 23 Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) analysis showed no significant herbicide
 24 residues on crop yield (or MRLs < 0.01 ppm) for all herbicides used in this study. The
 25 application of metribuzin at 525 g a.i./ha was sufficient to provide satisfactory full-season control
 26 of several weed species and gave the highest crop yield. In addition, pendimethalin at 1,031.25
 27 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin at 350 g a.i./ha + pendimethalin at 928 g a.i./ha can provide
 28 a similar level of weed control as an alternative to reduce herbicide dosage thereby increasing
 29 food and environmental safety in vegetable soybean production.

30 **Keywords:** Food safety; Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS); Herbicide
 31 residues; Metribuzin; Pendimethalin; Plant bioassay; Vegetable soybean

33 1. Introduction

34 Vegetable soybean (*Glycine max* L. Merrill) is a nutrient food crop, which is gaining
 35 popularity throughout Asia and the United States. It is an important crop for growers in the
 36 northern part of Thailand. The crop is grown in three main seasons. Firstly, the dry season crop is
 37 grown from mid December to mid January, after rice. The second crop is grown in the early
 38 rainy season from May to July, and the remaining vegetable soybean crop is grown in the late
 39 rainy season, in August (Srisombun and Shanmugasundaram, 2001). Effective weed control is
 40 an essential component for a profitable vegetable soybean production management program.
 41 Hand weeding, which is the commonest method of weed control, is now costly and sometimes
 42 not feasible due to unavailability of labor at the time of need. To avert these problems, farmers
 43 started adopting vegetable soybean production using herbicides as an alternative to the manual
 44 hand weeding method of controlling weeds. However, considerable variations occur in crop

and weed response to herbicide application. At present, there is no available information on the efficacy of herbicides for early weed control while preventing crop injury and possible residual accumulation in the consumable produce of vegetable soybean.

At present, the export volume of Thailand for vegetable soybean to Japanese market ranks third after China and Taiwan (Lin, 2001). The quality and the price of Thai frozen vegetable soybean are in between those of Taiwan and China. Frozen vegetable soybean exports is expected to grow moderately in Thailand if better quality raw material and acceptable herbicide residue levels for the export market are maintained. However, lack of experience in the production of high quality vegetable soybean for export is a major obstacle in the early stages of development of the vegetable soybean industry. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of pre-emergence application of herbicides, applied alone and in combination on vegetable soybean production, observe the effect of herbicide residues in the soil on some tested plants by plant bioassay, and determine the herbicide residues on vegetable soybean product by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) to assure food and environmental safety.

2. Materials and methods

2.1. Efficacy of pre-emergence herbicides for weed control

Field trials were conducted in the early and late rainy seasons of 2008 in Mae On, Chiang Mai, Thailand. A randomized complete block design (RCBD) with four replications was used in the experiment. The vegetable soybean seeds, variety No. 75, were sown by hand at an inter- and intra-row spacings of 50 and 20 cm, respectively. The individual plot size was 5 x 5 m². All the pre-emergence herbicides were applied within 1 day of seeding using a Knapsack sprayer having a 8004 flat fan T-jet nozzle at a pressure of 2.1 kg/cm² and spray volume of 500 L/ha.

The treatment consisted of nine doses of the pre-emergence herbicides, a weedy control and a hand weeding control (using hand hoe at 15, 30, 45 days after planting, DAP), making a total of 11 treatments as shown in Table 1. A fungicide/insecticide mixture was applied three times at 15-day intervals to control both fungal diseases and insect pests. Vegetable soybean was grown to maturity and harvested according to standard agricultural practices.

The data recorded were weed cover score, crop injury and yield of vegetable soybean. Weed control and crop injury were rated visually 7, 14, 21 and 30 days after application (DAA) on a scale of 1 (no weed cover or least injured plants) to 9 (completely weedy plot or most injured plants). Yields were measured at crop maturity by harvesting with a plot combine. All data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and were combined over seasons and analyzed using the Proc Mixed procedure of SAS. Treatment means were separated using Fisher's Protected LSD test at $P = 0.01$.

2.2. Plant bioassay for detecting herbicide residues in soil

The same field where experiment 1.1 was conducted was also used in this experiment. A 2 factor experiment was laid-out in a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Sub-plots were planted with the four crop species, whereas main-plots consisted of the herbicides (as describe below). In the season following each herbicide application, the trial area was disc plowed to 10 cm depth, followed by two passes with a rotavator. Herbicide residues in the soil were bioassayed using test plants such as baby corn (*Zea mays* Linn. cv. Suwan 3), cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Pijit 1), pak choi (*Brassica chinensis* Jusl. cv. Chinensis), and soybean (*Glycine max* L. Merrill cv. CM 60). The test plants were direct-seeded into soil previously treated with herbicides (Table 1) and the hand weeding and weedy control treatments. Each replicate of the experiment contained 25 seeds of the crop, which were sown in each row. The field trials were maintained weed free by hand weeding. The data recorded were field emergence and

crop injury of tested plants. Crop injury was rated visually 7 and 14 days after emergence (DAE) on a scale of 1 (least injured plants) to 9 (most injured plants). All data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and were combined over seasons and analyzed using the Proc Mixed procedure of SAS. Treatment means were separated using Fisher's Protected LSD test at $P = 0.01$.

2.3 GC-MS analysis

Herbicide residue in the vegetable soybean product was determined using GC-MS, 7 days before harvest. The GC-MS analysis was carried out in the laboratory of Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai, and performed according to the "Multiresidue Method for Agricultural Chemicals by GC-MS (Agricultural Products)" (MHLW, 2005).

Twenty g samples of vegetable soybean were homogenized with 50 mL acetonitrile and suction-filtered with a glass filter. The residue on the filter was re-homogenized with 20 mL acetonitrile and filtered. Both filtrates were mixed and made up to 100 mL with acetonitrile. A 20 mL portion was mixed with 10 g sodium chloride and 20 mL of 0.5 M phosphate buffer (pH 7.0) and shaken. After the solution was clearly separated into 2 layers, the aqueous layer was discarded and the acetonitrile layer was dehydrated with sodium sulfate (anhydrous) and filtered. The filtrate was concentrated with a rotary evaporator at -40°C . The residue was dissolved in 2 mL of acetonitrile/toluene (3:1), applied to the mini column, and eluted with 20 mL acetonitrile/toluene (3:1). The entire eluate volume was collected and concentrated to less than 1 mL at -40°C . Acetone (10 mL) was added to the solution and concentrated to less than 1 mL at -40°C . A 5 mL aliquot of acetone was added to this solution and concentrated again. The residue was dissolved and made up to 1 mL with acetone/n-hexane (1:1). The solution was assayed by GC-MS. The conditions of GC-MS are shown in Table 2.

3. Results and discussion

3.1. Efficacy of pre-emergence herbicides for weed control

The effect of several pre-emergence application of herbicides on weed infestation in vegetable soybean is presented in Table 3. The results showed that control of weeds in vegetable soybean with all pre-emergence application of herbicides can be variable. Metribuzin 525 g a.i./ha was the most effective for weed control, followed by pendimethalin 1,031.25 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin 350 g a.i./ha + pendimethalin 928 g a.i./ha, respectively. The visual injury seen in vegetable soybean soon after metribuzin application was minimal and transient and had no effect on final yield.

No visible crop injury was observed after alachlor 469 g a.i./ha, clomazone 1,080 g a.i./ha, metribuzin 525 g a.i./ha, pendimethalin 1,031.25 g a.i./ha, tank-mixed clomazone 960 g a.i./ha + pendimethalin 928 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin 350 g a.i./ha + pendimethalin 928 g a.i./ha application. However, acetochlor 1,875 g a.i./ha, isoxaflutole 75 g a.i./ha, and oxadiazon 1,000 g a.i./ha caused visible crop injury to vegetable soybean (Table 3). In particular, isoxaflutole and oxadiazon resulted to unacceptable crop injury after the application.

The vegetable soybean yields of the untreated control were less than the yields of herbicide treated plots (Table 3). Herbicide application resulted in significantly higher crop yield (6,925-11,813 kg/ha) than the weedy control (3,563 kg/ha). Application of metribuzin at 525 g a.i./ha, pendimethalin at 1,031.25 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin at 350 g a.i./ha + pendimethalin at 928 g a.i./ha gave significantly the highest crop yield of vegetable soybean compared with all other herbicides evaluated in the trial. Hand weeding gave good crop growth, however the hand weeding had higher cost for weed control (data not shown). The superior weed control and the lack of vegetable soybean injury with herbicide probably contributed to the

increased vegetable soybean yields. Further research is required for acetochlor, isoxaflutole and oxadiazon to evaluate lower doses than that used in this study.

Pre-emergence applications may be more beneficial than a post-emergence application of herbicide and can be used instead of hand weeding. The excellent weed control afforded by pre-emergence herbicides resulted in very few weeds being present at the time post-emergence herbicides are applied. In situations where a pre-emergence herbicide is very effective, a post-applied herbicide may not be necessary. Previous research has shown that soybean treated with pre-emergence pendimethalin followed by post-emergence imazethapyr, imazamox, or imazaquin produced yields equivalent to soybean treated with post-emergence glyphosate alone (Hofer et al., 1998; Parker et al., 1998). Franzenburg et al. (1998) reported that the improved weed control from the inclusion of a pre-emergence treatment, such as flumetsulam plus metolachlor, increased soybean yields compared with a single post-emergence application of glyphosate alone. In addition, use of pre-emergence herbicide eliminates the problems encountered with interactions between total post-emergence tank mixtures, including antagonism on some weed species, and increased vegetable soybean injury. Although using a pre-emergence herbicide could result in an extra application, this may be the most effective method of increasing efficacy with certain post-emergence applied herbicides. Applying a pre-emergence herbicide also allows the grower to treat weeds before they become too large to be consistently controlled and treated when weather and field conditions allow.

3.2. Plant bioassay for detecting herbicide residues in soil

Plant bioassay for detecting herbicide residues in soil is useful in diagnosing performance problems in the field. Herbicide residues can persist in soil at phytotoxic concentrations and affect sensitive succeeding crops more than one season after treatment.

Therefore, it is necessary to assess whether or not these residues will have a phytotoxic effect on succeeding crops.

Herbicide residues in the soil were observed after the vegetable soybean crop was harvested using plant bioassay with some tested plants including baby corn (cv. Suwan 3), cucumber (cv. Pijit 1), pak choi (cv. Chinensis), and soybean (cv. CM 60). No significant effect on field emergence and seedling vigor were observed (Table 4). The results showed that herbicide use, applied alone and in combination, had no phytotoxic effect or growth reduction in all tested plants. There were no visible injury symptoms at 7 DAE and no adverse effects on growth in any of the vegetable crops 1 season after herbicide was applied. In addition, a similar response was also observed at 14 DAE (data not shown).

Vegetable crops differ in their response to residues from herbicides applied in previous years. These crops are frequently grown in rotation with vegetable soybean in growing areas in the northern part of Thailand. In this case, the evaluated varieties of baby corn, cucumber, pak choi, and soybean can be safely grown when pre-emergence application of herbicides have been made to vegetable soybean in the previous season. A similar report showed that sulfosulfuron residues did not affect barley and common vetch, but inhibited sunflower (Alonso-Prados et al., 2002). Other studies have reported no visible injury and no yield reduction in tomato from sulfonylurea herbicides in the year following application (Greenland, 2003). Similarly the residues from chlorimuron-ethyl applied at single and double dose caused no visible injury or growth reduction in cabbage, potato, tomato and sweet corn planted 1 year after application (Soltani et al., 2005). It is suggested that the lack of visible injury and growth response may be a result of rapid herbicide degradation and possible influences of herbicides on soil microorganisms. Generally, herbicidal effects in vegetable soybean are more severe in solution than that in treated soil. In the latter, leaching and bio-

degradation processes may modify herbicide effect. Crop response to herbicide residue depends on various factors, including species and variety, soil type, and environmental conditions after planting. The effect of long-term field application of metribuzin and pendimethalin and the factors that enhance degradation in soil and photo-degradation for assessing the environmental fate in these herbicides remains to be investigated.

3.3. GC-MS analysis

The positive list system was adopted to improve the regulation of residual agricultural chemicals in foods, especially imported products, that contain above Maximum Residue Limits (MRLs) or the uniform level of 0.01 ppm if MRLs have not been established. Results of the determination of the herbicide residues in crop yield of vegetable soybean using GC-MS are presented in Table 5. No herbicide residue was detected in crop yield (or MRLs < 0.01 ppm) for all herbicides used in this study. This result indicates that the residual levels of these herbicides were lower than their MRLs. Separation of all herbicides used in this study was achieved under fixed gas-chromatographic conditions and, although other peaks were also detected, they showed different retention times and lower intensity than the parent compounds. Peak areas for determination of metribuzin and pendimethalin residues in green soybean using GC-MS is shown in Figures 1 and 2, respectively. Similar observations were apparently the same for all herbicides used in this study (data not shown). In the present study, no samples containing herbicide residues at detectable concentrations were found. These results agree with the earlier observations with other herbicides such as phenylurea from plants (Fernando et al., 2002) and phenoxy acid in water samples by GC-MS (Pereira et al., 2004). However, herbicide residues can be detected in agricultural products by GC-MS (Iwasaki et al., 2007). This suggests that the GC-MS method can be usefully applied to water, soil

samples and agricultural products that often contain residues of herbicides which is beneficial for ensuring food and environmental safety.

From the findings of these experiment, it can be concluded that metribuzin at 525 g a.i./ha was sufficient to provide satisfactory full-season control of several weed species. In addition, pendimethalin at 1,031.25 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin at 350 g a.i./ha + pendimethalin at 928 g a.i./ha can provide a similar level of weed control as an alternative to reduce herbicide dosage. This suggests that pre-emergence herbicide options for weed control may be more beneficial before a post-emergence application of herbicide and can be used instead of hand weeding in vegetable soybean production. These herbicides provide efficient broad-spectrum control of broad-leaved weeds and some grasses with excellent user safety. In the herbicide mixture, however, pendimethalin application gives excellent weed control in vegetable soybean which leads to either tolerable negative or neutral crop reaction without affecting crop yield and quality. The use of low pendimethalin doses in weed control will ensure effective control of seedling weeds, prevent crop injury and residue accumulation in edible plant produce. This can be used by vegetable soybean growers to reduce herbicide rates, optimize profit and minimize the environmental impact of herbicide application.

Many agricultural producers in the northern part of Thailand grow vegetable crops in rotation with agronomic crops such as vegetable soybean, as they offer growers a higher value crop than traditional agronomic crops, and can break up pest cycles where continuous vegetable soybean is grown. Results clearly indicate that the residues from pre-emergence herbicides, applied alone and in combination, in the previous season caused no visible injury or growth reduction in baby corn, cucumber, pak choi, and soybean. Reducing herbicide dose to prevent crop injury and possible residual accumulation in the consumable produce while ensuring effective control of seedling weeds is recommended. It is suggested that rotating herbicides

with different modes of action can be an effective way to prevent or delay the selection for resistance. In addition to the economic incentive of increased yields, improved weed control resulting from the inclusion of a pre-emergence applied herbicide provides other possible benefits, including a decrease in the soil weed seed bank and management of weed resistance to herbicides in vegetable soybean production.

4. Conclusions

Considerable variations occur in crop and weed response to pre-emergence herbicide application for early weed control in vegetable soybean. It can be concluded that metribuzin 525 g a.i./ha, pendimethalin 1,031.25 g a.i./ha, and tank-mixed metribuzin at 350 g a.i./ha + pendimethalin at 928 g a.i./ha showed the best efficacy for early weed control in vegetable soybean compared with all other herbicides evaluated in the trial. No phytotoxic effect or growth reduction was detected on subsequent test plants grown on the same plots. Herbicide use, applied alone and in combination, had no phytotoxic effect or growth reduction in all tested plants. Clearly, no herbicide residues was detected using GC-MS in crop yield (or MRLs < 0.01 ppm). From these results, metribuzin was sufficient to provide satisfactory full-season control of several weed species. In addition, pendimethalin and a mixture of metribuzin and pendimethalin can provide a similar level of weed control for an alternative to reduce herbicide dosage, and ensure the minimum herbicide residue levels acceptable for the export vegetable soybean market.

Acknowledgments

This research was supported in part by the Thailand Research Fund (IUG5080006), and the Kasetsart University Research and Development Institute. Special thanks to Mr. Eduardo A. Ramos from the Kasetsart University-Honda Project for editing this manuscript.

References

- Alonso-Prados, J.L., Hernandez-Sevillano, E., Llanos, S., Villarroja, M., Garcia-Baudin, J.M., 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Prot. 21, 1061-1066.
- Fernando, P., Soledad, C., Mercedes, G., Miguel, V., 2002. Analysis of phenylurea herbicides from plants by GC/MS. Talanta 56, 727-734.
- Franzenburg, D.D., Owen, M.D.K., Lux, J.F., Adam, K.W., 1998. Herbicide application strategies for weed control in glyphosate tolerant soybean. Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc. 53:27.
- Greenland, G.R., 2003. Injury to vegetable crops from herbicides applied in previous years. Weed Technol. 17, 73-78.
- Hofer, J.M., Peterson, D.E., Gordon, W.B., Staggenborg, S.A., Fjell, D.L., 1998. Yield potential and response of glyphosate-resistant soybean varieties to imidazolinone herbicides. Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc. 53:25.
- Iwasaki, M., Sato, I., Jin, Y., Saito, N., Tsuda, S., 2007. Problems of positive list system revealed by survey of pesticide residue in food. The Journal of Toxicological Science. 32 (2), 179-184.

- 279 Lin, C.C., 2001. Frozen edamame: global market conditions. Proceedings, 2nd International
280 Vegetable Soybean Conference. Washington State University, Pullman, WA, USA, pp.
281 93-96.
- 282 Parker, D.C., Kieffer, D.L., Simmons, F.W., Wax, L.M., 1998. Influence of weed duration on
283 glyphosate resistant soybean. Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc. 53:119.
- 284 Pereior, I.R., Irimia, R.G., Cano, E.R., Torrijos, R.C., 2004. Optimisation of a gas
285 chromatographic-mass spectrometric method for the determination of phenoxy acid
286 herbicides in water samples as silyl derivatives. Analytica Chimica Acta 524, 249-256.
- 287 Soltani, N., Sikkema, P.H., Robinson, D.E., 2005. Vegetable crop responses to chlorimuron-
288 ethyl applied in the previous year. Crop Prot. 24, 685-688.
- 289 Srisombun, S., Shanmungasundaram S., 2001. The history of vegetable soybean development,
290 current status and future development in Thailand. Proceedings, 2nd International
291 Vegetable Soybean Conference. Washington State University, Pullman, WA, USA, pp.
292 183-186.
- 293 The Ministry of Health, Labour and Welfare, 2005. Analytical methods for residual
294 compositional substances of agricultural chemicals, feed additives, and veterinary drugs
295 in food. URL: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist>
296 060228/dl/060526-1a.pdf.

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Development of Weed Management in Green Soybean Production

วัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์¹ ชนาทิพย์ สุคนธ์จันทร์¹ ดรุพันธ์ แสนศิริพันธ์² และทศพล พรพรหม¹

Watcharasak Sukcharoenvipharat¹ Chanatip Sukonjan¹ Daruphun Sansiriphun² and
Tosapon Pornprom¹

¹ภาควิชาพืชไร่และเกษตรกรรม กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

²Lanna Agro Industry CO., LTD.

ABSTRACT

Development of weed management in green soybean production was carried out in two seasons. In early rainy season (May-July), acetochlor at 1,875 g a.i. /ha, alachlor at 468.75 g a.i. /ha, clomazone at 1,080 g a.i. /ha, isoxaflutole at 75 g a.i. /ha, metribuzin at 525 g a.i. /ha, oxadiazon at 1,000 g a.i. /ha and pendimethalin at 412.50 g a.i. /ha were applied to evaluate the efficacy use of pre-emergence for weed control. At 7 and 14 days after application, all pre-emergence herbicides were effective in controlling several species of grass, broadleaf weeds and sedge. Control of these species in green soybean with soil-applied herbicides can be variable. No visible crop injury was observed after some pre-emergence herbicides application, while acetochlor, isoxaflutole and oxadiazon caused visual crop injury to green soybean. After crops harvested, herbicide residues in soil using bioassay test was observed with several tested plants including pak choy, maize, cucumber and green soybean. All tested plants were normally germinated and no injury. Furthermore, field trails were repeated to confirm in late rainy season (August-October). The results showed the similar trends as in early rainy season. All pre-emergence herbicides reduced the weed density resulted in no yield reduction in green soybean and no crop injury to tested plants. From these results, it can be concluded that metribuzin at 525 g a.i. /ha was sufficient to provide satisfactory full-season control of several weed species. In addition, metribuzin at 350 g a.i. /ha + pendimethalin at 330 g a.i. /ha can be provided a similar level of weed control for an alternative to reduce herbicide dosage use. Further study is required to evaluate for the food and environmental safety.

บทคัดย่อ

การพัฒนาวิธีการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้ทำการทดลอง 2 ฤดูกาล คือ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ การใช้สาร acetochlor อัตรา 1,875 g a.i. /ha, alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 1,080 g a.i. /ha, isoxaflutole อัตรา 75 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha, oxadiazon อัตรา 1,000 g a.i. /ha และ pendimethalin อัตรา 412.50 g a.i. /ha พบว่า ที่ 7 และ 14 วันหลังฉีดพ่นสาร การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพวกใบกว้าง วงศ์หญ้า และกก ได้ผลที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาจากความเป็นพิษของสารที่มีต่อพืชปลูก พบว่า การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon ทำให้ถั่วเหลืองฝักสดได้รับพิษมากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ต่อมาภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ทำการศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้วิธี bioassay test ทำการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกาดกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด พบว่า พืชทดสอบทั้ง 4 ชนิดนี้ สามารถงอกได้ปกติและไม่พบความเป็นพิษ จากนั้นได้ทำการศึกษาซ้ำอีกครั้งในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) เพื่อยืนยันผลการทดลอง โดยทำการเลือกใช้สาร alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 960 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha และ metribuzin อัตรา 350 g a.i. /ha + pendimethalin 330 g a.i. /ha ซึ่งให้ผลการทดลองคล้ายกับในช่วงต้นฤดูฝน จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้นี้ สามารถช่วยควบคุมวัชพืชได้ผลดี ไม่พบความเป็นพิษในพืชปลูกและพืชทดสอบ จากผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้การใช้สาร metribuzin อัตรา 350 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha สามารถนำมาใช้สลับเพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งในการศึกษาต่อไปจะมีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมด้วย

คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสด หรือถั่วแระญี่ปุ่น (green หรือ vegetable soybean) ปลูกกันมากในเขตภาคเหนือ ได้แก่ กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน ลำปาง พิจิตร และพิษณุโลก เป็นต้น เนื่องจากประเทศไทยสามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดปี นอกจากนี้ถั่วเหลืองฝักสดยังเป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนที่สูงและเร็ว โดยส่วนมากเกษตรกรปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชหลักในช่วงต้นฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) ส่วนเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบนมีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชรองและบำรุงดินหลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) (บุปผา, 2545)

การผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทย ยังคงต้องการพัฒนาทางด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ (เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช) ของถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกวิธีภายใต้ระบบเกษตรดีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม โดยมีประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดหลักในการนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศจีน ไต้หวัน และไทย ในรูปถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็ง (Lin , 2006) ซึ่งทางประเทศญี่ปุ่นได้มีการกำหนดให้ใช้ระบบ positive list ของสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดขึ้น โดยระดับที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ การกำหนดปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit; MRL) ในถั่วเหลืองฝักสดที่จะนำเข้าในประเทศ (Srisombun และ Shanmugasundaram, 2001; Theo และคณะ, 2006) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ เบื้องต้น ในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ตลอดจนพิจารณาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยการใช้วิธี bioassay test กับพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อพืชปลูกบางชนิดในฤดูกาลเพาะปลูกถัดไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

1.1 การศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม): การศึกษาทำในแปลงปลูกพืชที่ใช้ในการทำวิจัยของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด กิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 ถึง กรกฎาคม 2549 วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized completely block design) มี 3 ซ้ำ แปลงทดลองกว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 1 เมตร รองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25-50 กก./ไร่ ผสมปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กก./ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์นัมเบอร์ 75 ปลูกในดินที่มีความชื้น ระยะปลูก ระหว่างแถว 50 ซม ระหว่างต้น 20 ซม หยอด 2-3 เมล็ด/ หลุม หลังจากนั้นฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิด

ต่าง ๆ ได้แก่ สาร acetochlor อัตรา 1,875 g a.i. /ha, alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 1,080 g a.i. /ha, isoxaflutole อัตรา 75 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha, oxadiazon อัตรา 1,000 g a.i. /ha และ pendimethalin อัตรา 412.50 g a.i. /ha ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร สุ่มนับจำนวนชนิดและปริมาณของวัชพืชในสภาพที่เป็น above ground weed โดยใช้ quadrat นอกจากนี้ได้ทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อพืชปลูก โดยพิจารณาจากน้ำหนักต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง ความสูงหลังเก็บเกี่ยว และผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด

1.2 กรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม): ทำการศึกษาในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึง ตุลาคม 2549 โดยทำการคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชจากการทดลองที่ 1.1 เพื่อปรับแนวทางในการใช้สารกำจัดวัชพืชและยืนยันผลการทดลอง สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ สาร alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 960 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha และ metribuzin อัตรา 350 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha การเตรียมแปลงปลูก การใช้เมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาปลูก การให้น้ำ การดูแลรักษา และทำการบันทึกผลการทดลอง (เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1.1)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดในการทดลองที่ 1.1 และ 1.2 เตรียมแปลงอีกครั้ง พร้อมทั้งจะปลูกพืชทดสอบต่อไป โดยทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือและปรับดินให้สม่ำเสมอ แบ่งแปลงเป็น 4 แปลงย่อยใน 1 แปลงที่ทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ก่อนปลูกให้น้ำเพื่อให้ดินที่มีความชื้น ทำการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวโพด แตงกวา ผักกวางตุ้ง และถั่วเหลืองฝักสด การบันทึกผลการทดลอง โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์ความงอก และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในข้างต้น ที่ 7 วันหลังปลูกพืชทดสอบ

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

1.1 กรณีศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม): การสุ่มนับจำนวนวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่า ที่ 7 วันหลังฉีดพ่นสาร จำนวนวัชพืชพวงวงศ์เหว้าและใบกว้างในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร ส่วนวัชพืชพวงกมมีจำนวนไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) เช่นเดียวกับ ที่ 14 วันหลังฉีดพ่นสาร จำนวนวัชพืชแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ในขณะที่ 21 และ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร จำนวนวัชพืชพวงศ์เหว้า ใบกว้าง และกม ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ส่วนการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 2) พบว่า ที่ 7 วันหลังฉีดพ่นสาร acetochlor อัตรา 1,875 g a.i. /ha และ oxadiazon

อัตรา 75 g a.i. /ha พืชจะแสดงอาการได้รับพิษ สำหรับที่ 14, 21 และ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร การใช้สาร alachlor อัตรา 468.75 g a.i. /ha, clomazone อัตรา 960 g a.i. /ha, metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha และ pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha พืชจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ ส่วนการใช้สาร isoxaflutole อัตรา 75 g a.i. /ha พืชจะแสดงอาการได้รับพิษอย่างรุนแรง จนทำให้ต้นถั่วเหลืองฝักสดตาย เมื่อทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ (ตารางที่ 3) พบว่าเมื่อพิจารณาจากน้ำหนักต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง ความสูงจากโคนถึงปลายยอด และผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดจะไม่มี ความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาจากความสูงจากโคนถึงปลายใบจะมีความแตกต่างกัน

1.2 กรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม): การสุ่มนับจำนวนวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่า ที่ 7 วันหลังฉีดพ่นสาร วัชพืชพวกวงศ์หญ้าในสิ่งทดลองที่ได้ฉีดพ่นสาร metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha และ metribuzin อัตรา 350 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha มีจำนวนแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร แต่จำนวนวัชพืชพวกกกมีจำนวนไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 5) เช่นเดียวกับ ที่ 14 วันหลังฉีดพ่นสาร จำนวนวัชพืชพวกวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก มีจำนวนไม่แตกต่างกันในทุกสิ่งทดลอง (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ในขณะที่ 21 และ 30 วันหลังจากฉีดพ่นสาร จำนวนวัชพืชพวกวงศ์หญ้า และกก มีจำนวนแตกต่างกันจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร ส่วนวัชพืชใบกว้างมีจำนวนไม่แตกต่างกัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) เมื่อทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 6) พบว่า ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากฉีดพ่นสาร ต้นถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ เมื่อทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ (ตารางที่ 7) พบว่าเมื่อพิจารณาจากน้ำหนักต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง ความสูงหลังเก็บเกี่ยว และผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แตกต่างกัน

การศึกษาในครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งยังคงมีแสงแดดมากอยู่อาจจะส่งผลทำให้สารกำจัดวัชพืชที่ยังคงอยู่ในบริเวณผิวดินมีการสลายตัวได้เร็ว ได้มีการรายงานไว้ว่า แสงแดดสามารถเปลี่ยนโมเลกุลของสารกำจัดวัชพืชได้ ซึ่งเป็นการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชออกจากดินในลักษณะหนึ่ง (ทศพล, 2545) จึงทำให้เห็นความแตกต่างของการใช้สารกำจัดวัชพืชได้ ที่ 7 และ 14 วันหลังฉีดพ่นสาร หลังจากนั้นได้นำสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ มาทำการทดลองซ้ำ เพื่อยืนยันผลการทดลองในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งมีฝนตกมาก จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองฝักสดและพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ต่ำลง แต่พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hartzler (2002) ที่ได้รายงานไว้ว่า สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin จะตรวจพบที่ระดับความลึก 9-12 นิ้ว ในขณะที่สาร alachlor จะตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 3-6 นิ้ว นอกจากนี้สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ที่มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ความสามารถในการดูดซับของดินต่อสารที่สูงกว่า ทำให้เชื่อว่าสาร metribuzin มีการซึม

ผ่านผิวดินได้บ้างก่อนที่จะถูกย่อยสลายโดยแสงในช่วงต้นฤดูฝน และการที่ฝนตกจะช่วยเสริมประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวดินของสาร metribuzin เพื่อควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น ในช่วงปลายฤดูฝน

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

การศึกษากำจัดวัชพืชในดินของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยใช้พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกาดกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 1.1 ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในฤดูกาลถัดไป (ตารางที่ 4) พืชทดสอบสามารถงอกได้เป็นต้นกล้าพืชปกติและต้นกล้าพืชทดสอบนั้นไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างอยู่ในดิน ส่วนในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 1.2 ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในฤดูกาลถัดไปเช่นกัน (ตารางที่ 8)

สาเหตุจำเป็นที่ต้องมีการปลูกพืชทดสอบ เนื่องจากต้องการศึกษากำจัดวัชพืชที่อาจจะตกค้างอยู่ในดิน โดย นิพนธ์ (2548) รายงานไว้ว่า สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะปนเปื้อนในดินได้เล็กน้อยเพียงใดขึ้นกับชนิดและวิธีการใช้ โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งฉีดพ่นลงสู่ดินโดยตรง จึงมีโอกาที่จะปนเปื้อนในดินได้มาก เมื่อสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดินแล้วจะถูกดูดซับไว้โดยเมื่อดินและบางส่วนสามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งในแนวดิ่งตามชั้นของดินและแนวนอน เมื่อปลูกพืชบนดินพืชสามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชตกค้างจากดินสู่ต้นพืชได้ จากการใช้ผักกาดกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด เป็นพืชทดสอบ พบว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้จะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างอยู่ในดิน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าสารกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้แบบก่อนงอกในแต่ละชนิด จะมีการสลายตัวด้วยกระบวนการต่าง ๆ อย่างรวดเร็วภายในช่วงการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ทำให้ปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างอยู่ในดินมีความรุนแรงไม่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อพืชทดสอบ โดยที่ในการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ส่วนมากเป็นสารที่ใช้ทางดิน มีความยาวนานของความเป็นพิษเพื่อควบคุมวัชพืชได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งความคงทนของสารที่นานเกินไป จะมีผลกระทบต่อพืชอื่นที่ปลูกตามมา โดยเฉพาะในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ เบื้องต้นในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 g a.i. /ha + pendimethalin อัตรา 330 g a.i. /ha สามารถนำมาใช้สลับเพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งในการศึกษาต่อไปจะมีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมด้วย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชสำหรับถั่วเหลืองฝักสด และบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

เอกสารอ้างอิง

ทศพล พรพรหม. 2545. สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 274 หน้า.

นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2548. การสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมิติสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 92 หน้า.

บุปผา มงคลศิลป์. 2545. ถั่วเหลืองฝักสด. หน้า 23-26. ใน: วารสารส่งเสริมการเกษตร ฉบับที่ 196. กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Hartzler, B. 2002. Absorption of Soil-Applied Herbicides. Department of Agronomy Iowa State University. Available: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>, July 2, 2006.

Lin, C.C. 2006. Frozen Edamame: Global Market Conditions. Pages. 93-96. In: T.A. Lumpkin and S. Shanmugasundaram (compilers). The Second International Vegetable Soybean Conference, Washington State University, Pullman, WA, USA.

Srisombun S. and Shanmugasundaram S. 2001. The History of Vegetable Soybean Development, Current Status and Future Development in Thailand. Asian Vegetable Research Development Center. Available: <http://www.avrdc.org/pdf/soybean/frozen%20edamame.htm>, August 9, 2006.

Theo H. J, Hiroshi I. and Hiroji F. 2006. Food Safety and Quality Stands in Japan: Compliance of Suppliers from Developing Countries. [online]. Available: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF_final.pdf, September 8, 2006.

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรของวัชพืชพวงวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ กรณีศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. control	27.67 b ⁴	751.56 c	7.00	786.23 c
2. acetochlor 1,875 g ai / ha	7.22 a	341.11 b	3.11	351.43 b
3. alachlor 468.75 g ai / ha	6.33 a	272.78 b	6.11	284.10 b
4. clomazone 1,080 g ai / ha	3.67 a	64.22 a	3.34	71.22 a
5. isoxaflutole 75 g ai / ha	2.11 a	50.33 a	2.78	54.22 a
6. metribuzin 525 g ai / ha	1.77 a	63.22 a	1.44	66.43 a
7. oxadiazon 1,000 g ai / ha	1.56 a	17.56 a	2.33	21.44 a
8. pendimethalin 412.50 g ai / ha	7.23 a	617.56 c	4.89	647.67 c
F-test	* *	* *	ns	* *
C.V. (%)	63.37	39.52	93.40	38.28

¹วงศ์หญ้า: Crabgrass, Goosegrass, Chinese sprangletop, Jungle rice, Buffalograss, Barnyardgrass, Topedo grass, Crowfoot grass, Natal grass, Running grass และ Bermuda grass

²ใบกว้าง: Goat weed, Sensitive plant, Horse purslane, Wild dairy, Garden spurge, Gomphrena, Globe amaranth, False dairy, Smooth button weed, Sessile joyweed, Little ironweed, Niruri, Indian heliotrope, Painted spurge และ Parsley

³กก: Umbrella sedge และ Nut sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ระดับความเป็นพิษของถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ฤทธิศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของถั่วเหลืองฝักสด ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. control	1	1	1	1
2. acetochlor 1,875 g ai / ha	2	6	2	2
3. alachlor 468.75 g ai / ha	1	1	1	1
4. clomazone 1,080 g ai / ha	1	1	1	1
5. isoxaflutole 75 g ai / ha	1	9	9	9
6. metribuzin 525 g ai / ha	1	1	1	1
7. oxadiazon 1,000 g ai / ha	6	7	3	2
8. pendimethalin 412.50 g ai / ha	1	1	1	1

¹เปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษของพืช โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตาย

²DAA = Days after application

ตารางที่ 3 น้ำหนักต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง ความสูงหลังเก็บเกี่ยว และผลผลิตข้าวเหลืองฝักสด ที่ 65 วัน หลังจากได้รับสาร acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon และ pendimethalin กรณีศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	น้ำหนักต้น (กรัม)	จำนวนข้อ	จำนวนกิ่ง	ความสูงต้น (ซม.)		ผลผลิต/ไร่ ที่ความงอก 80% (กก./ไร่)
				โคนถึงปลายยอด	โคนถึงปลายใบ	
1. control	129.61	9.27	2.47	42.67	82.13 a ¹	2280.96 bc ²
2. acetochlor 1,875 g ai / ha	115.41	8.91	2.22	36.51	63.53 a	1819.39 bc
3. alachlor 468.75 g ai / ha	134.45	9.40	2.60	41.47	80.00 b	2830.85 ab
4. clomazone 1,080 g ai / ha	111.12	9.20	2.00	43.53	82.00 a	2390.02 abc
5. isoxaflutole 75 g ai / ha	116.27	9.20	2.47	33.67	61.67 b	1274.88 c
6. metribuzin 525 g ai / ha	144.92	9.73	2.67	44.60	83.33 ab	3604.99 a
7. oxadiazon 1,000 g ai / ha	95.24	9.00	2.00	37.07	69.80 a	1476.09 c
8. pendimethalin 412.50 g ai / ha	115.61	9.33	2.40	42.33	80.40 a	2792.45 ab
F-test	ns	ns	ns	ns	**	*
C.V. (%)	24.56	4.27	19.63	11.09	9.53	28.80

¹ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

²ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความงอก และความเป็นพิษ ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ในแปลงที่มีการฉีดพ่นสาร acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon และ pendimethalin กรณีศึกษาช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	พืชทดสอบ							
	ถั่วเหลืองฝักสด		ข้าวโพด		ผักกาดขาวตุ้ง		แตงกวา	
	% ความงอก	ความเป็นพิษ	% ความงอก	ความเป็นพิษ	% ความงอก	ความเป็นพิษ	% ความงอก	ความเป็นพิษ
1. control	51.50	ปกติ	79.00	ปกติ	45.00	ปกติ	63.25	ปกติ
2. acetochlor 1,875 g ai / ha	48.00	ปกติ	80.75	ปกติ	61.50	ปกติ	51.25	ปกติ
3. alachlor 468.75 g ai / ha	56.75	ปกติ	79.50	ปกติ	41.00	ปกติ	55.00	ปกติ
4. clomazone 1,080 g ai / ha	52.75	ปกติ	85.00	ปกติ	49.00	ปกติ	68.25	ปกติ
5. isoxaflutole 75 g ai / ha	32.75	ปกติ	83.75	ปกติ	39.50	ปกติ	64.25	ปกติ
6. metribuzin 525 g ai / ha	56.00	ปกติ	80.25	ปกติ	36.50	ปกติ	65.00	ปกติ
7. oxadiazon 1,000 g ai / ha	60.50	ปกติ	73.75	ปกติ	41.25	ปกติ	57.75	ปกติ
8. pendimethalin 412.50 g ai / ha	52.25	ปกติ	79.00	ปกติ	45.00	ปกติ	58.50	ปกติ
F-test	ns		ns		ns		ns	
C.V. (%)	7.56		15.59		38.81		9.14	

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 จำนวนประชากรของวัชพืชพวงวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ กรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม – ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. control	53.67 d ⁴	661.11 c ⁵	20.44	735.20 c
2. alachlor 468.75 g ai / ha	40.78 bcd	368.67 b	1.78	411.20 b
3. metribuzin 525 g ai / ha	21.11 ab	112.00 a	3.22	132.60 a
4. clomazone 1,080 g ai / ha + pendimethalin 412.50 g ai / ha	28.44 bcd	226.33 ab	12.44	267.20 ab
5. metribuzin 350 g ai / ha + pendimethalin 412.50 g ai / ha	14.44 a	173.44 ab	4.56	192.40 ab
F-test	*	**	ns	**
C.V. (%)	32.18	31.93	87.92	29.93

¹วงศ์หญ้า: Crabgrass, Goosegrass, Chinese sprangletop, Jungle rice, Buffalograss, Barnyardgrass, Topedo grass, Crowfoot grass, Natal grass, Running grass และ Bermuda grass

²ใบกว้าง: Goat weed, Sensitive plant, Horse purslane, Wild dairy, Garden spurge, Gomphrena, Globe amaranth, False dairy, Smooth button weed, Sessile joyweed, Little ironweed, Niruri, Indian heliotrope, Painted spurge และ Parsley

³กก: Umbrella sedge และ Nut sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

⁵ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ระดับความเป็นพิษของถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ภาณศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม – ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของถั่วเหลืองฝักสด ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. control	1	1	1	1
2. alachlor 468.75 g ai / ha	1	1	1	1
3. metribuzin 525 g ai / ha	1	1	1	1
4. clomazone 1,080 g ai / ha	1	1	1	1
+ pendimethalin 412.50 g ai / ha				
5. metribuzin 350 g ai / ha	1	1	1	1
+ pendimethalin 412.50 g ai / ha				

¹เปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษของพืช โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตาย

²DAA = Days after application

ตารางที่ 7 น้ำหนักต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง ความสูงหลังเก็บเกี่ยว และผลผลิตข้าวเหลืองฟางสด ที่ 65 วัน
หลังจากได้รับสาร alachlor, imazethapyr, metribuzin, metribuzin + clomazone และ metribuzin
+ pendimethalin กรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม – ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	น้ำหนัก ต้น (กรัม)	จำนวน ข้อ	จำนวนกิ่ง	ความสูงต้น (ซม.)		ผลผลิต/ไร่ ที่ความงอก 80% (กก./ไร่)
				โคนถึง ปลายยอด	โคนถึง ปลายใบ	
1. control	134.37	8.53	3.07	37.47	57.80	1,593
2. alachlor 468.75 g ai / ha	197.43	9.73	3.53	40.20	66.67	2,100
3. metribuzin 525 g ai / ha	148.84	9.40	3.13	36.80	62.13	2,268
4. clomazone 1,080 g ai / ha						
+ pendimethalin 412.50 g ai / ha	149.84	9.53	3.07	37.20	60.07	2,137
5. metribuzin 350 g ai / ha						
+ pendimethalin 412.50 g ai / ha	195.72	9.07	3.60	36.20	60.13	2,187
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	19.79	6.19	16.41	11.26	10.40	19.99

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 เปรูเซ็นต์ความงอก และความเป็นพิษ ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ในแปลงที่มีการฉีดพ่นสาร acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon และ pendimethalin กรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม – ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	พืชทดสอบ							
	ถั่วเหลืองฝักสด		ข้าวโพด		ผักกาดขาวตั้ง		แตงกวา	
	% ความงอก	ความเป็นพิษ	% ความงอก	ความเป็นพิษ	% ความงอก	ความเป็นพิษ	% ความงอก	ความเป็นพิษ
1. control	47.00	ปกติ	29.50	ปกติ	56.00	ปกติ	4.50	ปกติ
2. alachlor 468.75 g ai / ha	38.00	ปกติ	55.00	ปกติ	83.00	ปกติ	10.50	ปกติ
3. metribuzin 525 g ai / ha	32.50	ปกติ	55.00	ปกติ	54.50	ปกติ	9.00	ปกติ
4. clomazone 1,080 g ai / ha	45.50	ปกติ	51.00	ปกติ	77.50	ปกติ	9.50	ปกติ
+ pendimethalin 412.50 g ai / ha								
5. metribuzin 350 g ai / ha	47.00	ปกติ	46.00	ปกติ	56.00	ปกติ	4.50	ปกติ
+ pendimethalin 412.50 g ai / ha								
F-test	ns		ns		ns		ns	
C.V. (%)	18.26		15.19		26.55		108.14	

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การป้องกันสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก Prevention of Herbicide Residues in Green Soybean Production for Export

วัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์¹ ดรพูน แสนศิริพันธ์² และ ทศพล พรพรหม¹
Watcharasak Sukcharoenvipharat¹ Daruphun Sansiriphun² and Tosapon Pornprom¹

¹ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม
¹Dept. of Agronomy, Fac. of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom

²บริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อ. สารภี จ. เชียงใหม่

²Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai

ABSTRACT

Studies on efficiency and determination the residue of herbicides in green soybean (*Glycine max* L. Merr. variety no. 75) production were carried out at the field experiment, Mae On and the laboratory of Lanna Agro Industry CO., LTD., Saraphi, Chiang Mai, in early rainy season during May, 2007 - July, 2008. Acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin and metribuzin + pendimethalin were applied to evaluate the efficacy use of pre-emergence herbicides for weed control. Control of weeds in green soybean with all pre-emergence herbicides can be variable. Metribuzin, pendimethalin, and metribuzin + pendimethalin showed the best efficacy use for weed control but caused no yield reduction. No visible crop injury was observed after alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin and metribuzin + pendimethalin application, while acetochlor, isoxaflutole and oxadiazon caused visible crop injury to green soybean. The herbicide residues in crop yield were determined using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). No herbicide residues was detected in crop yield (or MRLs < 0.01 ppm) for all herbicides used in this study. From these results, it can be concluded that metribuzin at 84 g a.i./ rai was sufficient to provide satisfactory full-season control of several weed species. In addition, pendimethalin at 165 g a.i./ rai, and metribuzin at 56 g a.i./ rai + pendimethalin at 148.5 g a.i./ rai can be provided a similar level of weed control for an alternative to reduce herbicide dosage use, and further increased for the food safety in green soybean production.

Keywords: Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), green soybean, herbicide residues

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพและการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นัมเบอร์ 75 ได้ดำเนินการที่แปลงปลูกพืชทดลองในเขตกิ่งอำเภอแม่อน และห้องปฏิบัติการของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2550 ถึงกรกฎาคม 2551 การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ในการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกดังกล่าวนี้ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ผลที่แตกต่างกัน โดยที่การใช้สาร metribuzin, pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดมากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เมื่อมีการใช้สาร alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ ในขณะที่การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon ถั่วเหลืองฝักสดจะแสดงอาการได้รับพิษ ต่อมาได้ทำการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ ในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้ การใช้สาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถนำมาใช้ทดแทนสลับกันได้ เพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งจะส่งผลทำให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยทางด้านอาหารมากยิ่งขึ้นต่อไป

คำหลัก: แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) ถั่วเหลืองฝักสด สารกำจัดวัชพืชตกค้าง

คำนำ

ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมนั้น มีหลายแนวทางที่เป็นไปได้ เช่น การใช้สารกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำข้างผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่อายุการออกฤทธิ์สั้น และลดการใช้หรือใช้เท่าที่จำเป็น สารกำจัดวัชพืชจะปนเปื้อนในดินได้มากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสารและวิธีการใช้สาร โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งฉีดพ่นลงสู่ดินโดยตรงจึงมีโอกาสมากที่จะปนเปื้อนในดินได้มาก เมื่อฉีดพ่นสารลงบนดินแล้วสารจะถูกดูดซับไว้โดยเม็ดดิน บางส่วนสามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งในแนวดิ่งตามชั้นของดินและแนวนอน และต้นพืชสามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างจากดินสู่ต้นพืชได้ (นิพนธ์, 2548) แต่สิ่งแวดล้อมเองก็ส่งผลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชได้เร็วขึ้น ซึ่งได้มีรายงานการศึกษาว่า แสงแดดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม triazine, urea และ thiolcarbamate ที่อยู่บนผิวดินได้ (Lanyi and Dinya, 2005) นอกจากนี้ ได้มีการรายงานว่า จุลินทรีย์ในดินบางชนิดมีความสามารถในการย่อยสลายสาร pendimethalin ในดินได้ (Kulshrestha *et al.*, 2000)

เนื่องจากผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับผลตกค้างของการใช้สารกำจัดวัชพืชในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตเพื่อการส่งออก ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร เพื่อควบคุมคุณภาพและป้องกันการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ให้ต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสารพิษตกค้างตามมาตรฐาน MRLs ซึ่ง Pena *et al.* (2002) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในส้ม และหน่อไม้ฝรั่ง โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) พบว่า มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea 5 ชนิด ได้แก่ chlorbromuron, fluometuron, linuron, metobromuron และ monolinuron โดยพบสาร chlorbromuron ในปริมาณมากที่สุด จะเห็นได้ว่า ในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น ควรมีการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อพืชปลูก และมีค่า MRLs ไม่เกินไปกว่าค่าที่ระบุไว้ใน positive list การศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด และตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีผลตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในสภาพแปลงปลูกพืชทดลองของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่กิ่งอำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม 2550 – กรกฎาคม 2551) ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 21.9-34.1 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6.0-8.7 มิลลิเมตร วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 3 ซ้ำ แปลงทดลองขนาด 2 × 4 ตารางเมตร ก่อนปลูกรองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นัมเบอร์ 75 ใช้ระยะปลูก ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20 เซนติเมตร หยอด 2-3 เมล็ดต่อหลุม จากนั้นฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ (Table 1) ทันทีหลังจากทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเสร็จ โดยใช้ปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ บันทึกผลการทดลอง ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร โดยทำการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช (โดยที่ 1 = ไม่มีวัชพืชปกคลุม หรือสามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และ 9 = วัชพืชปกคลุมเต็มพื้นที่ หรือสามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 0 เปอร์เซ็นต์) ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (โดยที่ 1 = มีผลต่อพืชปลูกน้อยมาก และ 9 = มีผลต่อพืชปลูกมากที่สุด) การเจริญเติบโต ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิด ซึ่งสามารถคำนวณจากราคาต้นทุนของสารกำจัดวัชพืชต่อหน่วย โดยที่ราคาสาร acechlor 380 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร, alachlor 130 บาทต่อ 500 มิลลิลิตร, clomazone 490 บาทต่อ 500 มิลลิลิตร, isoxaflutole 175 บาทต่อ 20 กรัม, metribuzin 250 บาทต่อ 250 กรัม, oxadiazon 485 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร และ pendimethalin 270 บาทต่อ 1,000 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร และค่าแรงงานที่ใช้สำหรับการควบคุมวัชพืชในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ในการทำงาน 1 วัน หรือ 8 ชั่วโมงทำการ ในอัตรา 150 บาทต่อคน ที่จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD เมื่อพบว่ามี ความแตกต่างกันทางสถิติ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS)

Table 1. Weed control treatments used during the experiment.

Treatment	Chemical family	Rate (g a.i./ rai)
1. Control	-	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS*)	-	-
3. acetochlor 50% EC	Chloroacetamides	300
4. alachlor 10% EC	Chloroacetamides	75
5. clomazone 48% EC	Isoxazolidinones	172.8
6. isoxaflutole 75% WG	Isoxazoles	12
7. metribuzin 70% WP	Triazines	84
8. oxadiazon 25% EC	Oxadiazoles	160
9. pendimethalin 33% EC	Dinitroanilines	165
10. clomazone 48% EC	Isoxazolidinones	153.6 + 148.5
+ pendimethalin 33% EC	+ Dinitroanilines	
11. metribuzin 70% WP	Triazines	56 + 148.5
+ pendimethalin 33% EC	+ Dinitroanilines	

* DAS = Days after sowing green soybean.

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS

นำตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากแปลงทดสอบ น้ำหนัก 300 กรัม บั่นพอละเอียด แล้วตักใส่ถุงที่เตรียมไว้ ตัวอย่างละ 20 กรัม ใส่ flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมสาร sodium chloride 7 กรัม 1M phosphate buffer ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ acetonitrile ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ผสมกัน นำตัวอย่างใน flask บั่นให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที กรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask ขนาด 500 มิลลิลิตร และ vacuum pump ต่อมาละลาย celite 15 กรัม กับ acetonitrile ปริมาตร 50 มิลลิลิตร กรองผ่านชุดกรอง buchner ต่อมาเทสารละลายที่กรองได้ลงใน separatory funnel ขนาด 2,000 มิลลิลิตร แล้วปิดฝา separatory funnel นำเข้าเครื่อง shaker ประมาณ 10 นาที วางทิ้งไว้ประมาณ 15-20 นาที เพื่อให้สารละลายแยกชั้น และเปิดวาล์วด้านล่างเอาชั้นน้ำและ sodium chloride ที่อยู่ด้านล่างออกจนถึงชั้น emulsion เติมสาร dichloromethane ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ไขน้ำออกแล้วนำตัวอย่างใส่ flat bottom round flask เติม 0.1 diethelenglycol ใน acetone แล้วนำ flat bottom round flask ไประเหยด้วย rotary evaporator จนเกือบจะแห้งใช้ nitrogen gas เป่าให้แห้ง ใช้ 20% methanol in acetone ล้างสารละลายที่แห้งติดด้านใน flat bottom round flask ด้วย หรือเขย่าในเครื่อง ultrasonic เก็บตัวอย่างและปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร แล้วดูดสารละลายมา 2 มิลลิลิตร แล้วเติม 0.1 diethelenglycol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไประเหยด้วย rotary evaporator ให้แห้ง ล้างสารละลายที่แห้งติดด้านใน flat bottom round flask อีกครั้งด้วย acetone แล้วดูดตัวอย่างใส่หลอดขนาดเล็กที่ใช้สำหรับเครื่อง GC-MS นำสารละลายในหลอดตัวอย่างขนาดเล็กจากการเตรียมตัวอย่าง มาทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ต่อไป

ผลและวิจารณ์

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในการควบคุมวัชพืช

ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ สามารถควบคุมวัชพืช เช่น หญ้าตีนกา ผักโขม และกกทราย เป็น ต้น ได้ในเกณฑ์ที่ดีมาก กล่าวคือ มีระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ซึ่งมีความ แตกต่างจากสิ่งทดลองชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (Table 2) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากระดับความเป็นพิษของ สารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สาร acetochlor, isoxaflutole และ oxadiazon พืชปลูกจะ แสดงอาการได้รับพิษและมีผลต่อผลผลิตของพืชปลูก ซึ่งแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสารกำจัดวัชพืช สำหรับการใส่สาร alachlor, clomazone, metribuzin, pendimethalin, clomazone+pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin พืชปลูกไม่แสดงอาการได้รับพิษ กล่าวคือ การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลกระทบต่อพืชปลูก (Table 3) เมื่อพิจารณาผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของถั่วเหลืองฝักสด ที่ 30 วันหลังฉีดพ่นสาร และผลผลิต ของถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของถั่ว เหลืองฝักสดน้อยที่สุด และช่วยทำให้เพิ่มปริมาณของผลผลิตที่จำหน่ายได้สูงที่สุด (1,889.76 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาได้แก่ การใช้สาร pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (1,687.20 กิโลกรัมต่อไร่) และ การใช้สาร metribuzin อัตรา 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin อัตรา 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (1,658.08 กิโลกรัมต่อ ไร่) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (570.56 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัด วัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ สำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin จะ มีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการใช้ สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง จะเห็นได้ว่า ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิด (ตั้งแต่ 120-353 บาท ต่อไร่) ต่ำกว่าต้นทุนในการใช้แรงงานคน (750 บาทต่อไร่) สำหรับการควบคุมวัชพืช (Table 4)

การศึกษาในครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในช่วงต้นฤดูฝน ที่ยังคงมีแสงแดดมาก ซึ่ง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 21.9 - 34.1 องศาเซลเซียส จึงส่งผลทำให้สารกำจัดวัชพืชที่ยังคงอยู่ในบริเวณผิวดินมีการสลายตัวได้ เร็วขึ้น ได้มีรายงานการศึกษาว่า แสงแดดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม triazine, urea และ thiolcarbamate ที่อยู่บนผิวดินได้ (Lanyi and Dinya, 2005) จะเห็นได้ว่า แสงแดดสามารถเปลี่ยน โมเลกุลของสารกำจัดวัชพืชได้ ซึ่งเป็นการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชออกจากดินในลักษณะหนึ่ง จึงทำให้เห็น ความแตกต่างของประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกแต่ละชนิด แต่พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Hartzler (2002) ที่ได้ รายงานว่า สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin จะตรวจ พบที่ระดับความลึก 9-12 นิ้ว ในขณะที่สาร alachlor ตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 3-6 นิ้ว นอกจากนี้การที่สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้การดูดซับสารของดินเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้ การดูดซับสารของดินที่สูงกว่า ทำให้เชื่อว่าสาร metribuzin จะมีการซึมผ่านผิวดินได้ก่อนที่จะถูกย่อยสลายโดยแสง ส่วน การใช้สาร pendimethalin ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารกำจัดวัชพืชของดินสูงมาก การที่ฝนตกในช่วงต้นฤดูฝน มี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6.0-8.7 มิลลิเมตร จะไม่มีผลต่อการซึมผ่านผิวดินของสาร pendimethalin ทำให้สารกำจัดวัชพืชยังคงอยู่ที่ผิวดินชั้นบนมาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Koger (2006) ได้รายงานว่าการที่มี

ฝนตกหลังการฉีดพ่นสาร pendimethalin ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช และไม่แสดงความเป็นพิษต่อพืชปลูก นอกจากนั้น การใช้สาร pendimethalin ผสมกับสารชนิดอื่น ๆ เช่น clomazone และ metribuzin สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pannacci *et al.* (2007) ได้รายงานว่าการใช้สาร pendimethalin 147.36 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + linuron 86.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ aclonifen 144 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 122.88 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + imazetabenz 64 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงทานตะวันได้เป็นที่น่าพอใจมากกว่าการใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น นอกจากจะสามารถเลือกใช้สาร metribuzin 84 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพียงอย่างเดียวได้แล้วยังสามารถเลือกใช้สารผสมระหว่าง metribuzin 56 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ + pendimethalin 148.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ นำมาใช้ทดแทนสลับเพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน และถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS

จากการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin ไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (Table 5) เมื่อพิจารณาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดจากกราฟโครมาโตแกรมที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ โดยการใช้ GC-MS ที่มีค่า Detection limited เท่ากับ 0.01 ซึ่งจะทำให้การพิจารณาจากความสูง peak ของเส้นกราฟที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ เมื่อพบความสูงของ peak สูงกว่าระดับปกติ จึงทำการตรวจสอบพื้นที่ใต้เส้นกราฟ ซึ่งจะแตกตัวให้เส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลของสารจำนวน 3 เส้น ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักโมเลกุลของสารจากกราฟที่ได้กับค่ามาตรฐานของสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น ๆ หากเส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลมีเส้นใดเส้นหนึ่งไม่ตรงกับค่ามาตรฐาน จะถือว่าไม่ใช่สารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น จากการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการทดลอง ไม่พบที่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ฉีดพ่นสาร metribuzin (Figure 1) และ pendimethalin (Figure 2) ส่วนการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดอื่น ๆ ในการทดลองนั้น ไม่พบที่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) กล่าวคือ ไม่พบว่ามีค่าความสูงของ peak เส้นกราฟ จากตัวอย่างพืชในทุกสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของสารกำจัดวัชพืชในการทดลอง แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) จะเห็นได้ว่า การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดสำหรับการส่งออก ทำให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้าต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกได้อย่างเหมาะสมในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย

ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และ พะเยา เป็นต้น ซึ่งจะปลูกเป็นพืชหลักในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน รวมทั้งในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน ได้แก่ กำแพงเพชร พิจิตร เพชรบูรณ์ และ พิษณุโลก เป็นต้น จะมีการปลูกเป็นพืชรองและบำรุงดิน หลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะช่วยในการกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการป้องกันหรือลดความเสียหายของถั่วเหลืองฝักสดที่อาจจะเกิดจากการใช้สารกำจัดวัชพืช นับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกษตรกรผู้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดสามารถเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกวิธีภายใต้ระบบเกษตรที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามในการพัฒนาการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ควรมีการศึกษาร่วมกับการพัฒนาการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ เช่น โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชให้ครอบคลุมในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดฤดูกาลปลูก ตลอดจนควรมีการพัฒนาเกี่ยวกับการใช้สารผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำมาใช้สลับหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ ซึ่งจะส่งผลให้มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (IUG5080006) สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการตรวจวิเคราะห์ หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด

เอกสารอ้างอิง

- นิพนธ์ เขี่ยมสุภาสิต. 2548. การสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมิติสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 92 หน้า.
- Hartzler, B. 2002. Absorption of Soil-Applied Herbicides. Department of Agronomy, Iowa State University. Available: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>, July 2, 2006.
- Koger, C.H., T.W. Walker and L.J. Krutz. 2006. Response of three rice (*Oryza sativa*) cultivars to pendimethalin application, planting depth, and rainfall. *Crop Protection*. 25: 684-689.
- Kulshrestha, G., S.B. Singh, S.P. Lal and N.T. Yaduraju. 2000. Effect of long-term field application of pendimethalin : enhanced degradation in soil. *Pest Management Science*. 56 : 202-206.
- Lanyi, K. and Z. Dinya. 2005. Photodegradation study for assessing the environmental fate of some triazine-, urea- and thiolcarbamate-type herbicides. *Microchemical J*. 80: 79-87.
- 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.
- Pena, F, S. Cardenas, M. Gallego and M. Valcarcel. 2002. Analysis of phenylurea herbicides from plants by GC/MS. *Talanta*. 56: 727-734.

Table 2. Effect of pre-emergence application of herbicides on weed infestation in early rainy season during May, 2007 - July, 2008.

Treatment	Weed cover score ^{1/} (Days after application)			
	7	14	21	30
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{2/})	9	9	3	7
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	2	2	2	2
4. alachlor 75 g a.i./ rai	1	1	2	2
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	1	1	1	2
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	1	1	1	1
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	1	1	1	1
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	1	1	2	2
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	1	1	1	1
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1

^{1/}Weed cover score using a scale of 1-9 where 1 represents no weed cover and 9 = completely weedy plot.

^{2/}DAS = Days after sowing green soybean.

Remarks:

Grasses: *Brachiaria mutica* (Frossk.) Stapf., *Brachiaria reptans* L. Gard & C.E. Hubb., *Cynodon dactylon* L. Pers., *Dactyloctenium aegyptium* L. P. Beauv., *Digitaria ciliaris* Retz. Koel., *Echinochloa colona* L. Link., *Echinochloa crus – galli* L. Beauv., *Eleusine indica* L. Gaerth., *Leptochloa chinensis* L. Nees., *Panicum repans* L. and *Rhynchelytrum repens* (wild) C.E. Hubb.

Broadleaf weeds: *Ageratum conizoides* L., *Amaranthus gracilis* L., *Alternanthera sessilis* L. DC., *Boerhavia diffusa* L., *Borreria laevis* (Lamk) Griseb., *Chomolaena odorata* L. R.M.King & H.Robins., *Eclipta prustrata* L. L., *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hirta* L., *Heliotropium indicum* L., *Mimosa invisa* Mart. Ex Colla, *Phyllanthus niruri* L. auct. Non L., *Trianthema portulacastrum* L., *Tridax procumbens* L. and *Vernonia cinerea* L. Less.

Sedges: *Cyperus iria* L. and *Cyperus rotundus* L.

Table 3. Effect of pre-emergence application of herbicides on crop injury in early rainy season during May, 2007 - July, 2008.

Treatment	Crop injury score ^{1/} (Days after application)			
	7	14	21	30
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{2/})	1	1	1	1
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	2	6	2	2
4. alachlor 75 g a.i./ rai	1	1	1	1
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	1	1	1	1
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	1	9	9	9
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	1	1	1	1
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	6	7	3	2
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	1	1	1	1
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	1	1	1	1

^{1/} Crop injury score using a scale of 1-9 where 1 represents least injured plants and 9 = most injured plants.

^{2/} DAS = Days after sowing green soybean.

Table 4. Effect of pre-emergence application of herbicides on plant height, crop yield of green soybean and cost for weed control in early rainy season during May, 2007 - July, 2008.

Treatment	Plant height (% of Control) ^{1/}	Yield (kg/ rai)	Cost (Baht/ rai)
1. Control	100 a ^{2/}	570.56 d	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{3/})	101.01 a	1,088.96 c	750
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	73.07 e	1,229.12 c	228
4. alachlor 75 g a.i./ rai	95.19 b	1,612.48 b	194.9
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	91.78 c	1,516.16 b	352.8
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	35.78 f	1,108.16 c	140
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	99.75 a	1,889.76 a	120
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	80.78 d	1,222.24 c	310.4
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	99.30 a	1,687.20 ab	135
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	96.05 b	1,468.64 b	750
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	99.15 a	1,658.08 ab	228
F-test	**	**	
C.V. (%)	1.02	6.97	

^{1/} Plant height = (Sample of plant height × 100)/ Control of plant height.

^{2/} Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

^{3/} DAS = Days after sowing green soybean.

Table 5. Determination of herbicide residues in green soybean using GC-MS in early rainy season during May, 2007 - July, 2008.

Treatment	Herbicide residues ^{1/}
1. Control	N.D.
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ^{2/})	N.D.
3. acetochlor 300 g a.i./ rai	N.D.
4. alachlor 75 g a.i./ rai	N.D.
5. clomazone 172.8 g a.i./ rai	N.D.
6. isoxaflutole 12 g a.i./ rai	N.D.
7. metribuzin 84 g a.i./ rai	N.D.
8. oxadiazon 160 g a.i./ rai	N.D.
9. pendimethalin 165 g a.i./ rai	N.D.
10. clomazone 153.6 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	N.D.
11. metribuzin 56 g a.i./ rai + pendimethalin 148.5 g a.i./ rai	N.D.

^{1/} N.D. = not detected (Detection limited = 0.01).

^{2/} DAS = Days after sowing green soybean.

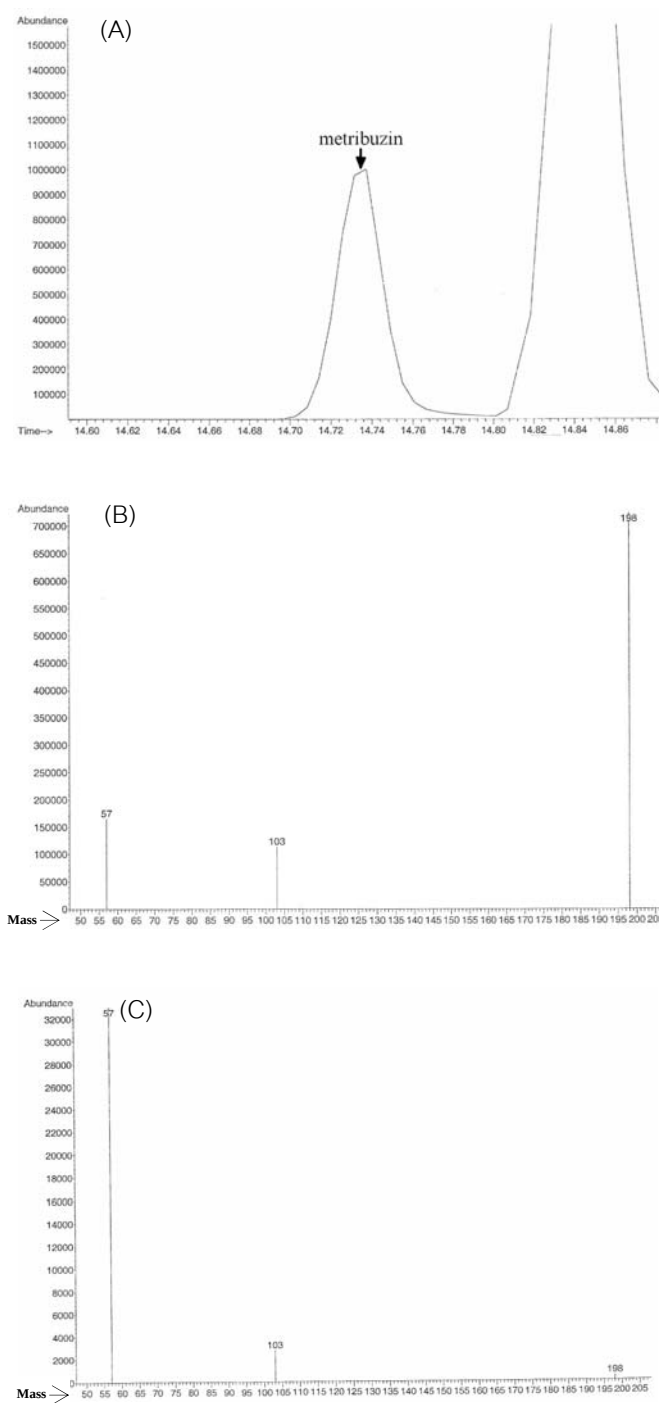


Figure 1. Determination of metribuzin residues in green soybean using GC-MS.

(A) = chromatogram of metribuzin standard, (B) = Mass pattern of metribuzin standard, and (C) = mass pattern of metribuzin sample.

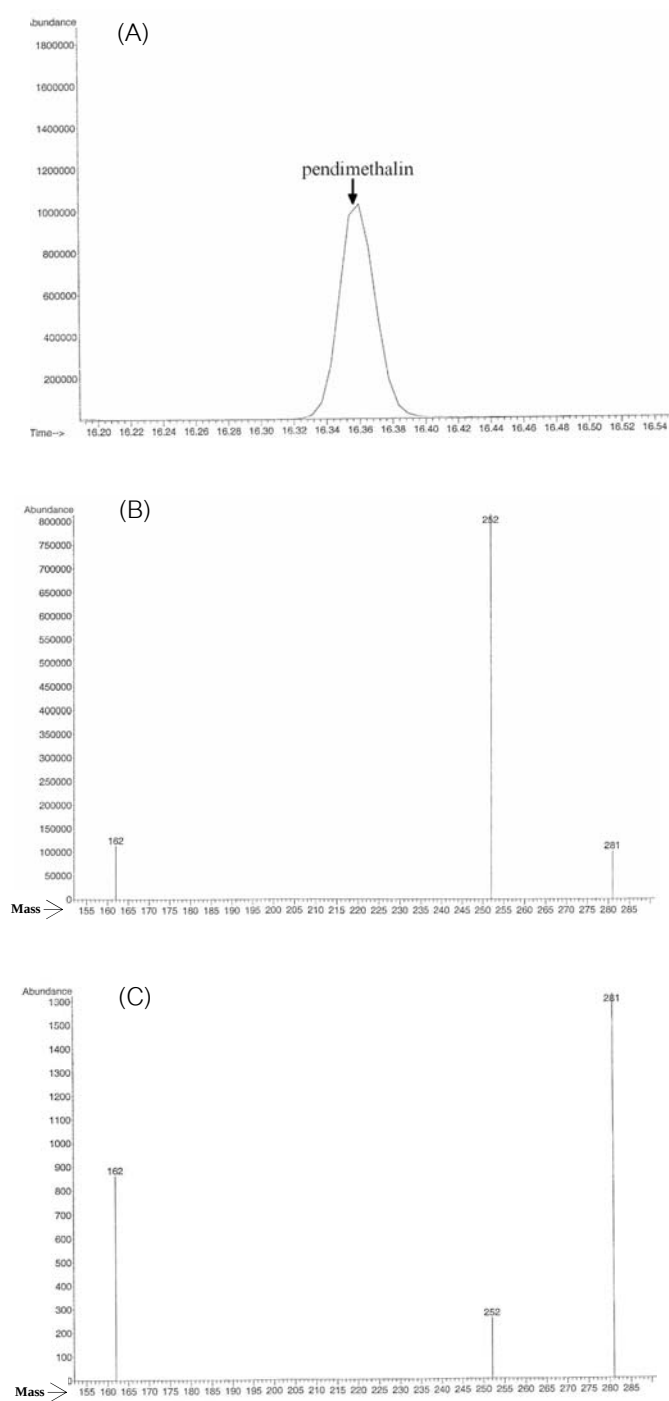


Figure 2. Determination of pendimethalin residues in green soybean using GC-MS.

(A) = chromatogram of pendimethalin standard, (B) = mass pattern of pendimethalin standard, and (C) = mass pattern of pendimethalin sample.

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด¹

ทศพล พรพรม

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

I. คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสด หรือถั่วแระญี่ปุ่น เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่ให้ผลตอบแทนที่สูงและเร็ว สามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดปี ในประเทศไทยปลูกกันมากในเขตภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน ลำปาง พิจิตร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งผลิตหลักเพื่อการส่งออก ประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดหลักในการนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทยในรูปของถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็ง ประมาณ 10,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,000 -1,200 ล้านบาทต่อปี หรือประมาณ 12% ซึ่งรองจากประเทศจีนและไต้หวัน (Lin, 2006) ในปัจจุบันนี้ ปัญหาการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทยนั้น มีมาตรฐานที่ไม่ตรงกับความต้องการของประเทศคู่ค้า ซึ่งต้องการถั่วเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม มีรสหวาน กลิ่นหอมและมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ (ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช) ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาทางด้านระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้องภายใต้ระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนควรมีการพิจารณาทางด้านความปลอดภัยต่ออาหารและสิ่งแวดล้อม โดยทางประเทศญี่ปุ่นที่เป็นตลาดหลักในการนำเข้า ได้มีการกำหนดให้ใช้ระบบ positive list ของสารกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดขึ้น โดยระดับที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ การกำหนดปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit; MRLs) ในถั่วเหลืองฝักสดที่จะนำเข้าในประเทศ (Srisombun และ Shanmugasundaram, 2001)

II. ปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ การตลาดมีการแข่งขันค่อนข้างสูง ปัญหาด้านแรงงาน การผลิตเมล็ดพันธุ์ การดูแลรักษาตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ (เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับเรื่องวัชพืชนั้น เป็นปัญหาหลักที่สำคัญมาก เนื่องจากวัชพืชจะแก่งแย่งปัจจัยที่จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตกับถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ น้ำ ธาตุอาหาร และแสงแดด ส่งผลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดลดลงไปอย่างมาก นอกจากนี้วัชพืชยังเป็นที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ด้วย ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดหลังจากการทำนาในฤดูแล้ง อาจจะมีเมล็ดข้าวที่เจริญเติบโตในแปลงก็สามารถถือว่าเป็นวัชพืชได้เช่นกัน เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการควบคุมวัชพืช ในปัจจุบันเกษตรกรจึงนิยมนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมวัชพืชมากขึ้น

¹เอกสารประกอบในการฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี "การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด" ในวันที่ 16 มกราคม 2551 ณ เทศบาลตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และในวันที่ 27 พฤษภาคม 2551 ณ บริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

ในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น จะต้องคำนึงถึงอันตรายจากปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อพืชปลูกในฤดูถัดไป จึงควรลดการใช้สารกำจัดวัชพืชหรือใช้เท่าที่จำเป็น ควรใช้อย่างถูกต้องตามคำแนะนำและข้อควรระวังบนฉลาก พิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมวัชพืช และมีการตกค้างสั้นให้เหมาะสมกับระยะที่ต้องการเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้ต้องอยู่ใน positive list สำหรับสารเคมีทางการเกษตรที่อาจตกค้างในสินค้าเกษตรและอาหาร โดยกำหนดค่า MRLs ของสารเคมีต่าง ๆ รวม 799 รายการ แต่สำหรับสารเคมีที่ไม่ได้มีการกำหนดค่า MRLs ไว้ใน positive list ให้ถือว่าเป็น 0.01 ppm (Kawasaki, 2006; Nori haru, 2006) เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะถ้าตรวจพบผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีสารพิษตกค้างในปริมาณที่สูงเกินระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ จะทำให้ประเทศผู้นำเข้าถั่วเหลืองฝักสดระงับการซื้อถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทย โดยไปรับซื้อถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศอื่น ๆ แทน ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียต่อเกษตรกรและต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศได้

III. ปัญหาวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีคุณภาพและผลผลิตต่ำ คือ มีศัตรูพืชทางการเกษตรขึ้นรบกวน ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเกี่ยวกับวัชพืช การที่มีวัชพืชขึ้นแ่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น น้ำ แสงแดด และแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ นั้น ส่งผลทำให้ถั่วเหลืองฝักสดได้รับปัจจัยสำหรับที่จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตไม่เต็มที่และสูญเสียผลผลิตได้ นอกจากนี้วัชพืชยังเป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืชและแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดอีกหลายชนิด โดยทั่วไปแล้ววัชพืชที่เป็นปัญหาสำคัญในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ วัชพืชวงศ์หญ้า ไบวกว้าง และกก ที่เป็นทั้งวัชพืชฤดูเดียวและข้ามปีชนิดต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละสภาพพื้นที่จำนวนชนิดและประชากรของวัชพืชที่ขึ้นรบกวนจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมและฤดูกาลเพาะปลูกที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นวิธีการที่จะนำมาใช้ในการจัดการวัชพืชก็จะแตกต่างกันไปด้วย

ในการขยายพันธุ์และการแพร่กระจายพันธุ์ของวัชพืชนั้น สามารถใช้ส่วนของเมล็ด ลำต้นบนดิน ลำต้นใต้ดิน หัวใต้ดิน และส่วนอื่น ๆ ของวัชพืช จึงทำให้วัชพืชสามารถมีชีวิตอยู่ได้ทั้งในสภาพที่เป็นเมล็ดวัชพืชที่อยู่ใต้ดินและวัชพืชที่อยู่บนดิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการควบคุมและจัดการวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรทำการควบคุมวัชพืชในระยะก่อนที่วัชพืชจะออกดอก เพื่อที่จะช่วยลดการสูญเสียของผลผลิต วิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการกำจัดวัชพืชมีหลายวิธี ได้แก่ การไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช โดยใช้วิธีการเตรียมดินและการเขตกรรมต่าง ๆ ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืช ซึ่งระยะเวลาที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในแปลงถั่วเหลืองฝักสดโดยทั่วไปมี 2 ช่วง กล่าวคือ ใช้ก่อนปลูก ใช้ก่อนที่พืชปลูกและวัชพืชงอก (อาจจะเรียกว่า ยาคุม หรือสารคุม) และใช้หลังพืชปลูกและวัชพืชงอก (อาจจะเรียกว่า ยาฆ่า หรือสารฆ่า) ตลอดจนการใช้วิธีการบริหารจัดการวัชพืชแบบผสมผสาน ซึ่งในปัจจุบันนี้นับว่าเป็นวิธีการควบคุมวัชพืชที่มีประสิทธิภาพมาก

วัชพืชที่สำคัญในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีทั้งประเภทใบแคบ ประเภทใบกว้าง และกกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ หญ้าขน หญ้ารงนก หญ้าเจ้าชู้ หญ้าแพรก หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าดอกขาว หญ้าคา หญ้ากุศลา หญ้าชันกาด หญ้าเห็บ หญ้าขจรจบดอกเหลือง หญ้าโขย่ง สาบแร้งสาบกา ผักเป็ดไทย ถั่วลิสงนา ผักโขมหนาม ก้นจ้ำขาว กระดุมใบใหญ่ กระดุมใบเล็ก ลำพาสี แซงโสมน กกทราย และแห้วหมู เป็นต้น การแข่งขันระหว่างวัชพืชกับถั่วเหลืองฝักสด จะขึ้นอยู่กับ ชนิด (พันธุ์) อายุของถั่วเหลืองฝักสด และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ

เป็นสิ่งประกอบที่สำคัญ รวมทั้งต้องคำนึงถึงชนิดพืช ปริมาณความหนาแน่นของพืช ชนิดดิน ความชื้น ระบบการให้น้ำ วิธีการปลูก การเขตกรรม และ ความพร้อมของเกษตรกรที่จะทำการจัดการพืชอย่างเหมาะสม ซึ่งในแต่ละสภาพพื้นที่ จะมีจำนวนชนิดและประชากรของพืชที่ขึ้นรบกวนแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมและฤดูกาลเพาะปลูกที่เปลี่ยนแปลงไป

IV. การควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

1. การควบคุมวัชพืชโดยไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช

1.1 การไถเตรียมดินก่อนปลูก ทำการไถพรวน 1-2 ครั้ง เพื่อกำจัดวัชพืชที่ขึ้นอยู่และกำจัดวัชพืชที่งอกขึ้นมาใหม่อีกครั้งจากการไถครั้งแรก แล้วทำการคราดก่อนปลูกถั่วเหลืองฝักสด เพื่อปรับผิวดิน และทำระดับให้มีการระบายน้ำที่ดี การเตรียมดินก่อนปลูกเปรียบเสมือนเป็นวิธีเริ่มต้นที่ดี ซึ่งจะเป็นการช่วยลดปริมาณวัชพืชที่จะขึ้นแข่งขันกับถั่วเหลืองฝักสดได้ ส่งผลทำให้การจัดการปฏิบัติรักษาอื่น ๆ จะกระทำได้ง่ายและสะดวก

1.2 การใช้ไฟเผา กรณีที่มีวัชพืชขึ้นอยู่ก่อนการปลูกถั่วเหลืองฝักสด หรือการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในช่วงฤดูแล้งหลังการทำนา อาจใช้วัสดุแห้ง เช่น เศษหญ้าหรือฟางข้าวคลุมและเผาก่อนปลูกถั่วเหลืองฝักสด วิธีนี้จะช่วยกำจัดวัชพืชที่ขึ้นอยู่ก่อนปลูก และทำลายเมล็ดวัชพืชบนผิวดินได้บางส่วน แต่วิธีนี้จะมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม โดยอาจจะทำให้เกิดมลภาวะ ดินเสื่อม และเป็นการทำลายแมลงและสัตว์ที่เป็นประโยชน์ได้

1.3 การใช้วัสดุคลุมดิน อาจใช้วัสดุบางอย่าง เช่น เศษหญ้าหรือฟางข้าวคลุมดินทันทีหลังปลูกถั่วเหลืองฝักสด ทำให้เมล็ดพืชบางชนิดไม่สามารถงอกได้หรืองอกได้ช้ากว่าปกติ เป็นการช่วยลดการแข่งขันของวัชพืชกับถั่วเหลืองฝักสดได้ การคลุมดินยังช่วยรักษาความชื้นในดินและเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดินได้อีกด้วย ทำให้ถั่วเหลืองฝักสดเจริญเติบโตได้ดีกว่าไม่มีการคลุมดิน

1.4 การกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน ควรทำประมาณ 1-2 ครั้ง ๆ แรกประมาณ 15-20 วัน หลังการงอกของวัชพืชและถั่วเหลืองฝักสด และครั้งที่ 2 อาจทำได้อีกถ้ามีวัชพืชขึ้นหนาแน่นมาก หลังจากครั้งแรกประมาณ 15 วัน ซึ่งจะเป็นการช่วยลดการแข่งขันของวัชพืชในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสดได้

2. การควบคุมวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืช

ในปัจจุบันนี้มีการปลูกแบบการดำ ทำให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่ 2-10 ไร่ ต่อคนต่อฤดูกาล การควบคุมวัชพืชโดยใช้แรงงานคนมีค่าใช้จ่ายสูง เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชตั้งแต่เริ่มแรก การใช้สารกำจัดวัชพืช วิธีนี้ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจวิธีการใช้ รู้จักคุณสมบัติของสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดอย่างถูกต้องจึงจะได้ประโยชน์อย่างแท้จริง หากเกิดข้อผิดพลาดย่อมหมายถึงความสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย ปัจจุบันพื้นที่การปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้มีการขยายเพิ่มมากขึ้นในแทบทุกภาคของประเทศ สารกำจัดวัชพืชจึงเข้ามามีบทบาททั้งในแง่สามารถกำจัดวัชพืชได้อย่างสมบูรณ์กว่าการใช้วิธีอื่น ๆ การใช้สารกำจัดวัชพืชยังสามารถทดแทนแรงงาน ซึ่งหายาก และมีราคาแพง ซึ่งในการใช้สารกำจัดวัชพืชนั้น สามารถใช้ได้ทั้งแบบก่อนพืชปลูกหรือวัชพืชงอก (pre-emergence) เช่น สารเมทริบุซิน และเพนดิเมทาลิน เป็นต้น และ/หรือ แบบหลังพืชปลูกหรือวัชพืชงอก (post-emergence) เช่น สารฟลูอะซิฟรอฟ-บิวทิล เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น ควรมีการพิจารณาถึงความปลอดภัยต่อผลผลิตของพืชปลูก สภาพแวดล้อม และผู้บริโภค นอกจากนี้ควรมีการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการโรคพืชและแมลงที่เป็นศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ของถั่วเหลืองฝักสดด้วย เพื่อเป็นการพัฒนาการบริหารจัดการศัตรูพืชร่วมกันในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นตามที่ตลาดต้องการ สำหรับใช้บริโภค ส่งออก และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเกษตร ทำให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้คุณภาพมาตรฐาน มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อมต่อไป

V. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในครั้งนี้ จะมุ่งเน้นเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้สารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม โดยที่มีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยในด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ซึ่งสามารถพัฒนาไปเป็นต้นแบบในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกที่ได้มาตรฐานตามความต้องการของประเทศผู้นำเข้า ซึ่งทางคณะผู้วิจัย และผู้ส่งออก มีความเชื่อมั่นว่า จะเป็นแนวทางในการป้องกันและช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารเคมีเจือปนเกินมาตรฐาน โดยที่มีหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการผลิตสินค้าจากภาคการเกษตรและการส่งออก รวมทั้งเกษตรกรที่ทำการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก ในพื้นที่เพาะปลูกเขตภาคเหนือและภาคกลางตอนบน ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำปาง ลำพูน และเพชรบูรณ์ เป็นต้น สามารถนำไปแนะนำส่งเสริมและประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างปลอดภัยสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก ส่งผลทำให้ประเทศไทยสามารถทำการส่งออกถั่วเหลืองฝักสดได้มากยิ่งขึ้น เป็นการเพิ่มมูลค่าในทางเศรษฐกิจจากภาคการเกษตรที่จะนำรายได้เข้าประเทศต่อไป

เอกสารอ่านประกอบ

1. Kawasaki, J. 2006. Provisional Translation from Japanese Original: Ministry of Health, Labour and Welfare. [online]. Available: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/index.html>, May 29, 2006.
2. Lin, C.C. 2006. Frozen Edamame: Global Market Conditions. Pages. 93-96. In: T.A. Lumpkin and S. Shanmugasundaram (compilers). The Second International Vegetable Soybean Conference, Washington State University, Pullman, WA, USA.
3. Noriharu, U. 2006. Japanese Positive List System: Contribution of the Pesticide Science Society of Japan to Understanding of its Operation and Issue Regarding Pesticide Residues in Crops. Foods and Food Ingred J. 211: 669-674.
4. Srisombun S. and Shanmugasundaram S. 2001. The History of Vegetable Soybean Development, Current Status and Future Development in Thailand. Asian Vegetable Reserch Development Center. Available: <http://www.avrdc.org/pdf/soybean/frozen%20edamame.htm>, August 9, 2006.