

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Development of Weed Management in Green Soybean Production

โดย

นายวัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ทศพล พรพรหม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ในความกรุณาช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์
ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. นวรัตน์ อุดมประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงษ์ ดำรงกิตติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร. พรศิริ หลีวานิช
ประธานการสอบ และ ดร. อรพรรณ ชัชวาลกาลพาณิชย์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้
คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สนธิชัย จันทรเปรม รองศาสตราจารย์ ดร. เรวัต
เลิศฤทัยโยธิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ จอมพุก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว
ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ให้ความรู้คำแนะนำต่าง ๆ และความกรุณาตลอดมา

ขอขอบคุณบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ที่ให้ทุนสนับสนุนในการศึกษาวิจัย และกรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านใช้สถานที่และอุปกรณ์
เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาวและน้องชายได้ให้ความอบอุ่นกำลังใจ
และการสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา

วัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์
พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	29
ผล	29
สรุปและข้อเสนอแนะ	95
สรุป	95
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	101

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของสารกำจัดวัชพืชและอัตราของสารที่ใช้ในการทดลอง	20
2	ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชและความเป็นพิษของสารที่มีต่อพืชปลูก	24
3	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	31
4	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	32
5	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 21 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	33
6	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	34
7	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	35
8	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	36
9	ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	37
10	น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสด ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	38
11	ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	39

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	การประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาค่าต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	40
13	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบ ในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	42
14	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	43
15	การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	45
16	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	51
17	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	52
18	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 21 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	53
19	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	54
20	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	56
22	ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	57
23	น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสด ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	58
24	ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	59
25	การประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาด้านทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	60
26	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบ ในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	63
27	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	64
28	การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	66
29	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	74
30	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
31	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 21 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	76
32	จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	77
33	การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	78
34	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	79
35	ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	80
36	น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสด ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	81
37	ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	82
38	การประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืช ชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาด้านทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	83
39	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบ ในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
40	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงผลิต ถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	86
41	การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลือง ฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	88
 ตารางผนวกที่		
1	ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิต ถั่วเหลืองฝักสด	102
2	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549	103
3	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549	104
4	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549	105
5	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	106
6	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2549	107
7	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549	108
8	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัด เพชรบูรณ์ ประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549	109
9	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัด เพชรบูรณ์ ประจำเดือนมกราคม พ.ศ. 2550	110
10	รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัด เพชรบูรณ์ ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
11 ชนิดของวัชพืชที่พบในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเพชรบูรณ์	112
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	113
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	113
14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	113
15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	114
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	115
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	115
18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	115
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	116
20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	117
21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	117
22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	117
23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	118
24 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารของดิน (adsorptivity coefficient, K_{oc}) ของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ	119

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช acetochlor	7
2 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช alachlor	8
3 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช clomazone	9
4 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl	10
5 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช fomesafen	11
6 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช imazethapyr	12
7 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช isoxaflutole	13
8 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช metribuzin	14
9 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช oxadiazon	15
10 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช pendimethalin	16
11 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	46
12 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	47
13 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	67
14 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	68
15 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin และ pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	69
16 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	89
17 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	90
18 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin และ pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	91

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	120
2 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร alachlor ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	120
3 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร isoxaflutole ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	121
4 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	121
5 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร oxadiazon ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	122
6 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร pendimethalin ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)	122
7 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	123
8 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร alachlor ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	123
9 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร imazethapyr ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	124
10 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	124
11 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร clomazone + pendimethalin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	125
12 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin + pendimethalin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)	125
13 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	126

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
14 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร alachlor ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	126
15 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร fluazifop-P-ethyl ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	127
16 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	127
17 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร clomazone + pendimethalin ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	128
18 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ใน สิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin + pendimethalin ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	128
19 การตรวจหาปริมาณสารตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลอง ที่ฉีดพ่นสาร fluazifop-P-ethyl + fomesafen ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)	129

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

Development of Weed Management in Green Soybean Production

คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสด หรือถั่วแระญี่ปุ่น (green หรือ vegetable soybean) เป็นถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะฝักเต่งและฝักยังมีสีเขียวอยู่ มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียตะวันออก เช่น จีน ได้หวัน เกาหลี และญี่ปุ่น ในประเทศไทยปลูกกันมากในเขตภาคเหนือ ได้แก่ กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน ลำปาง พิจิตร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งผลิตหลักเพื่อการส่งออก ส่วนการเพาะปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศปลูกมากในเขตจังหวัด นครสวรรค์ อุทัยธานี สระบุรี ลพบุรี สระแก้ว กาญจนบุรี และเพชรบุรี เป็นต้น ปัจจุบันถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากประเทศไทยสามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดปี นอกจากนี้ถั่วเหลืองฝักสดยังเป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนที่สูงและเร็ว เกษตรกรจึงนิยมปลูกมากขึ้น ส่วนใหญ่เกษตรกรในเขตภาคเหนือจะมีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชหลักในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) ในขณะที่เกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบนจะมีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชรองและบำรุงดินหลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) เพื่อส่งโรงงานทำการแปรรูปส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ (บุปผา, 2545) โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นซึ่งในตลาดหลักในการนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากประเทศไทยในรูปของถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็ง ประมาณ 10,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,000-1,200 ล้านบาทต่อปี หรือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งรองจากประเทศจีนและไต้หวัน (Lin, 2006) เนื่องจากมีความกังวลเกี่ยวกับผลตกค้างของสารเคมีในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสด รัฐบาลญี่ปุ่นจึงเข้มงวดในการใช้สารเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดมากขึ้น ทำให้บริษัทผู้ผลิตและผู้ส่งออกถั่วเหลืองฝักสดจำเป็นต้องมีมาตรการในการใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง ด้วยเหตุนี้ทางหน่วยงานจากภาครัฐบาลที่ดูแลเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม จึงได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมให้แก่เกษตรกรผู้ผลิต เพื่อส่งเสริมให้ได้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด จะทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตและมีรายได้จากการจำหน่ายถั่วเหลืองฝักสดสูงขึ้น ส่งผลทำให้เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศดีขึ้นได้อีกด้วย (Theo et al., 2006)

ในปัจจุบันนี้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทย มีปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ตรงตามความต้องการของประเทศคู่ค้า ซึ่งต้องการถั่วเหลืองฝักสดที่มีเมล็ดนุ่ม มีรสหวาน กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านศัตรูพืชทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาทางด้านระบบการจัดการศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้องวิธีภายใต้ระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ตลอดจนควรมีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม (food and environmental safety) โดยทางประเทศญี่ปุ่นที่เป็นตลาดหลักในการนำเข้า ได้มีการกำหนดให้ใช้ระบบ positive list ของสารกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรที่ใช้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดขึ้น โดยระดับที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ การกำหนดปริมาณสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limit; MRLs) ในถั่วเหลืองฝักสดที่จะนำเข้าในประเทศ (Srisombun and Shanmugasundaram, 2001) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการพัฒนาการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้ได้ผลผลิตที่มีความปลอดภัยจากการใช้สารกำจัดวัชพืช ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติเพื่อเป็นการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมให้กับเกษตรกรผู้ผลิตในเขตพื้นที่ภาคเหนือและในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบน ซึ่งสามารถช่วยป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนารูปแบบของการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพในเชิงการค้าต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งแบบก่อนงอก (pre-emergence) และหลังงอก (post-emergence) ชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด
2. เพื่อศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้วิธี bioassay test กับพืชทดสอบ ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา ถั่วฝักยาว และถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อพืชที่จะปลูกตามมาในฤดูกาลเพาะปลูกถัดไป
3. เพื่อตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่อาจจะมีผลตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

การตรวจเอกสาร

1. ถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* L. Merrill) อยู่ในวงศ์ Fabaceae ลักษณะลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 50-75 เซนติเมตร มีระบบรากแก้ว โดยรากแขนงจะแตกออกมาจากรากแก้ว เมื่อเมล็ดงอกได้ประมาณ 2-3 วัน ที่รากอาจมีปมที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าไปอาศัย ใบ เป็นใบเดี่ยว มีใบประกอบ 3 ใบย่อย เกิดขึ้นที่ข้อ ๆ ละ 1 ใบ ซึ่งเรียงสลับกัน บริเวณโคนก้านใบจะพบตาซึ่งจะเจริญเป็นกิ่ง ช่อดอกเกิดตามมุมใบและปลายยอด ดอกสีขาวหรือม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ โดยจะเริ่มทยอยบานที่โคนต้นขึ้นไป ฝักเกิดเป็นกลุ่มมีลักษณะเป็นฝักประกบกันทั้งสองข้าง ฝักมีลักษณะตรงหรือโค้งงอเล็กน้อยมีความยาวประมาณ 2-7 เซนติเมตร มีขนสั้นขึ้นปกคลุม แต่ละฝักมีเมล็ดประมาณ 1-3 เมล็ด ถั่วเหลืองฝักสดมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตอบอุ่น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการปลูกประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส พื้นที่เพาะปลูกควรเป็นพื้นที่ราบและสม่ำเสมอ เป็นที่ดอนหรือที่ลุ่มที่ไม่มีน้ำขัง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี มีความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 6.0-6.5 โดยระยะเวลาปลูกที่เหมาะสม คือ ช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) ปลายฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-มกราคม) นอกจากนี้พื้นที่ปลูกควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำเพื่อป้องกันการขาดน้ำเมื่อฝนทิ้งช่วงหรือสำหรับการเพาะปลูกในฤดูแล้ง สำหรับการเก็บเกี่ยว ถั่วเหลืองฝักสด จำเป็นที่จะต้องให้ได้มาตรฐานตามที่ผู้บริโภคต้องการ คือ ฝัก 1 กิโลกรัม ต้องมีจำนวนฝักไม่เกิน 340 ฝัก โดยที่ฝักมีความยาวมาตรฐาน 4.5 เซนติเมตร และมีความหนาฝัก 7 มิลลิเมตรขึ้นไป ภายใน 1 ฝัก จะต้องมีเมล็ด 2 เมล็ดขึ้นไป ฝักจะต้องมีสีเขียว ไม่มีจุดเหลืองหรือดำ ไม่มีหนอนเจาะฝัก ไม่เป็นโรค ฝักไม่บิดงอผิดปกติ ฝักไม่เน่า และข้าวของฝักจะต้องไม่ฉีกขาดหรือมีส่วนของก้านติดมากับฝัก การเก็บเกี่ยวจะต้องไม่เก็บฝักแก่หรืออ่อนจนเกินไป

สำหรับพันธุ์ของถั่วเหลืองฝักสดที่นำมาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ พันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด # 75 (นัมเบอร์ 75) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศไต้หวัน ส่วนโคนของต้นกลัมีสีขาว ดอกสีขาว ขนสีขาว มีอายุตั้งแต่ปลูกถึงออกดอก 28-32 วัน อายุตั้งแต่ปลูกถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสดประมาณ 65-68 วัน ฝักมีสีเขียว เปลือกฝักหนาเหมาะสำหรับการแช่แข็ง ผลผลิต (เฉพาะฝักที่ได้มาตรฐานการส่งออก) เฉลี่ย 750-800 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ # 75 นั้น เป็นถั่วเหลืองฝักสดที่ตลาดต่างประเทศนิยมใช้เพื่อรับประทาน (บุปผา, 2545)

2. ปัญหาวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ปัญหาหลักในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ประกอบด้วย การตลาดมีการแข่งขันค่อนข้างสูง การผลิตเมล็ดพันธุ์ การดูแลรักษาตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับเรื่องวัชพืชนั้น เป็นปัญหาหลักที่สำคัญมาก เนื่องจากวัชพืชจะแย่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ (น้ำ ธาตุอาหาร และแสงแดด) ที่จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตกับถั่วเหลืองฝักสด ส่งผลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดลดลงไปอย่างมาก นอกจากนี้วัชพืชยังเป็นที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ด้วย สำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดหลังจากการทํานาในฤดูแล้งนั้น อาจจะมีเมล็ดข้าวที่เจริญเติบโตในแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสดซึ่งจัดว่าเป็นวัชพืชได้เช่นกัน ในปัจจุบันนี้เกษตรกรนิยมนําสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมวัชพืชมากขึ้น โดยที่สามารถใช้ได้ทั้งแบบก่อนพืชปลูกหรือวัชพืชงอก (pre-emergence) เช่น สารอะลาคลอร์ เมทริบูซิน และเพนดิเมทาลิน เป็นต้น และ/หรือแบบหลังพืชปลูกหรือวัชพืชงอก (post-emergence) เช่น สารฟลูอะซิฟอป-บูทิล ฮาโลซิฟอป-เมธิล และฟอร์มิซาเฟน เป็นต้น

การศึกษาวิจัยการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบ pre-emergence ในการควบคุมวัชพืชนั้น Hager *et al.* (2002) รายงานว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 260-420 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin อัตรา 930-1,390 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถควบคุมวัชพืชพวก *Amaranthus rudis* Sauer. ในแปลงปลูกถั่วเหลืองได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช เช่นเดียวกับ Taylor-lovell *et al.* (2002) รายงานว่า การใช้สาร flumixazin อัตรา 105 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 1,120 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถควบคุมวัชพืชพวก *Setaria viridis* L. ในแปลงถั่วเหลืองได้ 72-85 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการใช้สารเพียงชนิดเดียว ส่วน Ellis and Griffim (2002) รายงานว่า การใช้สาร pendimethalin + imazaquin อัตรา 420 + 700 และ 840 + 140 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ในแปลงปลูกถั่วเหลือง สามารถควบคุมวัชพืชพวก *Ipomoea hederacea* L. ได้ 33 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 วันหลังจากปลูกพืช ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดีกว่าการใช้สาร pendimethalin อัตรา 560 และ 1,120 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และควบคุมวัชพืชได้ 26 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้สาร metribuzin + chlorimuron อัตรา 180 + 30 และ 360 + 60 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถควบคุมวัชพืชได้ 46 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 2 อัตรา โดยที่การใช้สารกำจัดวัชพืชในอัตราสูงจะสามารถควบคุมวัชพืชพวก *Echinochloa crus-galli* L. Beauv. ได้ดีกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชในอัตราต่ำ ส่วน Norsworthy (2004) รายงานว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 270 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + chlorimuron อัตรา 42 และ 45 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และสาร metribuzin อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + chlorimuron อัตรา 42 และ 45 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถควบคุมวัชพืชใบกว้างชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *Amaranthus palmari* S., Wats., *Ipomoea lacunoca* L.,

Ipomoea hederacea var. *integriuscula* และ *Senna obtusifolia* L. ในแปลงปลูกถั่วเหลืองได้ประมาณ 73-95 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช นอกจากนี้ Soltani *et al.* (2005) รายงานว่า การใช้สาร flufenacet + metribuzin ในอัตรา 364.48 + 91.12, 413.44 + 103.36, 456.96 + 114.24, 544 + 136, 728.96 + 182.24, 826.88 + 206.72 และ 913.92 + 228.48 กรัมสารออกฤทธิ์/ เฮกตาร์ ในแปลงปลูกถั่วเหลืองสามารถควบคุมวัชพืชพวก *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemesifolia* L., *Chenopodium album* L. และ *Sinapis arvensis* L. ได้มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมวัชพืชพวก *Abutilon theophrasti* Medic. และ *Setaria viridis* L. ได้ 85-95 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วันหลังจากได้รับสาร โดยที่ต้นถั่วเหลืองจะแสดงอาการได้รับพิษ 1.6-4.2, 0.7-1.8 และ 0.9-1.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 7 14 และ 28 วันหลังจากได้รับสาร ตามลำดับ

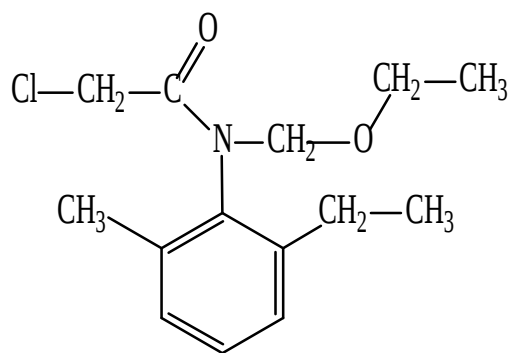
ส่วนการศึกษาวิจัยการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังออก (post-emergence) ในการควบคุมวัชพืชนั้น Vitta *et al.* (2000) ได้รายงานว่าการใช้สาร imazethapyr อัตรา 12.5 25 50 และ 100 กรัมสารออกฤทธิ์/ เฮกตาร์ ฉีดพ่นที่ 25 วันหลังจากปลูกถั่วเหลือง พบว่า การใช้สาร imazethapyr ต่ำกว่าอัตราที่แนะนำไว้ โดยทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชเมื่อวัชพืชมีใบจริง 3-4 ใบ ทำให้สามารถควบคุมวัชพืช *Amaranthus quitensis* L. ได้ผลดีส่วน Arregui *et al.* (2006) รายงานว่าการใช้สาร imazethapyr อัตรา 100 กรัมสารออกฤทธิ์/ เฮกตาร์ ฉีดพ่นที่ 25 วันหลังจากปลูกถั่วเหลือง ทำให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชพวก *Sida rhombifolia* L., *Commelina erecta* L. และ *Parietaria debilis* L. ลดลง 37 เปอร์เซ็นต์ ที่ 34 วันหลังจากได้รับสาร โดยที่ต้นถั่วเหลืองจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้

ในปัจจุบันนี้การเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ ควรมีการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ผลดีและไม่ส่งผลกระทบต่อพืชปลูก นอกจากนี้สารกำจัดวัชพืชที่เลือกใช้จะต้องมีค่า MRLs ของสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น ๆ ไม่เกินไปกว่าค่าที่ระบุไว้ใน positive list สำหรับสารเคมีที่ไม่ได้มีการกำหนดค่า MRLs ไว้ใน positive list นั้น ให้ถือว่ามีความ MRLs เท่ากับ 0.01 ppm (Noriharu, 2006; Iwasaki *et al.*, 2007) จึงทำให้บริษัทผู้ผลิตและผู้ส่งออกถั่วเหลืองฝักสดจำเป็นต้องมีมาตรการในการใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง ตลอดจนควรมีการพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกต้องวิธี เพื่อเพิ่มศักยภาพและปริมาณการผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ซึ่งจะส่งผลดีต่อเกษตรกรผู้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกของประเทศไทยต่อไป

3. สารกำจัดวัชพืช

3.1 อะเซโทคลอร์ (acetochlor)

อะเซโทคลอร์ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (meristem mitotic inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Chloroacetamides มีชื่อทางเคมีว่า 2-chloro-N-(ethoxymethyl)-N-(2-ethyl-6-methylphenyl) acetamide มีน้ำหนักโมเลกุล 269.77 มีสูตรโมเลกุล $C_{14}H_{20}ClNO_2$ (ภาพที่ 1) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Racer และ Four เป็นต้น

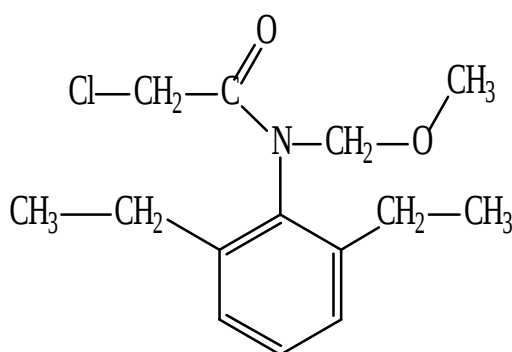


ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช acetochlor
ที่มา: Wood (2004)

อะเซโทคลอร์ เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลายที่ใช้ทางดิน ใช้แบบก่อนงอก (pre-emergence) ในพืชปลูกข้าวโพด และถั่วเหลือง ส่วนใหญ่ใช้ควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าฤดูเดียว และสามารถควบคุมวัชพืชพวกใบกว้างบางชนิดได้ โดยสารจะเข้าสู่ต้นวัชพืชพวกวงศ์หญ้าผ่านทางยอด ในระยะที่ต้นกล้าวัชพืชกำลังแทงยอดโผล่พ้นดิน ส่วนวัชพืชพวกใบกว้างนั้น สารจะเข้าสู่ต้นวัชพืชทางรากแล้วเคลื่อนย้ายไปได้ทั่วต้นพืช สำหรับอาการที่พืชแสดงว่าวัชพืชได้รับพิษของสาร คือ วัชพืชไม่สามารถโผล่พ้นดิน ซึ่งอาการของวัชพืชพวกวงศ์หญ้าที่ได้รับพิษ ใบห่อเป็นรูปถ้วย และลักษณะของใบจะหนาคล้ายหนังสัตว์ ใบใหม่จะมีเส้นกลางใบสั้นลง และสำหรับอาการของวัชพืชพวกใบกว้างที่ได้รับพิษ จะมีใบย่น ใบจะม้วนติดกันไม่คลี่ออกเหมือนปกติ และลำต้นจะบิดเป็นเกลียว (รังสิต 2547; Wood, 2004)

3.2 อะลาคลอร์ (alachlor)

อะลาคลอร์ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (meristem mitotic inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Chloroacetamides มีชื่อทางเคมีว่า 2-chloro-N(2,6-diethylphenyl)-N-(methoxy methyl) acetamide มีน้ำหนักโมเลกุล 269.77 มีสูตรโมเลกุล $C_{14}H_{20}ClNO_2$ (ภาพที่ 2) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Lasso, Lancer และ Dulachlor เป็นต้น



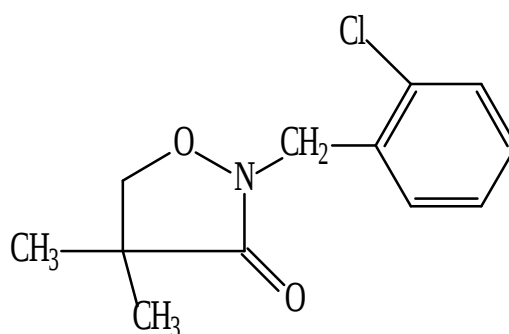
ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช alachlor

ที่มา: Wood (2004)

อะลาคลอร์ เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย ใช้แบบก่อนงอก (pre-emergence) ใช้ในพืชปลูกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อป้องกันการงอกของวัชพืชวงศ์หญ้าปืดเดียว เช่น หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก หญ้าชันกาด หญ้าหางหมาจิ้งจอก และแห้วหมู เป็นต้น นอกจากนี้สามารถใช้ควบคุมวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ ผักโขม และผักเบี้ย เป็นต้น ในวัชพืชพวกวงศ์หญ้าหลังจากที่พืชได้รับสาร ใบจะแสดงอาการม้วนงอ ปลายใบจะแทงลงไปในดิน และทำให้ใบของพืชไม่สามารถงอกออกมาจากส่วน coleoptile ได้ในขณะที่วัชพืชใบกว้าง ใบจะม้วนงอเป็นรูปถ้วย เส้นกลางใบจะสั้นผิดปกติ ในวัชพืชพวกวงศ์หญ้าจะมีการดูดซึมที่บริเวณ coleoptile ส่วนวัชพืชใบกว้าง จะดูดซึมที่บริเวณ hypocotyl และจะเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ สารจะไปยับยั้งการสังเคราะห์กรดไขมันและไขมัน และกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน isoprenoids และ flavonoid ไม่ควรใช้สารกำจัดวัชพืชในสภาพที่มีน้ำใต้ดินสูง และไม่ควรรใช้สารกำจัดวัชพืชติดต่อกันทุกปี สารนี้อาจจะมีการไหลบ่าออกจากหน้าดินด้วย (ทศพล, 2545; Wood, 2004)

3.3 โคลแมสโซน (clomazone)

โคลแมสโซน เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการสร้างรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ (inhibit carotenoid biosynthesis) จัดอยู่ในกลุ่ม Isoxazolidinones มีชื่อทางเคมีว่า 2-[(2-chlorophenyl)methyl]-4,4-dimethyl-3-isoxazolidinone มีน้ำหนักโมเลกุล 239.70 มีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_{14}ClNO_2$ (ภาพที่ 3) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Magister และ Command เป็นต้น

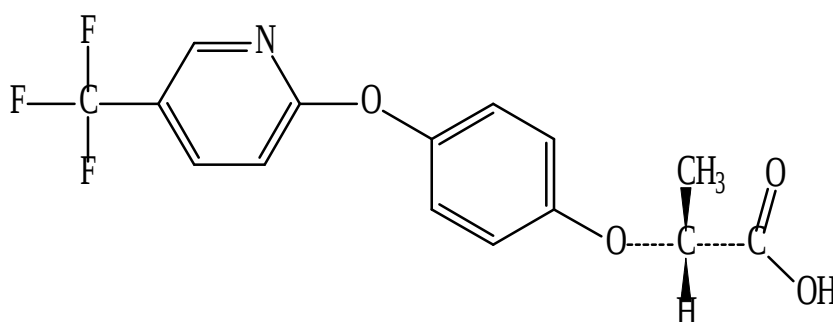


ภาพที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช clomazone
ที่มา: Wood (2004)

โคลแมสโซน เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย สามารถใช้แบบก่อนงอก (pre-emergence) ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้างปีเดียว ในพืชปลูกฝ้าย ฝักทอง ถั่วเหลือง มันฝรั่ง มันเทศ และยาสูบ เป็นต้น สามารถดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชได้ทั้งทางรากและยอด โดยเฉพาะบริเวณยอดที่เริ่มงอกใหม่ มีการเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ ไม่สามารถผ่านทางท่ออาหารได้ มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phytoene desaturate (PD) ในวิถีบาทของการสังเคราะห์ isoprenoids ทำให้ยับยั้งการสังเคราะห์พวกคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ภายในพืชภายในต้นพืช สารโคลแมสโซนสามารถสลายตัวภายในต้นพืชได้ (ทศพล, 2545; Alan, 2004) อาการที่พืชแสดงว่าได้รับพิษของสารคือ ใบของต้นกล้าวัชพืชที่งอกจากดินที่มีสารจะมีสีขาวและตายในเวลาต่อมา พืชที่งอกแล้วหลังจากได้รับละอองสารปลิวมาสัมผัสใบ ใบก็จะเปลี่ยนเป็นสีขาวเช่นกัน (รังสิต, 2547)

3.4 ฟลูแอซิปรอฟ-พี-บิวทิล (fluazifop-P-butyl)

ฟลูแอซิปรอฟ-พี-บิวทิล เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการสร้างไขมัน (lipid synthesis inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Aryloxyphenoxypropanoate มีชื่อทางเคมีว่า (R)-2-[4-[5-(trifluoromethyl)-2-pyridyloxy] phenoxy}propionic acid มีน้ำหนักโมเลกุล 383.4 มีสูตรโมเลกุล $C_{15}H_{12}F_3NO_4$ (ภาพที่ 4) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Onecide และ Onecide Super เป็นต้น

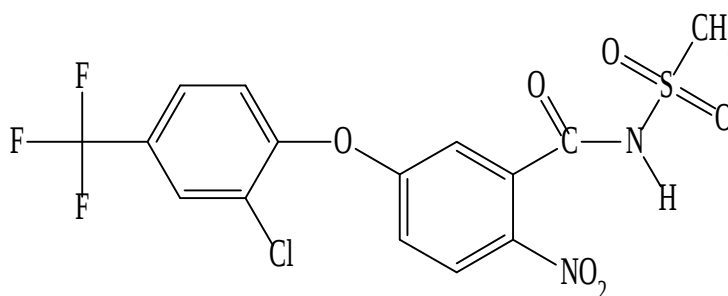


ภาพที่ 4 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl
ที่มา: Wood (2004)

ฟลูแอซิปรอฟ-พี-บิวทิล เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย ซึ่งใช้แบบหลังวัชพืชหรือพืชปลูกงอก (post-emergence) สำหรับควบคุมวัชพืชวงศัสน้ำปี้เดี่ยวหรือข้ามปี ในพืชปลูกที่เป็นใบกว้าง สามารถใช้ในพืชปลูกพวกพืชน้ำมัน ชูการ์บีท มันฝรั่ง ฝ้าย ถั่วเหลือง สับปะรดกล้วย ไม้ผลยืนต้น ส้ม สตอเบอรี่ ทานตะวัน กาแฟ ไม้ประดับ และพืชผักชนิดต่าง ๆ ตลอดจนในพื้นที่ว่างเปล่า โดยการดูดซึมจะเข้าสู่พืชทางรากและใบของพืช สารจะมีการเคลื่อนย้ายผ่านทาง xylem และ phloem ไปสะสมบริเวณจุดเจริญ สารจะถูก metabolized ไปเป็น fluazifop ซึ่งเป็นรูปที่เป็นพิษต่อพืชอย่างรวดเร็วในพืช โดยกลไกการทำลายพืชของสารจะเกี่ยวข้องกับการ metabolized ของไขมัน วัชพืชเริ่มแรกจะใบเหลือง แล้วจะแสดงอาการแห้งไหม้ โดยเริ่มจากใบที่ยังอ่อนและแพร่ไปจนทั่วภายใน 2 สัปดาห์ สารชนิดนี้เคลื่อนย้ายได้น้อยในดิน และสามารถผสมกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ได้ (ทศพล, 2545; Wood, 2004)

3.5 โฟเมซาเฟน (fomesafen)

โฟเมซาเฟน เป็นสารกำจัดวัชพืชสัมผัสหรือสารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (contacts membrane disrupters) จัดอยู่ในกลุ่ม Diphenyl ethers มีชื่อทางเคมีว่า 5-[2-chloro-4-trifluoromethyl]phenoxy]-*N*-(methyl sulfonyl)-2-nitrobenzamide มีน้ำหนักโมเลกุล 438.76 มีสูตรโมเลกุล $C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_6S$ (ภาพที่ 5) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Flex และ Reflex เป็นต้น



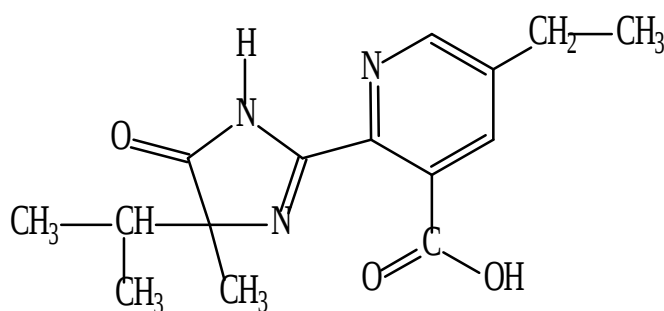
ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช fomesafen

ที่มา: Wood (2004)

โฟเมซาเฟน เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย ใช้แบบหลังวัชพืชหรือพืชปลูกงอก (post-emergence) สามารถใช้ในพืชปลูกพวกถั่วเหลือง ถั่วเขียวพืวดำ และถั่วเขียวพืวมัน ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชใบกว้างชนิดต่าง ๆ เช่น โทงเทง กะเม็ง ผักไผ่น้ำ หญ้ายาง ปอวัชพืช ผักเสี้ยน ผักโขม ผักโขมหนาม สาบแร้ง สาบกา ผักเบี้ยใหญ่ โคมกระสุน และสะอึก เป็นต้น สารชนิดนี้มีอันตรายต่อพืชประธานหลายชนิด โดยเฉพาะข้าวโพด ข้าวฟ่าง และยาสูบ สารจะเข้าสู่ต้นพืชทางใบ โดยใบของพืชที่ได้รับสารจะมีสีน้ำตาลแห้งไหม้ ต่อมาจะเหลืองและตายในที่สุด (รังสิต, 2547; Wood, 2004)

3.6 อิมเมสเซททาเพอร์ (imazethapyr)

อิมเมสเซททาเพอร์ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการสร้างกรดอะมิโน (amino synthesis inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Imidazolinones มีชื่อทางเคมีว่า 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-5-ethyl-3-pyridinecarboxylic acid มีน้ำหนักโมเลกุล 289 มีสูตรโมเลกุล $C_{15}H_{19}N_3O_3$ (ภาพที่ 6) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Pursuit และ Conquest B เป็นต้น



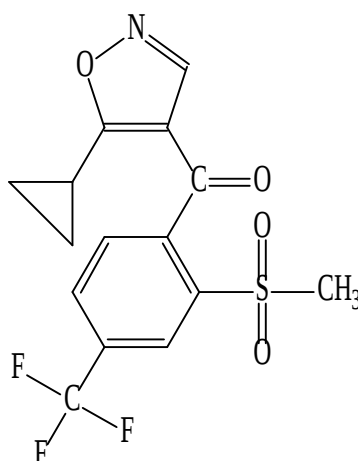
ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช imazethapyr

ที่มา: Wood (2004)

อิมเมสเซททาเพอร์ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่สามารถใช้ได้ทั้งแบบก่อนงอก (pre-emergence) และหลังงอก (post-emergence) หรือใช้ก่อนปลูกก็ได้ สามารถใช้ได้ทั้งในถั่วเหลือง ข้าวบาร์เลย์ และข้าวฟ่าง เป็นต้น การดูดซึมสารกำจัดวัชพืชจะถูกดูดซึมเข้าทางรากและทางใบของพืช การเคลื่อนย้ายพบได้ทั้งในท่อลำเลียงอาหาร (phloem) และท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ไปสะสมในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic region) สารจะเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetolactate synthase (ALS) หรืออาจจะเรียกว่า acetohydroxyacid synthase (AHAS) ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดกรดอะมิโนที่เป็นลูกโซ่ ได้แก่ valine leucine และ isoleucine จะส่งผลให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีน และ DNA ต่อไปได้ การเจริญเติบโตของเซลล์ก็จะหยุด วัชพืชจะหยุดการเจริญเติบโตหลังการฉีดพ่นเพียง 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นใบวัชพืชจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงและใบอ่อนที่แตกใหม่มีสีซีดจางลง ต่อมาจะเกิดอาการเหี่ยวแห้งของเนื้อเยื่อเจริญต่าง ๆ สำหรับในใบของวัชพืชที่เจริญเติบโตจะเกิดการเปลี่ยนสีและแห้งตายในที่สุด สารชนิดนี้สามารถนำไปใช้ผสมกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ได้ (ทศพล, 2545; Wood, 2004)

3.7 ไอโซซาฟลูโทล (isoxaflutole)

ไอโซซาฟลูโทล เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการสร้างรงควัตถุ (carotenoid synthesis inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Isoxazoles มีชื่อทางเคมีว่า 5-cyclopropyl-4-(2-(methylsulfonyl-4-trifluoromethyl benzoyl) isoxazole) มีน้ำหนักโมเลกุล 359.3 มีสูตรโมเลกุล $C_{15}H_{12}F_3NO_4S$ (ภาพที่ 7) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Balance และ Isoxaflutole เป็นต้น

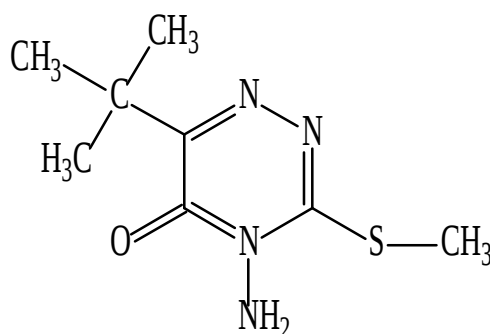


ภาพที่ 7 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช isoxaflutole
ที่มา: Wood (2004)

ไอโซซาฟลูโทล เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย ใช้แบบก่อนงอก เพื่อควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าอายุฤดูเดียวเป็นส่วนใหญ่ เข้าสู่ดินพืชทั้งทางรากและยอดได้ดินที่กำลังงอก การเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชจะเกิดขึ้นเพียง 2-3 เซลล์ เพราะเป็นสารที่ใช้ทางดิน สารจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ *p*-hydroxyphenyl pyruvate deoxygenase (HPPD) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพาราไฮดรอกซีเมทิลไพรูเวต (*p*-hydroxymethyl pyruvate) ไปเป็นโฮโมเจนทิสเตต (homogentisate) ซึ่งเป็นวิธีที่สำคัญในการสังเคราะห์พลาสโทควิโนน (plastoquinone) เมื่อเกิดการยับยั้งตรงเนื้อเยื่อเจริญ ทำให้ยอดอ่อนที่งอกออกมาใหม่มีสีขาวซีด เป็นผลทางอ้อมต่อการยับยั้งการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ ทั้งนี้เพราะพลาสโทควิโนนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ไฟโทอินดิแซทูเรส (phytoene desaturase) ซึ่งทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ภายในต้นพืช อาการที่พืชแสดงว่าได้รับพิษของสาร คือพืชที่งอกพื้นดินจะมีสีขาวซีดและตายในเวลาต่อมา ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าอายุฤดูเดียวในข้าวโพด และอ้อย (รังสิต, 2547; Wood, 2004)

3.8 เมทริบิวซีน (metribuzin)

เมทริบิวซีน เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Triazines มีชื่อทางเคมีว่า 4-amino-6-(1,1-dimethylethyl)-3-(methylthio)-1,2,4- triazin-5 (4*H*)-one มีน้ำหนักโมเลกุล 21429 มีสูตรโมเลกุล $C_8H_{14}N_4OS$ (ภาพที่ 8) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Sencor และ Sencor 75 WP เป็นต้น

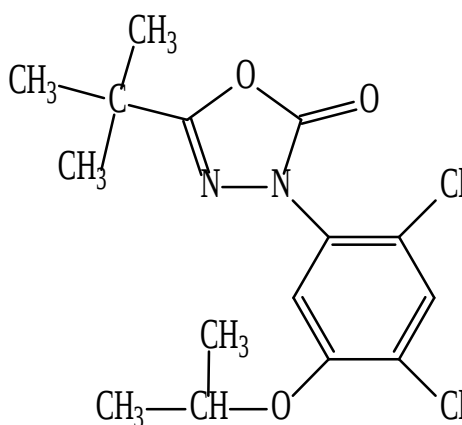


ภาพที่ 8 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช metribuzin
ที่มา: Wood (2004)

เมทริบิวซีน เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย สามารถใช้ได้ทั้งแบบก่อนงอก (pre-emergence) และหลังงอก (post-emergence) ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและใบกว้างปีเดียวชนิดต่าง ๆ ในพืชถั่วเหลือง มันฝรั่ง หน่อไม้ฝรั่ง อ้อย ข้าวโพด ข้าวสาลี และสนามหญ้า เป็นต้น เป็นสารที่สามารถดูดซึมผ่านเข้าสู่พืชได้ทางใบ โดยการดูดซึมของสารจะดีขึ้นหากมีการผสมกับสารจับใบ (surfactant) ส่วนใหญ่สารจะเข้าสู่พืชได้โดยผ่านทางรากมากกว่า เมื่อเข้าสู่พืชแล้วสารจะมีการเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนยอดแล้วจะไปสะสมที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืชบริเวณปลายยอดและปลายราก หลังจากนั้นจะมีผลในการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อไป (ทศพล, 2545; Wood, 2004)

3.9 ออกซาไดอะซอน (oxadiazon)

ออกซาไดอะซอน เป็นสารกำจัดวัชพืชแบบสัมผัสหรือสารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (contacts membrane disrupters) จัดอยู่ในกลุ่ม Oxadiazoles มีชื่อทางเคมีว่า 3-[2,4-dichloro-5-(1-methylethoxy) phenyl]-5-(1,1-dimethylethyl)-1,3,4-oxadiazol-2(3H)-one มีน้ำหนักโมเลกุล 345.23 มีสูตรโมเลกุล $C_{15}H_{18}Cl_2N_2O_3$ (ภาพที่ 9) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Ronstar และ Ronstar 25 EC เป็นต้น

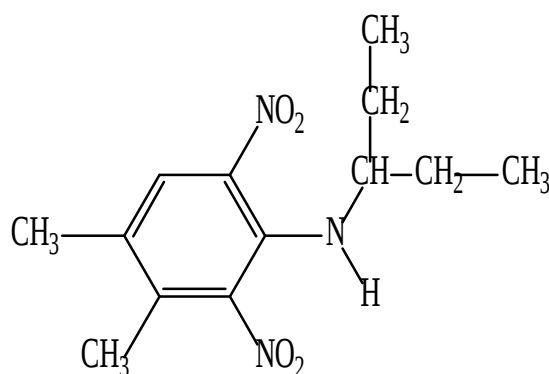


ภาพที่ 9 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช oxadiazon
ที่มา: Wood (2004)

ออกซาไดอะซอน เป็นสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายที่ใช้ทางดินก่อนที่วัชพืชและพืชปลูกงอก (pre-emergence) ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชทั้งใบกว้างและพวกวงศ์หญ้าปีเดียว เช่น หญ้าแพรก และหญ้าไรย์ ตลอดจนสามารถใช้ควบคุมวัชพืชในสนามหญ้าและแปลงไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้สามารถใช้ในพืชปลูกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้าว ฝ้าย ถั่วเหลือง หอมหัวใหญ่ และสวนไม้ผล เป็นต้น เป็นสารที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยที่สารจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ protoporphyrinogen oxidase (Protox) ในขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งมีผลให้มีการผลิตออกซิเจนในรูปที่เป็นพิษต่อพืช (singlet oxygen) มีผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย นอกจากนี้ออกซิเจนที่เป็นพิษต่อพืชจะไปเกาะจับกับไขมันและโปรตีน ส่งผลทำให้คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ถูกทำลาย ต่อมาพืชจะตายในที่สุด อาการที่พืชแสดงว่าได้รับพิษของสาร คือ พืชจะแสดงอาการเหี่ยว มีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ ต่อมาจะแห้งไหม้ ภายในเวลา 1-2 วัน (ทศพล, 2545; Wood, 2004)

3.10 เพนดิเมททาลิน (pendimethalin)

เพนดิเมททาลิน เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (meristem mitotic inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Dinitroanilines มีชื่อทางเคมีว่า *N*-(1-ethylpropyl)-3,4-dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine มีน้ำหนักโมเลกุล 281.31 มีสูตรโมเลกุล $C_{13}H_{19}N_3O_4$ (ภาพที่ 10) และมีชื่อการค้า ได้แก่ Stomp, Hex และ Prowl เป็นต้น



ภาพที่ 10 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช pendimethalin
ที่มา: Wood (2004)

เพนดิเมททาลิน เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ได้ทั้งแบบก่อนงอก (pre-emergence) และ หลังงอก (post-emergence) สามารถควบคุมวัชพืชพวกวงศ์หญ้าและวัชพืชใบกว้างชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิด ในข้าวโพด ถั่วเหลือง ทานตะวัน และฝ้าย เป็นต้น เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางดิน โดยที่สารจะดูดซึมผ่านทางราก และส่วนของ coleoptile แล้วจะไปเกาะจับกับ tubulin ทำให้เกิด Herbicide tubulin complex และจะไปยับยั้งการสร้าง microtubule ส่งผลทำให้การแบ่งเซลล์แบบ mitosis ในระยะ metaphase ไม่สามารถสร้าง spindle fiber ขึ้นมาได้ ทำให้การแบ่งเซลล์ผิดปกติ นอกจากนี้ microtubule ยังทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างผนังเซลล์อีกด้วย โดยที่สารจะชักนำให้เกิดการสูญเสียของ microtubule โดยเฉพาะในบริเวณจุดเจริญของราก จึงทำให้เซลล์ในบริเวณดังกล่าวไม่สามารถเกิดการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ต่อไปได้ ลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษในวัชพืชวงศ์หญ้า บริเวณ coleoptile จะงอกเป็นยอดมีลักษณะรูปร่างผิดปกติไป สำหรับในวัชพืชพวกใบกว้างจะทำให้ส่วนของลำต้นมีลักษณะเปราะแตกง่าย ส่วนของใบ และ hypocotyl จะมีลักษณะพองบวมโป่ง ทำให้ลำต้นล้ม ส่วนรากจะมีลักษณะ โป่งพอง หนา และกุดขาด (ทศพล, 2545; Wood, 2004)

4. ความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ความปลอดภัยด้านอาหาร (food safety) ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น เป็นการจัดการเพื่อไม่ให้ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีสิ่งที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคปะปนมาด้วย เน้นที่การควบคุมคุณภาพของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดและความปลอดภัยจากการปนเปื้อนสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ให้ต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสารพิษตกค้างตามมาตรฐาน MRLs เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งการปนเปื้อนสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดสามารถตรวจสอบได้จากการวิเคราะห์ โดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

หลักการของ GC-MS เป็นวิธีที่สามารถทำการตรวจวัดชนิดของสารที่ประกอบอยู่ในสารตัวอย่าง โดยการเปรียบเทียบ Fingerprint ของเลขมวลจากสารตัวอย่างกับข้อมูลที่มีอยู่ใน Library โดยที่เครื่อง GC จะทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ เมื่อถูกความร้อน กลไกที่ใช้ในการแยกสารประกอบต่าง ๆ ในสารตัวอย่าง อาศัยหลักการตอบสนองที่แตกต่างกันของสารประกอบในสารตัวอย่างมี 2 เฟส คือ stationary phase และ mobile phase ส่วน Mass Spectrometer (MS) จะเป็นตัว Detector ที่ใช้ตรวจวัดสารประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยโมเลกุลของสารประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่าง โดยการใช้เครื่อง GC จะถูกไอออไนซ์ในสภาวะสูญญากาศ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวลเทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง (reference library) และแปลผลเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้น ๆ จากการศึกษาของ Gabaldon *et al.* (2002) ได้รายงานจากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างมะเขือเทศ โดยการใช้ GC-MS พบว่า การใช้ acetone เป็นตัวทำละลายทำให้ตรวจพบสารalachlor ได้ 101-141 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า การใช้ acetone ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขี้ดดำ ทำให้สามารถสกัดสารalachlor (เป็นสารประกอบอินทรีย์) จากตัวอย่างมะเขือเทศได้มาก ส่วน Pena *et al.* (2002) ได้รายงานเกี่ยวกับการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ส้มและหน่อไม้ฝรั่ง โดยการใช้ GC-MS พบว่า สามารถตรวจพบปริมาณของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea ได้ 5 ชนิด ได้แก่ chlorbromuron, fluometuron, linuron, metobromuron และ monolinuron จากสารตั้งต้น diuron และ monuron โดยที่จะตรวจพบสาร chlorbromuron ในปริมาณมากที่สุด นอกจากนี้ Guardia-Rubio *et al.* (2007) ได้รายงานว่า จากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดวัชพืชในตัวอย่างมะกอก โดยการใช้ GC-MS พบว่า สามารถตรวจพบปริมาณของสารกำจัดวัชพืชได้หลายชนิด ได้แก่ diuron, simazine, atrazine, terbutylazine, heptachlor และ terbutryn โดยที่จะตรวจพบสาร heptachlor ในปริมาณมากที่สุด

ความปลอดภัยด้านสิ่งแวดล้อม (environmental safety) ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น เป็นการควบคุมการปนเปื้อนสารกำจัดวัชพืชในสิ่งแวดล้อม (ดิน แหล่งน้ำ และอากาศ) จากการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งการควบคุมการปนเปื้อนสารกำจัดวัชพืชในสิ่งแวดล้อมนั้น มีหลายแนวทางที่เป็นไปได้ เช่น การใช้สารกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำข้างผลิตภัณฑ์ และลดการใช้หรือใช้เท่าที่จำเป็น ซึ่งการปนเปื้อนสารกำจัดวัชพืชในสิ่งแวดล้อม สามารถทำการตรวจวิเคราะห์หาสารตกค้างได้ โดยการใช้ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และการปลูกพืชทดสอบ (bioassay test) เป็นต้น

โดยที่หลักการของ HPLC นั้น เป็นเทคนิคแยกสารผสมโดยใช้เครื่องสูบล้างแรงดันสูง จะทำการสูบของเหลวหรือตัวทำละลาย ซึ่งทำหน้าที่เป็น mobile phase พาสารตัวอย่างที่ถูกฉีดเข้าทางช่องฉีดสารเคลื่อนที่ผ่านอนุภาคที่เป็น stationary phase ซึ่งบรรจุอยู่ในคอลัมน์ สารผสมเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์แล้วจะถูกแยกออกมาในเวลาที่แตกต่างกัน ผ่านเข้าสู่เครื่องตรวจวัดสัญญาณที่ตรวจวัดได้ซึ่งอยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า ตามเวลาและปริมาณของสารแต่ละตัวที่ตรวจวัดได้ โดยสัญญาณจะถูกส่งไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณและแสดงผลออกมาเป็นโครมาโตแกรม ประกอบด้วย peak ของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารผสม จากการศึกษาของ Gooddy (2002) ได้รายงานว่าการตรวจสอบตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 5 เมตร โดยใช้ HPLC พบว่า สามารถตรวจพบความเข้มข้นและการเมทาบอลิซึมของสาร diuron ในดินและสารละลายดิน ที่ 50 วันหลังจากได้รับสาร และยังสามารถเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ Roy (2005) ได้ทำการตรวจหาสาร clodinafop ในรูป acid ในตัวอย่างดินที่ความลึกดิน 0-0.15 เมตร ปริมาณ 0.018 ไมโครกรัมต่อดิน 1 กรัม ที่ 10 วันหลังจากได้รับสาร แต่ไม่พบสาร clodinafop ในรูป acid ในตัวอย่างดิน ที่ 6 ชั่วโมงหลังจากได้รับสาร ซึ่งบ่งชี้ว่าสาร clodinafop ในรูป acid สามารถสลายได้อย่างรวดเร็วในดิน

ส่วนหลักการของ bioassay test นั้น เป็นการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ (เช่น แตงกวา กะหล่ำปลี และถั่วบางชนิด เป็นต้น) ที่มีผลต่อสารกำจัดวัชพืช สามารถทำการทดสอบได้ทั้งในสภาพแปลงทดลองและโรงเรือนทดลอง โดยทำการตรวจหาว่าในสภาพพื้นที่ ๆ เคยมีการใช้สารกำจัดวัชพืชในฤดูกาลที่ผ่านมา นั้น ยังคงมีสารกำจัดวัชพืชตกค้างเหลืออยู่ในดินหรือไม่ ซึ่งในการประเมินการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชที่มีต่อสารกำจัดวัชพืช จะพิจารณาได้จากข้อมูลทางด้านความงอก ความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และอาการที่พืชได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืช เป็นต้น จากการศึกษาของ Felix *et al.* (2002) ได้รายงานว่าการปลูกข้าวโพดหวานในแปลงถั่วเหลืองที่มีการใช้สาร cloransulam-methyl ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา พบว่า ข้าวโพดหวานจะแสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สาร cloransulam-methyl ที่ 7 วันหลังจากข้าวโพดหวานงอกเช่นเดียวกัน เมื่อทำการปลูกข้าวบาร์เลย์ ถั่วคอมมอนเวท และทานตะวัน ในแปลงที่มีการใช้สาร sulfosulfuron ในช่วง 7 และ 9 เดือนที่ผ่านมา พบว่า ปริมาณสาร sulfosulfuron ที่ตกค้างในดิน ไม่มี

ผลกระทบต่อข้าวบาร์เลย์และถั่วคอมมอนเวท แต่จะมีผลยับยั้งความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากของทานตะวัน (Alonso *et al.*, 2002) ต่อมา Soltani *et al.* (2005) ได้รายงานว่ เมื่อทำการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ เช่น กะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ และข้าวโพดหวาน ในแปลงถั่วเหลืองที่มีการใช้สาร cloransulam-methyl ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา พบว่า พืชชนิดต่าง ๆ สามารถงอกได้เป็นปกติและไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสาร chlorimuron-ethyl ที่ตกค้างอยู่ในดิน นอกจากนี้ได้มีรายงานว่ เมื่อทำการปลูกมะเขือเทศ ถั่วลิมา และถั่วแขกในแปลงข้าวโพดที่มีการใช้สาร flumetsulan และ clopyralid แบบหลังงอก ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา พบว่า ถั่วลิมา และถั่วแขก สามารถงอกได้เป็นปกติและจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารดังกล่าวที่อาจจะมีการตกค้างอยู่ในดิน แต่จะพบการแสดงอาการได้รับพิษของสาร flumetsulan ที่อาจจะมีการตกค้างอยู่ในดินในมะเขือเทศ ที่ 7 วันหลังจากงอก (Felix, 2005)

เนื่องจากผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับผลตกค้างของการใช้สารเคมีในผลิตภัณฑ์ของถั่วเหลืองฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงได้มีการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม โดยการศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช จะทำการพิจารณาโดยใช้วิธี bioassay test กับพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา ถั่วฝักยาว และถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อพืชที่จะปลูกตามมาในฤดูกาลเพาะปลูกถัดไป สำหรับการควบคุมคุณภาพของผลผลิตและความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด จะทำการพิจารณาโดยใช้ GC-MS ซึ่งเป็นแนวทางในการป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สารกำจัดวัชพืช ที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ชนิดของสารกำจัดวัชพืชและอัตราของสารที่ใช้ในการทดลอง

Herbicides	a.i. (%)	Trade name	Dosage/ rai ¹	Dosage/ ha ²	Dosage g a.i./ ha
1. acetochlor	50	Four	600 cc	3,750 cc	1,875 g a.i./ ha
2. alachlor	10	Lasso	750 cc	4,687.5 cc	468.75 g a.i./ ha
3. clomazone	48	Magister	360 cc	2,250 cc	1,080 g a.i./ ha
4. fluazifop-P-butyl*	15	Onecide super	160 cc	1,000 cc	150 g a.i./ ha
5. fluazifop-P-butyl*	15	Onecide super	320 cc	2,000 cc	300 g a.i./ ha
6. imazethapyr**	5.3	Pursuit	400 cc	2,500 cc	1,000 g a.i./ ha
7. isoxaflutole	75	Balance	16 g	100 g	75 g a.i./ ha
8. metribuzin	70	Sencor	100 g	625 g	437.5 g a.i./ ha
9. metribuzin	70	Sencor	120 g	750 g	525 g a.i./ ha
10. oxadiazon	25	Ronstar	640 cc	4,000 cc	1,000 g a.i./ ha
11. pendimethalin	33	Hex	475 cc	2,968.75 cc	979.70 g a.i./ ha
12. pendimethalin	33	Hex	500 cc	3,125 cc	1,031.25 g a.i./ ha
13. clomazone	48 + 33	Magister	320 cc	2,000 cc	960 g a.i./ ha
+ pendimethalin		+ Hex	+ 450 cc	+ 2,812.5 cc	+ 928.125 g a.i./ ha
14. fluazifop-P-butyl	15 + 25	Onecide super	160 cc	1,000 cc	150 g a.i./ ha
+ fomesafen		+ Flex	+ 160 cc	+ 1,000 cc	+ 250 g a.i./ ha
15. metribuzin	70 + 33	Sencor	80 g	500 g	350 g a.i./ ha
+ pendimethalin		+ Hex	+ 450 cc	+ 2812.5 cc	+ 928.125 g a.i./ ha

* fluazifop-P-butyl ทำการฉีดพ่นที่ 21 วันหลังจากปลูกพืช

** imazethapyr ทำการฉีดพ่นที่ 7 และ/หรือ 21 วันหลังจากปลูกพืช

¹ปริมาณน้ำที่ใช้ในการฉีดพ่นสาร 80 ลิตร/ไร่

²พื้นที่ 1 เฮกตาร์ (hectar) = 6.25 ไร่

2. ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์นัมเบอร์ 75 (รายละเอียดของลักษณะประจำพันธุ์ อยู่ในส่วนของ การตรวจเอกสาร ข้อ 1.)

3. เครื่องมือในการทำแปลงทดลอง ประกอบด้วย เครื่องมือในการเตรียมแปลง (เช่น ตลับเมตร ไม้ปักแปลง และไม้วัดความสูง) เครื่องมือในการตวง (เช่น กระบอกตวง และหลอดนิตยา) เครื่องชั่งแบบละเอียด ถังผสมสารกำจัดวัชพืช ถังฉีดพ่นสารขนาดบรรจุ 20 ลิตร ใช้หัวฉีด รูปพัดรีมเสมอ (flat fan) quadrat ขนาด 1×1 ตารางเมตร และเครื่องป้องกันร่างกาย (เช่น หน้ากากป้องกันสาร รongเท้าบูท และถุงมือ) เป็นต้น

4. เครื่องมือตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) (รายละเอียดอยู่ในวิธีการทดลองที่ 1.3, 2.3 และ 3.3) ประกอบด้วย

4.1. ชุดอุปกรณ์ประกอบการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง ได้แก่ rotary evaporator (V501, Switzerland), vacuum pump (SA55JXHIP-4698 CAT. G230CX, Switzerland), homogenizer (Ultra Turrex, Switzerland), Ultra Sonic (SM575D, USA), GC (6890N, USA), MS (5973, USA), Blender (Pyrex, USA), filtering flask (Pyrex, USA), volumetric flask (Pyrex, USA), flat bottom round flask (Pyrex, USA), beaker (Pyrex, USA) และ cylinder (Pyrex, USA) เป็นต้น

4.2. สารเคมี ได้แก่ acetone (analysis reagent grade), acetonitrile (analysis reagent grade), methylene chloride, celite, dichloromethane, nitrogen gas, saturated sodium chloride, 99.5% sodium chloride, sodium sulphate, 20% methanol in acetone, 1M phosphate buffer และ 0.1 etheleneglycol เป็นต้น

วิธีการ

การทดลองที่ 1 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด กรณีศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

1.1 การศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาในสภาพแปลงปลูกพืชทดลอง ของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ในพื้นที่เขตกิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 ถึง กรกฎาคม 2550 โดยวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 3 ซ้ำ ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

การเตรียมแปลงปลูก ไถดินตากไว้ประมาณ 5-7 วัน ปรับดินให้สม่ำเสมอใช้แรงงานหรือรถไถเดินตาม ยกแปลงกว้างขนาด 2 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 1 เมตรขึ้นไป แล้วปรับดินให้เรียบสม่ำเสมอ การเตรียมเมล็ดพันธุ์ ใช้เมล็ดพันธุ์นัมเบอร์ 75 คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อรา (เช่น mancozep, metalaxyl-M และเชื้อ rhizobium) ปลูกในดินที่มีความชื้น ใช้ระยะปลูก ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20 เซนติเมตร หยอด 2-3 เมล็ด/ หลุม โรยดินหรือขี้เถ้ากลบ ใช้ระยะปลูก ให้มีความเหมาะสมกับแต่ละฤดูกาล การให้ปุ๋ย รองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25-50 กิโลกรัม/ไร่ ผสมปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังปลูกประมาณ 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ผสมปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังปลูกประมาณ 25-35 วัน หว่านปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ผสมปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 หลังปลูกประมาณ 45-50 วัน หว่านปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ระหว่างแถวบนสันร่องให้น้ำ หลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสดเสร็จทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ acetochlor, alachlor, clomazone, isoxaflutole, metribuzin, oxadiazon และ pendimethalin ในอัตราที่กำหนดไว้ โดยใช้ปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ (ตารางที่ 1) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (control) และ Hand weeding ที่ 15 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช

บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. สุ่มนับจำนวนชนิดและปริมาณของวัชพืชในสภาพที่เป็น above ground weed ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร โดยใช้ quadrat ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อ 1 แปลงย่อย โดยสุ่มเป็นแนวตรงในส่วนของกลางแปลง และประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช โดยให้เป็นคะแนนระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช (ตารางที่ 2)
2. ประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร โดยให้เป็นคะแนนระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (ตารางที่ 2)
3. วัดความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด (จากโคนต้นถึงปลายยอด) ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร
4. วัดน้ำหนักสดของส่วนลำต้นเหนือดิน (shoot) จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะเก็บเกี่ยว (65 วันหลังจากปลูกพืช)
5. วัดปริมาณของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่จำหน่ายได้ (มี 2-3 เมล็ดต่อฝัก) โดยทำการวัดจากจำนวนของฝัก และน้ำหนักของฝัก
6. พิจารณาด้านทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในถั่วเหลืองฝักสด (ตารางผนวกที่ 1)
7. ประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยทำการพิจารณาจากระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก และต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช รวมถึงการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS)

ตารางที่ 2 ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชและความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก

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

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

1.2 การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

เตรียมแปลงในการทดลองที่ 1.1 หลังจากเก็บเกี่ยวให้พร้อมที่จะปลูกพืช โดยทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือ ปรับดินให้สม่ำเสมอ และปรับขยดินให้เป็นร่อง แบ่งแปลงเป็นแปลงขนาด 1×1 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ก่อนปลูกให้น้ำเพื่อให้ดินมีความชื้น จากนั้นทำการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด (พันธุ์นัมเบอร์ 75) จำนวนพืชละ 100 เมล็ด โดยปลูกพืช 1 ชนิดลงในแปลงขนาด 1×1 ตารางเมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำ

บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1. ประเมินเปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบ
2. ประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบ โดยให้เป็นคะแนนระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก (ตารางที่ 2)

1.3 ตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS

ทำการศึกษาในสภาพห้องปฏิบัติการทดลอง ของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอสารภ จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนตุลาคม 2549 ถึง ตุลาคม 2550 โดยนำถั่วเหลืองฝักสดที่มีอายุได้ 58 วัน (หรือที่ 7 วันก่อนการเก็บเกี่ยว) มาทำการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ซึ่งประยุกต์ตามวิธีการของ Kawasaki (2006) มีขั้นตอนดังนี้

การเตรียมตัวอย่างพืช: นำตัวอย่างพืชที่สุ่มเก็บจากแปลงทดสอบ มาน้ำหนักประมาณ 300 กรัม แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นให้พอละเอียด จากนั้นตักใส่ถุงที่เตรียมไว้ ตัวอย่างละ 20 กรัม ใส่ flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ sodium chloride 7 กรัม 1M phosphate buffer ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ acetonitrile ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ผสมกัน จากนั้นนำตัวอย่างใน flask ไปปั่นให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask ขนาด 500 มิลลิลิตร และ vacuum pump จากนั้นละลาย celite 15 กรัม กับ acetonitrile ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner เช่นเดียวกัน เทสารละลายที่กรองได้ลงใน separatory funnel ขนาด 2,000 มิลลิลิตร แล้วปิดฝา separatory funnel นำเข้าเครื่อง shaker ประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นวางทิ้งไว้ประมาณ 15–20 นาที เพื่อให้สารละลายแยกชั้น ระหว่างนี้เปิดฝา separatory funnel ด้านบนทิ้งไว้ จากนั้นเปิดวาล์วด้านล่างเพื่อไขเอาชั้นน้ำและ sodium chloride ที่อยู่ด้านล่างออกจนถึงชั้น emulsion เติมน้ำ dichloromethane ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ไขน้ำออก แล้วนำตัวอย่างใส่ flat bottom round flask เติมน้ำ 0.1 diethelenglycol ใน acetone หลังจากนั้นนำ flat bottom round flask ไประเหยด้วย rotary evaporator จนแห้งหรือถ้าเกือบจะแห้งใช้ nitrogen gas เป่าให้แห้ง ใช้ 20% methanol in acetone ล้างสารละลายที่แห้งติดบริเวณผิวด้านใน flat bottom round flask หรือเขย่าในเครื่อง ultrasonic เก็บตัวอย่างและปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร จากนั้นดูดสารละลายมา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำ 0.1 diethelenglycol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไประเหยด้วย rotary evaporator ให้แห้ง ล้างสารละลายที่แห้งติดบริเวณผิวด้านใน flat bottom round flask อีกครั้งด้วย acetone แล้วดูดใส่หลอดตัวอย่างขนาดเล็กที่ใช้สำหรับเครื่อง GC-MS

การวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้าง: นำสารละลายในหลอดตัวอย่างขนาดเล็กจากการเตรียมตัวอย่าง มาทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกบันทึกลงเครื่องคอมพิวเตอร์ และพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารรายงานการตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืช ในลักษณะของกราฟและนำกราฟที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้ใน reference library ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของสารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ได้ โดยมีหน่วยเป็น ppm

การทดลองที่ 2 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด กรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

2.1 การศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาในสภาพแปลงปลูกพืชทดลอง ของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ในพื้นที่เขตกิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึง ตุลาคม 2550 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำ ขั้นตอนในการทดลอง มีดังนี้

ทำการคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกจากการทดลองที่ 1 ซึ่งมีแนวโน้มว่าเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด เพื่อยืนยันผลการทดลองในช่วงปลายฤดูฝน สารกำจัดวัชพืชที่เลือกนำมาใช้ทดสอบ ได้แก่ สาร alachlor, clomazone, metribuzin และ pendimethalin และเพิ่มสารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอกอีก 1 ชนิด (imazethapyr) (ตารางที่ 1) โดยทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ทันทีหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสดเสร็จ ต่อมา ที่ 7 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสด จึงทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอกในแปลงทดลองที่กำหนดไว้ การเตรียมแปลงปลูก การใช้เมล็ดพันธุ์ ระยะปลูก การให้น้ำ และการดูแลรักษา ดำเนินตามแผนการปลูกถั่วเหลืองฝักสดของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด (รายละเอียดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1) บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1.1

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS

2.2 การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

เตรียมแปลงในการทดลองที่ 2.1 หลังจากเก็บเกี่ยวให้พร้อมที่จะปลูกพืช โดยทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือปรับดินให้สม่ำเสมอ และปรับยกดินให้เป็นร่อง แบ่งแปลงเป็นแปลงขนาด 1×1 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ก่อนปลูกให้น้ำเพื่อให้ดินที่มีความชื้น จากนั้นทำการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด (พันธุ์นัมเบอร์ 75) จำนวนพืชละ 100 เมล็ด โดยปลูกพืช 1 ชนิดลงในแปลงขนาด 1×1 ตารางเมตร (รายละเอียดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2) บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1.2

2.3 ตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS

นำตัวอย่างพืชที่สุ่มได้จากแปลงทดสอบน้ำหนักประมาณ 300 กรัม จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง homogenizer แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask และ vacuum pump จากนั้นนำเข้าเครื่อง shaker หลังจากนั้นนำ flat bottom round flask ไประเหยด้วย rotary evaporator จนแห้งหรือถ้าเกือบจะแห้งใช้ nitrogen gas เป่าให้แห้ง ต่อมาล้างสารละลายที่แห้งติดบริเวณผิวด้านใน flat bottom round flask หรือเขย่าในเครื่อง ultra sonic จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างและปรับปริมาณของสารละลายให้ได้ 10 มิลลิลิตร นำมาตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้าง ด้วยเครื่อง GC-MS (รายละเอียดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.3) บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.3

การทดลองที่ 3 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด กรณีศึกษาในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

3.1 การศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาในสภาพแปลงปลูกพืชของเกษตรกร ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ในพื้นที่ตำบลท้ายดง อำเภอลำปาง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำ ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

นำสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดจากการทดลองที่ 2 เพื่อปรับแนวทางในการใช้สารกำจัดวัชพืช และยืนยันผลการทดลองในช่วงฤดูแล้ง และเพิ่มสารกำจัดวัชพืชแบบหลังออกอีก 3 ชนิด โดยทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร alachlor, metribuzin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin (ตารางที่ 1) ทันทีหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสดเสร็จ ต่อมาที่ 21 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสด จึงทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบหลังออก ได้แก่ สาร fluazifop-P-butyl, imazethapyr และ fluazifop-P-butyl + fomesafen (ตารางที่ 1) ไล่ดินเป็นลูกฟูก แบ่งแปลงปลูกขนาด กว้าง 1.5 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 1 เมตรขึ้นไป เมล็ดพันธุ์ ระยะปลูก การให้น้ำ และการดูแลรักษา ดำเนินตามแผน การปลูกถั่วเหลืองฝักสดของบริษัทลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด (รายละเอียดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1) บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1.1 และ 2.1

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ RCBD เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS

3.2 การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

เตรียมแปลงในการทดลองที่ 2.1 หลังจากเก็บเกี่ยวให้พร้อมที่จะปลูกพืช โดยทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือปรับดินให้สม่ำเสมอ และปรับยกดินให้เป็นร่อง แบ่งแปลงเป็นแปลงขนาด 1×1 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง จากนั้นทำการปลูกพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดแตกกอ และถั่วฝักยาว จำนวนพืชละ 100 เมล็ด โดยปลูกพืช 1 ชนิดลงในแปลงขนาด 1×1 ตารางเมตร (รายละเอียดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2) บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2 และ 2.2

3.3 ตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS

นำตัวอย่างพืชที่สุ่มได้จากแปลงทดสอบน้ำหนักประมาณ 300 กรัม จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง homogenizer แล้วกรองผ่านชุดกรอง buchner ที่ต่อเข้ากับ filtering flask และ vacuum pump จากนั้นนำเข้าเครื่อง shaker หลังจากนั้นนำ flat bottom round flask ไประเหยด้วย rotary evaporator จนแห้งหรือใช้ nitrogen gas เป่าให้แห้ง ต่อมาล้างสารละลายที่แห้งติดบริเวณผิวด้านใน flat bottom round flask หรือเขย่าในเครื่อง ultrasonic จากนั้นเก็บตัวอย่างและปรับปริมาณให้ได้ 10 มิลลิลิตร นำมาตรวจวิเคราะห์หาสารตกค้างด้วยเครื่อง GC-MS (รายละเอียดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.3) บันทึกผลการทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.3 และ 2.3

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด กรณีศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

1.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การสุ่มนับจำนวนวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่าที่ 7 14 และ 21 วันหลังจากได้รับสาร จำนวนของวัชพืชพวกวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก (ตารางผนวกที่ 10) ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช มีความแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (ตารางที่ 3-5) ในขณะที่ 30 วันหลังจากได้รับสาร มีเพียงจำนวนวัชพืชใบกว้าง ที่ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (ตารางที่ 6) สำหรับการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พบว่า สามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าตีนกา ผักโขม และกกทราย เป็นต้น) ได้ในเกณฑ์ที่ดีมาก (ระดับ 1-2) กล่าวคือ มีระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ (ตารางที่ 7) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สาร acetochlor 1,875 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ isoxaflutole 75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ oxadiazon 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ พืชปลูกจะแสดงอาการได้รับพิษและมีผลต่อผลผลิตของพืชปลูก (ระดับ 2-9) ซึ่งแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของสารกำจัดวัชพืช สำหรับการใส่สาร alachlor 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone 960 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ พืชปลูกจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ (ระดับ 1) (ตารางที่ 8) กล่าวคือ ไม่มีผลต่อพืชปลูก เมื่อเปรียบเทียบผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร พบว่า การใช้สาร metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดน้อยที่สุด และการใช้สาร isoxaflutole มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุด (ตารางที่ 9) เมื่อทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พบว่า น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสดจะ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 10) เมื่อพิจารณาจากผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ช่วยทำให้เพิ่มปริมาณของผลผลิตที่จำหน่ายได้สูงที่สุด

(14,936 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 2,389.76 กิโลกรัม/ไร่) รองลงมาได้แก่ การใช้สาร pendimethalin 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ (13,670 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 2,187.20 กิโลกรัม/ไร่) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (6,691 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 1,070 กิโลกรัม/ไร่) (ตารางที่ 11) สำหรับการประเมินระดับความพึงพอใจ ในการควบคุมวัชพืชที่ 30 และ 65 วันหลังจากได้รับสาร พบว่า การใช้สาร alachlor 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone 1,080 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จัดเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีระดับความพึงพอใจในการ ควบคุมวัชพืชในเกณฑ์ที่ดีมาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืช สำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin จะมีต้นทุนในการใช้ สารกำจัดวัชพืชที่ถูกกว่าการใช้สาร alachlor และ clomazone เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการใช้สารกำจัด วัชพืชทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองที่ 1 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิด (ตั้งแต่ 750- 2,205 บาท/เฮกตาร์ หรือ 120-353 บาท/ไร่) ต่ำกว่าต้นทุนในการใช้แรงงานคน (Hand weeding) (4,687.50 บาท/เฮกตาร์ หรือ 750 บาท/ไร่) สำหรับการควบคุมวัชพืช (ตารางที่ 12)

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนและชนิดของวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร (ตารางผนวกที่ 11-14) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด มีความ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กล่าวคือ ในแปลงถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับสาร กำจัดวัชพืชจะมีจำนวนวัชพืชทุกชนิดน้อยกว่าในแปลงถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ได้รับสารกำจัดวัชพืช

จากการศึกษาในครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกในช่วงต้นฤดูฝน ที่ยังคงมีแสงแดดมาก ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 21.9-34.1 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 1-3) จะส่งผลทำให้ สารกำจัดวัชพืชที่ยังคงอยู่ในบริเวณผิวดินมีการสลายตัวได้เร็วขึ้น ได้มีรายงานการศึกษาว่า แสงแดด สามารถเปลี่ยนโมเลกุลของสารกำจัดวัชพืชได้ ซึ่งเป็นการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชออกจากดินใน ลักษณะหนึ่ง (ทศพล, 2545) จึงทำให้เห็นความแตกต่างของการใช้สารกำจัดวัชพืชได้ ที่ 7 และ 14 วัน หลังจากได้รับสาร จากนั้นได้นำสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ มาทำการทดลองซ้ำ เพื่อยืนยัน ผลการทดลองในช่วงปลายฤดูฝนที่มีฝนตกมาก ซึ่งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6.0-8.7 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 1-3) ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองฝักสดและพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ต่ำลง แต่ พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Hartzler (2002) ที่ได้รายงานว่ สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้ มากกว่าสาร alachlor โดยที่สาร metribuzin จะตรวจพบที่ระดับความลึก 9-12 นิ้ว ในขณะที่สาร alachlor ตรวจพบที่ระดับความลึกเพียง 3-6 นิ้ว นอกจากนี้การที่สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้การดูดซับสาร ของดินเป็นศูนย์ เมื่อเทียบกับสาร pendimethalin ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้การดูดซับสารของดินที่สูงกว่า (ตารางผนวกที่ 23) ทำให้เชื่อว่าสาร metribuzin จะมีการซึมผ่านผิวดินได้ก่อนที่จะถูกย่อยสลายโดยแสง

ตารางที่ 3 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	168.23 b ⁴	464.33 c	140.77 c	773.33 c
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	161.00 b	451.56 c	77.00 b	689.56 c
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	7.22 a	274.45 b	3.11 a	284.78 b
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	6.33 a	272.78 b	6.11 a	285.22 b
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	3.67 a	64.22 a	3.34 a	71.22 a
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	2.11 a	50.33 a	2.78 a	55.22 a
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	1.78 a	63.22 a	1.44 a	66.44 a
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	1.56 a	17.56 a	4.89 a	21.44 a
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	7.22 a	268.89 b	77.00 b	281.00 b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	66.02	30.33	77.85	28.52

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 4 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	159.23 b ⁴	815.90 c	160.77 c	1,135.90 d
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	129.44 b	784.78 c	111.22 b	1,025.00 c
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	3.11 a	6.78 a	2.78 a	12.66 a
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	2.56 a	31.44 a	1.67 a	35.67 a
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	0.56 a	22.55 a	5.22 a	28.33 a
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	0.56 a	9.22 a	3.22 a	13.00 a
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	0.11 a	0.22 a	2.89 a	3.22 a
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	0.56 a	5.11 a	4.44 a	6.89 a
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	5.45 a	255.30 b	8.33 a	269.08 b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	56.72	14.25	69.08	8.13

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 5 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 21 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม -กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	165.00 b ⁴	782.57 b	160.77 b	1,108.33 c
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	20.22 a	101.70 a	6.11 a	135.11 b
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	5.22 a	54.89 a	1.33 a	61.44 a
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	9.44 a	63.43 a	2.67 a	75.54 ab
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	0.78 a	102.98 a	2.33 a	106.09 ab
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	2.11 a	48.89 a	1.33 a	52.33 a
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	4.22 a	51.46 a	0.55 a	56.23 a
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	1.22 a	78.89 a	2.33 a	81.78 ab
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	4.89 a	81.77 a	1.67 a	88.32 ab
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	79.50	18.49	115.65	16.01

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 6 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	276.67 c ⁴	430.00	366.67 c	1,073.33 c
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	147.00 b	262.92	83.33 b	480.10 b
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	7.56 a	142.33	1.89 a	151.78 a
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	10.89 a	136.23	3.33 a	150.45 a
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	7.33 a	205.01	1.89 a	214.23 a
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	6.78 a	123.09	3.55 a	133.42 a
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	5.11 a	142.13	1.22 a	148.47 a
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	7.22 a	183.00	4.44 a	192.78 a
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	9.22 a	177.10	4.89 a	191.21 a
F-test	**	ns	**	**
C.V. (%)	32.43	51.51	51.55	34.30

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 7 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ³)	9	9	3	8
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	2	2	2	2
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	2	2
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	1	1	1	2
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	1	1	1	1
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	1	1	2	2
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1

¹ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมไม่ได้เลย

²DAA = Days after applications

³DAS = Days after sowing

ตารางที่ 8 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ³)	1	1	1	1
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	2	6	2	2
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	1	1
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	1	9	9	9
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	6	7	3	2
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1

¹ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตาย

²DAA = Days after applications

³DAS = Days after sowing

ตารางที่ 9 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ความสูง (เปอร์เซ็นต์ของชุดควบคุม) ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	100.00 a ³	100.00 b	100.00 b	100.00 a
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁴)	100.54 a	102.03 a	110.74 a	101.01 a
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	88.59 d	89.09 d	87.78 d	73.07 e
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	95.65 bc	90.86 d	93.70 c	95.19 b
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	96.74 b	96.95 c	95.18 c	91.78 c
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	90.22 d	75.63 e	30.37 e	35.78 f
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	99.46 a	99.49 b	99.26 b	99.75 a
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	80.43 e	89.85 d	88.52 d	80.78 d
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	94.02 c	98.98 b	98.52 b	93.30 c
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	1.21	1.10	1.12	1.02

¹สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง = (ความสูงของชุดทดลอง × 100) / ความสูงของชุดควบคุม

²DAA = Days after applications

³ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

⁴DAS = Days after sowing

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	น้ำหนักสด ของส่วนต้น (กรัม)	จำนวนข้อ ต่อต้น	จำนวนกิ่ง ต่อต้น	ความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)
1. Control	82.92	8.90	1.90	40.20
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ¹)	129.61	9.27	2.47	42.67
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	115.41	8.91	2.22	36.51
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	134.45	9.40	2.60	41.47
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	111.12	9.20	2.00	43.53
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	116.27	9.20	2.47	33.67
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	144.92	9.73	2.67	44.60
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	95.24	9.00	2.00	37.07
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	115.61	9.33	2.40	42.33
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.58	3.07	13.06	8.72

¹DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ฝัก 3 เมล็ด		ฝัก 2 เมล็ด		ผลผลิต (กิโลกรัม/เฮกตาร์)
	จำนวน (ฝัก)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ฝัก)	น้ำหนัก (กรัม)	
1. Control	1.87	7.47	7.80	22.41	6,691 d ¹
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	2.29	11.68	19.31	47.90	9,931 c
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	6.20	24.40	12.88	71.66	10,807 c
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	5.76	21.18	21.20	56.74	13,203 b
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	5.90	23.40	25.81	69.38	12,601 b
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	5.34	18.41	17.53	45.10	10,051 c
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	3.17	15.27	22.57	58.39	14,936 a
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	4.38	18.89	21.44	62.57	10,764 c
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	6.92	24.34	24.01	61.30	13,670 ab
F-test	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	34.77	30.54	31.41	27.99	6.97

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

²DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 12 การประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและความสมบูรณ์ของต้นข้าวเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาดัชนีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช ¹		ต้นทุน (บาท/เฮกตาร์)
	30 DAA	65 DAA	
1. Control	-	-	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	+	+	4,687.50
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	+++	+++	1,425.00
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	+++++	+++++	1,218.25
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	+++	+++	2,205.00
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	+++++	+++++	875.00
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	+++++	+++++	750.00
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	+++	+++	1,940.00
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	+++++	+++++	843.75

¹ระดับความพึงพอใจในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช

-	หมายถึง	ไม่ดี
+	หมายถึง	พอใช้
+++	หมายถึง	ปานกลาง
+++++	หมายถึง	ดีมาก

²DAS = Days after sowing

1.2 การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร acetochlor อัตรา 1,875 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ alachlor อัตรา 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone อัตรา 1,080 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ isoxaflutole อัตรา 75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ oxadiazon อัตรา 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ รวมทั้ง Hand weeding ที่ 15 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช โดยใช้พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลือง ผักสด จะเห็นได้ว่า ที่ 7 วันหลังปลูกพืชทดสอบ ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในการทดลอง ที่ 1.1 จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ข้างต้น ที่ปลูกในฤดูกาลถัดไป กล่าวคือ พืชทดสอบในแปลงผลิตถั่วเหลืองผักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) สามารถงอกในสภาพไร้อุปสรรคได้เป็นปกติ จะเห็นได้ว่า ความงอกในสภาพไร้อุปสรรคของพืชทดสอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13) โดยที่พืชทดสอบจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้น (ตารางที่ 14)

จากรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอยู่ในดิน โดยนิพนธ์ (2548) รายงานว่า สารกำจัดศัตรูพืชจะปนเปื้อนในดินได้มากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสารและวิธีการใช้สาร โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก ซึ่งฉีดพ่นลงสู่ดินโดยตรงจึงมีโอกาที่จะปนเปื้อนในดินได้มาก เมื่อฉีดพ่นสารลงบนดินแล้วสารจะถูกดูดซับไว้โดยเม็ดดิน บางส่วนสามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งในแนวตั้งตามชั้นของดินและแนวนอน และต้นพืชสามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างจากดินสู่ต้นพืชได้ จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการพิจารณาการตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 1.1 โดยใช้พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองผักสด พบว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจงอกในสภาพไร้อุปสรรคได้เป็นปกติ และจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชในฤดูกาลที่ผ่านมา ทั้งนี้จะเป็นไปได้ว่า ในช่วงตั้งแต่การปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองผักสด สารกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้ในการทดลองที่ 1.1 อาจจะมีการสลายตัวเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ยังคงเหลือตกค้างในดินมีความรุนแรงไม่มากพอที่จะเป็นอันตรายหรือเป็นพิษต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกตามมาในฤดูกาลถัดไป โดยที่ในการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (ส่วนมากจะเป็นสารที่ใช้ทางดิน) นั้น สารกำจัดวัชพืชจะมีความคงทนในดินสำหรับการควบคุมวัชพืชได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งความคงทนของสารกำจัดวัชพืชในดินที่นานเกินไป จะมีผลกระทบต่อพืชชนิดอื่น ๆ ที่ปลูกตามมา โดยเฉพาะการปลูกพืชหมุนเวียน เช่นเดียวกับการรายงานของ Inderjit *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองของพืชที่มีต่อสาร isoxaflutole โดยใช้ bioassay test พบว่า ที่ 7 วันหลังจากได้รับสาร ความยาวในส่วนยอดและรากของมัสตาร์ดจะลดลง

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบในแปลงผลิตข้าวเหลืองฝักสดที่มีการ
ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่			
	ผักกวางตุ้ง	ข้าวโพด	แตงกวา	ข้าวเหลืองฝักสด
1. Control	45.00	79.00	63.25	51.50
2. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	61.50	80.75	51.25	48.00
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	41.00	79.50	55.00	56.75
4. clomazone 1,080 g a.i./ ha	49.00	85.00	68.25	52.75
5. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	39.50	83.75	64.25	32.75
6. metribuzin 525 g a.i./ ha	36.50	80.25	65.00	56.00
7. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	41.25	73.75	57.75	60.50
8. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	45.00	79.00	58.50	52.25
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	38.81	7.56	9.14	15.59

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 14 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ในแปลงผลิตถั่วเหลือง
ฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ¹			
	ผักกวางตุ้ง	ข้าวโพด	แตงกวา	ถั่วเหลืองฝักสด
1. Control	1	1	1	1
2. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	1	1	1	1
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	1	1
4. clomazone 1,080 g a.i./ ha	1	1	1	1
5. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
7. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	1	1	1	1
8. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1

¹ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชทดสอบ และ
9 = พืชทดสอบตาย

1.3 ตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS

จากการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร acetochlor อัตรา 1,875 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ alachlor อัตรา 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone อัตรา 1,080 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ isoxaflutole อัตรา 75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ oxadiazon อัตรา 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 15) เมื่อพิจารณาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดจากกราฟโครมาโตแกรมที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ โดยการใช้ GC-MS ที่มีค่า Detection limited เท่ากับ 0.01 ซึ่งจะทำให้การพิจารณาจากความสูง peak ของเส้นกราฟที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ เมื่อพบความสูงของ peak สูงกว่าระดับปกติ จึงทำการตรวจสอบพื้นที่ใต้เส้นกราฟ ซึ่งจะแตกตัวให้เส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลของสารจำนวน 3 เส้น จากนั้นเปรียบเทียบน้ำหนักโมเลกุลของสารจากกราฟที่ได้กับ standard ของสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น ๆ หากเส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลมีเส้นใดเส้นหนึ่งไม่ตรงกับ standard จะถือได้ว่าไม่ใช่สารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น จากการตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการทดลองที่ 1.1 จะไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ฉีดพ่นสาร metribuzin (ภาพที่ 11) และ pendimethalin (ภาพที่ 12) ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) ส่วนการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดอื่น ๆ ในการทดลองที่ 1.1 นั้น จะไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน (ภาพผนวกที่ 1-4) กล่าวคือ จะไม่พบว่ามีค่าความสูงของ peak เส้นกราฟจากตัวอย่างพืชในทุกสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี จะไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm)

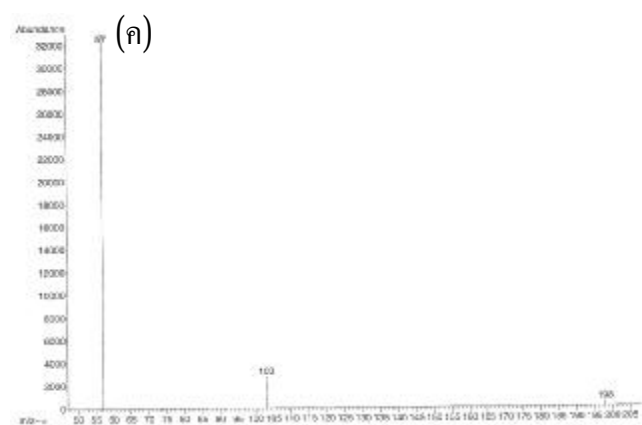
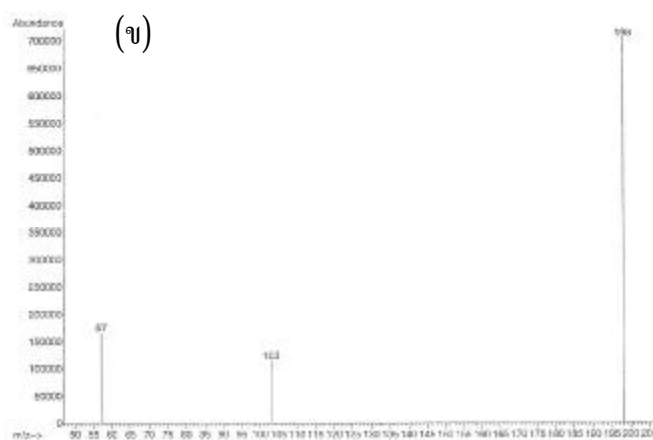
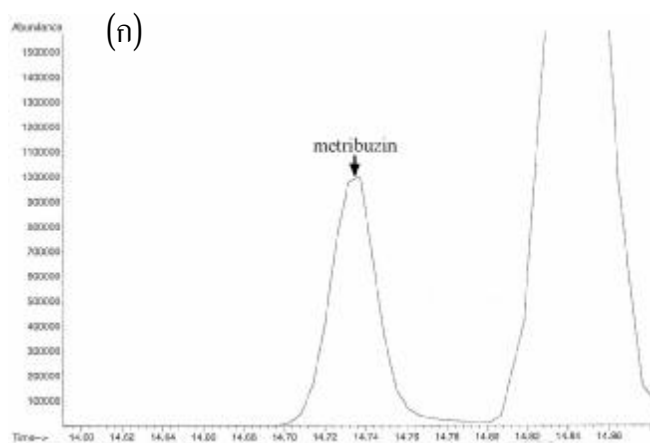
สาเหตุจำเป็นที่ต้องมีตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดและความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด จากการศึกษาเกี่ยวกับสารกำจัดวัชพืชตกค้างในฝักผลไม้มัที่ส่งออก โดย Pena *et al.* (2002) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ส้ม และหน่อไม้ฝรั่ง โดยการใช้ GC-MS พบว่า มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม phenylurea 5 ชนิด ได้แก่ chlorbromuron, fluometuron, linuron, metobromuron และ monolinuron โดยพบสาร chlorbromuron ในปริมาณมากที่สุด ดังนั้น การตรวจสอบสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS จึงนับว่า มีความสำคัญต่อการพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดสำหรับการส่งออก ให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้าต่อไป

ตารางที่ 15 การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด
โดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง ¹
1. Control	N.D.
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	N.D.
3. acetochlor 1,875 g a.i./ ha	N.D.
4. alachlor 468.75 g a.i./ ha	N.D.
5. clomazone 1,080 g a.i./ ha	N.D.
6. isoxaflutole 75 g a.i./ ha	N.D.
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	N.D.
8. oxadiazon 1,000 g a.i./ ha	N.D.
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	N.D.

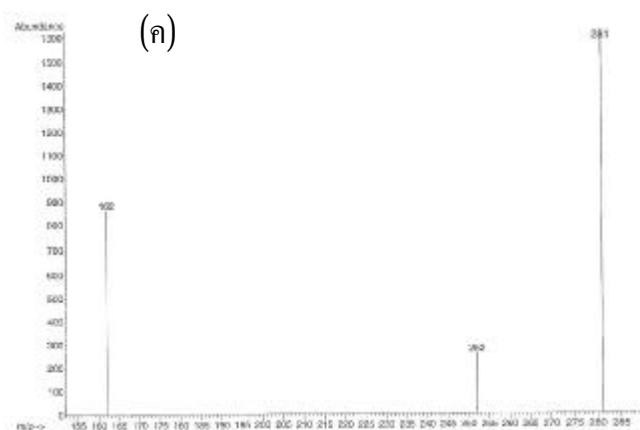
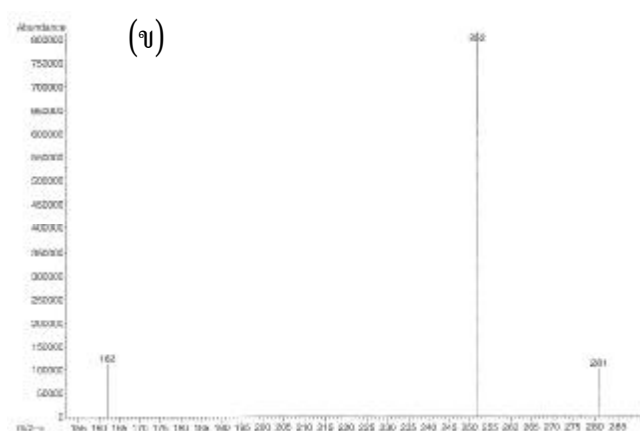
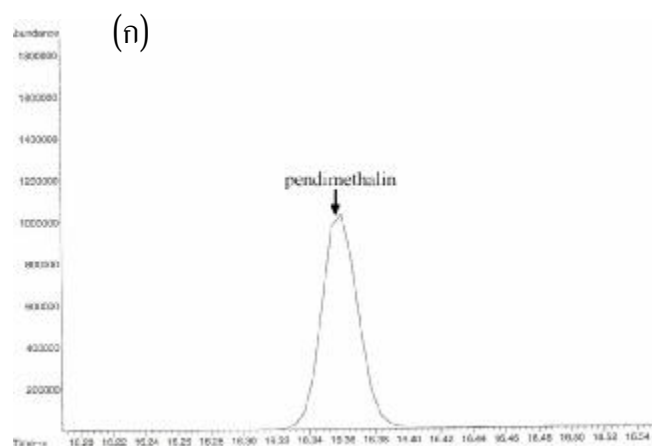
¹N.D. = not detected (ไม่พบสารกำจัดวัชพืชตกค้าง) และ Detection limited = 0.01

²DAS = Days after sowing



ภาพที่ 11 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) โดยที่

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



ภาพที่ 12 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร pendimethalin

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรในเขตภาคเหนือจะปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชหลัก จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และมีระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชได้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่ง เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับควบคุมวัชพืช พบว่า การใช้สาร metribuzin จะมีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้การใช้สาร clomazone อัตรา 1,080 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับทดแทนกันได้ โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่เมื่อมีการใช้สาร acetochlor อัตรา 1,875 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ isoxaflutole อัตรา 75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ oxadiazon อัตรา 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ถั่วเหลืองฝักสดจะแสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าว ซึ่งการใช้สาร isoxaflutole อัตรา 75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะแสดงอาการได้รับพิษรุนแรงมากที่สุด จนทำให้ต้นถั่วเหลืองฝักสดตาย เมื่อพิจารณาจากผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้ bioassay test จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดดังกล่าวนี้ จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนี้ เมื่อตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS จะไม่พบว่ามีสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hager *et al.* (2002) ซึ่งได้รายงานว่าการใช้สาร metribuzin อัตรา 260 และ 420 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงถั่วเหลืองได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช และ Ghosheh (2004) ได้รายงานว่าการใช้สาร metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ในการควบคุมวัชพืชในแปลงปลูกหอมหัวใหญ่จะไม่ส่งผลกระทบต่อฝักกาดที่ปลูกในฤดูกาลปลูกถัดมา แสดงให้เห็นว่า การผลิตถั่วเหลืองฝักสดของประเทศไทยในช่วงต้นฤดูฝนนั้น การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้ การใช้สาร pendimethalin 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับเพื่อลดปัญหาการตกค้างในดิน โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน โดยที่ถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารดังกล่าวนี้

จากนั้นเพื่อยืนยันผลการทดลองในกรณีศึกษาช่วงต้นฤดูฝน และปรับแนวทางในการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ครอบคลุมการผลิตถั่วเหลืองฝักสดทุกฤดูกาลผลิตของประเทศไทย จึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช รวมถึงผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดในช่วงปลายฤดูฝนและฤดูแล้งต่อไป ซึ่งกรณีศึกษาในช่วงปลายฤดูฝนนั้น จะนำสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับดีมากและไม่มีผลกระทบต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด

รวมถึงไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (ได้แก่ สาร clomazone, metribuzin และ pendimethalin) มาพัฒนาต่อไป เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้สาร alachlor ซึ่ง Gabaldon (2002) ได้รายงานว่า มีการตกค้างของสาร alachlor ในผลผลิตพืชชนิดต่าง ๆ เช่น แตงกวา กะหล่ำปลี และถั่วลันเตา เป็นต้น) รวมทั้งชุดควบคุมที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช (control) และ Hand weeding ที่ 15 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช โดยที่ในการพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดต่อไปนั้น จะทำการพิจารณาจากการใช้สาร clomazone ร่วมกับการใช้สาร pendimethalin และการใช้สาร metribuzin ร่วมกับการใช้สาร pendimethalin เพื่อที่จะพัฒนารูปแบบของการใช้สารกำจัดวัชพืชขึ้นมาใหม่ สำหรับนำมาใช้สลับหมุนเวียนหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด เพื่อช่วยลดปัญหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด และ/ หรือ ปัญหาการเกิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต รวมทั้งยังได้มีการพิจารณาการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก ได้แก่ สาร imazethapyr โดยทำการฉีดพ่นสารที่ 7 วัน หลังจากปลูกพืช ตลอดจนจะทำการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1 ต่อไป

การทดลองที่ 2 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด กรณีศึกษาในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การสุ่มนับจำนวนวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่า ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร จำนวนของวัชพืชพวงวศ์หญ้า ใบกว้าง และกกในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชมีความแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (ตารางที่ 16-19) ส่วนการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พบว่า สามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าตีนกา ผักโขม และกกทราย เป็นต้น) ได้ในเกณฑ์ดีมาก (ระดับ 1-2) กล่าวคือ มีระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ (ตารางที่ 20) และเมื่อทำการประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 21) พบว่า ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร ต้นถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ (ระดับ 1) กล่าวคือ ไม่มีผลต่อพืชปลูก เมื่อเปรียบเทียบผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร (ตารางที่ 22) พบว่า การใช้สาร metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดน้อยที่สุด เมื่อทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พบว่า น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 23) เมื่อพิจารณาผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่าการใช้สาร metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ช่วยทำให้เพิ่มปริมาณของผลผลิตที่จำหน่ายได้สูงที่สุด (12,070 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 1,931.20 กิโลกรัม/ไร่) รองลงมาได้แก่ การใช้สาร metribuzin 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ (10,488 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 1,678.08 กิโลกรัม/ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (6,750 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 1,080 กิโลกรัม/ไร่) (ตารางที่ 24) สำหรับการประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชที่ 30 และ 65 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชพบว่าการใช้สาร alachlor, metribuzin, pendimethalin, clomazone + pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin มีระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชในเกณฑ์ดีมาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาด้านทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่าการใช้สาร metribuzin pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin จะมีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชต่ำกว่าการใช้สาร alachlor และ clomazone + pendimethalin นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 2 จะเห็นได้ว่าต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิด (ตั้งแต่ 750-2,205 บาท/เฮกตาร์ หรือ 120-353 บาท/ไร่) ต่ำกว่าต้นทุนในการใช้แรงงานคน (Hand weeding) (4,687.50 บาท/เฮกตาร์ หรือ 750 บาท/ไร่) สำหรับการควบคุมวัชพืช (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 16 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม- ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	168.23 b ⁴	785.10 c	140.78 b	1,094.10 d
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	137.00 b	661.10 c	126.00 b	924.10 cd
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	40.78 a	368.70 b	1.78 a	411.20 b
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	43.11 a	744.00 c	28.23 a	815.40 c
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	17.33 a	112.00 a	3.22 a	132.60 a
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	26.00 a	168.30 ab	4.83 a	199.70 ab
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	28.44 a	226.30 ab	12.44 a	267.20 ab
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	64.56 a	173.40 ab	4.56 a	192.40 ab
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	50.74	30.59	59.44	26.18

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 17 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม- ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	164.78 b ⁴	895.00 c ⁵	171.89 b ⁴	1,231.70 b ⁴
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁶)	126.22 b	749.30 c	150.67 b	1,026.20 b
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	39.89 a	497.20 abc	4.11 a	541.20 a
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	57.11 a	901.40 bc	33.67 a	992.20 b
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	15.78 a	258.20 a	8.78 a	282.80 a
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	23.67 a	387.30 ab	13.17 a	424.20 a
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	25.78 a	339.40 ab	30.78 a	396.00 a
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	51.44 a	381.90 ab	11.56 a	416.80 a
F-test	**	*	**	**
C.V. (%)	47.51	41.98	50.34	35.04

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

⁶DAS = Days after sowing

ตารางที่ 18 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 21 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	158.56 e ⁴	1,025.89 d	188.11 c	1,372.56 d
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	68.44 d	806.28 c	57.11 b	932.33 c
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	18.22 ab	529.56 b	4.44 a	552.22 b
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	57.11 cd	801.44 c	33.67 ab	892.22 c
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	29.11 ab	201.67 a	34.67 ab	265.44 a
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	43.67 bcd	469.33 b	52.00 b	565.00 b
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	11.44 a	479.56 b	166.78 c	657.78 b
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	34.67 abc	409.89 b	56.78 c	503.33 b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	27.97	16.36	32.62	14.21

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 19 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	123.37 b ⁴	929.20 c	224.67 c	1,277.20 c
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	42.22 a	781.60 bc	48.89 ab	872.70 b
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	24.00 a	588.10 ab	9.78 a	621.90 ab
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	43.33 a	760.70 bc	45.89 ab	849.90 b
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	25.11 a	395.30 a	27.67 a	448.10 a
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	37.67 a	444.00 a	50.17 ab	532.00 a
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	16.22 a	534.30 ab	92.78 b	643.30 ab
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	27.89 a	438.90 a	47.00 ab	513.80 a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	34.88	25.59	46.33	22.23

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 20 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ³)	9	9	3	8
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	2	2	2	2
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	2	2	2	2
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	2
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	2
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	2	2	2
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	1	1	2

¹ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมไม่ได้เลย

²DAA = Days after applications

³DAS = Days after sowing

ตารางที่ 21 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ³)	1	1	1	1
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	1	1
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	1	1	1	1
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1
7. clomazone 960 g a.i./ ha	1	1	1	1
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha				
8. metribuzin 350 g a.i./ ha	1	1	1	1
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha				

¹ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตาย

²DAA = Days after applications

³DAS = Days after sowing

ตารางที่ 22 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ความสูง (เปอร์เซ็นต์ของชุดควบคุม) ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	100.00 ab ³	100.00 ab	100.00 b	100.00 b
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁴)	101.67 a	100.35 a	105.41 a	102.56 a
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	94.14 e	98.91 abcd	94.88 d	94.64 d
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	89.34 f	90.59 e	86.67 f	86.65 f
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	98.88 bc	98.00 bcd	97.26 bc	98.25 bc
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	97.52 cd	97.45 cd	95.46 e	91.90 e
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	97.67 cd	98.95 abc	97.57 c	97.76 c
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	96.16 d	96.91 d	93.66 d	95.55 d
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	0.98	1.08	0.79	1.08

¹สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง = (ความสูงของชุดทดลอง × 100) / ความสูงของชุดควบคุม

²DAA = Days after applications

³ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนั้นมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

⁴DAS = Days after sowing

ตารางที่ 23 น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	น้ำหนักสด ของส่วนต้น (กรัม)	จำนวนข้อ ต่อต้น	จำนวนกิ่ง ต่อต้น	ความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)
1. Control	97.32	9.00	1.60	44.20
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ¹)	134.37	8.53	3.07	37.47
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	197.43	9.73	3.53	40.20
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	153.81	9.00	3.07	33.60
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	148.84	9.40	3.13	36.80
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	172.28	9.235	3.365	36.50
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	149.84	9.53	3.07	37.20
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	195.72	9.07	3.60	36.20
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.91	4.06	18.65	9.60

¹DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 24 ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ฝัก 3 เมล็ด		ฝัก 2 เมล็ด		ผลผลิต (กิโลกรัม/เฮกตาร์)
	จำนวน (ฝัก)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ฝัก)	น้ำหนัก (กรัม)	
1. Control	1.50	3.27	9.4	24.88	6,756 d ¹
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	2.60	18.13	16.60	50.00	8,609 c
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	3.73	28.03	19.40	61.67	10,061 b
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	3.20	18.15	16.53	51.27	9,183 b
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	2.40	9.76	19.20	56.97	12,070 a
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	2.23	12.19	20.06	54.76	10,196 b
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	2.07	14.63	20.93	52.56	10,304 b
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	3.00	13.48	16.47	70.40	10,488 b
F-test	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	28.92	51.02	22.01	22.83	5.52

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

²DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 25 การประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งพิจารณาต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช ¹		ต้นทุน (บาท/เฮกตาร์)
	30 DAA	65 DAA	
1. Control	-	-	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	+	+	4,687.50
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	+++++	+++	1,218.25
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	+++	+++	975.00
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	+++++	+++++	750.00
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	+++++	+++++	843.75
7. clomazone 960 g a.i./ ha	+++++	+++++	2,380.00
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha			
8. metribuzin 350 g a.i./ ha	+++++	+++++	1,350.00
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha			

¹ระดับความพึงพอใจในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช

-	หมายถึง	ไม่ดี
+	หมายถึง	พอใช้
+++	หมายถึง	ปานกลาง
+++++	หมายถึง	ดีมาก

²DAS = Days after sowing

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนและชนิดของวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร (ตารางผนวกที่ 15-18) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กล่าวคือ ในแปลงถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชจะมีจำนวนวัชพืชทุกชนิดน้อยกว่าในแปลงถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ได้รับสารกำจัดวัชพืช

การศึกษาในครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณฝนตกมากทำให้ดินได้รับน้ำเป็นปริมาณมาก ซึ่งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 6.5-11 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 4-6) เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 0-2 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 7-9) ส่งผลทำให้สารกำจัดวัชพืชถูกชะล้างจากผิวดินลงสู่ดินชั้นล่างได้ง่าย ซึ่งเมื่อเกิดการชะล้างแล้วสารกำจัดวัชพืชจะเคลื่อนย้ายสู่ดินในระดับลึกเป็นระยะทางอย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร ไปจนถึงมากกว่า 90 เซนติเมตร (รังสิต, 2547) สอดคล้องกับ Hartzler (2002) ที่ได้รายงานว่าการใช้สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้ดีมาก เนื่องจากสาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารของดินเป็นศูนย์ ดังนั้นการที่ฝนตกจะช่วยเพิ่มซึมผ่านผิวดินของสาร metribuzin ทำให้มีประสิทธิภาพสำหรับควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น ส่วนสาร pendimethalin มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารกำจัดวัชพืชของดินสูงมาก การที่ฝนตกจะไม่ส่งผลต่อการซึมผ่านผิวดินของสาร pendimethalin ทำให้สารกำจัดวัชพืชยังคงอยู่ที่ผิวดินชั้นบนมาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Koger (2006) ได้รายงานว่าการที่มีฝนตกหลังการฉีดพ่นสาร pendimethalin จะไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช การงอกและไม่แสดงความเป็นพิษต่อพืชปลูก เนื่องจากปริมาณน้ำฝนและเวลาที่ฝนตกไม่ตอบสนองต่อสาร pendimethalin นอกจากนั้นการใช้สาร pendimethalin ผสมกับสารชนิดอื่น ๆ เช่น clomazone และ metribuzin สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pannacci *et al.* (2007) ได้รายงานว่าการใช้สาร pendimethalin อัตรา 921 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + linuron อัตรา 540 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ acifluorfen 900 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin อัตรา 768 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + imazetabenz 400 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงทานตะวันได้เป็นที่น่าพอใจมากกว่าการใช้สาร pendimethalin เพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่า ในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น นอกจากจะสามารถเลือกใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ เพียงอย่างเดียวได้แล้วยังสามารถเลือกใช้สารผสมระหว่าง metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ นำมาใช้สลับเพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน โดยที่ถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้

2.2 การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร alachlor อัตรา 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ imazethapyr อัตรา 132.5 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone อัตรา 960 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ รวมทั้ง Hand weeding ที่ 15 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช โดยใช้พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด พบว่า ที่ 7 วันหลังจากปลูกพืชทดสอบ ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 2.1 พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ สามารถงอกในสภาพไร่ได้เป็นปกติ จะเห็นได้ว่า ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 26) และไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกและแบบหลังงอกชนิดต่าง ๆ ในข้างต้น (ตารางที่ 27) ซึ่งเป็นไปได้ว่า ในแปลงที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) ไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชเหลืออยู่ในดิน

การที่พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ เช่น ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด ไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในข้างต้น ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า ได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำฝน โดยที่ในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม-ตุลาคม) จะมีฝนตกมาก ในช่วงต้นของการปลูกถั่วเหลืองฝักสด (ตารางผนวกที่ 4-6) มากกว่าการปลูกถั่วเหลืองฝักสดในช่วงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์) (ตารางผนวกที่ 7-9) ซึ่งอาจจะทำให้สารกำจัดวัชพืชเกิดการสูญหายจากการถูกชะล้างของน้ำฝน ส่งผลทำให้มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินลดลงไปได้ โดยที่รังสิต (2547) รายงานว่า การถูกชะล้างเป็นการเคลื่อนย้ายของสารกำจัดวัชพืชในดินโดยได้รับอิทธิพลจากการไหลของน้ำ และการชะล้างนั้นจะเกิดขึ้นได้ทุกทิศทางตามการเคลื่อนย้ายของน้ำ หลังจากฝนตกหนักหรือมีการให้น้ำซึ่งทำให้ดินได้รับน้ำในปริมาณที่มากเป็นผลทำให้สารกำจัดวัชพืชถูกชะล้างจากผิวดินลงสู่ดินชั้นล่างได้ เช่นเดียวกับ Alonso *et al.* (2002) ได้รายงานไว้ที่ 7 และ 9 เดือนหลังจากที่มีการใช้สาร sulfosulfuron จะไม่มีผลกระทบต่อข้าวบาร์เลย์และถั่วคอมมอนเวทที่ปลูกในฤดูกาลปลูกถัดมา จะเห็นได้ว่า การสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น การถูกชะล้างโดยน้ำฝนและการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชอาจมีผลดีในด้านลดการตกค้างของสารกำจัดวัชพืช แต่มีผลเสียในด้านการควบคุมวัชพืชหากเกิดการชะล้างในช่วงที่มีการแข่งขันสูงของวัชพืชกับพืชปลูก

ตารางที่ 26 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบในแปลงผลิตข้าวเหลืองฝักสดที่มีการ
ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่			
	ผักกวางตุ้ง	ข้าวโพด	แตงกวา	ข้าวเหลืองฝักสด
1. Control	56.00	29.50	4.50	47.00
2. alachlor 468.75 g a.i./ ha	83.00	55.00	10.50	38.00
3. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	61.00	58.00	0.50	39.00
4. metribuzin 525 g a.i./ ha	54.50	55.00	9.00	32.50
5. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	52.50	53.00	8.50	39.00
6. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	77.50	51.00	9.50	45.50
7. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	51.00	51.00	8.00	45.50
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	38.81	7.56	9.14	15.59

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 27 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบในแปลงผลิตถั่วเหลือง
ฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (พฤษภาคม-
กรกฎาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ¹			
	ผักกวางตุ้ง	ข้าวโพด	แตงกวา	ถั่วเหลืองฝักสด
1. Control	1	1	1	1
2. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	1	1
3. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	1	1	1	1
4. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
5. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	1	1	1
7. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	1	1	1

¹ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชทดสอบ และ
9 = พืชทดสอบตาย

2.3 การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS

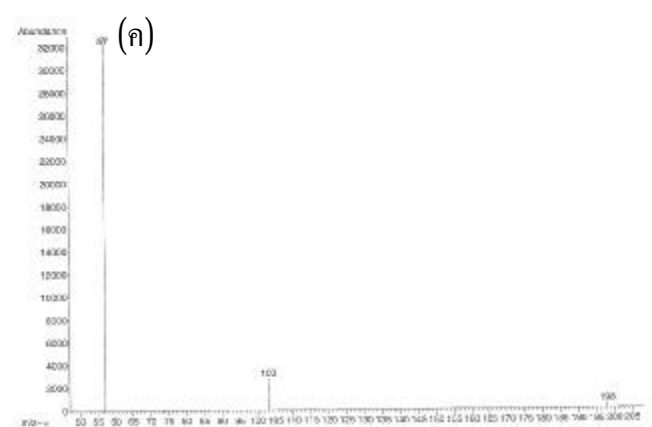
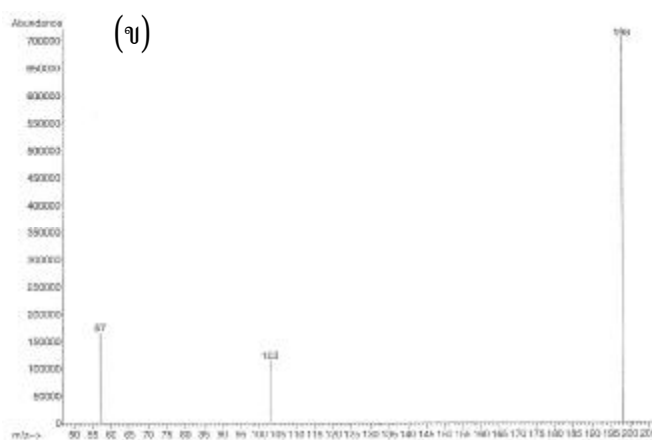
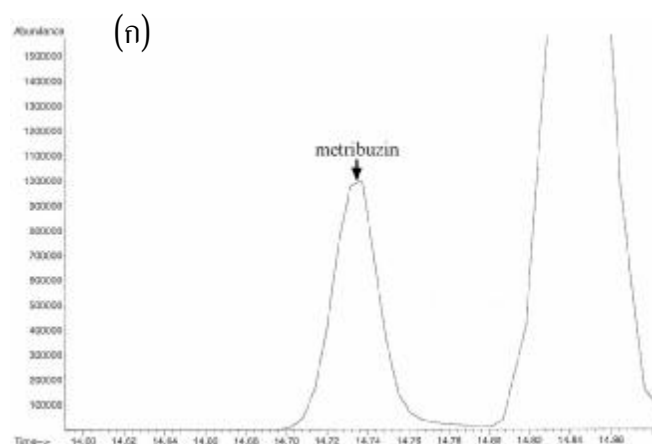
การตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร alachlor อัตรา 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ imazethapyr อัตรา 132.5 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone อัตรา 960 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 26) เมื่อพิจารณาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด จากกราฟโครมาโตแกรม จากการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชโดยใช้ GC-MS ที่มีค่า Detection limited หรือ MRLs เท่ากับ 0.01 ถ้าพิจารณาความสูง peak ของเส้นกราฟที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ เมื่อพบว่าความสูง peak ของเส้นกราฟสูงกว่าระดับปกติ จึงทำการพิจารณาจากพื้นที่ใต้เส้นกราฟที่แสดงน้ำหนักโมเลกุลจำนวน 3 เส้น ของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ standard แล้วไม่ตรงกัน จากการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการทดลองที่ 2.1 จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่ฉีดพ่นสาร metribuzin และ metribuzin + pendimethalin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) (ภาพที่ 13-14) ส่วนการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกและแบบหลังงอกชนิดอื่น ๆ ในการทดลองที่ 2.1 นั้น จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน (ภาพผนวกที่ 5-8) กล่าวคือ จะไม่พบว่ามี ความสูงของ peak เส้นกราฟ จากตัวอย่างพืชในทุกสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ จะไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือ มีค่า MRLs < 0.01 ppm) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Gabaldon *et al.* (2002) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างมะเขือเทศโดยใช้ GC-MS พบว่า เมื่อใช้ MeOH เป็นตัวทำละลายจะพบปริมาณสาร alachlor 82-99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ acetone เป็นตัวทำละลายจะพบสาร alachlor 101-141 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาร acetone เป็นตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำทำให้สกัดสาร alachlor ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์จากตัวอย่างมะเขือเทศ ได้มาก จะเห็นได้ว่า การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS นั้น สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหาร ได้นับว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการส่งออก เนื่องจากการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะมีการตกค้างในผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด ต่อไป

ตารางที่ 28 การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง ¹
1. Control	N.D.
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	N.D.
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	N.D.
4. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	N.D.
5. metribuzin 525 g a.i./ ha	N.D.
6. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	N.D.
7. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	N.D.
8. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	N.D.

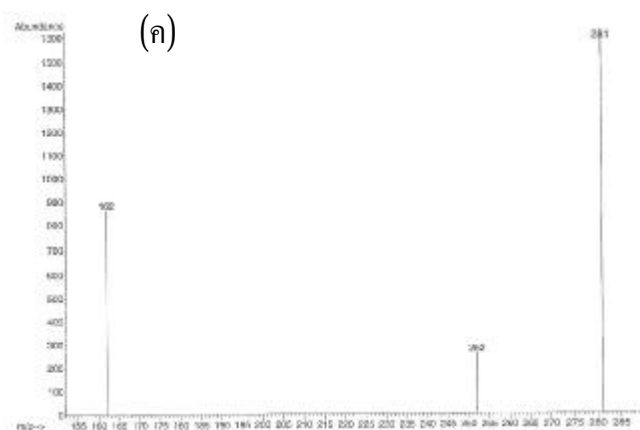
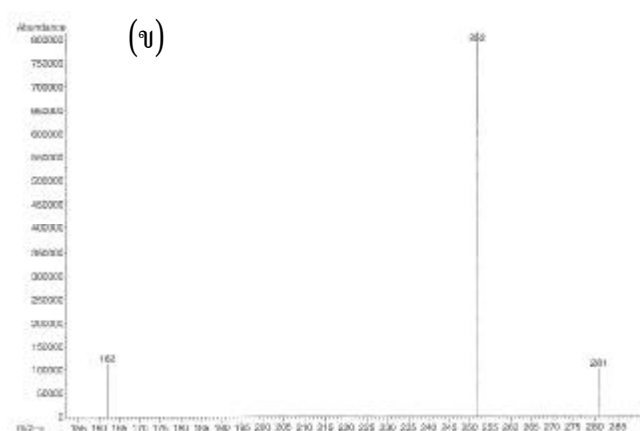
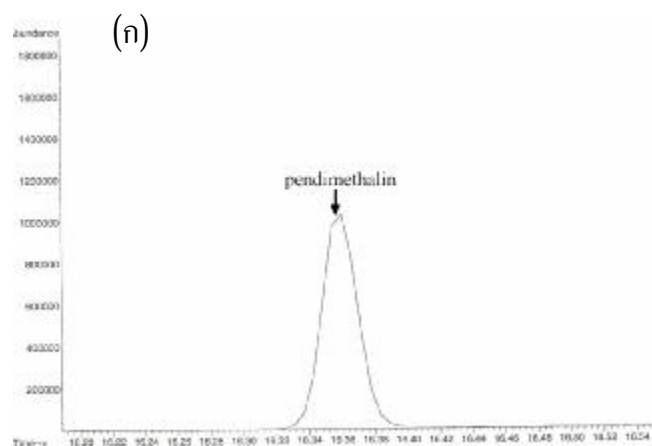
¹N.D. = not detected (ไม่พบสารกำจัดวัชพืชตกค้าง) และ Detection limited = 0.01

²DAS = Days after sowing



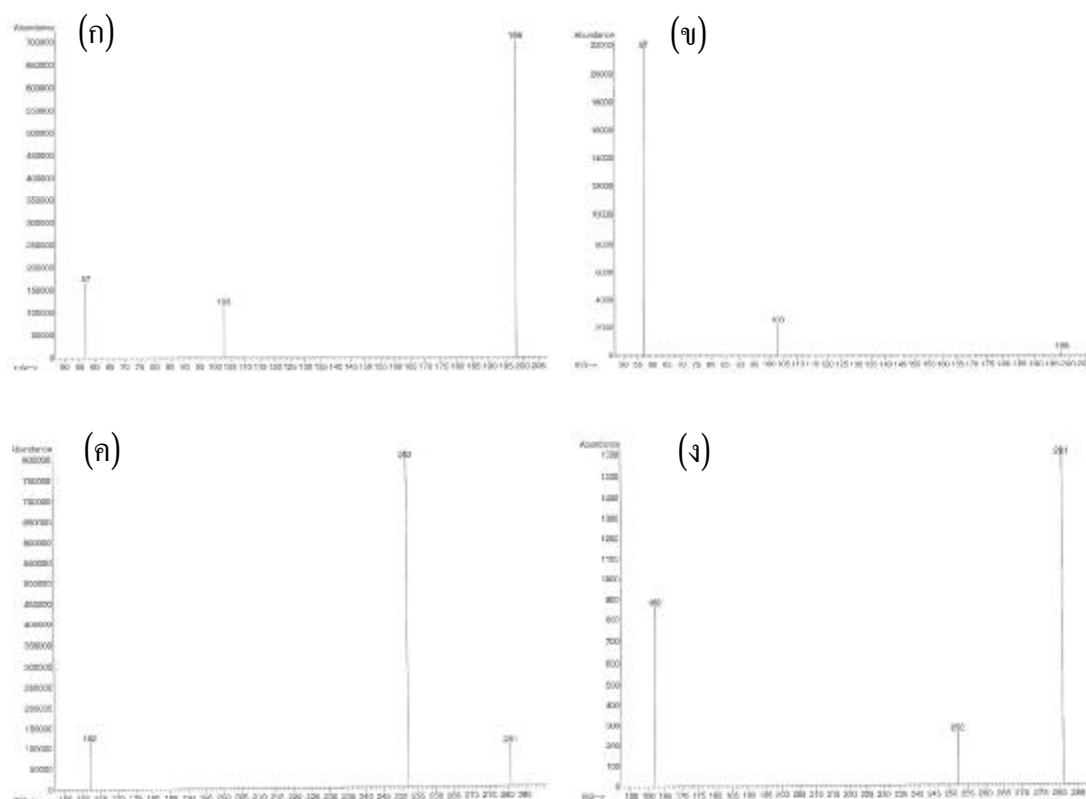
ภาพที่ 13 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) โดยที่

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



ภาพที่ 14 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร pendimethalin



ภาพที่ 15 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin และ pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการ
ใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) โดยที่

- (ก) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร metribuzin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร metribuzin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ง) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร pendimethalin

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรในเขตภาคเหนือจะปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชหลัก จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และมีระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชได้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่ง เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin จะมีต้นทุนในการใช้สารต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้การใช้สาร pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับทดแทนกันได้ โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้ bioassay test จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดดังกล่าวในข้างต้นนี้ จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนี้เมื่อตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ก็ไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pot (2005) ได้รายงานว่ ปริมาณของน้ำฝนมีผลต่อสาร metribuzin โดยที่น้ำฝนจะลดความเข้มข้น การดูดซับสารกำจัดวัชพืชของดิน และการย่อยสลายของสารในดิน แต่จะมีผลในการเพิ่มการเคลื่อนย้ายของสารในดิน ส่งผลให้ประสิทธิภาพสำหรับการควบคุมวัชพืชของสาร metribuzin เพิ่มมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ Smith (2004) ได้รายงานว่ การใช้สาร pendimethalin อัตรา 330 และ 660 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีและไม่มีผลต่อการงอกและน้ำหนักรากของผักโขม และเมื่อมีการใช้สาร pendimethalin ในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้น จะทำให้สาร pendimethalin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีตลอดฤดูกาลปลูก แต่ผักโขมจะแสดงอาการได้รับพิษของสาร pendimethalin จะเห็นได้ว่า ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดของประเทศไทยในช่วงปลายฤดูฝนนั้น นอกจากการแนะนำให้ใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ในการควบคุมวัชพืชแล้ว ยังสามารถแนะนำให้ใช้สาร pendimethalin 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ซึ่งสามารถนำมาสลับใช้เพื่อลดปัญหาการสะสมของปริมาณสารกำจัดวัชพืชจนเกิดการตกค้างในดิน และ/หรือ ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด รวมทั้งอาจจะเกิดปัญหาการต้านทานสารกำจัดวัชพืชของวัชพืชตามมาได้ (เมื่อมีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดิมในพื้นที่เดียวกันซ้ำ ๆ ติดต่อกัน) โดยที่ในการใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้ ทั้งในรูปแบบที่มีการใช้เป็นสารเดี่ยว และ/หรือ การใช้เป็นสารผสม จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับใกล้เคียงกัน

จากนั้นเพื่อยืนยันผลการทดลองในกรณีศึกษาช่วงปลายฤดูฝน และปรับแนวทางในการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ครอบคลุมการผลิตถั่วเหลืองฝักสดทุกฤดูกาลผลิตของประเทศไทย จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช รวมถึงการพิจารณาเกี่ยวกับผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและในผลผลิตสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดฤดูแล้งต่อไป ซึ่งกรณีศึกษาในช่วงฤดูแล้งนั้น จะพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชจากการทดลองในช่วงปลายฤดูฝน ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับดีมากและไม่มีผลกระทบต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ สาร metribuzin, pendimethalin และ metribuzin + pendimethalin โดยทำการเปรียบเทียบกับการใช้สาร alachlor ซึ่ง Gabaldon (2002) ได้รายงานว่าการตกค้างของสาร alachlor ในผลผลิตพืชชนิดต่าง ๆ เช่น แตงกวา กะหล่ำปลี และถั่วลิสงเป็นต้น) รวมทั้งชุดควบคุมที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช (control) และ Hand weeding ที่ 15 30 และ 45 วันหลังจากปลูกพืช ตลอดจนพิจารณาการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังออก ได้แก่ สาร fluazifop-P-butyl imazethapyr และ fluazifop-P-butyl + fomesafen โดยทำการฉีดพ่น ที่ 21 วันหลังจากปลูกถั่วเหลืองฝักสด เพื่อใช้แก้ปัญหาการงอกของเมล็ดข้าวที่อยู่ในดินและพัฒนารูปแบบของการใช้สารกำจัดวัชพืชขึ้นมาใหม่สำหรับนำมาใช้สลับหมุนเวียนหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด เพื่อช่วยลดปัญหาที่อาจจะเกิดจากการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด และ/ หรือปัญหาการเกิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ตลอดจนจะทำการพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 3 การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด กรณีศึกษาในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด

การสุ่มนับจำนวนวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่า ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร จำนวนของวัชพืชพวงวศ หญ้า ใบกว้าง และกก ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช มีความแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (ตารางที่ 29-32) ส่วนการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พบว่า สามารถควบคุมวัชพืช (เช่น หญ้าตีนกา ผักโขม และกกทราย เป็นต้น) ได้ในเกณฑ์ที่ดีมาก (ระดับ 1-2) กล่าวคือ มีระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ (ตารางที่ 33) และเมื่อทำการประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 34) พบว่า ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร ต้นถั่วเหลืองฝักสด จะไม่แสดงอาการได้รับพิษ (ระดับ 1) กล่าวคือ ไม่มีผลต่อพืชปลูก เมื่อเปรียบเทียบผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร (ตารางที่ 35) พบว่า การใช้สาร metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดน้อยที่สุด เมื่อทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด หลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ พบว่า น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 36) เมื่อพิจารณาจากผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะส่งผลให้ได้ปริมาณของผลผลิตที่จำหน่ายได้สูงที่สุด (13,434 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 2,149.44 กิโลกรัม/ไร่) รองลงมาได้แก่ การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ (13,025.28 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 2,084.05 กิโลกรัม/ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (6,111.25 กิโลกรัม/เฮกตาร์ หรือ 977.80 กิโลกรัม/ไร่) (ตารางที่ 37) สำหรับการประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชที่ 30 และ 65 วันหลังจากได้รับสาร พบว่า การใช้สาร metribuzin 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ pendimethalin 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ fluazifop-P-butyl อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จัดเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชในเกณฑ์ดีมาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin จะมีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ต่ำกว่าการใช้สาร metribuzin +

pendimethalin และ fluazifop-P-butyl นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่นำมาใช้ในการทดลองที่ 3 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิด (ตั้งแต่ 750-2,205 บาท/เฮกตาร์ หรือ 120-353 บาท/ไร่) ต่ำกว่าต้นทุนในการใช้แรงงานคน (Hand weeding) สำหรับการควบคุมกำจัดวัชพืช (4,062.50 บาท/เฮกตาร์ หรือ 650 บาท/ไร่) (ตารางที่ 38)

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนและชนิดของวัชพืชจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสาร (ตารางผนวกที่ 19-22) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กล่าวคือ ในแปลงถั่วเหลืองฝักสดที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชจะมีจำนวนวัชพืชทุกชนิดน้อยกว่าในแปลงถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ได้รับสารกำจัดวัชพืช

การศึกษาในครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 17.9-34.5 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 7-9) ทำให้ถั่วเหลืองฝักสดและวัชพืชงอกได้ช้า ทำให้การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอกล่าช้า โดย ลิลลี่ และคณะ (2549) ได้รายงานไว้ว่า อัตราการงอกของเมล็ด จะสูงสุดเมื่อได้รับอุณหภูมิที่เหมาะสมและอัตราการงอกจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลงจนถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่จะงอกได้ เช่นถั่วเหลืองงอกได้ดีที่สุดเมื่อได้รับอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-16 ชั่วโมง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของวัชพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป และขึ้นอยู่กับสภาพที่วัชพืชนั้นขึ้นอยู่ (รังสิต, 2547) นอกจากนั้นยังส่งผลทำให้สารกำจัดวัชพืชมีการสลายตัวได้ช้า จึงทำให้เห็นความแตกต่างของการใช้สารกำจัดวัชพืชได้ ที่ 7 วันหลังจากได้รับสาร โดยสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าสารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก ซึ่งสาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ pendimethalin อัตรา 1,031.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด จากเหตุผลของค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้การดูดซับสารของดิน ซึ่งสอดคล้องกับ Stenrod et al. (2007) ได้รายงานไว้ว่า สาร metribuzin เกิดการสลายตัวและถูกชะล้างจะเกิดได้เร็วขึ้น เมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง นอกจากนั้นเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ จะส่งผลให้การสลายตัวของสาร metribuzin จะช้าลง เมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส บ่งชี้ว่า จะเพิ่มการเคลื่อนย้ายของสาร metribuzin ในชั้นดิน โดยจะเพิ่มความเข้มข้นของสารในช่องของน้ำในดิน และถ้าอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน สารที่ถูกชะล้างจะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การใช้สาร metribuzin มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดช่วงต้นและปลายฤดูฝน และสามารถใช้ในฤดูแล้งที่มีอุณหภูมิต่ำได้เช่นกัน

ตารางที่ 29 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 7 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	210.55 d ⁴	11.22 a	124.67 e	295.00 d
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	164.67 d	8.22 a	125.33 e	298.33 d
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	56.00 abc	4.55 a	28.57 ab	89.10 b
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	112.00 cd	246.33 d	37.57 abc	235.67 c
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	37.33 ab	82.11 a	12.52 a	78.55 a
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	82.33 bc	134.67 b	77.53 cd	90.57 b
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	40.75 ab	23.88 a	30.24 ab	83.42 ab
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	13.20 ab	2.33 a	4.56 a	20.10 a
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	44.37 ab	34.57 a	29.57 ab	85.15 ab
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	40.67 ab	6.11 a	6.22 a	39.75 a
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	30.43 ab	11.32 a	85.47 de	127.33 b
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	6.44 a	2.11 a	4.00 a	12.58 a
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	67.47 abc	191.00 c	61.20 bcd	135.00 b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	85.30	103.74	81.11	78.99

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 30 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 14 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	299.00 b ⁴	165.67 b	202.78 c	500.58 c
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	240.87 b	22.77 a	217.33 c	480.67 c
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	43.44 a	6.33 a	4.11 a	53.90 a
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	267.56 b	503.67 c	127.90 abc	401.33 c
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	89.18 a	167.89 b	42.63 ab	133.78 a
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	216.56 b	279.00 b	38.00 ab	206.33 b
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	60.42 a	36.38 a	37.50 ab	134.30 a
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	12.67 a	4.00 a	5.65 a	22.33 a
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	65.78 a	43.56 a	40.38 ab	149.72 a
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	59.88 a	8.22 a	16.44 a	63.55 a
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	23.11 a	11.00 a	169.67 bc	204.00 b
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	9.44 a	2.00 a	8.68 a	20.10 a
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	266.33 b	324.33 b	170.43 bc	261.00 b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	82.59	122.64	94.40	78.94

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 31 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 21 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	222.64 c ⁴	65.44 a	206.67 d	494.75 d
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	94.67 b	60.10 a	225.33 d	482.00 d
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	13.21 a	8.90 a	9.79 a	31.90 a
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	31.10 a	127.80 b	166.00 c	325.00 c
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	10.36 a	42.60 a	55.33 b	108.33 b
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	60.53 ab	39.67 a	58.47 b	158.67 b
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	51.25 ab	28.75 a	18.65 a	98.65 ab
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	13.57 a	2.56 a	11.77 a	27.90 a
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	52.54 ab	30.21 a	18.34 a	101.09 ab
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	34.11 a	5.11 a	12.67 a	38.91 a
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	12.67 a	15.57 a	155.67 c	184.00 b
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	8.11 a	4.45 a	17.67ab	30.23 a
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	50.57 ab	52.77 a	140.00 c	243.33 b
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	112.65	90.43	94.29	89.52

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 32 จำนวนประชากรของวัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และกก ที่ได้จากการสุ่มโดยใช้ quadrat ที่ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ชนิดวัชพืช (จำนวนต้น/ตารางเมตร)			
	วงศ์หญ้า ¹	ใบกว้าง ²	กก ³	รวม
1. Control	130.45 b ⁴	133.33 c	268.05 d	531.83 d
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁵)	79.53 a	96.77 b	240.67 d	416.67 d
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	20.43 a	12.00 a	7.22 a	39.67 a
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	34.67 a	106.00 b	213.67 cd	354.33 d
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	21.56 a	85.33 b	71.22 b	118.11 b
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	52.20 a	41.90 a	63.00 b	157.00 b
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	40.75 a	15.45 a	38.00 ab	94.15 ab
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	36.67 a	11.32 a	29.80 ab	77.67 a
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	42.36 a	13.25 a	35.82 ab	91.43 ab
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	29.46 a	8.33 a	30.88 ab	68.67 a
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	16.47 a	43.67 a	184.67 c	245.33 c
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	17.10 a	9.11 a	25.90 ab	52.10 a
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	50.00 a	45.23 a	136.00 c	231.33 c
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	70.49	88.31	87.65	80.86

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

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

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

⁵DAS = Days after sowing

ตารางที่ 33 การประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม- กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	9	9	9	9
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ³)	9	9	3	8
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	2	2	1	1
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	2	2	2	2
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	2	2	2	2
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	1	1	2	2
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	1	1	2	2
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	2	2	2
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	1	1	1
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	2	2	2	2

¹ระดับความสามารถในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช โดยที่ 1 = วัชพืชตายหมด และ 9 = ควบคุมไม่ได้เลย

²DAA = Days after applications

³DAS = Days after sowing

ตารางที่ 34 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน หลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลืองฝักสด ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	1	1	1	1
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ³)	1	1	1	1
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	1	1
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	1	1	1	1
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	1	1	1	1
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	1	1	1	1
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	1	1	1	1
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	1	1	1
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	1	1	1	1
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	1	1	1	1

¹ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชปลูก และ 9 = พืชปลูกตาย

²DAA = Days after applications

³DAS = Days after sowing

ตารางที่ 35 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสด ที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ความสูง (เปอร์เซ็นต์ของชุดควบคุม) ¹			
	7 DAA ²	14 DAA	21 DAA	30 DAA
1. Control	0	100	100	100
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ⁴)	0	102.35	101.50	102.40
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	0	93.30	95.16	93.18
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	0	96.27	89.60	90.19
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	0	90.45	88.54	87.25
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	0	91.43	90.90	88.51
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	0	95.57	93.05	91.45
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	0	95.17	92.67	89.35
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	0	95.03	93.75	93.05
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	0	93.73	93.14	92.16
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	0	91.43	90.54	85.94
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	0	93.30	93.62	94.98
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	0	95.17	92.20	88.09
F-test	ns	**	**	**
C.V. (%)	0	3.76	4.15	5.52

¹สูตรที่ใช้คำนวณเปรียบเทียบความสูง = (ความสูงของชุดทดลอง × 100) / ความสูงของชุดควบคุม

²DAA = Days after applications

³ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

⁴DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 36 น้ำหนักสดของส่วนต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยวของต้นถั่วเหลืองฝักสดหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	น้ำหนักสด ของส่วนต้น (กรัม)	จำนวนข้อ ต่อต้น	จำนวนกิ่ง ต่อต้น	ความสูงของต้น ที่ระยะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)
1. Control	23.45	7.20	1.00	38.73
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ¹)	26.07	8.13	1.67	42.60
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	26.40	8.40	1.60	44.50
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	26.73	8.13	1.53	46.07
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	28.83	8.33	1.56	46.97
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	26.33	8.27	1.47	44.73
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	31.20	8.28	1.63	44.85
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	33.07	8.33	1.67	44.13
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	30.50	8.14	1.60	44.05
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	32.00	8.17	1.67	43.87
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	37.87	8.67	2.00	47.70
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	36.00	8.40	2.07	45.03
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	30.93	8.53	1.60	47.87
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.36	4.04	14.76	5.30

¹DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 37 ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ฝัก 3 เมล็ด		ฝัก 2 เมล็ด		ผลผลิต (กิโลกรัม/เฮกตาร์)
	จำนวน (ฝัก)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ฝัก)	น้ำหนัก (กรัม)	
1. Control	3.67	12.73	38.33	60.87	6,111.25 d ¹
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	3.67	12.67	43.33	126.33	9,427.84 c
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	6.00	26.33	47.00	132.67	10,710.84 b
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	5.67	24.33	35.67	108.33	9,690.56 c
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	4.67	18.50	37.50	124.50	12,262.45 a
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	2.33	18.00	38.33	113.00	9,932.39 c
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	3.00	12.00	38.75	135.00	12,150.80 ab
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	3.33	13.00	39.33	138.67	13,025.28 a
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	3.50	16.50	40.30	130.50	12,078.35 ab
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	4.00	17.33	42.66	126.67	12,675.03 a
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	11.67	54.33	24.67	77.00	11,301.64 b
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	7.33	30.33	46.00	135.00	13,434.47 a
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	3.67	12.67	39.33	120.67	10,834.33 b
F-test	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	50.73	55.68	13.47	19.61	12.67

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

²DAS = Days after sowing

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 38 การประเมินระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช จากการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและความสมบูรณ์ของต้นถั่วเหลืองปลูกสด รวมทั้งพิจารณาต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืช ¹		ต้นทุน ² (บาท/เฮกตาร์)
	30 DAA	65 DAA	
1. Control	-	-	-
2. Hand weeding (at 15, 30, 45 DAS ²)	+	+	4,687.50
3. alachlor 468.75 g a.i./ ha	+++	+++	1,218.25
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	+	+	580.00
5. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	+++++	+++	1,160.00
6. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	+++	+++	975.00
7. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	+++	+++	625.00
8. metribuzin 525 g a.i./ ha	+++++	+++++	750.00
9. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	+++	+++	759.50
10. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	+++++	+++++	843.75
11. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	+++	+++	2,380.00
12. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	+++++	+++++	1,350.00
13. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	+	+	901.75

¹ระดับความพึงพอใจในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช

-	หมายถึง	ไม่ดี
+	หมายถึง	พอใช้
+++	หมายถึง	ปานกลาง
+++++	หมายถึง	ดีมาก

²DAS = Days after sowing

3.2 การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธี bioassay test

การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร alachlor อัตรา 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ imazethapyr 132.5 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ fluazifop-P-butyl อัตรา 150 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ fluazifop-P-butyl อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ pendimethalin อัตรา 1,031.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone อัตรา 960 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ fluazifop-P-butyl 150 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + fomesafen 250 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ โดยใช้พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แดงกวา และถั่วฝักยาว พบว่าที่ 7 วันหลังปลูกพืชทดสอบ ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 3.1 จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในฤดูกาลถัดไป กล่าวคือ พืชทดสอบในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) สามารถงอกในสภาพไร่ได้เป็นปกติ จะเห็นได้ว่า ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 39) โดยที่พืชทดสอบจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกและแบบหลังงอกชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้น (ตารางที่ 40)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ เช่น ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แดงกวา และถั่วฝักยาว ที่ใช้ในการตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอยู่ในดิน จะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืช ทั้งนี้จะเป็นไปได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ (ตารางผนวกที่ 7-9) ในการทดลองที่ 3.1 จะส่งผลให้เกิดการสลายตัวได้ช้าลง ซึ่งอาจจะทำให้มีการตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ แต่เนื่องจากการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดดังกล่าวในช่วงต้น อาจจะมีการสลายตัวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณของสารกำจัดวัชพืชที่ยังคงเหลือตกค้างอยู่ในดิน มีความรุนแรงไม่มากพอที่เป็นพิษต่อพืชทดสอบได้ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกตามมาในฤดูกาลถัดไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิพนธ์ (2548) ได้รายงานว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (เป็นสารที่ใช้ทางดิน) จะมีความคงทนในดินสำหรับการควบคุมวัชพืชได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งความคงทนของสารกำจัดวัชพืชในดินที่นานเกินไป จะมีผลกระทบต่อพืชชนิดอื่น ๆ ที่ปลูกตามมา เช่นเดียวกับ Felix *et al.* (2007) ได้รายงานว่า ถั่วสน เป็ด ป่าน กระหล่ำปลี มะเขือเทศ พริกหยวก และ แดงกวา มีลักษณะอาการได้รับพิษมาก จากการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (สาร prosulfuron) และแบบหลังงอก (สาร glyphosate) ที่ตกค้างในดินจากการใช้สารกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดจำเป็นต้องคำนึงถึงผลตกค้างในดิน เพื่อการป้องกันไม่ให้มีผลกระทบต่อพืชที่จะปลูกในฤดูกาลปลูกถัดไป

ตารางที่ 39 เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่ของพืชทดสอบในแปลงผลิตข้าวเหลืองฝักสดที่มีการ
ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	เปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่			
	ผักกวางตุ้ง	ข้าวโพด	แตงกวา	ถั่วฝักยาว
1. Control	54.00	81.00	29.33	54.00
2. alachlor 468.75 g a.i./ ha	58.00	81.00	48.67	58.00
3. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	57.00	92.00	33.33	57.00
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	26.00	75.00	31.33	50.00
5. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	25.00	77.00	42.00	25.00
6. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	55.00	85.00	47.00	56.00
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	52.00	81.00	44.67	52.00
8. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	50.00	83.00	50.00	62.00
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	45.00	80.00	52.00	59.00
10. clomazone 960 g a.i./ ha	46.00	43.00	42.00	46.00
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha				
11. metribuzin 350 g a.i./ ha	49.00	90.00	45.00	49.00
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha				
12. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	69.00	88.00	43.00	69.00
+ fomesafen 250 g a.i./ ha				
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	26.58	14.75	18.43	21.09

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 40 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบในแปลงผลิตถั่วเหลือง
ฝักสดที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

สารกำจัดวัชพืช	ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ ¹			
	ผักกวางตุ้ง	ข้าวโพด	แตงกวา	ถั่วฝักยาว
1. Control	1	1	1	1
2. alachlor 468.75 g a.i./ ha	1	1	1	1
3. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	1	1	1	1
4. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	1	1	1	1
5. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	1	1	1	1
6. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	1	1	1	1
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	1	1	1	1
8. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	1	1	1	1
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	1	1	1	1
10. clomazone 960 g a.i./ ha	1	1	1	1
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha				
11. metribuzin 350 g a.i./ ha	1	1	1	1
+ pendimethalin 928.125 g a.i./ ha				
12. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	1	1	1	1
+ fomesafen 250 g a.i./ ha				

¹ระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชทดสอบ โดยที่ 1 = ไม่มีผลต่อพืชทดสอบ และ
9 = พืชทดสอบตาย

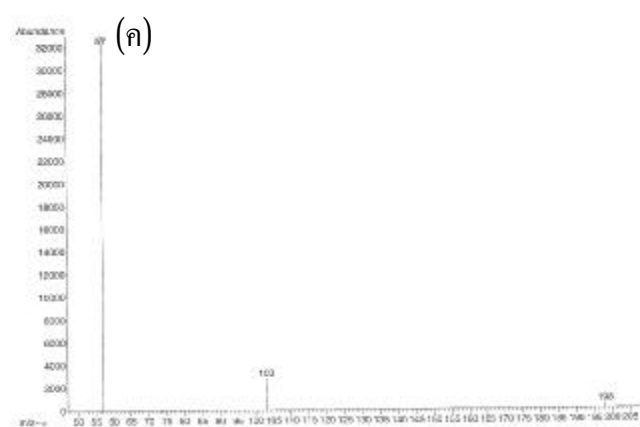
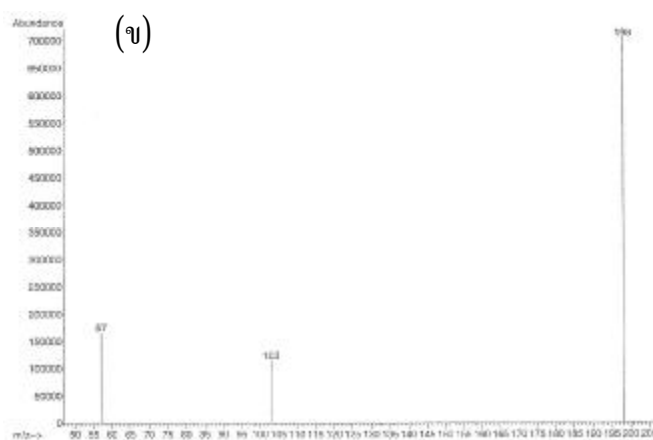
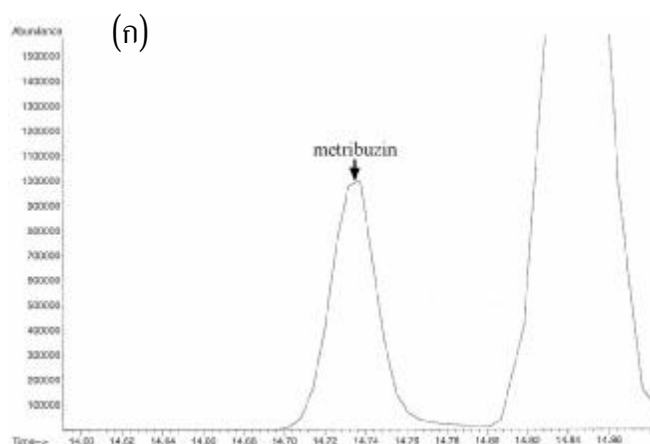
3.3 การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS

การตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้วิธี GC-MS พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สาร alachlor อัตรา 468.75 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ imazethapyr 132.5 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ fluazifop-P-butyl อัตรา 150 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ clomazone อัตรา 960 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ fluazifop-P-butyl 150 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + fomesafen 250 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (ตารางที่ 41) เมื่อพิจารณาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS ซึ่งมีค่า Detection limited เท่ากับ 0.01 จากนั้นทำการตรวจสอบพื้นที่ใต้เส้นกราฟของสารกำจัดวัชพืชที่เวลานั้น ๆ ต่อมาทำการเปรียบเทียบเส้นกราฟน้ำหนักโมเลกุลของสารจำนวน 3 เส้น กับ standard library ของสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้น หากไม่ตรงกันทั้ง 3 เส้น จากการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในการทดลองที่ 3.1 จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีการฉีดพ่นสาร metribuzin และ metribuzin + pendimethalin ในช่วงฤดูแล้ง (สิงหาคม-ตุลาคม) (ภาพที่ 15-16) ส่วนการตรวจหาสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกและแบบหลังงอกชนิดอื่น ๆ ในการทดลองที่ 3.1 นั้น จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวนี้ ในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน (ภาพผนวกที่ 9-13) กล่าวคือ จะไม่พบว่ามีค่าสูงของ peak เส้นกราฟ จากตัวอย่างพืชในทุกสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ใกล้เคียงกับ standard ของสารกำจัดวัชพืชในการทดลองที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวนั้น จะไม่มีการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Guardia-Rubio *et al.* (2007) รายงานว่า จากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในตัวอย่างมะกอก โดยการใช้ GC-MS พบว่า สามารถตรวจพบปริมาณของสารกำจัดวัชพืชได้หลายชนิด ได้แก่ diuron, simazine, atrazine, terbutylazine, heptachlor และ terbutryn โดยที่สามารถตรวจพบสาร heptachlor มากที่สุด จากการศึกษาในครั้งนี้ การใช้สาร metribuzin และ pendimethalin เพียงอย่างเดียว และ/ หรือการใช้สารผสมระหว่าง metribuzin + pendimethalin ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกที่ได้มีการแนะนำให้ใช้สำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดนั้น จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนั้นการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ imazethapyr 132.5 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์, fluazifop-P-butyl อัตรา 150 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ fluazifop-P-butyl 150 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + fomesafen 250 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ซึ่งฉีดพ่นที่ 21 วันหลังจากปลูกพืช จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน

ตารางที่ 41 การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ GC-MS ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

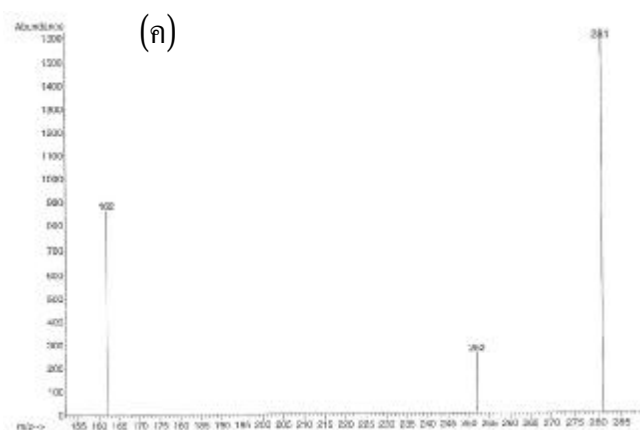
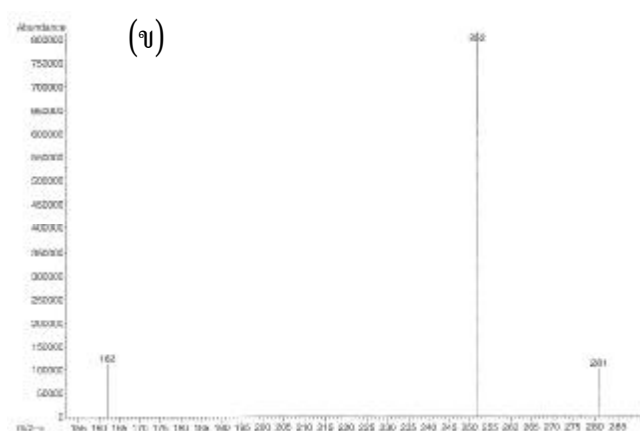
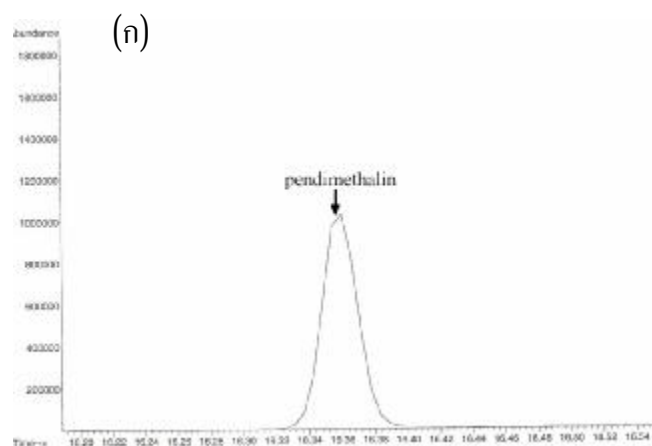
สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง ¹
1. Control	N.D.
2. alachlor 468.75 g a.i./ ha	N.D.
3. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha	N.D.
4. fluazifop-P-butyl 300 g a.i./ ha	N.D.
5. imazethapyr 132.5 g a.i./ ha	N.D.
6. metribuzin 437.5 g a.i./ ha	N.D.
7. metribuzin 525 g a.i./ ha	N.D.
8. pendimethalin 979.70 g a.i./ ha	N.D.
9. pendimethalin 1,031.25 g a.i./ ha	N.D.
10. clomazone 960 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	N.D.
11. metribuzin 350 g a.i./ ha + pendimethalin 928.125 g a.i./ ha	N.D.
12. fluazifop-P-butyl 150 g a.i./ ha + fomesafen 250 g a.i./ ha	N.D.

¹N.D. = not detected (ไม่พบสารกำจัดวัชพืชตกค้าง) และ Detection limited = 0.01



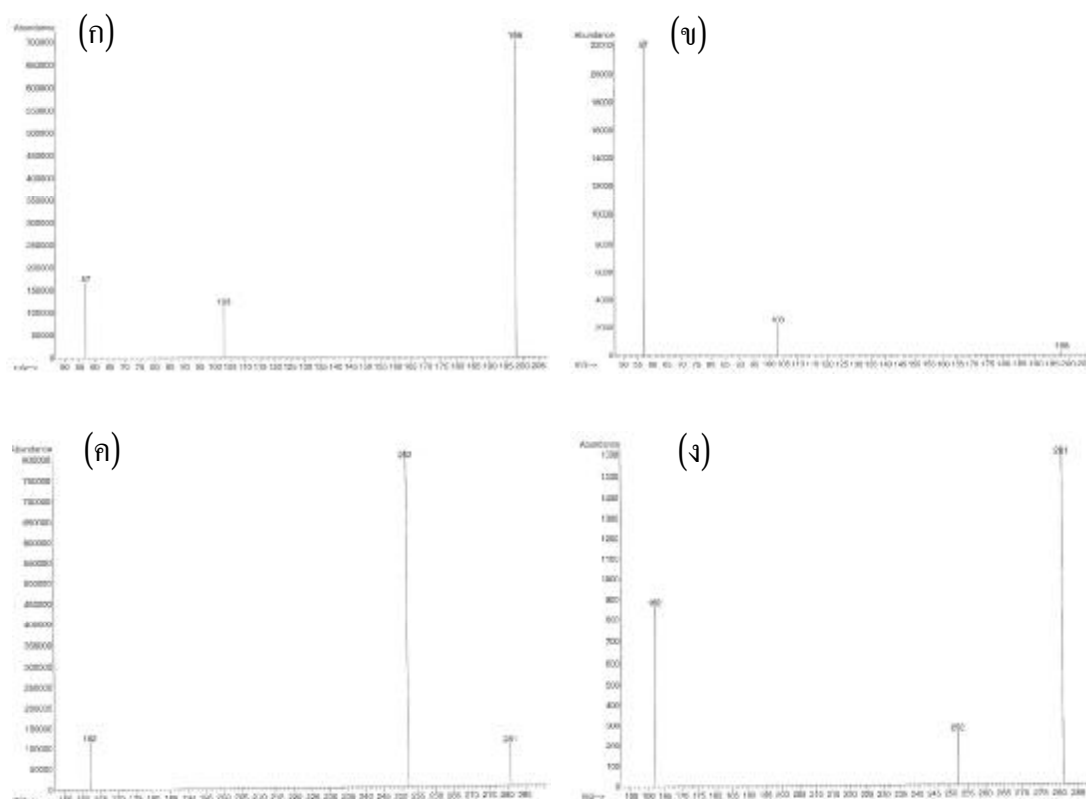
ภาพที่ 16 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) โดยที่

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



ภาพที่ 17 การตรวจหาปริมาณสาร pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) โดยที่

- (ก) โครมาโตแกรมที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
- (ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร pendimethalin



ภาพที่ 18 การตรวจหาปริมาณสาร metribuzin และ pendimethalin ที่ตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการ
ใช้ GC-MS ในช่วงต้นฤดูฝน (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) โดยที่
(ก) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร metribuzin
(ข) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร metribuzin
(ค) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จาก Standard ของสาร pendimethalin
(ง) น้ำหนักโมเลกุลที่ได้จากตัวอย่างพืช ในสิ่งทดลองที่ได้รับสาร pendimethalin

การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบนมีการปลูกเป็นพืชรอง และบำรุงดินหลังจากการทำนา จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และมีระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชได้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่ง เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช จะเห็นได้ว่าการใช้สาร metribuzin จะมีต้นทุนในการใช้สารต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ การใช้สาร pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับทดแทนกันได้ โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้ bioassay test จะเห็นได้ว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดดังกล่าวในช่วงต้นนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วฝักยาว นอกจากนี้เมื่อตรวจหาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Stenrod et al. (2007) ได้รายงานว่า สาร metribuzin เกิดการสลายตัวและถูกชะล้างจะเกิดได้เร็วขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง นอกจากนั้นเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้เกิดการสลายตัวของสาร metribuzin ช้าลง ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า การใช้สาร metribuzin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์) ที่มีอุณหภูมิต่ำ

สำหรับกรณีศึกษาในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีข้อสังเกตว่า การผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบน จะมีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชรองหลังจากการทำนาจึงทำให้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการงอกเป็นต้นกล้าของเมล็ดข้าวที่ฝังอยู่ในดิน (ลูกข้าว) ซึ่งต้นกล้าของข้าวนี้มีความสามารถในการแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโตต่าง ๆ (เช่น แสง น้ำ และธาตุอาหาร) กับถั่วเหลืองฝักสด จึงถือได้ว่า ต้นกล้าของข้าวเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในเขตภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบน จึงจำเป็นจะต้องมีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก ได้แก่ fluazifop-P-butyl ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีความสามารถในการควบคุมวัชพืชวงค์หญ้าปีเดียวหรือข้ามปีในพืชปลูกที่เป็นใบกว้าง จึงมีประสิทธิภาพในการควบคุมต้นกล้าของข้าว อีกทั้งยังสามารถช่วยควบคุมวัชพืชวงค์หญ้าชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้สาร fluazifop-P-butyl อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์สามารถนำมาใช้สลับทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวในช่วงต้นได้ นอกจากนี้ การใช้สาร fluazifop-P-butyl จะไม่ส่งผลกระทบต่อต้นถั่วเหลืองฝักสดและพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ เช่น ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา และถั่วฝักยาว ที่ปลูกตามมาในฤดูกาลปลูกถัดไป

สำหรับการพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 ฤดูกาลปลูก ได้แก่ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) และในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกและสารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอกชนิดต่าง ๆ พบว่าการใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ดีที่สุด และมีระดับความพึงพอใจในการควบคุมวัชพืชได้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่ง นอกจากนี้การใช้สาร pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับกันได้ โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับการควบคุมวัชพืช ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin จะมีต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาจากผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืช โดยใช้ bioassay test จะเห็นได้ว่า การใช้สาร metribuzin จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ข้าวโพด แตงกวา ถั่วฝักยาว และถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทั้งแบบก่อนงอกและหลังงอกชนิดต่าง ๆ ในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด เช่นเดียวกับ Hager *et al.* (2002) พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 260 และ 420 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชใบกว้างในแปลงถั่วเหลืองได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วันหลังจากปลูกพืช และไม่ส่งผลกระทบต่อพืชปลูกที่ปลูกในฤดูกาลถัดมา สำหรับการ ใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีทั้งในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความชื้นที่สูงจากปริมาณน้ำฝน รวมถึงการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำในช่วงแล้ง (ตารางผนวกที่ 1-9) ซึ่งสอดคล้องกับ Hartzler (2002) ได้รายงานไว้ว่า หลังจากที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชจะจับตัวอยู่กับคอลลอยด์ดินด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุของคอลลอยด์ดินที่ผิวดินกับโมเลกุลของสารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชบางส่วนจะอยู่ในสารละลายดิน ถ้าหากมีสารกำจัดวัชพืชอยู่ในสารละลายดินในปริมาณมากจะทำให้เกิดการชะล้างอย่างรวดเร็ว โดยการเคลื่อนย้ายของสารในดินจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ 2 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการละลายน้ำของสาร (water solubility) และการดูดซับของดิน (adsorptivity) ซึ่งจะบ่งบอกถึงสัมประสิทธิ์การดูดซับสารของดิน (adsorptivity coefficient, K_{oc}) จะเห็นได้ว่า สาร metribuzin มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารของดินเป็นศูนย์ จึงทำให้สาร metribuzin มีความสามารถในการซึมผ่านผิวดินได้มากกว่าสาร pendimethalin ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารของดินที่สูง ดังนั้นในกรณีที่มีฝนตกมาก สาร metribuzin จะถูกชะล้างลงสู่ดินได้ง่าย ทำให้มีความเข้มข้นในสารละลายดินสูง จึงส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น (ตารางผนวกที่ 23) นอกจากนี้ Stenrod *et al.* (2007) ได้รายงานไว้ว่า การสลายตัวของสาร metribuzin จะช้าลงเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ และมีการสะสมความเข้มข้นของสารในสารละลายดิน เป็นผลให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียงประมาณ 65 วัน ดังนั้นการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกจึงมีความจำเป็นต่อการกำจัดวัชพืชในช่วงแรก เพื่อไม่ให้มีการแข่งขันในช่วงแรกของการเจริญเติบโตกับถั่วเหลืองฝักสด จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ metribuzin และ pendimethalin (ที่มีการใช้เป็นแบบเดี่ยว ๆ และนำมาใช้ผสมกัน) จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับใกล้เคียงกัน โดยที่ถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ จากการใช้สารกำจัดวัชพืชมดังกล่าวนี้

สำหรับการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก (ได้แก่ fluazifop-P-butyl) ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างจนถึงภาคกลางตอนบน เนื่องจากในพื้นที่ดังกล่าวนี้จะมีการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชรองหลังจากการทำนา จึงทำให้ประสบปัญหาการงอกของเมล็ดข้าวที่อยู่ในดิน (ลูกข้าว) ในพื้นที่ ๆ ที่ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกอาจจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมการงอกของเมล็ดข้าวได้ไม่ดีเท่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก (fluazifop-P-butyl) ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการงอกของเมล็ดข้าวได้ดีกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ โดยที่ รังสิต (2547) ได้รายงานว่าการใช้ fluazifop-P-butyl มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชวงศหญาปีเดียวหรือข้ามปีในพืชปลูกที่เป็นใบกว้างได้ดีมาก โดยสารจะเข้าสู่พืชทางรากและใบของพืชและเคลื่อนย้ายไปสะสมบริเวณจุดเจริญ จากนั้นจะถูก metabolized ไปเป็น fluazifop ซึ่งเป็นรูปที่เป็นพิษอย่างรวดเร็วในพืช

การศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยสามารถเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งแบบก่อนงอกและ/ หรือแบบหลังงอกได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่ภาคเหนือซึ่งจะปลูกเป็นพืชหลักในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน รวมทั้งในเขตภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบนจะมีการปลูกเป็นพืชรองและบำรุงดิน หลังจากการทำนาในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะช่วยในการกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการป้องกันหรือลดความเสียหายของถั่วเหลืองฝักสดที่อาจจะเกิดจากการใช้สารกำจัดวัชพืช นับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรผู้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดสามารถเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้องและเป็นไปภายใต้มาตรฐานของความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามในการพัฒนาการจัดการวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ควรมีการศึกษาวิจัยร่วมกับการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ด้วย (เช่น โรคพืช และแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชให้ครอบคลุมในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ตลอดฤดูกาลปลูก ตลอดจนควรมีการพัฒนาเกี่ยวกับการใช้สารผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำมาใช้สลับหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้ ซึ่งจะส่งผลให้มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืชสำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การใช้สาร metribuzin อัตรา 525 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด นอกจากนี้การใช้สาร pendimethalin อัตรา 1,031.25 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ และ/หรือ metribuzin อัตรา 350 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ + pendimethalin อัตรา 928.125 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับหรือทดแทนกันได้ โดยที่มีระดับในการควบคุมวัชพืชได้ดีใกล้เคียงกัน สำหรับการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก พบว่า การใช้สาร fluazifop-P-butyl 300 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์ ที่ 21 วัน หลังปลูกพืชจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด และถั่วเหลืองฝักสดจะไม่แสดงอาการได้รับพิษ

2. การศึกษาผลตกค้างในดินของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ โดยใช้วิธี bioassay test พบว่า พืชทดสอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ผักกวางตุ้ง แตงกวา ข้าวโพด ถั่วฝักยาว และถั่วเหลืองฝักสด สามารถงอกในสภาพไร้อากาศได้เป็นปกติและจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชในฤดูกาลก่อนหน้านี้ ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีอย่างหนึ่งในการอธิบายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อมได้

3. การตรวจหาปริมาณของสารกำจัดวัชพืชทั้งแบบก่อนงอกและหลังงอกชนิดต่าง ๆ ที่ตกค้างในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด โดยการใช้ GC-MS จะไม่พบว่าการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด (หรือมีค่า MRLs < 0.01 ppm) ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีอย่างหนึ่งในการอธิบายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางด้านอาหารได้

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาการจัดการวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด เป็นแนวทางการจัดการวัชพืชโดยการใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีข้อกำหนดเพิ่มมากขึ้น จึงควรมีการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้ผลิตถั่วเหลืองฝักสดอย่างครอบคลุมและชัดเจน

2. ควรมีการพัฒนาการจัดการวัชพืชร่วมกับการจัดการโรคและแมลงศัตรูพืช เพื่อให้จัดการกับศัตรูพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดฤดูกาลผลิต นอกจากนี้ ควรมีการพัฒนาการใช้สารผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำมาใช้สลับหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืช เพื่อให้การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีความปลอดภัยด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ทศพล พรพรม. 2545. สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2548. การสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมิติสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 92 หน้า.
- บุปผา มงคลศิลป์. 2545. ถั่วเหลืองฝักสด. กองส่งเสริมพืชไร่. กรมส่งเสริมการเกษตร.
- รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: พื้นฐานและวิธีการใช้. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลิลลี่ กาวีตะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ สุริยา ตันติวิวัฒน์. 2549. สรรพวิทยาของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Alonso-Prados, J.L., E. Henandez-Sevillano, S. Llanos, M. Villarroja and J.M. Garcia-Baudin. 2002. Effect of sulfosulfuron soil residue on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Protection 21: 1061-1066.
- Arregui, M.C., R. Scotta and D. Sanchez. 2006. Improved weed control with broadleaved herbicides in glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max*). Crop Protection 25: 653-656.
- Burrill, L.C., J. Cardenas and E. Locatelli. 1976. Field manual for weed control research. International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.
- Ellis, J.M. and J.L. Griffin. 2002. Benefit of soil-applied herbicides in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). Weed Technology 16: 541-547.

- Felix, J., D.J. Doohan, S.C. Ditmarsen, M.E. Schultz, T.R. Wright, B.R. Flood and T.L. Rabaey. 2002. Sensitivity of sweet corn (*Zea mays* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.) to cloransulam-methyl soil residues. *Crop Protection* 21: 763-772.
- _____. 2005. Effect of flumetsulam plus clopyralid soil residue on potatoes (*Solanum tuberosum* L.), lima beans (*Phaseolus limensis* L.) snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in rotation. *Crop Protection* 24: 790-797.
- _____, D.J. Doohan and D. Bruins. 2007. Differential vegetable crop responses to mesotrione soil residues a year after application. *Crop Protection* 26: 1395-1403.
- 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.
- Ghosheh, H.Z. 2004. Single herbicide treatments for control of broadleaved weed in onion (*Allium cepa*). *Crop Protection* 23: 539-542.
- Goody, D.C., P.J. Chilton and I. Harrison. 2002. A field study to assess the degradation and transport of diuron and its metabolites in a calcareous soil. *The Science of Total Environment* 297: 67-83.
- 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.
- Hager, A.G., L.M. Wax, G.A. Bollero and F.W. Simmons. 2002. Common waterhemp (*Amaranthus rudis* Sauer) management of soil-applied herbicides in soybean (*Glycine max* L. Merr). *Crop Protection* 21: 277-283.

- 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.
- Inderjit, M. Saini and H. Kaur. 2005. Experimental complexities in evaluating the comparative phytotoxicity of chemicals with different modes of action. *Environmental and Experimental Botany* 53: 97-104.
- Iwasaki, M., I. Sato, Y. Jin, N. Saito and S. Tsuda. 2007. Problems of positive list system revealed by survey of pesticides residue in food. *The Journal of Toxicological Sciences* 32: 179-184.
- Kawasaki, J. 2006. Positive list system for agricultural chemical residues in foods. Available Source: <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/positivelist060228/index.html>, June 22, 2007.
- 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.
- Lin, C.C. 2001. Frozen edamame: global market conditions. pp. 93-96. In: T.A. Lumpkin and S. Shanmugasundaram (compileds). *The Second International Vegetable Soybean Conference*. Washington State University, Pullman, WA, USA.
- Umetsu, N. 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 & Food Ingredient Journal of Japan* 211: 669-674.
- Norsworthy, J.K. 2004. Broadleaved weed control in wide-row soybean (*Glycine max*) using conventional and glyphosate herbicide programmes. *Crop Protection* 21: 277-283.

- Nurse, R.E., A.S. Hamill, C.J. Swanton, F.J. Tardif, W. Deen and P.H. Sikkema. 2007. Is the application of a residual herbicide required prior to glyphosate application in no-till glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max*). *Crop Protection* 26: 484-489.
- 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.
- Pot, V., J. Simunek, P. Benoit, Y. Conquet, A. Yra, M. and J. Martinez-Cordon. 2005. Impact of rainfall on the transport of two herbicide in disturbed grassed filter strip soil cores. *Journal of contaminant Hydrology* 81: 63-88.
- Roy, S. and S.B. Singh. 2005. Liquid chromatographic method for the micro-quantitative determination of clodinafop in soil, wheat and *Phalaris minor*. *Journal of Chromatography A* 1065: 199-206.
- Soltani, N., P.H. Sikkema and D.E. Robinson. 2005. Vegetable crop responses to chlorimuron-ethyl applied in the previous year. *Crop Protection* 24: 685-688.
- _____, _____, B. Deen and S. Bowley. 2005. Effects of pre-emergence applications of flufenacet plus metribuzin on weed and soybean (*Glycine max*). *Crop Protection* 24: 507-511.
- Smith, M.A.K. 2004. Pendimethalin phytotoxicity and seedling weed control in Indian spinach (*Basella alba*). *Crop Protection* 23: 201-204.

- Srisombun, S. and S. Shanmugasundaram. 2001. The history of vegetable soybean development, current status and future development in Thailand. pp. 183-186. In: T.A. Lumpkin and S. Shanmugasundaram (compiled). The Second International Vegetable Soybean Conference Washington State University, Pullman, WA, USA.
- Stenrod, M., J. Perceval, P. Benoit, M. Almvik, R.I. Bolli, O.M. Eklo, T.E. Sveistrup and J. Kvaerner. 2007. Availability and biodegradation of metribuzin in alluvial soils as affected by temperature and soil properties. *Weed Research* 47: 517-526.
- Taylor-Lovell, S., L.M. Wax and G. Bollero. 2002. Preemergence flumioxazin and pendimethalin and postemergence herbicide systems for soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 16: 502-511.
- Theo, H.J., I. Hiroshi and F. Hiroji. 2006. Food Safety and Quality Stands in Japan: Compliance of Suppliers from Developing Countries. Available Source: http://www.siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ThailandCountrySurveyF_final.pdf, August 9, 2006.
- Vitta J.I., D.E. Faccini and L.A. Nisensohn. 2000. Control of *Amaranthus quitensis* in soybean crops in Argentina: an alternative to reduce herbicide use. *Crop Protection* 19: 511-513.
- Wood, A. 2004. Compendium of Pesticide Common Names. Available Source: [http://www.hclrss.demon.co.uk/demos/compendium of Pesticide Common Names.htm](http://www.hclrss.demon.co.uk/demos/compendium%20of%20Pesticide%20Common%20Names.htm), June 28, 2006.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชในแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิต
ถั่วเหลืองฝักสด

สารกำจัดวัชพืช	ราคา/ หน่วย
1. Control	-
2. Hand weeding	130-150 บาท/ 8 ชั่วโมง*
3. acetochlor	380 บาท/ 1,000 มิลลิลิตร
4. alachlor	130 บาท/ 500 มิลลิลิตร
5. clomazone	490 บาท/ 500 มิลลิลิตร
6. fluazifop-P-butyl	290 บาท/ 500 มิลลิลิตร
7. fomesafen	320 บาท/ 1,000 มิลลิลิตร
8. imazethapyr	390 บาท/ 1,000 มิลลิลิตร
9. isoxaflutole	175 บาท/ 20 กรัม
10. metribuzin	250 บาท/ 250 กรัม
11. oxadiazone	485 บาท/ 1,000 มิลลิลิตร
12. pendimethalin	270 บาท/ 1,000 มิลลิลิตร

*ค่าแรงงานสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในการทำงาน 1 วัน หรือ 8 ชั่วโมง
ทำการ ในอัตรา 150 บาท/ คน ที่จังหวัดเชียงใหม่ และในอัตรา 130 บาท/ คน ที่จังหวัดเพชรบูรณ์
(ปี 2550-2551)

ตารางผนวกที่ 2 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	37.9	20.5	0.0	17	27.4	19.5	0.6
2	37.1	21.9	0.0	18	25.9	19.5	10.8
3	36.1	22.9	0.0	19	30.2	20.1	0.0
4	37.2	22.5	0.0	20	27.7	19.9	0.1
5	35.6	23.5	0.0	21	32.3	22.2	23.5
6	36.6	21.0	0.0	22	34.4	21.1	4.5
7	37.3	23.4	0.0	23	35.9	23.0	19.7
8	38.0	22.6	10.5	24	28.7	21.7	41.8
9	36.5	21.6	0.0	25	32.3	21.8	0.0
10	35.7	22.6	3.0	26	34.9	22.4	0.0
11	33.7	22.5	0.5	27	35.6	22.9	0.0
12	34.2	22.6	0.0	28	35.1	22.8	0.0
13	37.1	22.4	0.0	29	36.2	23.7	0.0
14	33.2	23.9	66.2	30	32.2	23.8	32.6
15	24.8	19.1	1.3	31	32.3	21.7	2.7
16	24.0	18.3	1.7				
รวม	1036.1	677.4	219.5				
เฉลี่ย	33.4	21.9	7.1				

ตารางผนวกที่ 3 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	33.3	23.5	0.1	16	38.2	24.3	0.0
2	34.3	22.9	45.6	17	35.4	23.2	1.7
3	33.6	22.8	5.5	18	37.4	23.2	5.5
4	33.2	23.1	1.6	19	32.6	22.8	40.3
5	34.4	23.3	5.3	20	31.7	22.4	32.8
6	32.3	23.0	0.0	21	33.3	21.2	0.3
7	34.6	23.3	0.0	22	33.9	23.5	4.7
8	34.2	23.5	0.0	23	35.0	22.4	27.8
9	34.5	23.5	0.0	24	34.2	21.6	1.2
10	34.1	23.8	0.0	25	33.8	23.7	1.8
11	35.0	23.7	0.3	26	32.5	23.1	1.2
12	34.4	23.2	1.4	27	32.7	23.6	1.1
13	35.4	22.7	T	28	34.2	22.4	0.0
14	35.9	23.2	0.0	29	32.0	24.6	2.2
15	34.0	24.4	0.0	30	31.4	23.8	0.0
รวม	1021.5	695.7	180.4				
เฉลี่ย	34.1	23.2	6.0				

หมายเหตุ: ฝน T = ฝนตกน้อยมาก (ต่ำกว่า 0.1 มิลลิเมตร)

ตารางผนวกที่ 4 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	31.3	25.2	3.3	17	30.9	24.3	1.6
2	30.3	23.9	0.0	18	28.0	24.1	1.3
3	31.9	24.4	0.0	19	26.9	23.3	5.3
4	32.6	24.3	6.5	20	28.6	22.3	10.0
5	30.3	24.3	20.2	21	31.9	23.5	12.7
6	26.8	23.2	3.0	22	30.5	23.3	0.0
7	29.7	23.3	16.0	23	33.7	23.0	0.0
8	28.8	23.0	0.0	24	35.0	24.3	3.0
9	31.4	23.9	1.0	25	32.5	23.8	23.0
10	32.7	24.1	0.0	26	30.1	23.0	9.0
11	32.6	24.2	0.0	27	27.1	22.6	12.0
12	31.1	24.0	0.0	28	30.2	22.6	T
13	31.6	24.7	0.8	29	31.2	23.5	0.0
14	32.3	23.5	0.0	30	29.5	23.9	96.4
15	30.4	24.3	T	31	27.2	22.6	42.7
16	32.5	24.3	1.5				
รวม	949.6	734.7	269.3				
เฉลี่ย	30.6	23.7	8.7				

หมายเหตุ: ฝน T = ฝนตกน้อยมาก (ต่ำกว่า 0.1 มิลลิเมตร)

ตารางผนวกที่ 5 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	29.0	22.8	16.8	17	32.3	23.7	T
2	28.9	22.6	1.3	18	31.6	24.8	48.2
3	30.1	22.9	1.9	19	29.1	24.0	0.0
4	33.3	23.0	0.0	20	27.5	24.2	T
5	34.1	22.6	0.0	21	27.9	23.4	3.4
6	32.6	23.8	0.0	22	29.0	23.3	11.2
7	32.9	23.8	0.0	23	31.0	23.0	T
8	31.6	24.9	12.2	24	30.9	23.8	0.0
9	31.4	24.0	0.1	25	33.0	23.6	10.6
10	30.7	23.7	23.2	26	29.8	23.8	6.2
11	30.6	23.0	7.4	27	30.8	23.8	13.1
12	31.2	23.4	19.9	28	30.7	22.9	12.7
13	31.2	23.1	31.2	29	31.4	23.5	3.4
14	32.0	23.2	4.3	30	27.1	22.9	59.1
15	33.3	23.2	4.5	31	24.0	22.6	45.0
16	32.3	23.9	5.7				
รวม	951.3	727.2	341.4				
เฉลี่ย	30.7	23.5	11.0				

หมายเหตุ: ฝน T = ฝนตกน้อยมาก (ต่ำกว่า 0.1 มิลลิเมตร)

ตารางผนวกที่ 6 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	29.4	22.7	5.9	16	30.3	24.0	0.0
2	31.5	21.9	0.9	17	32.8	23.5	2.3
3	31.8	23.6	0.0	18	31.9	23.0	1.7
4	35.4	22.8	0.0	19	30.8	23.4	8.0
5	35.4	22.9	0.0	20	29.6	22.6	14.4
6	32.0	24.7	7.0	21	28.6	22.3	39.4
7	35.2	24.2	0.0	22	29.7	22.9	13.9
8	35.2	24.7	0.0	23	31.5	22.7	T
9	34.0	24.1	31.3	24	32.9	22.8	0.0
10	31.4	23.0	27.8	25	33.2	22.2	0.0
11	32.4	23.7	3.8	26	30.0	24.0	3.2
12	35.8	24.0	6.9	27	30.9	23.5	2.8
13	32.2	23.4	0.4	28	29.7	23.6	21.3
14	34.0	23.9	0.0	29	30.2	23.5	3.8
15	32.6	24.3	0.0	30	34.7	23.4	0.0
รวม	965.1	701.3	194.8				
เฉลี่ย	32.2	23.4	6.5				

หมายเหตุ: ฝน T = ฝนตกน้อยมาก (ต่ำกว่า 0.1 มิลลิเมตร)

ตารางผนวกที่ 7 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
จังหวัดเชียงใหม่ ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	34.2	22.6	0.0	17	32.7	21.5	0.0
2	35.2	22.9	3.3	18	33.0	22.2	0.0
3	28.3	23.4	4.0	19	32.6	22.3	0.0
4	27.0	23.1	11.3	20	31.9	22.2	0.0
5	30.5	23.6	0.2	21	32.5	21.5	0.0
6	30.8	23.6	9.7	22	32.4	21.2	0.0
7	30.3	23.5	5.3	23	29.4	21.9	0.0
8	30.5	23.4	24.4	24	32.2	19.7	0.0
9	27.9	22.5	0.1	25	32.0	20.7	0.0
10	30.9	22.9	2.4	26	32.8	20.5	0.0
11	31.4	22.9	0.0	27	33.3	21.0	0.0
12	30.6	22.9	9.2	28	32.8	21.2	0.0
13	31.1	22.6	0.0	29	33.1	20.6	0.0
14	31.7	22.0	0.0	30	32.0	20.6	0.0
15	32.0	21.3	0.0	31	31.8	20.3	0.0
16	32.9	21.5	0.0				
รวม	979.8	682.1	69.9				
เฉลี่ย	31.6	22.0	2.3				

ตารางผนวกที่ 8 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัด
เพชรบูรณ์ ประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549

สูงจากระดับน้ำทะเล 114 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	35.4	22.3	0.0	17	29.0	17.2	0.0
2	34.2	23.1	0.0	18	28.2	17.6	0.0
3	33.2	22.0	0.0	19	29.4	17.5	0.0
4	32.8	23.0	0.0	20	29.1	18.0	0.0
5	32.9	20.1	0.0	21	28.1	16.5	0.0
6	32.3	21.3	0.0	22	27.9	12.0	0.0
7	33.5	21.2	0.0	23	27.3	11.6	0.0
8	34.8	22.1	0.0	24	28.3	10.5	0.0
9	34.5	23.0	0.0	25	29.8	12.5	0.0
10	34.1	22.0	0.0	26	30.4	13.5	0.0
11	34.2	20.8	0.0	27	31.4	13.1	0.0
12	32.1	20.6	0.0	28	31.0	14.0	0.0
13	33.6	17.9	0.0	29	30.0	17.1	0.0
14	32.1	19.2	0.0	30	29.8	16.5	0.0
15	31.7	17.9	0.0	31	31.0	16.0	0.0
16	30.0	18.3	0.0				
รวม	972.1	558.4	0.0				
เฉลี่ย	31.4	18.0	0.0				

ตารางผนวกที่ 9 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัด
เพชรบูรณ์ ประจำเดือนมกราคม พ.ศ. 2550

สูงจากระดับน้ำทะเล 114 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	31.0	16.0	0.0	17	35.5	18.7	0.0
2	32.6	15.5	0.0	18	35.3	18.4	0.0
3	32.7	15.0	0.0	19	34.4	19.5	0.0
4	33.7	14.5	0.0	20	34.0	19.8	0.0
5	34.0	16.4	0.0	21	34.2	18.6	0.0
6	32.0	20.3	0.0	22	34.1	21.7	0.0
7	29.8	19.9	0.0	23	33.5	20.8	0.0
8	29.0	20.2	0.0	24	31.5	23.8	0.0
9	29.7	16.6	0.0	25	32.5	19.8	0.0
10	30.7	16.8	0.0	26	32.2	18.8	0.0
11	32.8	16.1	0.0	27	31.0	22.3	0.0
12	32.6	16.0	0.0	28	27.4	18.4	0.0
13	32.8	16.7	0.0	29	28.0	14.8	0.0
14	32.9	17.3	0.0	30	29.7	12.3	0.0
15	33.0	17.2	0.0	31	28.9	14.0	0.0
16	33.8	18.0	0.0				
รวม	962.5	554.2	0.0				
เฉลี่ย	31.0	17.9	0.0				

ตารางผนวกที่ 10 รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัด
เพชรบูรณ์ ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

สูงจากระดับน้ำทะเล 114 เมตร

วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	วันที่	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
	°C		mm		°C		mm
1	29.5	13.7	0.0	15	36.4	20.5	0.0
2	28.8	14.3	0.0	16	35.8	21.2	0.0
3	29.2	13.2	0.0	17	35.7	20.0	0.0
4	31.2	12.0	0.0	18	36.5	20.1	0.0
5	32.6	13.0	0.0	19	35.7	21.9	0.0
6	33.2	13.1	0.0	20	35.3	23.8	0.0
7	33.6	16.4	0.0	21	35.2	23.4	0.0
8	34.7	16.8	0.0	22	35.0	24.8	0.0
9	35.2	16.9	0.0	23	36.1	23.5	0.0
10	36.7	18.3	0.0	24	35.3	23.5	0.0
11	35.5	18.8	0.0	25	36.1	25.2	0.0
12	35.7	20.2	0.0	26	37.6	23.5	4.8
13	35.5	23.8	0.0	27	36.0	22.6	33.3
14	32.0	23.2	0.0	28	34.9	21.4	0.0
รวม	965.0	549.1	38.1				
เฉลี่ย	34.5	19.6	1.4				

ตารางผนวกที่ 11 ชนิดของวัชพืชที่พบในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสด ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่
และจังหวัดเพชรบูรณ์

ชนิดวัชพืช	ชื่อวัชพืช
วงศ์หญ้า	หญ้าขน (Barnyardgrass, <i>Brachiaria mutica</i> (Frossk.) Stapf.) หญ้าน้ำดี (Bermuda grass, <i>Brachiaria reptans</i> L. Gard & C.E. Hubb.) หญ้าแพรง (Buffalograss, <i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.) หญ้าปากควาย (Chinese sprangletop, <i>Dactyloctenium aegyptium</i> L. P. Beauv.) หญ้าตีนนก (Crabgrass, <i>Digitaria ciliaris</i> Retz. Koel.) หญ้านกสีกมพู (Crowfoot grass, <i>Echinochloa colona</i> L. Link.) หญ้าข้าวนก (Goosegrass, <i>Echinochloa crus – galli</i> L. Beauv.) หญ้าตีนกา (Jungle rice, <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth.) หญ้าดอกขาว (Natal grass, <i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees.) หญ้าชันกาด (Running grass, <i>Panicum repans</i> L.) หญ้าดอกชมพู (Topedo grass, <i>Rhynchelytrum repens</i> (wild) C.E. Hubb.)
ใบกว้าง	สาบแรังสาบกา (False dairy, <i>Ageratum conizoides</i> L.) ผักโขม (Garden spurge, <i>Amaranthus gracilis</i> L.) ผักเบี้ยไทย (Globe amaranth, <i>Alternanthera sessilis</i> L. DC.) ผักโขมหิน (Goat weed, <i>Boerhavia diffusa</i> L.) ผักเขมรเล็ก (Gomphrena, <i>Borreria laevis</i> (Lamk) Griseb.) สาบเสือ (Horse purslane, <i>Chomolaena odorata</i> L. R.M.King & H.Robins.) กะเม็ง (Indian heliotrope, <i>Eclipta prustrata</i> L. L.) ผักขง (Little ironweed, <i>Euphorbia heterophylla</i> L.) น้ำนมราชสีห์ (Niruri, <i>Euphorbia hirta</i> L.) ผักงวงช้าง (Painted spurge, <i>Heliotropium indicum</i> L.) ไมยราบเครือ (Parsley, <i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex Colla) ลูกใต้ใบ (Sensitive plant, <i>Phyllanthus niruri</i> L. auct. Non L.) ผักเบี้ยหิน (Sessile joyweed, <i>Trianthema portulacastrum</i> L.) ตีนตุ๊กแก (Smooth button weed, <i>Tridax procumbens</i> L.) ผักชะออง (Wild dairy, <i>Vernonia cinerea</i> L. Less.)
กก	กกทราย (Nut sedge, <i>Cyperus iria</i> L.) แห้วหมู (Umbrella sedge, <i>Cyperus rotundus</i> L.)

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	10	1,865,667.55	186,566.75	29.06 **
Error	16	102,721.24	6,420.08	
Total	26	1,968,388.79		

C.V. = 28.52%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	10	5,116,531.52	511,653.15	980.27 **
Error	16	8,351.22	521.95	
Total	26	5,124,882.74		

C.V. = 8.13%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	10	2,825,280.97	282,528.10	286.42 **
Error	16	15,782.60	986.41	
Total	26	2,841,063.57		

C.V. = 16.01%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 30 วันหลังจากได้รับ
สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	10	2,273,978.80	227,397.88	20.91 **
Error	16	173,999.02	10,874.94	
Total	26	2,447,977.83		

C.V. = 34.30%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ชนิดของวัชพืชในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่

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

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

กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	9	3,138,360.18	348,706.68	19.98 **
Error	14	244,329.81	17,452.13	
Total	23	3,382,689.99		

C.V. = 26.18%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	9	2,785,158.45	309,462.05	5.72 **
Error	14	757,584.13	54,113.15	
Total	23	3,542,742.58		

C.V. = 35.04%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	9	2,483,891.23	275,987.91	26.52 **
Error	14	145,688.25	10,406.30	
Total	23	2,629,579.48		

C.V. = 14.21%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 30 วันหลังจากได้รับ
สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	9	1,681,195.54	186,799.50	7.29 **
Error	14	358,547.11	25,610.26	
Total	23	2,039,742.64		

C.V. = 22.23%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ชนิดของวัชพืชในแปลงผลิตข้าวเหลืองฟัสสด ได้แก่

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

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

กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 7 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	14	49,936	6,242.10	0.67**
Error	24	280,254	9,341.83	
Total	38	330,191		

C.V. = 78.99%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 14 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	14	219,339.02	27,417.38	1.07**
Error	24	766,107.49	25,536.92	
Total	38	985,446.51		

C.V. = 78.94%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 21 วันหลังจากได้รับสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	14	194,591.94	24,323.99	0.95**
Error	24	768,849.11	25,628.30	
Total	38	963,441.45		

C.V. = 89.52%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนและชนิดวัชพืชที่ 30 วันหลังจากได้รับ
สารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

Source	df	SS	MS	F-Value
Herbicides	14	169,461.24	21,182.65	0.89**
Error	24	712,870.66	23,762.35	
Total	38	882,331.90		

C.V. = 80.86%

** มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ชนิดของวัชพืชในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่

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

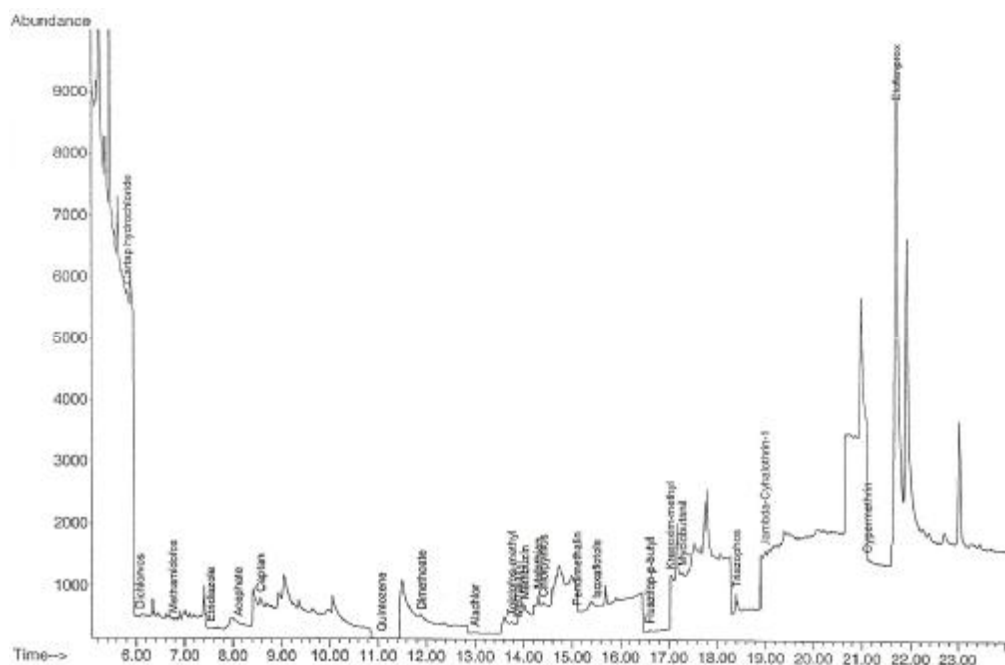
²ใบกว้าง: False dairy, Garden spurge, Globe amaranth, Goat weed, Gomphrena, Horse purslane, Indian heliotrope, Little ironweed, Niruri, Painted spurge, Parsley, Sensitive plant, Sessile joyweed, Smooth button weed และ Wild dairy

³กก: Nut sedge และ Umbrella sedge

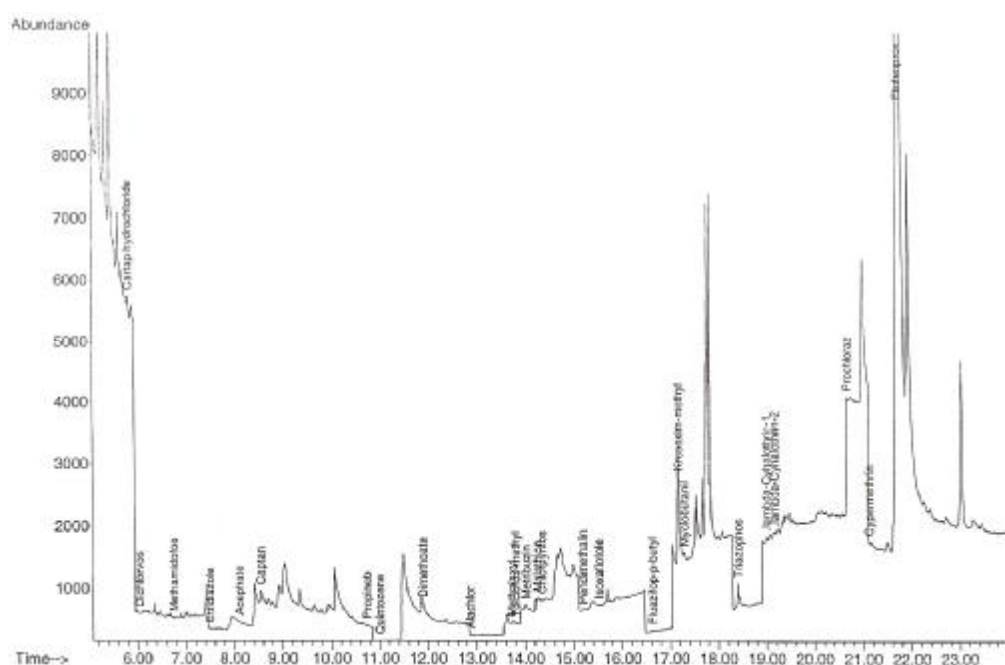
ตารางผนวกที่ 24 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารในดิน (adsorptivity coefficient, K_{oc}) ของสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกชนิดต่าง ๆ (Hartzler, 2002)

Herbicides	Adsorptivity (K_{oc})*	Water solubility (ppm)*
1. acetochlor	0	233
2. alachlor	170	240
3. clomazone	300	1,100
4. isoxaflutole	112	6.7
5. metribuzin	0	1,100
6. oxadiazon	3,200	0.7
7. pendimethalin	24,300	0.2

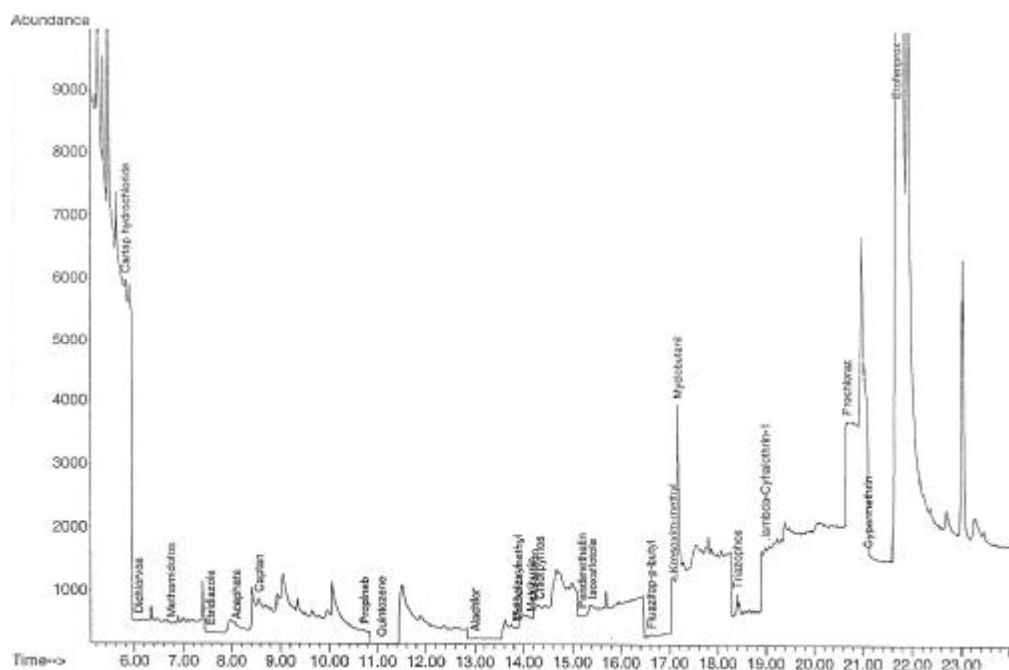
*ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับสารกำจัดวัชพืชในดิน (adsorptivity coefficient, K_{oc}) คำนวณได้จากสัดส่วนระหว่างการดูดซับสารกำจัดวัชพืชของดิน (Adsorptivity) ต่อความสามารถในการละลายน้ำของสารกำจัดวัชพืช (Water solubility)



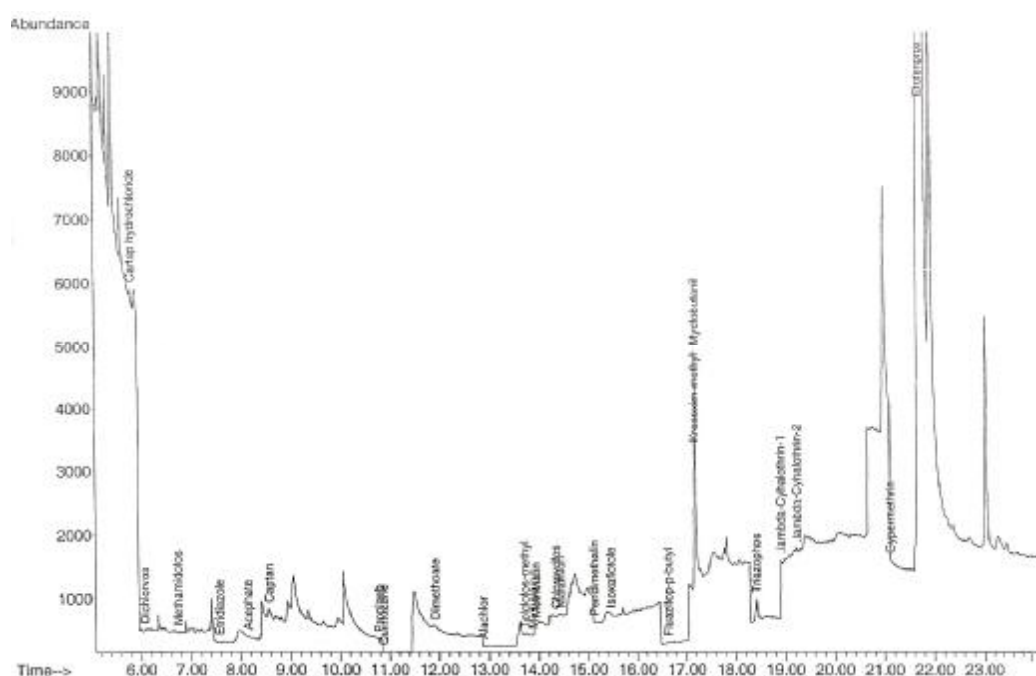
ภาพผนวกที่ 1 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)



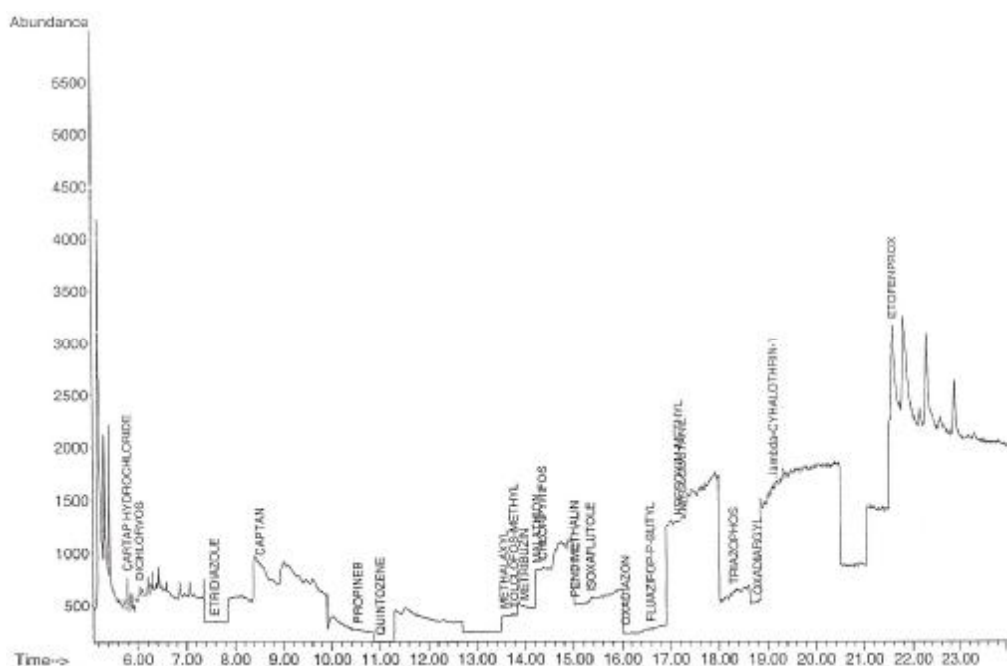
ภาพผนวกที่ 2 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร alachlor ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)



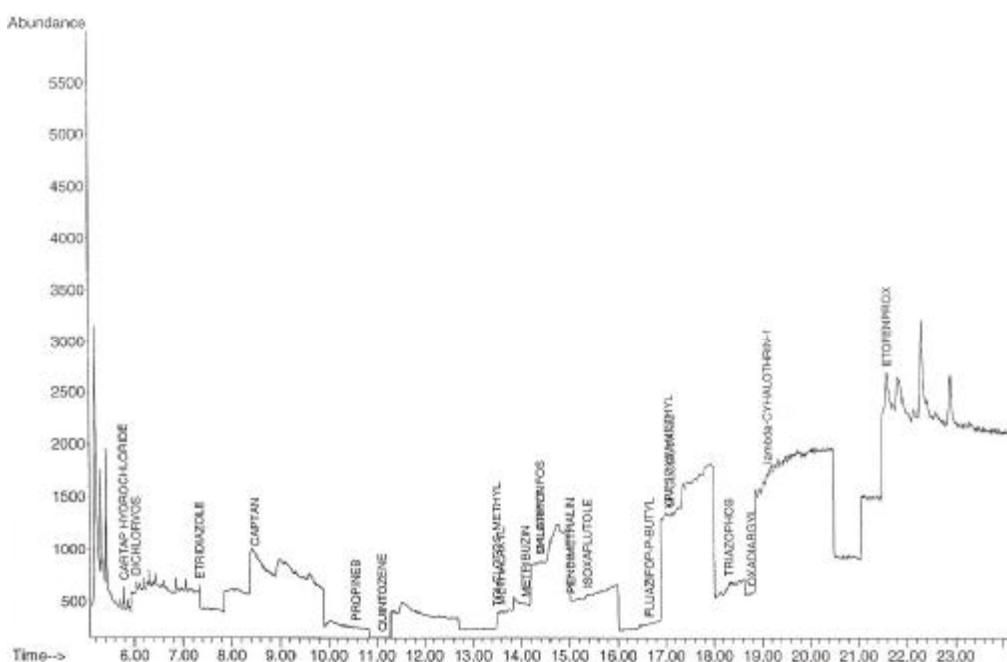
ภาพผนวกที่ 3 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร isoxaflutole ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)



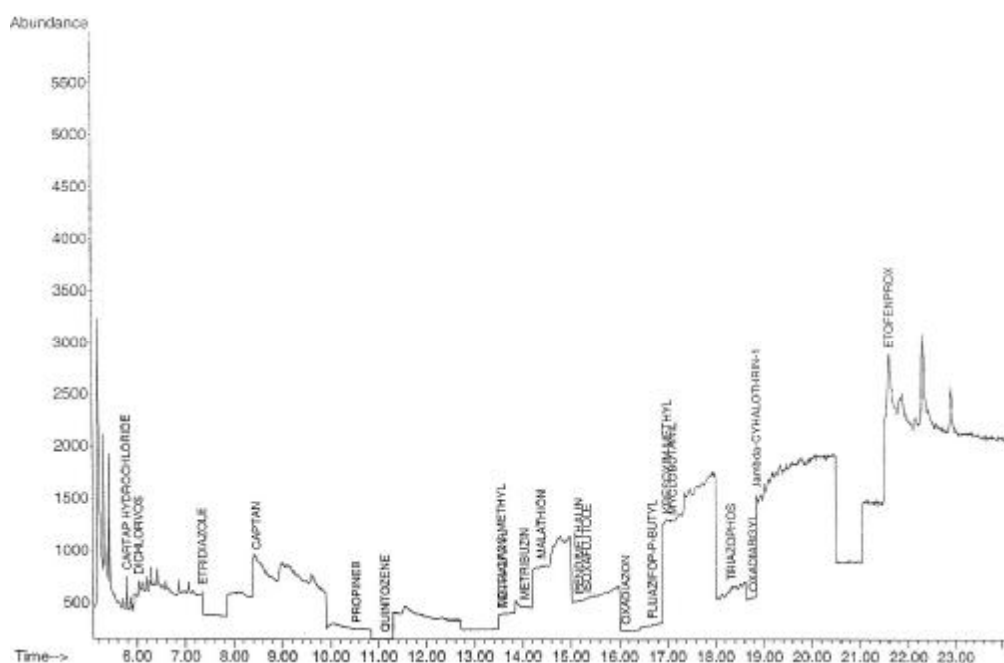
ภาพผนวกที่ 4 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลอง ที่ฉีดพ่นสาร metribuzin ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม)



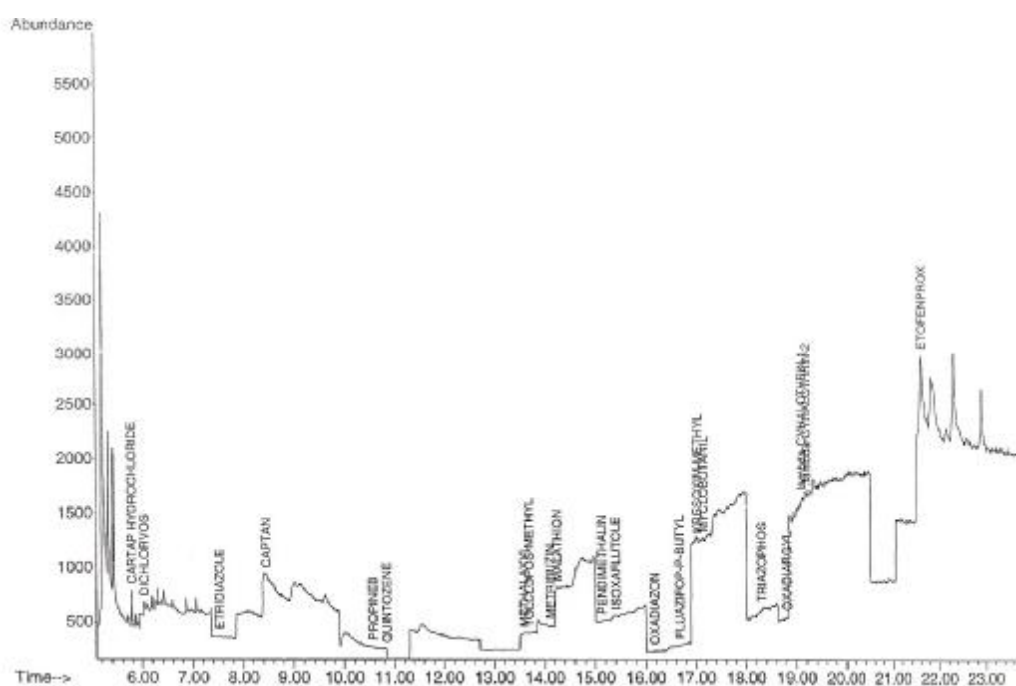
ภาพผนวกที่ 7 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)



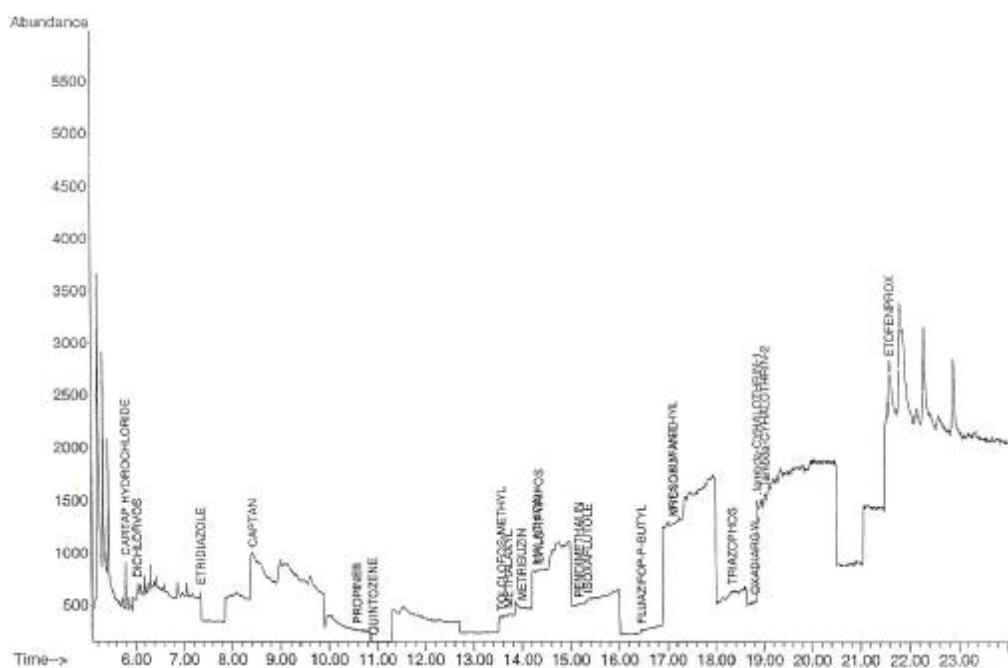
ภาพผนวกที่ 8 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยการใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร alachlor ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)



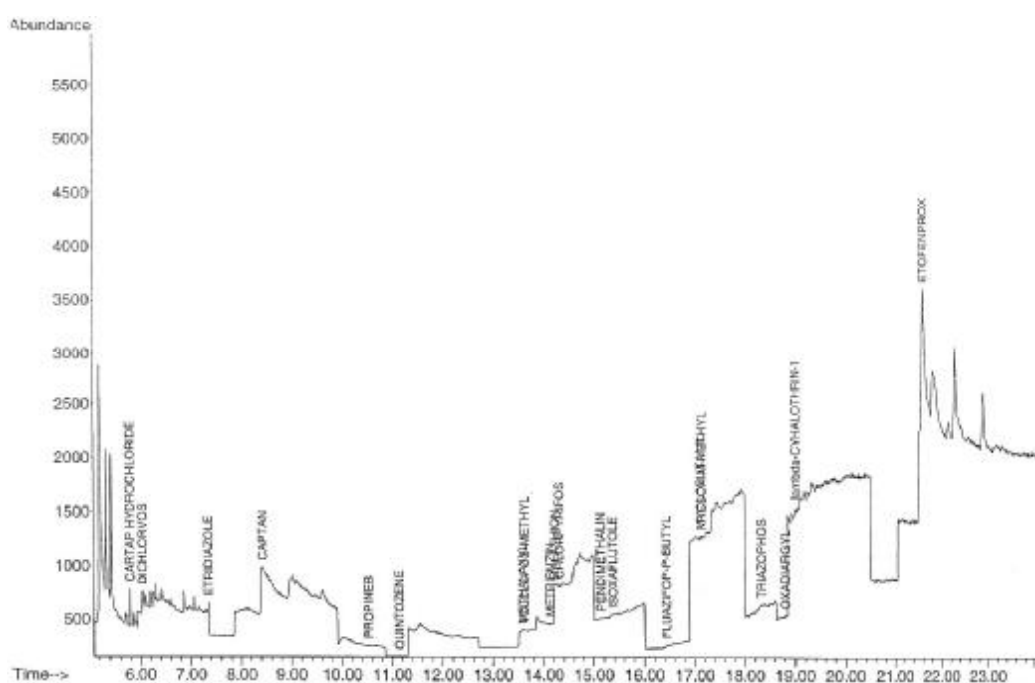
ภาพผนวกที่ 9 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร imazethapyr ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)



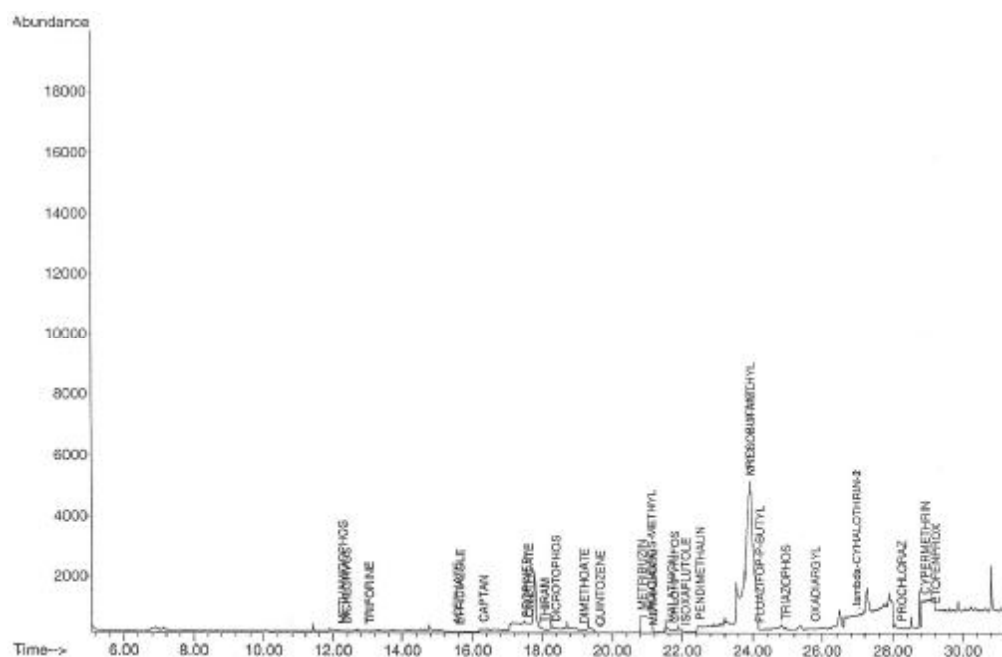
ภาพผนวกที่ 10 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)



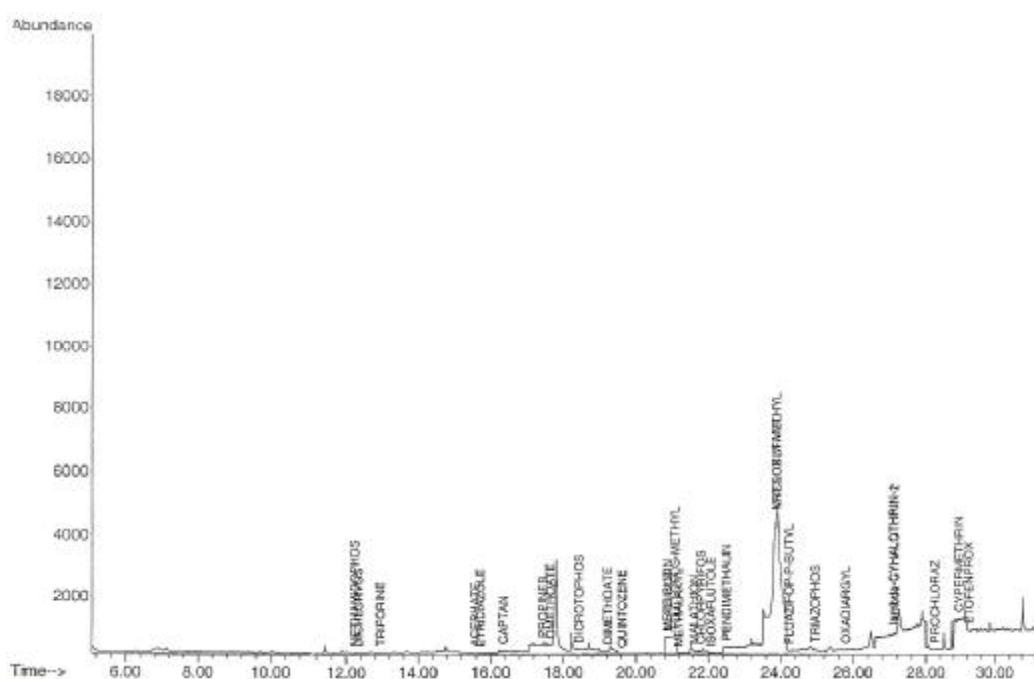
ภาพผนวกที่ 11 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร clomazone + pendimethalin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)



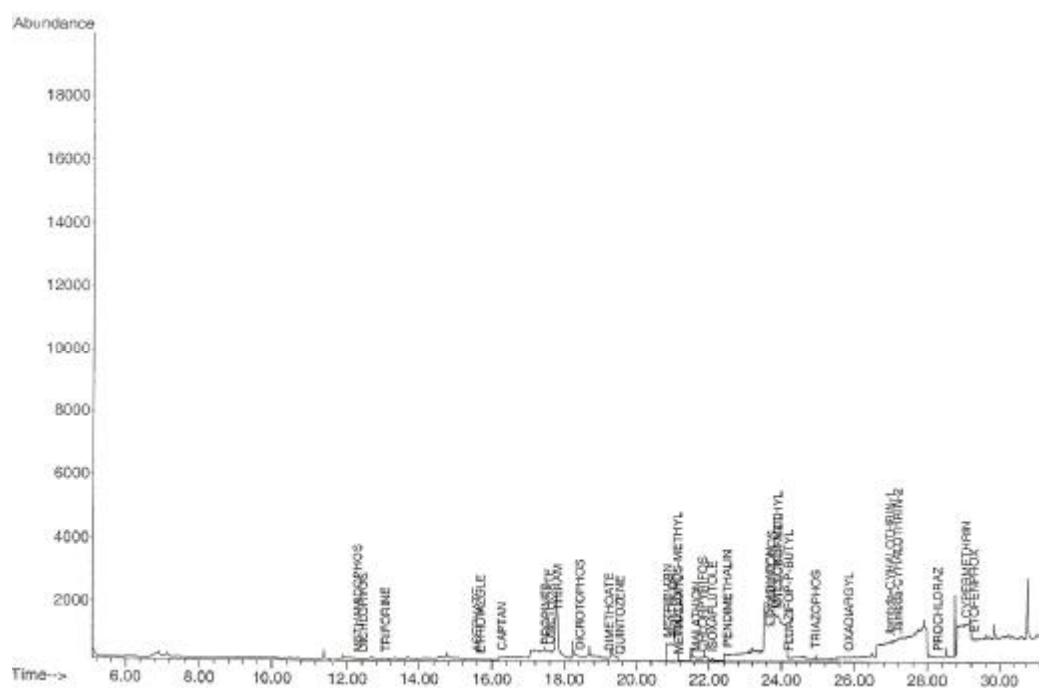
ภาพผนวกที่ 12 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin + pendimethalin ในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม)



ภาพผนวกที่ 17 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่ง
ทดลองที่ฉีดพ่นสาร clomazone + pendimethalin ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)



ภาพผนวกที่ 18 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่ง
ทดลองที่ฉีดพ่นสาร metribuzin + pendimethalin ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)



ภาพผนวกที่ 19 การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในถั่วเหลืองฝักสดโดยใช้ GC-MS ในสิ่ง
ทดลองที่ฉีดพ่นสาร fluazifop-P-ethyl + fomesafen ในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล

วัชรศักดิ์ สุขเจริญวิภารัตน์

วัน เดือน ปี ที่เกิด

9 สิงหาคม 2525

สถานที่เกิด

อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น

ประวัติการศึกษา

วท.บ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

พ.ศ. 2548