

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. แผนงานวิจัย** วิจัยพัฒนาวิธีการตรวจสอบเพื่อการรับรองมาตรฐานปัจจัยการผลิต และสินค้าพืช
- 2. โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืชบริโภคภายในประเทศ และส่งออก
 - กิจกรรม** ศึกษาประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อเป็นคำแนะนำสำหรับพืชผัก ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชไร่ สำหรับบริโภคภายในประเทศและการส่งออก
 - การทดลอง** ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอกในผักขึ้นฉ่าย
Efficacy of Pre-emergence herbicide on Weed Control in Chinese celery (*Apium graveolens* L.)
- 3. คณะผู้ดำเนินงาน**
 - หัวหน้าการทดลอง** อุษณีย์ จินดากุล สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
 - ผู้ร่วมงาน** จริญญา ปิ่นสุภา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
 - เทอดพงษ์ มหาวงศ์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
 - ปรัชญา เอกฐิน สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
 - เอกรัตน์ ธนทอง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
- 4. บทคัดย่อ**

ผักขึ้นฉ่าย (Chinese Celery: *Apium graveolens* L.) เป็นพืชผักที่สำคัญชนิดหนึ่ง ทั้งบริโภคในประเทศและส่งออกของประเทศไทย แต่ยังไม่มีการศึกษาการจัดการวัชพืชด้วยสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในผักขึ้นฉ่าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicide) ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในผักขึ้นฉ่าย ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม 2562 – เดือนพฤษภาคม 2563 สารกำจัดวัชพืชที่นำมาทดสอบ ได้แก่ metribuzin, flumioxazin, oxyfluorfen, oxadiazon, clomazone, acetochlor, butachlor, s-metolachlor, alachlor และ sulfentrazone อัตรา 105, 5, 32, 150, 115.2, 250, 240, 96, 320 และ 22.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับ กรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช และกรรมวิธีการจัดการวัชพืชด้วยมือ ผลการทดลองพบว่า สารกำจัดวัชพืช oxadiazon, acetochlor, butachlor และ s-

metolachlor ไม่พบความเป็นพิษต่อต้านผักขึ้นฉ่าย และมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี จนถึงระยะ 45 วันหลังพ่นสาร ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนสารกำจัดวัชพืช metribuzin และ clomazone มีความเป็นพิษต่อต้านผักขึ้นฉ่าย โดยเฉพาะ metribuzin ทำให้ผักขึ้นฉ่ายตายที่ระยะ 15 วันหลังงอก สำหรับต้นทุนการกำจัดวัชพืชในแต่ละกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxadiazon, acetochlor, butachlor และ s-metolachlor มีค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชต่ำกว่าการกำจัดวัชพืชด้วยมือหรือแรงงานคนประมาณ 7-10 เท่า

คำสำคัญ: ผักขึ้นฉ่าย, การควบคุมวัชพืช, สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก

Abstract

Chinese celery (*Apium graveolens* L.) is considered one of the most important export herbs from Thailand. Despite weeds as the major problem in its cultivation system, effective herbicide control has not yet been discovered. The objective of this research was to investigate the efficacy of pre-emergence herbicides in sawtooth Coriander. The study was implemented from 2018 to 2019 in a farmer field in Nakhon Sawan province. Totally 10 pre-emergence herbicides treatments were investigated, they are metribuzin, flumioxazin, oxyfluorfen, oxadiazon, clomazone, acetochlor, butachlor, s-metolachlor, alachlor and sulfentrazone at 105, 5, 32, 150, 115.2, 250, 240, 96, 320 and 22.4 g ai/rai. respectively, comparing with nontreated control and hand weeding. The result showed that certain treatments were toxic to Chinese celery including metribuzin and clomazone. The leaf of Chinese celery is bleached resulting from the effects of clomazone. Additionally, metribuzin caused the Chinese Celery to dead at 15 days after germination. Only these 4 herbicides, oxadiazon, acetochlor, butachlor and s-metolachlor showed less or without toxic to the crop with effective weed control up to 45 days after application, resulting in higher yield and growth than other herbicides. Comparing cost of weed control in each treatment, showed that oxadiazon, acetochlor, butachlor and s-metolachlor cost 7-10 times less than hand weeding.

Keywords: Chinese celery, Weed Control, Pre-emergence herbicide

5. คำนำ

ผักขึ้นฉ่าย (Chinese Celery: *Apium graveolens* L.) จัดเป็นพืชผักและพืชสมุนไพรที่นิยมนำมาปรุงอาหาร ประเทศไทยปลูกผักขึ้นฉ่ายเพื่อการบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก และผักขึ้นฉ่ายจัดอยู่ใน

กลุ่มผักสดส่งออกในรูปของผักแช่เย็น แช่แข็งที่สำคัญ ซึ่งประเทศไทยส่งออกสินค้าผักสดแช่เย็น แช่แข็งไปยังตลาดสหภาพยุโรปมากเป็นอันดับสองรองจากตลาดญี่ปุ่นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2545 และในปี 2562 มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 1,121.2 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2562) ผักขึ้นฉ่ายสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ อุดรธานี นครปฐม ราชบุรี สามารถปลูกขายได้ทั้งใบสด และเมล็ดพันธุ์ ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในการปลูกผักขึ้นฉ่ายคือวัชพืชซึ่งผักขึ้นฉ่ายเป็นพืชปลูกที่ต้องมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ จึงเป็นปัจจัยสนับสนุนให้วัชพืชงอกขึ้นแ่งแย่งแข่งขันกับพืชปลูกอย่างมาก การใช้แรงงานคนในการกำจัดวัชพืชด้วยจอบ อาจมีผลกระทบต่อการใช้แรงงานคน ประกอบกับค่าแรงงานสูง เกษตรกรจึงนิยมที่จะใช้สารกำจัดวัชพืช โดยในปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างเหมาะสมในผักขึ้นฉ่าย เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้สารกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำการควบคุมในพืชผักชนิดอื่น เช่น alachlor ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีคำแนะนำในพืชผักหลายชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี คะน้า กวางตุ้ง ผักบุ้งจีน ผักชี หอมหัวใหญ่ หอมแดง เป็นต้น โดยใช้อัตรา 288-300 ก.(ai)/ไร่ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ซึ่งเป็นทางเลือกเดียวในการใช้สารกำจัดวัชพืชในผักขึ้นฉ่าย หรือบางรายใช้แรงงานคนในการกำจัดวัชพืช ทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง ดังนั้นจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในผักขึ้นฉ่าย เพื่อหาสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่มีผลกระทบต่อการใช้แรงงานคนในการกำจัดวัชพืชและผลผลิตของผักขึ้นฉ่าย สามารถนำไปแนะนำให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงไม่มีสารตกค้าง ปลอดภัยต่อผู้ปลูกและผู้บริโภค และสามารถส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศได้

สารกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในพืชผักหลากหลายชนิด ได้แก่ metribuzin อัตรา 70-105 ก.(ai)/ไร่ ใช้ในมันฝรั่ง มะเขือเทศ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; Wallace and Bellinder, 1990) flumioxazin อัตรา 5.6 ก.(ai)/ไร่ ใช้ในมันฝรั่ง (Wilson *et al.*, 2002) oxyfluorfen อัตรา 32- 48 ก.(ai)/ไร่ และ alachlor อัตรา 240-320 ก.(ai)/ไร่ oxadiazon อัตรา 24-120 ก.(ai)/ไร่ pendimethalin 150-200ก.(ai)/ไร่ ใช้ใน หอมหัวใหญ่ หอมแดง หอมแบ่ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; Haar *et al.*, 2002) clomazone อัตรา 115.2 ก.(ai)/ไร่ ใช้ใน กะหล่ำดอก (Jon *et al.*, 1995) butachlor อัตรา 240-320 ก.(ai)/ไร่ ใช้ใน ฟักทอง และ ชุกินี (Leela, 1985) s-metolachlor อัตรา 96-112 ก.(ai)/ไร่ ใช้ในขึ้นฉ่ายฝรั่ง (Daugovich *et al.*, 2007) ส่วน acetochlor อัตรา 200 ก.(ai)/ไร่ และ sulfentrazone อัตรา 22.4 ก.(ai)/ไร่ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในถั่วเหลืองได้ดี

สารที่ใช้ส่วนใหญ่ในการทดลองนี้มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืช (Seedling growth inhibitors) และสารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane disrupters) ซึ่งสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืช ได้แก่ acetochlor, butachlor, s-metolachlor และ alachlor เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางดิน เข้าสู่ต้นพืชทั้งทางรากและยอดใต้ดิน อาการความเป็นพิษเมื่อพืชได้รับสารกลุ่มนี้ ทำให้ส่วนที่จะงอกเป็นยอด (shoot) ไม่สามารถงอกโผล่พ้นดินได้ มี half life ในดิน 8-18 วัน 42-70 วัน 11-30 วัน และ 11 วัน ตามลำดับ สารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ flumioxazin, oxyfluorfen, oxadiazon

และ sulfentrazone เข้าสู่ต้นพืชทั้งทางใบและทางราก โดยส่วนใหญ่เข้าสู่พืชทางใบได้ดี เมื่อใช้สารกลุ่มนี้ทางดินพืชที่ไผ่พื้นดินจะมีอาการเหลืองและแห้งตาย หากใช้ทางใบจะมีอาการใบไหม้และแห้งตายในเวลาต่อมา มี half life ในดิน 15-27 วัน 50-53 วัน 90-180 วัน และ 540 วัน ตามลำดับ ส่วน metribuzin เป็นสารกำจัดวัชพืชสามารถใช้ได้ทั้งทางใบและทางดิน มีคุณสมบัติยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ไม่สามารถเกิดการขนส่งอิเล็กตรอน ซึ่งจะนำไปสร้าง ATP และ NADPH ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้ พืชจะแสดงอาการเหลืองซีดแห้งไหม้และตายในที่สุด หากใช้ทางดินจะเข้าสู่พืชได้ทางยอดอ่อนและรากอ่อนที่อยู่ใต้ดิน โดยสารจะยับยั้งการสร้างไขมันและโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโต พืชไม่สามารถไผ่พื้นดินได้ หรือหากไผ่พื้นดินได้ประมาณ 2-5 วัน พืชก็จะแห้งตายในที่สุด มี half life ในดิน 30 -60 วัน และสารกำจัดวัชพืช clomazone มีคุณสมบัติยับยั้งการสร้างพวงรงควัตถุ (pigment synthesis inhibitors) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางดิน เข้าสู่ต้นพืชทางรากและยอดอ่อนใต้ดินได้ดี หลังจากที่ถูกเมื่อดอกไผ่ออกมาจะได้รับสารทางดิน และในระยะต่อมาต้นกล้าจะแสดงอาการขาวซีดและจะเหี่ยวแห้งตายในที่สุด มี half life ในดิน 30-135 วัน (รังสิต, 2547; ทศพล, 2554; Tomlin, 2006; Senseman, 2007)

6. วิธีดำเนินการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. แปลงปลูกผักขึ้นฉ่าย
2. สารกำจัดวัชพืช
 - metribuzin 70% WP
 - flumioxazin 50% WP
 - oxyfluorfen 23.5% EC
 - oxadiazon 25% EC
 - clomazone 48% EC
 - acetochlor 50% EC
 - butachlor 60% EC
 - s-metolachlor 96% EC
 - alachlor 48% EC
 - sulfentrazone 48% WG
3. เครื่องพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลัง หัวพ่นแบบพัด (Fan type)
4. อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล เช่น สมุดจดบันทึก ปากกา ดินสอ

ขั้นตอนการปฏิบัติ

ดำเนินการทดลองที่แปลงเกษตรกร อ.เมือง จ.นครสวรรค์ จำนวน 2 แปลงทดลอง โดยแปลงที่ 1 ทำการทดลองระหว่างเดือนมกราคม - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 และแปลงทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2562 - เดือนเมษายน พ.ศ.2563

1. การเตรียมแปลงทดลอง ไถ เตรียมดิน เก็บเศษขึ้นส่วนวัชพืชออกจากแปลง พรวน ยกร่อง ขนาดแปลงย่อย 2 x 6 เมตร ใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร หลังจากนั้นทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง ทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน และหว่านเมล็ดพันธุ์ผักขึ้นฉ่ายจำนวน 1 กรัม (2,000 เมล็ด) ต่อ 1 แปลงย่อย โดยการคลุกกับทรายในอัตรา 1:10 แล้วหว่าน หลังจากนั้นคลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งและรดน้ำ จนกระทั่งผักขึ้นฉ่ายอายุ 30 วัน ให้ใส่ปุ๋ยสูตร 20-11-11 การกำจัดวัชพืชด้วยมือถอน ที่ระยะ 20 และ 40 วันหลังปลูก (Daugovich *et al.*, 2007) เก็บเกี่ยวเมื่อขึ้นฉ่ายมีอายุ 90 วัน ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก โดยการให้คะแนนตามมาตรฐานคำแนะนำการทดลองประสิทธิภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

2. การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช

โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block (RCB) มี 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร metribuzin 70% WP	อัตรา 105	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร flumioxazin 50% WP	อัตรา 5	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร oxyfluorfen 23.5% EC	อัตรา 32	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร oxadiazon 25% EC	อัตรา 150	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร clomazone 48% EC	อัตรา 115.2	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร acetochlor 50% EC	อัตรา 250	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร butachlor 60% EC	อัตรา 240	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 8 พ่นสาร s-metolachlor 96% EC	อัตรา 96	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 9 พ่นสาร alachlor 48% EC	อัตรา 320	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 10 พ่นสาร sulfentrazone 48% WG	อัตรา 22.4	กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 11 กำจัดวัชพืชด้วยมือ (Hand weeding) ที่ระยะ 20 และ 40 วันหลังปลูก		
กรรมวิธีที่ 12 ไม่กำจัดวัชพืช (Weedy check)		

การบันทึกข้อมูล

- ประเมินความเป็นพิษต่อต้นผักขึ้นฉ่ายที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังผักขึ้นฉ่ายงอก โดยให้คะแนนด้วยวิธีประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้
 - 0 = ไม่เป็นพิษ
 - 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย
 - 4-6 = เป็นพิษปานกลาง
 - 7-9 = เป็นพิษมาก
 - 10 = พืชปลูกตาย
- ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชหลังพ่นสารที่ระยะ 7, 15 และ 30 วัน โดยให้คะแนนด้วยวิธีประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้
 - 0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้
 - 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย

4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง

7-9 = ควบคุมได้ดี

10 = ควบคุมได้สมบูรณ์

3. ชนิดและจำนวนต้นของวัชพืช โดยสุ่มเก็บที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ด้วยกรอบสุ่มขนาด 0.5×0.5 เมตร จำนวน 2 จุดต่อแปลงย่อย จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นวัชพืช และนำตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มเก็บไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และบันทึกน้ำหนักแห้ง
4. การเจริญเติบโตของผักขึ้นฉ่าย
 - 4.1 จำนวนต้นต่อพื้นที่ นับจำนวนต้นผักขึ้นฉ่ายจำนวน 2 จุดต่อแปลงย่อย แต่ละจุดมีขนาดพื้นที่ 0.25 ตร.ม ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร
 - 4.2 บันทึกความสูง จำนวนก้าน (straw) ต่อดันของผักขึ้นฉ่าย โดยสุ่มจำนวน 10 ต้น จากในแต่ละแปลงย่อย ที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน
5. ผลผลิตของผักขึ้นฉ่าย พื้นที่เก็บเกี่ยว 4 ตร.ม. แต่ละแปลงย่อย ที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน
6. ต้นทุนการกำจัดวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Science (SPSS) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. วิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้าง

ดำเนินการวิเคราะห์หาสารกำจัดวัชพืชตกค้างในผักขึ้นฉ่ายที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัชพืช การเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยเก็บผักขึ้นฉ่ายที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน จากกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่เป็นพิษกับต้นผักขึ้นฉ่าย มาวิเคราะห์สารตกค้างในผักขึ้นฉ่าย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผักขึ้นฉ่ายในกรรมวิธีละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กก. วิเคราะห์สารตกค้างโดยใช้วิธี QuEChERS ของ Anatacedes *et al.*, (2003) นำตัวอย่างผักขึ้นฉ่ายที่บดละเอียดให้เป็นผงขนาด 100 ไมครอน จำนวน 10.0 ก. ด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง (Retsch รุ่น GM 300) นำมาใส่ในหลอดทดลองที่มี Acetonitrile 10 ml+4 ก. anhydrous $MgSO_4$ + 1 ก. NaCl เขย่าด้วยระดับแรงเป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง ที่ความเร็ว 3,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที นำสารละลายส่วนในใสมากำจัดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่าง(clean-up) โดยใส่ลงในหลอดทดลองที่มี 150 มก/มล $MgSO_4$ +25 มก/มล PSA เขย่าอย่างแรงอีกครั้งเป็นระยะเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงที่ความเร็ว 3,500 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 1 นาที นำสารละลายส่วนใสที่ได้ผ่านการ clean-up แล้วใส่ลงในขวดเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง HPLCMS/MS (Agilent รุ่น 6460) ที่มีหัวตรวจวัดชนิด Tandem Mass Spectrometer

7. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อผักขึ้นฉ่าย

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อขึ้นฉ่ายที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังงอก ซึ่งจากการประเมินความเป็นพิษเบื้องต้น ผลการทดลองทั้ง 2 แปลงทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่า สารกำจัดวัชพืช clomazone 48% EC อัตรา 160 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีผลทำให้ใบของต้นขึ้นฉ่ายที่งอกขึ้นมา มีสีซีดขาวที่ระยะ 7-15 วันหลังงอก ซึ่งอาการความเป็นพิษดังกล่าวจะหายไปที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ส่วนสารกำจัดวัชพืช metribuzin 70% WP อัตรา 105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักขึ้นฉ่ายโดยทำให้ต้นอ่อนเจริญเติบโตไม่ได้และตายในที่สุด (คะแนนเท่ากับ 10) ซึ่งในระยะแรกต้นจะงอกตามปกติแต่เมื่อเข้าสู่ระยะ 10-15 วันหลังงอก ต้นขึ้นฉ่ายจะค่อย ๆ ตายลงสำหรับสารกำจัดวัชพืชอื่น ๆ ที่ใช้ทดสอบไม่พบความเป็นพิษต่อผักขึ้นฉ่าย (ตารางที่ 1-2)

ความหนาแน่นของวัชพืชในแปลงทดลองที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช

สุ่มเก็บวัชพืชที่ระยะ 40 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่าแปลงทดลองทั้ง 2 แปลงทดลองมีความหนาแน่นและความหลากหลายของวัชพืชในแปลงมาก พบทั้งวัชพืชใบแคบและใบกว้าง โดยวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ ผักกาดน้ำ (*Plantago major* L.) กะเม็ง (*Eclipta alba*) ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens*) สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) สาบม่วง (*Prexelis clematidea*) ผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) น้ำนมราชสีห์ (*Euphorbia hirta* L.) และลูกใต้ใบ (*Phyllanthus niruri*) และวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr.) หญ้าตีนติด (*Brachiaria reptans*) หญ้าดอกขาวเล็ก (*Leptochloa panicea* (Retz.) Ohwi) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) หญ้าตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) และ หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium* L.) วัชพืชประเภทกก ได้แก่ หัวหมู (*Cyperus rotundus*) (ตารางที่ 3-4)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

วัชพืชที่พบในแปลงทั้ง 2 แปลงทดลอง มีวัชพืชทั้งประเภทใบแคบและประเภทใบกว้าง ได้แก่ ผักกาดน้ำ กะเม็ง สาบแร้งสาบกา สาบม่วง ผักโขม น้ำนมราชสีห์ หญ้าตีนนก หญ้าดอกขาวเล็ก หญ้าตีนกา หญ้าปากควาย หัวหมู หญ้าข้าวนก ประเมินประสิทธิภาพที่ระยะ 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่าทั้ง 2 แปลงทดลองให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน โดยกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC, acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้ดี ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสารไม่พบการงอกของวัชพืชทั้งประเภทใบแคบและประเภทใบกว้าง จากการประเมินด้วยสายตาได้คะแนนควบคุมระดับดีถึงสมบูรณ์ (คะแนนประเมินระหว่าง 8 – 10 คะแนน) ในขณะที่กรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืชมีการงอกของวัชพืชทั้งประเภทใบแคบและใบกว้าง ส่วนที่ระยะ 30 และ 45 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีถึงสมบูรณ์เช่นเดียวกัน (คะแนนประเมินระหว่าง 7 – 10 คะแนน) (ตารางที่ 5)

การสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืชที่ระยะ 40 วันหลังการพ่นสาร เพื่อบันทึกจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืช พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC, acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC และ s-metolachlor 96% EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี โดยมีจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือถอน (hand weed) และมีจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชอื่น ๆ และในทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยผลการทดลองทั้งสองแปลงทดลองเป็นไปในทางเดียวกัน (ตารางที่ 6-7)

การเจริญเติบโตและผลผลิตของฝักขึ้นฉ่าย

การสุ่มวัดความสูงของขึ้นฉ่าย ที่ระยะ 45 และ 90 วันหลังพ่นสาร พบว่าที่ระยะดังกล่าวไปในทางเดียวกันทั้งสองแปลงทดลอง กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช metribuzin 70% WP ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้เนื่องจากต้นฝักขึ้นฉ่ายได้ตายลงทั้งหมด ส่วนกรรมวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC มีความสูงของขึ้นฉ่ายมากที่สุดเนื่องจากสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี จนพ้นช่วงระยะวิกฤติการเจริญเติบโตของฝักขึ้นฉ่าย ทำให้การแข่งขันทางด้านกรเจริญเติบโตดีกว่ากรรมวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืชอื่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือถอน โดยมีความสูงของต้นฝักขึ้นฉ่ายอยู่ระหว่าง 18.11 – 24.31 เซนติเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีความสูงของต้นขึ้นฉ่ายเพียง 13.08 เซนติเมตร ซึ่งสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวข้างต้น เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงฝักขึ้นฉ่ายได้ดีและไม่มีผลกระทบต่อกรเจริญเติบโต

ส่วนจำนวนก้านต่อต้นของฝักขึ้นฉ่ายสุ่มเก็บที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช metribuzin 70% WP ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้เนื่องจากต้นฝักขึ้นฉ่ายได้ตายลงทั้งหมด ส่วนกรรมวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC มีจำนวนก้านต่อต้นของฝักขึ้นฉ่ายมากที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ โดยมีจำนวนก้านต่อต้นอยู่ระหว่าง 4.09-4.94 ก้านต่อต้น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนก้านต่อต้นของฝักขึ้นฉ่ายเพียง 2.30 ก้านต่อต้น

ผลผลิตของฝักขึ้นฉ่ายสุ่มเก็บที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน พบว่ากรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีผลผลิตของฝักขึ้นฉ่ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตฝักขึ้นฉ่ายเฉลี่ยที่ 315.96 – 321.78 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีผลผลิตฝักขึ้นฉ่ายเฉลี่ย 126.28 กิโลกรัมต่อไร่ และทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช มีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ยกเว้นกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช metribuzin 70% WP ที่ไม่สามารถบันทึกข้อมูลผลผลิตได้เนื่องจากต้นฝักขึ้นฉ่ายได้ตายลงทั้งหมด และข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของฝักขึ้นฉ่ายเป็นไปในทางเดียวกันทั้งสองแปลงทดลอง (ตารางที่ 8)

ต้นทุนการกำจัดวัชพืช

การใช้แรงงานคนในการกำจัดวัชพืชมีต้นทุนที่สูงมาก โดยเฉลี่ยสูงถึงไร่ละ 3,750 บาท (คิดจากค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท/วัน/8 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบวิธีดังกล่าวกับการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นกอนวัชพืชงอกและพิจารณาถึงต้นทุนของการพ่นสารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีร่วมกับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC, acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC มีต้นทุน ในการใช้สารกำจัดวัชพืชเฉลี่ยระหว่าง 105 - 232 บาทต่อไร่ ซึ่งมีต้นทุนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งการลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชลงได้นั้น หมายถึงกำไรสุทธิที่เกษตรกรจะได้รับเพิ่มขึ้นจากวิธีการจัดการวัชพืชเดิมที่เคยปฏิบัติมา และการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่รวมถึงชนิดของพืชปลูกและวัชพืช (ตารางที่ 8)

การวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้างในผักขึ้นฉ่ายโดยใช้ HPLC-MS/MS

นำต้นผักขึ้นฉ่ายจากกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช oxadiazon, acetochlor, butachlor และ s-metolachlor ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในผักขึ้นฉ่ายได้ดีกว่ากรรมวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืชอื่น ๆ ในการทดลอง มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักขึ้นฉ่าย พบว่ากรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon, acetochlor, butachlor และ s-metolachlor พบสารตกค้าง 0.04 0.03 0.01 และ 0.01 มก./กก. ตามลำดับ ในต่างประเทศมีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen และ oxadiazon เป็นสารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ในพืชผักหลายชนิด และมีการตรวจพบสาร oxadiazon ตกค้างในหอมหัวใหญ่ 0.0015 มก./กก. ที่อัตราการใช้ 48 ก./ไร่ ต่ำกว่าค่า MRLs ที่ Codex กำหนดไว้ 0.05 มก./กก. (Sondhia and Dixit, 2007) และมีการนำมาใช้ในข้าวและธัญพืช และตรวจพบตกค้างในข้าวและข้าวโพดอยู่ระหว่าง 0.005 - 5.00 มก./กก. (Li *et al.*, 2007) สาร oxadiazon butachlor และ s-metolachlor ทั้งสามชนิดนี้ยังไม่ได้มีการกำหนดค่าพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Residue Limit, MRLs) ในผักขึ้นฉ่าย

8. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงผักขึ้นฉ่ายได้ดี และไม่พบความเป็นพิษต่อผักขึ้นฉ่ายได้แก่สารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC, acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC อัตราการใช้ 150, 250, 240 และ 96 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ตามลำดับ โดยพ่นก่อนปลูกขึ้นฉ่ายอย่างน้อย 3 วัน มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีใกล้เคียงกัน โดยสามารถควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 45 วันหลังพ่นสาร และส่งผลให้มีผลผลิตสูงกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืช metribuzin อัตรา 105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบความเป็นพิษต่อขึ้นฉ่ายโดยมีผลทำให้ต้นขึ้นฉ่ายที่ออกมาไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ และสารกำจัดวัชพืช clomazone อัตรา 160

กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบอาการความเป็นพิษต่อต้นผักขึ้นฉ่ายโดยต้นที่งอกมามีลักษณะซีดขาว แต่อาการดังกล่าวจะหายไปทีระยะ 15-20 วันหลังการพ่นสารกำจัดวัชพืช

เมื่อพิจารณาต้นทุนการควบคุมวัชพืชในแต่ละกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxadiazon 25% EC, acetochlor 50% EC, butachlor 60% EC, และ s-metolachlor 96% EC อัตราการใช้ 150, 250, 240 และ 96 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ตามลำดับ มีต้นทุนในการกำจัดวัชพืชเฉลี่ยระหว่าง 105 - 232 บาทต่อไร่ ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าการกำจัดวัชพืชด้วยการใช้แรงงานคน

กรมวิชาการเกษตร

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ด้านวิชาการ : ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยไปตีพิมพ์ในรายงานผลงานวิชาการประจำปี วารสาร ตลอดจนเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการต่างๆ สำหรับกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยและสถานศึกษาที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนถ่ายทอดแนะนำให้เกษตรกร นักวิจัย นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลและเทคโนโลยีทางเลือก หรือต่อยอดงานวิจัยต่อไป หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้แก่ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เกษตรกรผู้ปลูกผักขึ้นฉ่าย ผักชี ผักขึ้นฉ่าย กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยและสถานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ด้านนโยบาย : การใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพและไม่เป็นพิษต่อพืชปลูกสามารถนำไปส่งเสริมแก่เกษตรกรผู้ปลูกผักขึ้นฉ่าย ผักชี ผักขึ้นฉ่าย และภาคธุรกิจ เพื่อส่งเสริมการผลิตผักส่งออกไปยังสหภาพยุโรปที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการส่งออก

10. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงปลูกผักขึ้นฉ่ายที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง คุณชนะชัย หงษ์โต และนักวิชาการเกษตรกลุ่มวิจัยวัชพืช ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

11. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 149 หน้า.

ทศพล พรพรหม. 2554. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลายพืช. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืชพื้นฐานและวิธีการใช้. 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 467 หน้า.

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. 2562. ข้อมูลภาพรวมการค้าระหว่างประเทศ. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล.

<http://www2.ops3.moc.go.th/tradeWebservice/WebServiceSummary.aspx?WSDL>.

สืบค้น: 12 กุมภาพันธ์ 2562

Daugovich, O., Steven A. Fennimore, and Richard F. Smith. 2007. Herbicide Evaluation for Fresh Market Celery. Weed Technol. 21:719-723.

- Haar, M. J., S. A. Fennimone, M. E. McGiffen, W. T. Lanini, and C. E. Bell. 2002. Evaluation of pre-emergence herbicides in vegetable crops. *Weed Technol.* 12: 95-99
- Jon, E. S. L. A. Weston, and R. Terry Jones. 1995. Clomazone for Weed Control in Transplanted Cole Crops (*Brassica oleracea*). *Weed Science.* 43:121-127
- Senseman, S. A., ed. 2007. *Herbicide Handbook*, 9 th ed. WSSA, Champaign, USA. 458 p.
- Wallace, R.W. and R.R. Bellinder, 1990. Low-rate application of herbicides in conventional and reduced tillage potatoes (*Solanum tuberosum*) *Weed Technol.* 4:509-513.
- Wilson, D. E., S. J. Nissen, and A. Thompson. 2002. Variety and weed response to sulfentrazone and flumioxazin. *Weed Technol.* 16:567-574.

ตารางที่ 1 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้านขึ้นฉ่ายจากการประเมินด้วยสายตาที่ ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2562

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์/ ไร่)	ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช	
		(15 วันหลังพ่นสาร)	(30 วันหลังพ่นสาร)
1. metribuzin 70% WP	105	4	10
2. flumioxazin 50% WP	5	0	0
3. oxyfluorfen 23.5% EC	32	0	0
4. oxadiazon 25% EC	150	0	0
5. clomazone 48% EC	115.2	4	0
6. acetochlor 50% EC	250	0	0
7. butachlor 60% EC	240	0	0
8. s-metolachlor 96% EC	96	0	0
9. alachlor 48% EC	320	0	0
10. sulfentrazone 48% WG	22.4	0	0
11. Hand weeding	-	0	0
12. Weedy check	-	0	0

หมายเหตุ: ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช; 0 = ไม่เป็นพิษ 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย 4-6 = เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 = พิษปลุกตาย

ตารางที่ 2 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้านขึ้นง่ายจากการประเมินด้วยสายตาที่ ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนธันวาคม 2562 – พฤษภาคม 2563

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์/ ไร่)	ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช	
		(15 วันหลังพ่นสาร)	(30 วันหลังพ่นสาร)
1. metribuzin 70% WP	105	5	10
2. flumioxazin 50% WP	5	0	0
3. oxyfluorfen 23.5% EC	32	0	0
4. oxadiazon 25% EC	150	0	0
5. clomazone 48% EC	115.2	4	0
6. acetochlor 50% EC	250	0	0
7. butachlor 60% EC	240	0	0
8. s-metolachlor 96% EC	96	0	0
9. alachlor 48% EC	320	0	0
10. sulfentrazone 48% WG	22.4	0	0
11. Hand weeding	-	0	0
12. Weedy check	-	0	0

หมายเหตุ: ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช; 0 = ไม่เป็นพิษ 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย 4-6 = เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 = พิษปลุกตาย

ตารางที่ 3 ชนิดและจำนวนของวัชพืชที่พบในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่ระยะ 40 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2562

กรรมวิธี	จำนวนวัชพืช (ต้น/ตารางเมตร)	เปอร์เซ็นต์
หญ้าตีนนก (<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.). Scop.)	3	9.38
หญ้าตีนกา (<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.)	2	6.25
หญ้าปากควาย (<i>Dactyloctenium aegyptium</i> L.)	2	6.25
หญ้าตีนติด (<i>Brachiaria reptans</i>)	3	9.38
หญ้าข้าวนก (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.)	3	9.38
หญ้าดอกขาวเล็ก (<i>Leptochloa panicea</i> (Retz.) Ohwi)	2	6.25
กะเม็ง (<i>Eclipta alba</i>)	4	12.5
ตีนตุ๊กแก (<i>Tridax procumbens</i>)	2	6.25

สาบแรังสาบกา (<i>Ageratum conyzoides</i> L.)	3	9.38
สาบม่วง (<i>Prexelis clematidea</i>)	3	9.38
ผักโขม (<i>Amaranthus viridis</i> L.)	2	6.25
น้ำนมราชสีห์ (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	2	6.25
แห้วหมู (<i>Cyperus rotundus</i>)	2	6.25
รวม	32	100.00

ตารางที่ 4 ชนิดและจำนวนของวัชพืชที่พบในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่ระยะ 40 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนธันวาคม 2562 – พฤษภาคม 2563

กรรมวิธี	จำนวนวัชพืช (ต้น/ตารางเมตร)	เปอร์เซ็นต์
หญ้าตีนนก (<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.). Scop.)	8	9.09
หญ้าตีนกา (<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.)	6	6.82
หญ้าตีนตีด (<i>Brachiaria reptans</i>)	6	6.82
หญ้าข้าวนก (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) T. Beauv.)	7	7.95
หญ้าดอกขาวเล็ก (<i>Leptochloa panicea</i> (Retz.) Ohwi)	3	3.41
ผักกาดน้ำ (<i>Plantago major</i> L.)	22	25.00
หญ้างาบหอย (<i>Lindernia crustacean</i> (L.) F.Muell)	36	40.91
รวม	88	100.00

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชจากการประเมินด้วยสายตาที่ระยะ 15, 30 และ 45 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ แปลงทดลองที่ 1 (ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2562) และแปลงทดลองที่ 2 (ระหว่างเดือนธันวาคม 2562 - พฤษภาคม 2563)

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (g ai/rai)	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชจากการประเมินด้วยสายตา					
		แปลงทดลองที่ 1			แปลงทดลองที่ 2		
		(15 DAA)	(30 DAA)	(45 DAA)	(15 DAA)	(30 DAA)	(45 DAA)
1. metribuzin 70% WP	105	6	5	3	5	5	3
2. flumioxazin 50% WP	5	4	3	1	3	3	1
3. oxyfluorfen 23.5% EC	32	6	5	2	5	5	3
4. oxadiazon 25% EC	150	10	10	9	10	9	9
5. clomazone 48% EC	115.2	8	6	6	8	5	5
6. acetochlor 50% EC	250	9	8	8	10	9	8
7. butachlor 60% EC	240	8	7	7	9	8	8
8. s-metolachlor 96% EC	96	10	9	9	9	8	7
9. alachlor 48% EC	320	6	6	4	6	4	4
10. sulfentrazone 48% WG	22.4	7	7	6	9	8	6
11. Hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
12. Weedy check	-	0	0	0	2	0	0

หมายเหตุ: ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช : 0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย 4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง
7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี 10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

ตารางที่ 6 ผลของสารกำจัดวัชพืชแต่ละกรรมวิธี ต่อจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืช ที่ระยะ 40 วัน หลังการพ่นสารกำจัดวัชพืช อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2562

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่)	จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืช ที่ระยะ 40 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช	
		จำนวนต้นวัชพืช (ต้นต่อตารางเมตร)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)
1. metribuzin 70% WP	105	47.3 b ^{1/}	23.0 b
2. flumioxazin 50% WP	5	63.0 c	32.6 c
3. oxyfluorfen 23.5% EC	32	42.7 b	21.4 b
4. oxadiazon 25% EC	150	12.5 a	10.2 a
5. clomazone 48% EC	115.2	18.2 a	16.0 ab
6. acetochlor 50% EC	250	9.0 a	7.5 a
7. butachlor 60% EC	240	9.8 a	5.4 a
8. s-metolachlor 96% EC	96	8.5 a	2.5 a
9. alachlor 48% EC	320	39.3 b	20.9 b
10. sulfentrazone 48% WG	22.4	18.2 a	12.1 a
11. Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a
12. Weedy check	-	92 d	65.7 d
C.V.(%)		78.32	65.3

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ผลของสารกำจัดวัชพืชแต่ละกรรมวิธี ต่อจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืช ที่ ระยะ 40 วัน หลังการพ่นสารกำจัดวัชพืช อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2562 – พฤษภาคม 2563

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่)	จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืช ที่ระยะ 40 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช	
		จำนวนต้นวัชพืช (ต้นต่อตารางเมตร)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)
1. metribuzin 70% WP	105	47.3 c ^{1/}	28.0 b
2. flumioxazin 50% WP	5	63.0 c	47.7 c
3. oxyfluorfen 23.5% EC	32	42.7 c	55.6 c
4. oxadiazon 25% EC	150	11.5 a	10.2 a
5. clomazone 48% EC	115.2	32.3 b	22.0 ab
6. acetochlor 50% EC	250	9.0 a	7.5 a
7. butachlor 60% EC	240	10.6 a	5.4 a
8. s-metolachlor 96% EC	96	8.5 a	2.5 a
9. alachlor 48% EC	320	39.3 b	34.6 b
10. sulfentrazone 48% WG	22.4	25.2 ab	20.2 ab
11. Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a
12. Weedy check	-	92 d	143.2 d
C.V.(%)		65.36	42.6

^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักขึ้นฉ่ายที่ระยะเก็บเกี่ยว 90 วัน และต้นทุนในการกำจัดวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ แปลงทดลองที่ 1 (ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2562) และแปลงทดลองที่ 2 (ระหว่างเดือนธันวาคม 2562 - พฤษภาคม 2563)

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่)	การเจริญเติบโต			ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ต้นทุน (บาท)
		ความสูง (ซ.ม.)	(จำนวนก้าน/ต้น)	น้ำหนักสด (กรัม)		
1. metribuzin 70% WP	105	0.00 c ^{1/}	0.00 d	0.00 d	0.00 e	120
2. flumioxazin 50% WP	5	19.49 ab	2.88 b	17.92 c	160.52 d	204
3. oxyfluorfen 23.5% EC	32	21.22 ab	3.13 b	27.55 b	211.96 c	250
4. oxadiazon 25% EC	150	24.02 a	4.34 a	48.0 a	319.72 a	232
5. clomazone 48% EC	115.2	19.39 ab	3.03 b	27.0 b	266.72 b	216
6. acetochlor 50% EC	250	24.31 a	4.09 a	41.18 a	315.96 a	110.5
7. butachlor 60% EC	240	24.23 a	4.23 a	42.80 a	319.20 a	105.5
8. s-metolachlor 96% EC	96	23.05 a	4.94 a	49.73 a	321.72 a	152
9. alachlor 48% EC	320	18.11 ab	3.82 ab	22.85 b	221.40 c	105
10. sulfentrazone 48% WG	22.4	19.82 ab	3.35 b	21.93 bc	218.66 c	336
11. Hand weeding	-	22.44 a	4.13 a	46.00 a	303.88 a	3,750
12. Weedy check	-	13.08 b	2.30 c	17.56 c	126.28 d	-
C.V. (%)		8.51	5.45	9.75	8.79	

^{1/}ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ p < 0.05 โดยวิธี DMRT

^{2/ns} = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ p < 0.05 โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ปริมาณสารตกค้างในผลผลิตผักขึ้นฉ่าย อำเภอเมือง จังหวัด นครสวรรค์ จากการทดสอบด้วยวิธี HPLC-MS/MS

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่)	ปริมาณสารตกค้างใน ตัวอย่างพืช (มก./กก.)
1. control	-	ND ^{1/}
2. oxadiazon	150	0.045
3. acetochlor	250	0.03
4. butachlor	240	0.01
5. s-metolachlor	96	0.01

ND = ไม่พบสารตกค้าง

กรมวิชาการเกษตร