

ประสิทธิภาพของการกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืชและการให้ผลผลิตของ

ข้าวโพด^{1/}

Efficacy of Integrated Weed Management Practices on Weed Control and Productivity in

Maize^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาวอารีรัตน์ ทองน้อย^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.อนนท์ จันทร์เกตุ^{3/}

บทคัดย่อ

วัชพืชเป็นปัญหาที่สำคัญของการผลิตข้าวโพดที่ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากวัชพืชแย่งแสงแย่งแข่งขันปัจจัย การเจริญเติบโตกับพืชปลูก การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชเพียงอย่างเดียว จะเกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และมีต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้นสัมมนานี้จึงได้ค้นคว้า รวบรวม และวิเคราะห์ เกี่ยวกับประสิทธิภาพของการกำจัดวัชพืช ด้วยวิธีการผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืชและการให้ผลผลิตของข้าวโพด พบว่าการฉีดพ่น nicosulfuron ตาม ด้วย paraquat และ pendimethalin ตามด้วย paraquat เป็นสูตรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุม วัชพืชในไร่ข้าวโพดทั้งวันปลูกต้นฝน และวันปลูกปลายฝน โดยไม่ส่งผลต่อความเป็นพิษต่อข้าวโพด ขณะที่การใช้ สาร sulfentrazone อัตรา 57.6 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นวิธีที่เหมาะสมในการควบคุมเห็บหมู เนื่องจากมี การใช้สารเคมีน้อยที่สุด และน้ำหนักแห้งข้าวโพดไม่ต่างจากการใช้สารเคมีปริมาณสูง แม้ว่าการพ่นด้วย acetochlor อัตรา 360 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการควบคุมเห็บหมู และไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งข้าวโพด แต่มีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง ผลของการศึกษานี้จะเป็นทางเลือกในการ ตัดสินใจการใช้สารเคมีของเกษตรกร จากการค้นคว้ายังพบว่าการกำจัดวัชพืชด้วยการพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืช ก่อนงอกเพียง 33% ของพื้นที่แปลงปลูกข้าวโพดรวมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ และลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช เนื่องด้วยมีปริมาณวัชพืช และผลผลิตข้าวโพดไม่แตกต่างทางสถิติกับการฉีดพ่น สารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอกเต็มพื้นที่ 100% และฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอก 50% ของพื้นที่ ร่วมกับการ ไถพรวนระหว่างแถวปลูก สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชในช่วงเวลา และวิธีการที่เหมาะสม จะช่วยลด ความเป็นพิษต่อข้าวโพด และปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืชลงได้

คำสำคัญ: ข้าวโพด; วัชพืช; ผลผลิต; สารป้องกันกำจัดวัชพืช

^{1/} เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาทางพืชไร่

^{2/} นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/} อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย แต่ละปีสามารถส่งออกข้าวโพดได้มากกว่าปีละ 272,537,580 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) แม้ว่าข้าวโพดเป็นพืชที่แข็งแรงและสามารถเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม แต่อ่อนไหวต่อการแข่งขันจากวัชพืช ถ้าไม่มีการควบคุมวัชพืชอาจทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 70% โดยเฉพาะในช่วงระยะ 13–15 วันหลังออก ซึ่งเป็นช่วงที่หากมีการแข่งขันกับวัชพืช จะทำให้ผลผลิตข้าวโพดเสียหายสูงสุด ดังนั้นการปลูกข้าวโพดให้ได้ผลผลิตสูงจึงต้องให้ปลอดวัชพืชตลอดช่วง 1 เดือนแรก (รังสิต, 2547)

สารกำจัดวัชพืชมีส่วนอย่างมากในการควบคุมวัชพืช เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก และมีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตาม การใช้สารกำจัดวัชพืชปริมาณสูง และใช้เป็นระยะเวลานานนำไปสู่การปนเปื้อนของดินและน้ำผิวดินผ่านการชะล้าง การไหลบ่า ละอองน้ำ และการระเหย ซึ่งการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชจะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำดื่ม สัตว์น้ำ และระบบนิเวศ ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ รวมถึงมนุษย์ด้วย จากรายงานในหลายประเทศทั่วโลก เช่นในประเทศอิตาลี พบว่าการปนเปื้อนสารกำจัดวัชพืชเช่น terbuthylazine เมโทลาลอร์ เบนตาโซน ไกลโฟเสต และสารเมตาโบไลต์ ในน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในชุมชน และเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีเอง เพราะฉะนั้นจึงมีความจำเป็นในการลดการพึ่งพาและการใช้สารกำจัดวัชพืช เพิ่มความตระหนักถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยใช้การจัดการทางเขตกรรมเข้าช่วยเพื่อลดการพึ่งพาสารกำจัดวัชพืช และความเสี่ยงของการดื้อยากำจัดวัชพืช จะเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชลง ส่งผลต่อการลดต้นทุนในการผลิต นอกจากนี้ยังเป็นผลดีต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ผลิต ผู้บริโภค และระบบนิเวศ ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืชและการให้ผลผลิตของข้าวโพด

ข้อมูลทั่วไป และลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชล้มลุกจำพวกหญ้า ปลูกง่าย อายุสั้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Gramineae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. และมีชื่อสามัญว่า Corn หรือ Maize ทั้งนี้คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา (2547) ได้มีการจำแนกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สำคัญของข้าวโพดไว้ดังนี้

(1) ราก ข้าวโพดมีระบบรากแบบรากฝอย (Fibrous root system) ประกอบด้วยรากที่พัฒนามาจากส่วนแรดิเคิล (Radicule) เรียกว่า Primary root หรือ First seedling root และรากที่แตกแขนง

ออกมาเรียกว่า Secondary root หรือ lateral root นอกจากนี้ ยังมีรากที่เกิดขึ้นที่ Scutellar node เรียกว่า Seminal root รากทั้งหมดนี้มีการเจริญเติบโตในระยะเวลาสั้นๆ ขณะข้าวโพดเป็นต้นกล้า และจะตายไปเมื่อต้นข้าวโพดโตขึ้น รากส่วนที่สองคือ รากที่เจริญมาจากลำต้น เรียกว่า Adventitious root ซึ่งเกิดจากข้อส่วนล่างของลำต้น ข้อแรก ที่เกิดรากชนิดนี้คือ Coleoptilar node รากเหล่านี้จะเจริญเติบโตอยู่ตลอดชีวิตของข้าวโพด สามารถเจริญแผ่กระจายรอบลำต้นมีรัศมีประมาณ 1 เมตร และหยั่งลึกลงไปในดินได้ 2.1-2.4 เมตร

(2) ลำต้น ลำต้นข้าวโพดเรียกว่า Culm หรือ Stalk มีลักษณะตั้งตรง และค่อนข้างกลม ประกอบด้วยข้อ (Node) และปล้อง (Internode) บริเวณข้อมีเนื้อเยื่อเจริญ (Growth ring) จุดกำเนิดราก (Root primordia) ตา (Bud) และรอยกาบใบ (Leaf scar) ปล้องที่อยู่เหนือตามักพบร่องตา (Bud groove) โดยลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไป ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 2.5-5.0 เซนติเมตร และลำต้นสดมักมีสีเขียว แต่บางพันธุ์มีสีม่วง

(3) ใบ ใบของข้าวโพดเป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) ประกอบด้วย กาบใบ (Leaf sheath) และแผ่นใบ (Leaf blade) กาบใบจะหุ้มลำต้น ส่วนแผ่นใบแผ่กางออก มีเส้นกลางใบเรียกว่า Mid rib ข้าวโพดที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนต่ออัตราการปลูกสูง มักมีลักษณะใบตั้ง แผ่นใบด้านบนมีขนเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับแสง ส่วนแผ่นใบด้านล่างจะเรียบ และมีปากใบจำนวนมาก

(4) ดอก ข้าวโพดเป็นพืชที่มีช่อดอกตัวผู้เรียกว่า Tassel และช่อดอกตัวเมียเรียกว่า Ear อยู่บนต้นเดียวกันแต่แยกกันอยู่คนละตำแหน่ง (Monoecious plant) โดยพบว่าช่อดอกตัวผู้อยู่ที่ส่วนยอดของลำต้น เป็นแบบ Panicle มีแกนกลางช่อดอกเรียกว่า Rachis ที่ Rachis มีกิ่งแขนงชั้นแรกเกิดอยู่ และบนกิ่งแขนงนี้เป็นที่เกิดของกิ่งแขนงชั้นที่สอง กลุ่มดอกย่อย (Spikelet) เกิดเป็นคู่ คือ ชนิดที่มีก้าน (Pedicelled spikelet) และไม่มีก้าน (Sessile spikelet) แต่ละกลุ่มดอกประกอบด้วย 2 ดอกย่อย แต่ละดอกย่อยประกอบด้วยกลีบดอกที่เรียกว่า Lemma และ Palea มีเกสรตัวผู้ 3 อัน เยื่อรองรับไข่ 2 อัน และเกสรตัวเมียที่ไม่ทำหน้าที่ 1 อัน ส่วนช่อดอกตัวเมีย หรือฝัก เกิดจากตาที่มุมใบข้อที่ 6 นับจากใบธงลงมา มีช่อดอกแบบ Spike การพัฒนาของช่อดอกเริ่มขึ้นเมื่อข้าวโพดมีอายุ 40-45 วันหลังออก กลุ่มดอกตัวเมียเกิดเป็นคู่เรียงกันเป็นแถวยาวบนแกนกลางช่อดอกหรือซัง (Cob) ทำให้ฝักข้าวโพดมีจำนวนแถวของเมล็ดเป็นแถวคู่ ภายในแต่ละกลุ่มดอกมีดอกย่อย 2 ดอก แต่ละดอกย่อยประกอบด้วย Lemma และ Palea รวมเรียกว่า Chaff มีเกสรตัวเมีย 1 อัน เยื่อรองรับไข่ 2 อัน และเกสรตัวผู้ที่เป็นม้วน 3 อัน ก้านเกสรตัวเมียยาว 10-30 เซนติเมตร เรียกว่า ไหม (Silk) ซึ่งไหมแต่ละเส้นจะมีขนที่สามารถรับละอองเกสรตัวผู้ได้ตลอดความยาว เส้นไหมบริเวณโคนฝักจะเกิดขึ้นก่อนตามด้วยส่วนกลางฝัก แต่เส้นไหมบริเวณกลางฝักจะ

ยึดตัวโผล่พ้นกาบหุ้มฝักก่อน ทำให้ได้รับการผสมก่อน ส่งผลให้เมล็ดบริเวณกลางฝักมีความสมบูรณ์กว่า โคนฝักและปลายฝัก

(5) ผลและเมล็ด ผลของข้าวโพดเป็นแบบ Caryopsis ที่มีเยื่อหุ้มผล (Pericarp) ติดอยู่กับเยื่อหุ้มเมล็ด (Seed coat) มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ใสไม่มีสี เยื่อหุ้มผลและเยื่อหุ้มเมล็ดรวมเรียกว่า Hull เมล็ดประกอบด้วยคัพพะ (Embryo) เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) โดยข้าวโพดจะสะสมแป้งไว้ในส่วนของเอนโดสเปิร์ม การสะสมแป้งจะสิ้นสุดเมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งจะปรากฏแผ่นเยื่อสีดำ หรือสีน้ำตาลดำ (Black layer) ที่บริเวณโคนของเมล็ด

การใช้ประโยชน์ของข้าวโพด

ในแต่ละส่วนของข้าวโพด เช่น ฝัก เมล็ด หรือต้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์หลายรูปแบบ ทั้งเพื่อการบริโภคสด ใช้เป็นอาหารสัตว์ และเพื่อการแปรรูปต่างๆ โดยรูปแบบการใช้ประโยชน์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ใช้เป็นอาหารมนุษย์ ในประเทศไทยผู้บริโภคนิยมรับประทานฝักสดของข้าวโพดโดยการต้มหรือเผาให้สุก และฝักอ่อนของข้าวโพดนิยมนำมาปรุงเป็นอาหาร ซึ่งนอกจากจะรับประทานในประเทศแล้ว ยังบรรจุกระป๋องส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศด้วย ส่วนในต่างประเทศนิยมนำเมล็ดข้าวโพดมาบดให้แตก หรือละเอียด แล้วนำมาหุง หรือต้มเป็นอาหาร หรือใช้ทำขนมปัง ใช้เป็นอาหารหลักของมนุษย์ในหลายประเทศ เช่น เม็กซิโก สเปน อิตาลี แอฟริกาใต้ อินเดีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์

(2) ใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากองค์ประกอบของส่วนใหญ่ของเมล็ดข้าวโพดเป็นแป้ง และโปรตีน จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ที่มีคุณภาพและราคาถูก ซึ่งพบว่าผลผลิตเมล็ดข้าวโพดจำนวนมากถูกนำไปใช้ในการผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้บางประเทศโดยเฉพาะประเทศในแถบยุโรปจะปลูกข้าวโพดแล้วตัดข้าวโพดทั้งต้นเพื่อนำไปทำหญ้าหมัก (Silage) สำหรับเลี้ยงสัตว์

(3) ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เมล็ดข้าวโพดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายประเภท ทั้งอุตสาหกรรมอาหาร เช่น แป้ง น้ำมัน น้ำเชื่อม น้ำตาล น้ำส้ม อาหารกระป๋อง เป็นต้น รวมถึงอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น พลาสติก ฟิล์ม เชื้อเพลิง สิ่งทอ เป็นต้น ซึ่งนอกจากเมล็ดแล้ว ส่วนของฝัก ใบ และลำต้น อาจนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กระดาษ ปูน และฉนวนไฟฟ้า

สารป้องกันกำจัดวัชพืช

สารกำจัดวัชพืช (herbicide) การใช้สารกำจัดวัชพืช เริ่มได้รับการนิยมนอกจากเกษตรกรหลังปี ค.ศ. 1944 หรือภายหลังการค้นพบสาร 2,4-ดี (2,4-D) และ เอ็มซีพีเอ (MCPA) ในประเทศอังกฤษ และสหรัฐอเมริกา ทั้งที่ก่อนหน้านี้มีการใช้สารดีเอ็นโอซี (DNOC) และกรดกำมะถัน เพื่อกำจัดวัชพืชใบกว้างมาก่อน แต่ไม่ค่อยความนิยม เนื่องจากสารเหล่านี้มีความเป็นพิษสูง มีกลิ่นรุนแรงแล้ว ไม่มีเครื่องมือสำหรับการพ่นสาร และมีราคาแพง (จรรณู, 2537) การค้นคว้าวิจัย และการใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับการขาดแรงงานในภาคการเกษตรขาดแคลนทั้งที่ต้องผลิตอาหารเพิ่มขึ้น การใช้สารกำจัดวัชพืชจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพาะปลูกพืช

ปัจจุบันมีสารประกอบหลายชนิดที่มีคุณสมบัติใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช แต่ละชนิดอาจผลิตมาขายในชื่อการค้าต่างกันไป จรรณู (2537) ได้จำแนกสารป้องกันกำจัดวัชพืชไว้ดังนี้

1. จำแนกตามพื้นฐานการเลือกทำลาย (bases of selectivity) แบ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) ประเภทไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicides) สารกลุ่มนี้กำจัดวัชพืชทุกชนิด มักใช้พ่นทำลายวัชพืชก่อนการไถพรวน หรือพ่นทันทีหลังการเก็บเกี่ยวพืชแรกเพื่อเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับหยอดพืชตามโดยไม่ต้องไถพรวน หรือใช้กำจัดวัชพืชบริเวณทางรถไฟ ริมรั้วหรือบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม

2) ประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) สารกลุ่มทำลายพืชได้บางชนิด (วัชพืช) ในขณะที่พืชอีกบางชนิดปลอดภัย (พืชปลูก) คุณสมบัติหรือลักษณะของการเลือกทำลายอาจเกิดจากความแตกต่างของการเกาะยึด การดูดซึม การเคลื่อนย้าย การเปลี่ยนแปลงสภาพ และปฏิกิริยาทางชีวเคมีของสารกำจัดวัชพืชในระหว่างพืชและวัชพืช หรืออาจเกิดจากช่วงเวลาและวิธีการกำจัดวัชพืช

2. จำแนกตามลักษณะการใช้กับพืช (method of use) แบ่งสารกำจัดวัชพืชออกเป็น 2 กลุ่มเช่นกัน คือ

1) ประเภทใช้ทางใบ (foliar application) หมายถึงสารกำจัดวัชพืชที่ฉีดพ่นไปถูกใบพืชโดยตรง ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 2 กลุ่ม คือ ประเภทสัมผัสหรือถูกต้นตาย (contact herbicide) และสารประเภทซึมซาบ (systemic herbicide) สารพวกนี้เมื่อเข้าสู่พืชแล้วสามารถเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนอื่นๆ ของพืชที่จะก่อให้เกิดกิจกรรมการทำลายขึ้นมาได้

2) ประเภทใช้ทางดิน (soil application) หมายถึง สารกำจัดวัชพืชที่ฉีดพ่นคลุมดิน อาจดูดซึมเข้าสู่พืชทางรากและส่วนของยอดอ่อนที่กำลังจะงอกก่อนจะโผล่พ้นผิวดิน เพื่อให้ได้ผลดีในการ

ควบคุมวัชพืชสารประเภทนี้มักมีสารตกค้างในดิน (residual effect) เป็นระยะเวลาสั้นบ้าง นานบ้าง ขึ้นอยู่กับชนิดสารเคมีและสภาพแวดล้อมภายหลังการใช้

3. จำแนกตามช่วงเวลาในการใช้ (time of application) ซึ่งสัมพันธ์อยู่กับช่วงอายุหรือพัฒนาการของวัชพืชและพืชปลูก แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) การใช้ก่อนปลูก (pre-planting) หมายถึง สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก่อนการไถพรวนหรือ ภายหลังการเตรียมดินก่อนปลูกพืช เป็นการลดโอกาสที่พืชจะสัมผัสกับสารโดยตรง สารกำจัดวัชพืชที่ระเหยหรือถูกทำลายได้ง่าย โดยแสงแดดอาจจะมีการพรวนดินกลบบางๆ เพื่อลดการสูญเสีย และช่วยคลุกสารกำจัดวัชพืชลงในดินช่วยให้ควบคุมวัชพืชที่งอกจากระดับลึกได้ดีขึ้น

2) การใช้ก่อนงอก (pre-emergence) หมายถึง สารกำจัดวัชพืชที่ใช้หลังปลูก พืชหรือหยอดเมล็ด ก่อนที่พืชปลูกหรือวัชพืชจะงอกโผล่พื้นผิวดิน

3) การใช้หลังงอก (post emergence) คือ สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นหลังจากพืชปลูกหรือวัชพืชงอกขึ้นมาแล้ว ซึ่งอาจใช้ขณะที่พืชงอกขึ้นใหม่ๆ หรือหลังจากพืชตั้งตัวได้ดีแล้ว หรืออาจเป็นการใช้ภายหลังการไถพรวนหรือการตายหญ้าในระหว่างแถวเพื่อกำจัดวัชพืชที่งอกขึ้นมาใหม่

4. จำแนกตามกลไกการทำลาย (mode of action) จัดแบ่งสารกำจัดวัชพืชออกเป็นกลุ่มๆ ตามผลของการกำจัดวัชพืชต่อการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางสรีระและชีวเคมีภายในต้นพืชที่จะก่อให้เกิดการทำลายซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้ อาจแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ใหญ่ๆ ได้แก่

1) ยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) หมายถึง กลุ่มของสารกำจัดวัชพืชที่อาจไปรบกวนเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ การขยายหรือการยึดตัวของเซลล์

2) ยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetic inhibitor) คือกลุ่มของสารที่ไปยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอน Hill reaction หรืออาจไปยับยั้งการสร้างเม็ดสีต่างๆ ในเซลล์พืช

3) ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวเคมี (biosynthesis inhibitor) สารกลุ่มนี้อาจไปยับยั้งการสังเคราะห์ไขมัน กรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ หรือกิจกรรมต่างๆ ของเอนไซม์

4) ยับยั้งการหายใจ (respiration inhibitor) สารกลุ่มนี้อาจไปยับยั้งหรือขัดขวางการสร้างพลังงานที่ได้จากการหายใจ

ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบผสมผสานต่อการควบคุมวัชพืช และผลผลิตข้าวโพด

วัชพืชเป็นปัญหาที่สำคัญของการผลิตข้าวโพดที่ทำให้ผลผลิตลดลงเนื่องจากวัชพืชแย่งแย่งแข่งขันปัจจัยการเจริญเติบโตกับพืชปลูก ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชในข้าวโพดอย่างแพร่หลาย สราวุธ และคณะ (2564) ได้ศึกษาผลเรื่องประสิทธิภาพของสารกำจัด

วัชพืชก่อนงอกร่วมกับหลังงอกที่มีต่อการควบคุมวัชพืชในข้าวโพด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design 10 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัด วัชพืช ก่อนงอกมีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ 1 วันหลังปลูก ตามด้วยการพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอกที่ 30 วันหลังปลูก โดยที่ 8 กรรมวิธีแรก จะเป็นการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชร่วมต้น 2 ชนิดพ่นเพื่อควบคุม การงอกของวัชพืชเมื่อวันปลูก และอีกชนิดจะพ่นเมื่อหลังข้าวโพดงอก 30 วัน ได้แก่ 1) nicosulfuron ตามด้วย nicosulfuron 6%OD 2) nicosulfuron 6%ตามด้วย ametryn 90%WG 3) nicosulfuron 6%ตามด้วย fluroxypyr 4) nicosulfuron 6% OD ตามด้วย paraquat 5) pendimethalin 33%EC ตามด้วย nicosulfuron 6% 6) pendimethalin 33%EC (BASF) ตามด้วย ametryn 90%WG 7) pendimethalin 33%EC ตามด้วย fluroxypyr 28.8% EC 8) pendimethalin 33%EC (BASF) ตาม ด้วย paraquat 23.5%SL ทำการเปรียบเทียบกับกำจัดวัชพืชด้วยจอบ (hand weeding) ที่ 30 และ 60 วันหลังปลูก และ ไม่มีการกำจัดวัชพืชเลย (control) ทำการศึกษาในฤดูปลูกต้นฝน และฤดูปลูกปลาย ฝน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชก่อนปลูก และหลังปลูกทุกสูตรให้ผลผลิตข้าวโพด และน้ำหนักแห้งวัชพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่มีการกำจัดวัชพืชทั้ง 2 ฤดูกาลปลูก แต่ การกำจัดวัชพืชด้วยจอบ ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้สารกำจัดวัชพืชก่อนปลูก และหลังปลูกทุกสูตรในทั้ง 2 ฤดูปลูก สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการกำจัดวัชพืชด้วยจอบเมื่อข้าวโพดอายุ 30 และ 60 วันเป็นวิธีการที่มี ประสิทธิภาพ แต่สิ้นเปลืองเวลา และแรงงานในการกำจัด โดยเฉพาะหากปลูกข้าวโพดในแปลงใหญ่ (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณาถึงการเลือกใช้สารเคมีพบว่า การฉีดพ่น nicosulfuron ตามด้วย paraquat และ pendimethalin ตามด้วย paraquat เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมวัชพืชในทั้ง 2 ฤดูปลูก และไม่ส่งผลต่อความเป็นพิษในข้าวโพด เนื่องจากมีน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยที่สุด และให้ผลผลิต ข้าวโพดสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีสูตรอื่น และดีกว่าการกำจัดวัชพืชด้วยจอบ ขณะที่การใช้ สารเคมีสูตร nicosulfuron ตามด้วย nicosulfuron, nicosulfuron ตามด้วย ametryn, pendimethalin ตามด้วย nicosulfuron, pendimethalin ตามด้วย ametryn และ pendimethalin ตามด้วย fluroxypyr ก็เป็นอีกสูตรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมวัชพืชในทั้ง 2 ฤดูปลูก เนื่องจากมีน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยที่สุด และให้ผลผลิตข้าวโพดสูงที่สุดใน 2 ฤดูกาล ทั้งนี้การใช้สารเคมี สูตรดังกล่าวในวันปลูกปลายฝน จะให้ผลผลิตข้าวโพดลดต่ำลงมาเล็กน้อยจาก 2 สูตรแรกที่กล่าวมา ข้างต้น และไม่แตกต่างทางสถิติกับการกำจัดวัชพืชด้วยจอบ ซึ่งสามารถใช้เป็นทางเลือกให้เกษตรกรใน การเลือกใช้สารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อย และประหยัดที่สุด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักแห้งของวัชพืช (g m^{-2}) และผลผลิตข้าวโพด (kg rai^{-1}) ที่ปลูกในสภาพที่มีการพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนปลูก และหลังปลูกต่างชนิดกันในต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน

Treatment	Rate (g a.i. rai ⁻¹)	Early rainy		Late rainy	
		Weed dry	Yield	Weed dry	Yield
		weight (g/m ²)	(Kg/rai)	weight (g/m ²)	(Kg/rai)
Nicosulfuron fb nicosulfuron	9.6 fb 9.6	134.27b	733a	119.00b	997ab
Nicosulfuron fb ametryn	9.6 fb 400	115.07b	765a	100.33b	1011ab
Nicosulfuron fb fluroxypyr	9.6 fb 86.4	172.60ab	716a	157.40ab	1003ab
Nicosulfuron fb paraquat	9.6 fb 138	116.00b	822a	101.07b	1117a
Pendimethalin fb nicosulfuron	264 fb 9.6	126.80b	758a	111.40b	997ab
Pendimethalin fb ametryn	264 fb 400	103.87b	783a	88.80b	1020ab
Pendimethalin fb fluroxypyr	264 fb 86.4	167.60ab	771a	150.93ab	1004ab
Pendimethalin fb paraquat	264 fb 138	109.67b	829a	95.33b	1128a
Hand weeding	30,60 days	170.60ab	657ab	156.47ab	698bc
No herbicide (control)	9.6 fb 9.6	343.07a	515b	328.73a	590c
C.V. (%)		73.26	735	140.95	956
F-test		*	**	*	**

*, ** = significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD fb=followed by

ที่มา: สรรวฐ และคณะ (2564)

เหหัวหมูจัดเป็นวัชพืชข้ามปีขยายพันธุ์ด้วยหัวใต้ดินที่ซึ่งถูกจัดเป็นวัชพืชแรงร้ายที่ระบาดและกำจัดยาก ทั้งนี้ควรเลือกชนิดของวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชเป้าหมายและไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก จากการทดลองของ ธนัชสน์ และ มณฑิตา (2563) ได้ศึกษาเรื่องประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดต่อการควบคุมเหหัวหมู และความเป็นพิษต่อข้าวโพด โดยทดลองในเรือนทดลองใช้กระถาง

พลาสติกขนาด 17 เซนติเมตร เตรียมดินปลูกจากแปลงปลูก พืชที่ปราศจากการใช้สารเคมีอย่างน้อย 6 เดือน ตากดินให้แห้งด้วยแสงแดด บดให้มีขนาดเล็ดประมาณ 1- 2 เซนติเมตร ใส่ดินลงในกระถาง 3 ใน 4 ของความสูง คัดเลือกหัวเห็ดหมูนาลงปลูกในกระถางที่เตรียมไว้จำนวน 10 หัวต่อกระถาง ทำการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีการทดลอง ได้แก่ acetochlor อัตรา 240, 300 และ 360 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ sulfentrazone อัตรา 57.6, 96 และ 134.4 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ mazapic อัตรา 12, 18 และ 24 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีควบคุมด้วยการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอก acetochlor และ imazapic ในทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของข้าวโพดที่อายุ 3-14 วันหลังปลูก เนื่องจากข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า แต่พบว่าการใช้สาร sulfentrazone ในทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ส่งผลทางลบต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของข้าวโพดที่อายุ 5 และ 7 วันหลังปลูก เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำกว่าการใช้สาร acetochlor และ imazapic ในทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ และต่ำกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า อย่างไรก็ตามเมื่อข้าวโพดอายุ 14 วันไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การงอกในทุกกรรมวิธี และทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักแห้งข้าวโพด และน้ำหนักแห้งของเห็ดหมูในแต่ละกรรมวิธี พบว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าทำให้น้ำหนักแห้งเห็ดหมูมากที่สุด ขณะที่การฉีดพ่นสาร acetochlor ในอัตรา 360 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ sulfentrazone ในทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (57.6, 96 และ 134.4 กรัม) ทำให้น้ำหนักแห้งข้าวโพดสูงที่สุด ขณะที่การใช้สาร acetochlor ในอัตรา 300 และ 360 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ จะเป็นวิธีที่ทำให้น้ำหนักแห้งเห็ดหมูน้อยที่สุด แต่ให้ผลผลิตข้าวโพดไม่ต่างจากการพ่น sulfentrazone ในทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ ทั้งนี้พบว่าสาร imazapic ในทุกอัตราของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (12, 18 และ 24 กรัม) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในการควบคุมเห็ดหมู และมีน้ำหนักแห้งของข้าวโพดต่ำที่สุดด้วย (ตารางที่ 2) การใช้สาร sulfentrazone อัตรา 57.6 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ น่าจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากให้น้ำหนักแห้งข้าวโพดสูงที่สุด และประหยัดการใช้สารเคมี และให้น้ำหนักแห้งข้าวโพดไม่แตกต่างจากการพ่นด้วย acetochlor อัตรา 360 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่เป็นอัตราการใช้สูงที่สุดของสาร acetochlor (แต่เป็นวิธีการที่ควบคุมเห็ดหมูได้ดีที่สุด จากการทดลองนี้จะชี้ให้เห็นชนิดสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมเห็ดหมู อัตราที่เหมาะสมในการใช้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย และเกษตรกรมีโอกาเลือกใช้สารเคมีได้

ตารางที่ 2 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อเปอร์เซ็นต์การงอกที่อายุ 3 5 7 และ 14 วัน และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินที่อายุ 35 วัน ของข้าวโพดหวาน และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของแห้วหมู

Herbicides and rates (g a.i. /rai)	Emergence (percentage/pot) days after spray application (DAA)				Dry weight of aerial part at of corn (g/pot)	Aboveground dry weight of purple nutsedge (g/pot)
	3	5	7	14		
Control	67.5	90.0a	90.0a	90.0	3.59b	8.15a
acetochlor	240 g	42.5	87.5a	90.0a	3.79b	1.17cd
	300 g	60.0	92.5a	92.5a	3.98b	0.09e
	360 g	45.0	87.5a	87.5a	4.95a	0.01e
sulfentrazone	57.6 g	62.5	87.5a	90.0a	5.49a	1.45bc
	96.0 g	52.5	67.5b	77.5b	5.33a	0.80d
	134.4 g	52.5	65.0b	72.5b	4.32ab	0.42de
imazapic	12 g	70.0	92.5a	92.5a	4.60ab	2.09b
	18 g	57.5	88.5a	88.5a	3.61b	0.52d
	24 g	62.5	97.5a	97.5a	2.99b	0.56d

Note: Mean with same letters in column is not significantly different at $P < 0.05$ by DMRT

ที่มา: ธนัชสันท์ และ มณฑิตา (2563)

ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการไถพรวนต่อการควบคุมวัชพืช และผลผลิตข้าวโพด

สารกำจัดวัชพืชช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการวัชพืช แต่การใช้อย่างไม่ถูกต้องอาจนำไปสู่การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การลดการใช้สารกำจัดวัชพืชจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และค่าใช้จ่ายของเกษตรกรได้ Loddo *et al.* (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการกำจัดวัชพืชแบบผสมผสาน โดยใช้สารเคมี ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถว เพื่อลดปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืช แต่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช โดยทดลองเปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี วิธีที่ 1 (T1) คือการพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอกระหว่างแถวปลูก ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถว วิธีการนี้จะมีการพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอก ด้วยหัวฉีดแบบเฉียง 2 หัวฉีดพ่นได้รัศมี 37.5 เซนติเมตร มี 4 ชุด พ่นได้ครั้งละ 4 แถว วิธีการนี้จะพ่นสารเคมีประมาณ 50% ของพื้นที่ (ภาพที่ 1) วิธีที่ 2 (T2) คือการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกด้วย

ทางรถไถหัวฉิด 6 หัวฉิด แต่ละหัวฉิดมีรัศมี 25 เซนติเมตร (1 หัวฉิด 1 แถว ได้ครั้งละ 6 แถว) ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถว วิธีการนี้จะมีการพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังปลูกประมาณ 33% ของพื้นที่ (ภาพที่ 2) และวิธีที่ 3 (T3) ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชทั้งพื้นที่ 100% โดยจะใช้เครื่องที่มีรัศมี 21 เมตร ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถว ตรวจวัดน้ำหนักวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยวข้าวโพด และผลผลิตข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักสดของวัชพืชของทั้ง 3 กรรมวิธี (ภาพที่ 3) แต่พบว่าการพ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกเต็มพื้นที่ 100% มีแนวโน้มมีปริมาณวัชพืชที่น้อยที่สุด รองลงมาคือการพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอก 33% ของพื้นที่ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก และการพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอก 50% ของพื้นที่ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักข้าวโพดเทียบกับวิธีการมาตรฐานที่เกษตรกรใช้ คือพ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกเต็มพื้นที่ 100% ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก พบว่าการพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอกเพียง 33% ของพื้นที่แปลงปลูกข้าวโพดร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก และการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอก 50% ของพื้นที่ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก ส่งผลให้น้ำหนักข้าวโพดมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย (2-4%) (ภาพที่ 4) ซึ่งเห็นว่าการลดปริมาณการใช้สารเคมี ทำให้ความเป็นพิษต่อข้าวโพดลดลง รวมถึงลดค่าใช้จ่าย และความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม



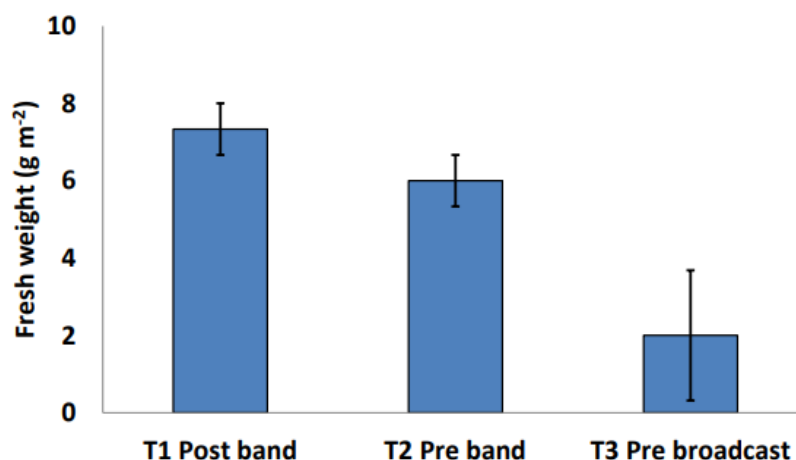
ภาพที่ 1 การพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังออกระหว่างแถวปลูก วิธีการนี้จะมีการพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังออกด้วยหัวฉีดแบบเฉียง 2 หัวฉีดพ่นได้รัศมี 37.5 เซนติเมตร มี 4 ชุด พ่นได้ครั้งละ 4 แถว วิธีการนี้จะพ่นสารเคมีประมาณ 50% ของพื้นที่บนแถวปลูก (T1)

ที่มา: Lando *et al.* (2018)



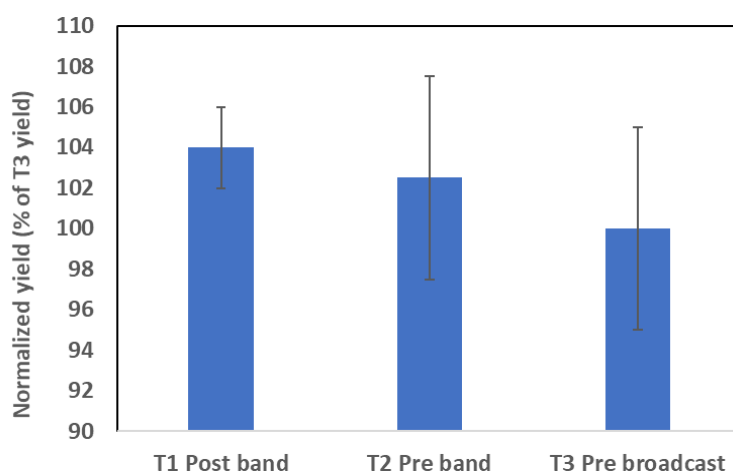
ภาพที่ 2 การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชร่อนอกด้วยทางรถไฟหัวฉีด 6 หัวฉีด แต่ละหัวฉีดมีรัศมี 25 เซนติเมตร (1 หัวฉีด 1 แถว ได้ครั้งละ 6 แถว) วิธีการนี้จะมีการพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังปลูกประมาณ 33% ของพื้นที่ (T2)

ที่มา: Lando *et al.* (2018)



ภาพที่ 3 น้ำหนักสดของวัชพืชภายใต้การจัดการกำจัดวัชพืชที่ต่างกัน T1= พ่นสารกำจัดวัชพืชหลังออก ระหว่างแถว 50% ของพื้นที่ร่วมกับการไถพรวน T2=พ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอก 33% ของพื้นที่ ร่วมกับการไถพรวน และ T3=พ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอก 100% ของพื้นที่ร่วมกับการ ไถพรวน (วิธีมาตรฐาน)

ที่มา: Lando *et al.* (2018)



ภาพที่ 4 เปอเซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว เมื่อเทียบกับ T3

T1= พ่นสารกำจัดวัชพืชหลังออกระหว่างแถวปลูก 50% ของพื้นที่ร่วมกับการไถพรวน T2=พ่น สารกำจัดวัชพืชก่อนงอก 33% ของพื้นที่ ร่วมกับการไถพรวน และ T3=พ่นสารกำจัดวัชพืช ก่อนงอก 100% ของพื้นที่ร่วมกับการไถพรวน (วิธีมาตรฐาน) แถบแสดงถึง Stand deviation

ที่มา: Lando *et al.* (2018)

สรุป

การฉีดพ่น nicosulfuron ตามด้วย paraquat และ pendimethalin ตามด้วย paraquat เป็นสูตรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมวัชพืช และไม่ส่งผลต่อความเป็นพิษในข้าวโพด ทั้งวันปลูกต้นฝน และวันปลูกปลายฝน ขณะที่การใช้สาร sulfentrazone อัตรา 57.6 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเห็บหมู โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต และใช้สารเคมีน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากการพ่นด้วย acetochlor อัตรา 360 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเห็บหมู และไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งข้าวโพด แต่มีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง ผลการศึกษานี้จะเป็นทางเลือกในการตัดสินใจการใช้สารเคมีของเกษตรกร นอกจากนี้ยังพบว่า การไถพรวนระหว่างร่อง ร่วมกับการพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอกเพียง 33% ของพื้นที่แปลงปลูกข้าวโพด เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ และลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช เนื่องด้วยมีปริมาณวัชพืช และผลผลิตข้าวโพดไม่แตกต่างทางสถิติกับการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอกเต็มพื้นที่ 100% และฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอก 50% ของพื้นที่ ร่วมกับการไถพรวนระหว่างแถวปลูก สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชในช่วงเวลา และวิธีการที่เหมาะสม จะช่วยลดความเป็นพิษต่อข้าวโพด และปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืชลงได้

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2547. พืชเศรษฐกิจ (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จรูญ พรหมชุม. 2537. วัชพืชและการป้องกันกำจัดวัชพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 176 หน้า.
- รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: พื้นฐานและวิธีการใช้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, ประกายรัตน์ โภคาเดช, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช สดใส, ช่างสลัก และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2564. ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกพร้อมกับหลังงอกที่มีต่อการควบคุมวัชพืชในข้าวโพด. วารสารแก่นเกษตร 49(4):903-914.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ข้าวโพดหวาน: เนื้อที่เพาะปลูกเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2555-2557. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/download/prcai/vegetable/sweetcorn.pdf>). สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2564.
- ธนัชสิทธิ์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ และ มณฑิตา วัชชู. 2563. ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดต่อการควบคุมเห็บหมะและความเป็นพิษต่อข้าวโพด. วารสารเกษตรนเรศวร 17(1):48-57.
- Loddo, D., L. Scarabel, M. Sattin, A. Pederzoli, C. Morsiani, R. Canestrone and M. G. Tommasini. 2020. Combination of herbicide band application and inter-row cultivation provides sustainable weed control in maize. Agronomy 10(1):20.