บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

จังหวัดจันทบุรีมีลักษณะภูมิประเทศและทรัพยากรธรรมชาติที่เอื้ออำนวยต่อการเกษตรกรรม โดยดินมีความอุดมสมบูรณ์ อากาศชุ่มชื้นเหมาะแก่การทำการเพาะปลูกผลไม้ ในปีพ.ศ.2563 มีรายงานว่าไม้ผลทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง มีผลผลิตรวม จำนวน 995,501 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2562 ที่มีจำนวน 886,959 ตัน (เพิ่มขึ้น 108,542 ตัน หรือร้อยละ12) โดยทุเรียนให้ผลผลิต 550,035 ตัน เงาะ 210,637 ตัน มังคุด 212,345 ตัน และลองกอง 22,484 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6, 2563 : 1) จากข้อมูลในด้านปริมาณผลผลิตของไม้ผลดังกล่าวทำให้จังหวัดจันทบุรีได้ชื่อว่าเป็น “มหานครแห่งผลไม้” สำหรับแนวทางบริหารจัดการผลไม้ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในปี 2563 ยังคงเน้นเรื่องคุณภาพและความปลอดภัยเป็นสำคัญ โดยให้จังหวัดคำนึงถึงการบริหารจัดการผลไม้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพซึ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานของผลไม้ ควบคู่กับการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลไม้ตลอดฤดูกาลผลิต ด้านเชิงคุณภาพ เช่น การส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพผลผลิตสู่มาตรฐาน GAP และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) อย่างไรก็ตามปัญหาและอุปสรรคสำคัญประการหนึ่งในการทำสวนผลไม้ของเกษตรกรก็คือการเจริญของวัชพืชประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่สวน ซึ่งวัชพืชเหล่านี้จะแย่งสารอาหารและน้ำกับไม้ผล เป็นที่หลบซ่อนของศัตรูพืช แมลงพาหะและเชื้อสาเหตุโรคพืชอีกหลายชนิด ซึ่งจะไปมีผลลดการเจริญของพืชปลูกในที่สุด การเกิดวัชพืชในสวนผลไม้ของจังหวัดจันทบุรี ส่วนใหญ่จะพบได้ตามบริเวณพื้นที่ระหว่างพุ่มไม้ที่มีระยะปลูกค่อนข้างห่าง แสงแดดส่องถึง ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะกับการเจริญของวัชพืช แนวทางหนึ่งที่เกษตรกรนิยมใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารไกลโฟเสท (glyphosate) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อย่างต่อเนื่อง

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลในด้านการนำเข้าสารเคมีกำจัดวัชพืช 3 ชนิด ได้แก่พาราควอต (paraquat) คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไกลโฟเสท พบว่ามีการนำเข้าไกลโฟเสทมากที่สุด ซึ่งในปี พ.ศ. 2563 มีข้อมูลการนำเข้าสารไกลโฟเสทจำนวน 18,500 ตัน (ฐานเศรษฐกิจ, 2563) ปีพ.ศ. 2560 มีการนำเข้าไกลโฟเสทในรูปไกลโฟเสท-แอมโมเนียม (glyphosate-ammonium) ปริมาณ 59,872 ตัน ปี พ.ศ.2559 มีการนำเข้าไกลโฟเสทสูงสุด 61,802 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,945 ล้านบาท ส่วนในปีพ.ศ. 2558 มีการนำเข้าไกลโฟเสท 58,078,201 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 39 ของวัตถุอันตรายที่มีการนำเข้าสูงสุด ในขณะที่พาราควอทและคลอร์ไพริฟอส มีปริมาณการนำเข้าร้อยละ 20 และ 1.3 ของวัตถุอันตรายที่มีการนำเข้าสูงสุดตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อมูลย้อนหลังในช่วงปี พ.ศ.

2550-2555 ก็พบเช่นเดียวกันว่าประเทศไทยมีปริมาณการนำเข้าสารไกลโฟเสทมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559) โดยในปี พ.ศ. 2557 ได้มีการนำเข้าไกลโฟเสทสูงถึง 63 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด (สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร, 2560) อย่างไรก็ตามจากมติที่ประชุมคณะกรรมการวัตถุอันตราย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกาศให้คลอไพริฟอส และพาราควอต เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ซึ่งห้ามการผลิต การนำเข้า การส่งออก การนำผ่าน หรือการมีไว้ในครอบครอง โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2563 ส่วนไกลโฟเสทถูกจัดอยู่ในสถานะวัตถุอันตรายที่จำกัดการใช้งาน ซึ่งผู้จำหน่ายจะต้องได้รับใบอนุญาตการขาย แจ้งปริมาณการขายให้กรมวิชาการเกษตร ต้องผ่านการอบรมทุก ๆ 3 ปี และต้องขายให้กับเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรและผ่านการอบรมแล้วเท่านั้น (ฐานเศรษฐกิจ, 2563)

ไกลโฟเสทมีสูตรเคมี $C_3H_8NO_5P$ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกในการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวและวัชพืชข้ามปี จึงทำให้มีการตกค้างของสารชนิดนี้ได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไปซึ่งก่อให้เกิดผลเสียหายต่อมนุษย์และระบบนิเวศ (Zhan et al., 2018 : 5033) เป็นสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มฟอสโฟโนไกลซีน (phosphonoglycine) มีชื่อทางการค้าที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ ราวด์อัพ (roundup) และไกลโฟเสต 48 เป็นสารชนิดดูดซึม ออกฤทธิ์ช้า เพื่อควบคุมหญ้า กำจัดวัชพืชได้อย่างกว้างขวางและไม่เลือกชนิด (non-selective) (พันทวี แข่งขัน และคนอื่น ๆ, 2563 : 517) แต่การนำสารเคมีเข้ามาใช้โดยขาดความรู้ หรือใช้ในปริมาณที่เหมาะสมเกินความจำเป็น จะมีผลทำให้เกิดความเสียหายเป็นวงกว้าง จนเกิดการปนเปื้อนของสารไกลโฟเสทในสิ่งแวดล้อม สะสมในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต และก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพในมนุษย์ เช่น เกิดความพิการแต่กำเนิดหรือเกิดการแท้งได้ แม้สำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมในสหรัฐฯ (EPA) จะไม่ออกข้อจำกัดเรื่องการใช้สารไกลโฟเสทโดยชี้ว่ามีอันตรายต่ำ พร้อมออกคำแนะนำให้หลีกเลี่ยงการเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ยากำจัดวัชพืชชนิดนี้เป็นเวลา 12 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่น อย่างไรก็ตามงานวิจัยหลายชิ้นจากนานาชาติบ่งชี้ว่าไกลโฟเสทเป็นสารที่อาจก่อมะเร็งในมนุษย์ได้ (Kanissery et al., 2019 : 1) สอดคล้องกับข้อมูลที่รายงานในปี 2558 โดยหน่วยงาน International Agency for Research on Cancer (IARC) ระบุว่า สารไกลโฟเสทเป็นสารใน กลุ่ม 2A เป็นกลุ่มที่อาจจะก่อให้เกิดมะเร็ง มีผลต่อ สารพันธุกรรม (World Health Organization, 2015 อ้างถึงโดย พันทวี แข่งขัน และคนอื่น ๆ, 2563 : 517) พิษแบบเฉียบพลันของไกลโฟเสตได้แก่ ระคายเคืองทางผิวหนัง ผื่นคัน ผิวหนังไหม้ ปวดท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน และทำให้ประสิทธิภาพใน การทำงานของไตลดลง (Bradberry, Proudfoot & Vale, 2004 อ้างถึงโดย พันทวี แข่งขัน และคนอื่น ๆ, 2563 : 517)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

การสลายสารที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม สามารถเกิดขึ้นได้ 3 กระบวนการ คือ การดูดซับ (adsorption) การสลายตัวโดยแสง (photocatalytic degradation) และการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (microbial degradation) (อลิสา วังใน, 2553 : 9) โดยที่การย่อยสลายทางชีวภาพเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในระหว่างกระบวนการย่อยสลายของไกลโฟเสทมีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดที่สามารถเจริญโดยใช้ไกลโฟเสทเป็นแหล่งคาร์บอน ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนเพื่อการเจริญ (Zhan et al., 2018 : 5034) รวมถึงแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญของพืชหรือพีจีพีอาร์ (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณรอบรากพืชโดยได้รับอาหารที่รากพืชปล่อยออกมา (root exudates) เช่น ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) กรดอะมิโน (amino acid) กรดอินทรีย์ (organic acid) คาร์โบไฮเดรต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพของสารกำจัดวัชพืชชนิดไกลโฟเสทซึ่งเป็นที่นิยมใช้ของเกษตรกร โดยใช้แบคทีเรียพีจีพีอาร์สายพันธุ์คัดเลือกจากรายงานวิจัยของต้องตา สายทอง และจิรภัทร จันทมาลี (2560) ที่คัดแยกได้จากดินสวนผลไม้จังหวัดจันทบุรี ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยนี้อาจนำไปประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูและบำบัดสภาพดินที่มีการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืช เพื่อลดความเป็นพิษและอันตรายที่อาจจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ของแบคทีเรียพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไกลโฟเสท
2. เพื่อศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพของไกลโฟเสทโดยแบคทีเรียพีจีพีอาร์ไอโซเลทที่คัดเลือก
3. เพื่อจำลองการนำเชื้อที่ได้ไปประยุกต์ใช้จริงโดยศึกษาผลของแบคทีเรียพีจีพีอาร์ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไกลโฟเสทต่อการงอกเมล็ดข้าว

ประโยชน์ของการวิจัย

การพัฒนางานวิจัยนี้อาจทำให้สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไกลโฟเสท ซึ่งในอนาคตอาจมีการพัฒนาในรูปแบบหัวเชื้อที่สะดวกต่อการนำไปใช้งานในพื้นที่สวนผลไม้หรือพื้นที่ปนเปื้อนได้ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารไกลโฟเสทของแบคทีเรียกลุ่มพีจีพีอาร์ ที่คัดแยกได้จากดินสวนผลไม้จังหวัดจันทบุรี 53 ไอโซเลท และจากดินในป่าอนุรักษ์พันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี 9 ไอโซเลท รวมทั้งสิ้น 62 ไอโซเลท ในการย่อยสลาย

สารกำจัดวัชพืชชนิดไกลโฟเสท ศึกษาการเจริญของแบคทีเรียที่คัดเลือกในสภาวะที่เติมไกลโฟเสทเป็นแหล่งคาร์บอน วิเคราะห์การย่อยสลายไกลโฟเสทด้วยเครื่อง Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) ศึกษาความสามารถของแบคทีเรียไอโซเลทที่คัดเลือกในการใช้ไกลโฟเสทเป็นแหล่งฟอสฟอรัส และการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายไกลโฟเสทโดยการเติมแหล่งคาร์บอนชนิดอื่น ๆ ร่วมกับไกลโฟเสท ความสามารถของแบคทีเรียไอโซเลทที่คัดเลือกในการเจริญในสภาวะที่เติมไกลโฟเสทความเข้มข้นต่าง ๆ ในช่วง 0.0625 - 16 กรัมต่อลิตร การศึกษาสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียไอโซเลทที่คัดเลือก รวมถึงจำลองการนำเชื้อที่ได้ไปประยุกต์ใช้จริง โดยศึกษาผลของแบคทีเรียพีจีพีอาร์ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไกลโฟเสทต่อการงอกของเมล็ดข้าว

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบคทีเรียพีจีพีอาร์ เป็นกลุ่มแบคทีเรียบริเวณรากพืชที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) พบได้ในดินบริเวณรากพืช (rhizosphere) ซึ่งจะมีการหลั่งสารอาหาร (root exudates) เช่น กรดอมิโนและน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ที่เป็นสารอาหารสำหรับการเจริญของแบคทีเรียจึงกระตุ้นให้แบคทีเรียเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณรากพืช ในขณะเดียวกันพืชจะได้ประโยชน์จากการเข้ายึดเกาะของแบคทีเรียพีจีพีอาร์โดยผ่านทางกลไกทั้งทางตรง (direct mechanisms) เช่น การย่อยสลายฟอสเฟต การตรึงไนโตรเจน การผลิตฮอร์โมนพืช และกลไกทางอ้อม (indirect mechanisms) เช่น การสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคพืช

2. แบคทีเรียย่อยสลายไกลโฟเสท เป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่คัดแยกจากดินพื้นที่เกษตรกรรมและดินอุดมสมบูรณ์ในจังหวัดจันทบุรี โดยแบคทีเรียที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนของสารพิษเป็นเวลานานจะมีการปรับระบบเมแทบอลิซึมให้สามารถผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยสลายสารดังกล่าวได้ ไกลโฟเสทที่ถูกย่อยสลายแล้วจะกลายเป็นแหล่งฟอสฟอรัส คาร์บอน และไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์ สอดคล้องกับข้อมูลที่รายงานการคัดแยกแบคทีเรียย่อยสลายไกลโฟเสทได้จากพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศไทย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี