

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลของสำนักผังประเทศและผังภาค กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ระบุว่าพื้นที่เกษตรกรรมของภาคคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 44 ของพื้นที่ทั้งหมดในประเทศ (www.dpt.go.th/nrp/about1/intro_northeast.html) โดยพื้นที่ดังกล่าวมีการเพาะปลูกทั้งพืชสวน พืชไร่ ตลอดจนผักชนิดต่าง ๆ จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าการปลูกผักมีการใช้สารเคมีปริมาณมาก ทั้งเพื่อการกำจัดแมลง วัชพืช และศัตรูพืชอื่น ๆ ตลอดจนการใช้สารเคมีเพื่อเร่งการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกพริก กล่าวคือ พริกเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกกระจายอยู่ทั่วภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพริกดังกล่าวถูกส่งจำหน่ายทั้งในรูปแบบพริกสดและพริกแห้ง รวมทั้งมีการจำหน่ายไปยังต่างประเทศเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้นในการปลูกพริกจึงมีการใช้สารเคมีหลายชนิดทั้งเพื่อกำจัดศัตรูพืชและเพิ่มผลผลิต แหล่งการปลูกพริกที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศ คือ จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีพื้นที่เพาะปลูกพริกมากกว่า 10,000 ไร่ กระจายอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอม่วงสามสิบ อำเภอเขื่องใน อำเภอสรินธร และ อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี (วัชชัย นิมกัรรัตน์ และคณะ, 2550) ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2550 มีการสำรวจสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพริกพบว่ามีความเข้มข้นพริกที่พบสารตกค้างสูงถึงร้อยละ 49 โดยพบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนฟอสฟอรัสตกค้างเกินมาตรฐานมากที่สุด (นาตยา จันทรสรวง และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังพบการตกค้างของสารกลุ่มดังกล่าวในดิน รวมทั้งพบสารตกค้างในเลือดเกษตรกรจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงถึงร้อยละ 58 (นาตยา จันทรสรวง และคณะ, 2550)

จากการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกพริกพบว่าตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เป็นแหล่งปลูกพริกขนาดใหญ่มีพื้นที่รวมมากกว่า 8,000 ไร่ (ภาพที่ 1.1) โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชจำนวนมากและหลากหลายชนิด (ภาพที่ 1.2) จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าสารกำจัดแมลงที่ใช้มากที่สุด ได้แก่ สารโปรพิโนฟอส (profenofos) ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มสารออร์แกนโนฟอสฟอรัส โดยเกษตรกรฉีดพ่นสารดังกล่าวเฉลี่ยสัปดาห์ละครั้งต่อเนื่อง เพื่อกำจัดแมลงตลอดทั้งช่วงการผลิต นอกจากนี้จากการสำรวจยังพบว่าระดับน้ำใต้ดินในเขตพื้นที่ดังกล่าวอยู่ลึกเพียงประมาณ 2-8 เมตร จากผิวดิน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าสารโปรพิโนฟอสที่ฉีดพ่นปริมาณมากนั้นสามารถปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินซึ่งเป็นแหล่งน้ำบริโภคหลักของประชาชนในเขตพื้นที่นี้ได้ สำหรับข้อมูลด้านพิษวิทยาพบว่าสารโปรพิโนฟอสเป็นพิษทั้งต่อสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง (Moulton et al., 1996; Fulton and Key, 2001) สารโปรพิโนฟอสส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมทั้งในมนุษย์และสัตว์ (Gotoh et al., 2001; Abass et al., 2007; Ismail et al., 2009) โดยสารโปรพิโนฟอสมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของประสาทส่วนกลาง (Landis and Yu, 1995) หากได้รับอย่างต่อเนื่องแม้จะมีปริมาณน้อยผ่านทางน้ำใต้ดินอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีในการฟื้นฟูน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชโพสฟอส



ภาพที่ 1.1 ไร่พริกตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี



ภาพที่ 1.2 สารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการปลูกพริก

สำหรับเทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดสารตกค้างในธรรมชาติ จากข้อมูลในอดีตพบว่าวิธีการกำจัดสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการทางชีวภาพเป็นหนึ่งในวิธีการที่นิยมใช้ เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อย รวมทั้งยังเป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Alexander, 1999) โดยงานวิจัยในอดีตได้ประยุกต์ใช้กระบวนการฟื้นฟูทางชีววิทยา (bioremediation) สำหรับกำจัดสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มสารออร์แกนโนฟอสฟอรัสในสิ่งแวดล้อมหลายชนิด อาทิเช่น สารคลอไพริฟอส (chlorpyrifos) สารมาลาไธออน (malathion) และ ดีเมทอนเอ็สมิทธิล (demeton-s-methyl) เป็นต้น (Girbal et al., 2000; Singh et al., 2004; Anwar et al., 2009; Xia et al., 2009) ผลงานวิจัยดังกล่าวพบว่ากระบวนการฟื้นฟูทางชีวภาพมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารออร์แกนโนฟอสฟอรัสตกค้างได้ดี

แนวทางการประยุกต์ใช้กระบวนการฟื้นฟูทางชีวภาพนอกจากจะใช้ได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการเติมเซลล์ (cell bioaugmentation) กล่าวคือ เทคนิคดังกล่าวเป็นการเติมเซลล์จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการกำจัดสารพิษในพื้นที่ปนเปื้อน ซึ่งเมื่อจุลินทรีย์มีจำนวนมากขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการกำจัดสารพิษเพิ่มขึ้น โดยเทคนิคนี้ได้รับการพัฒนาและใช้กำจัดสารกำจัดศัตรูพืชทั้งในแง่งานวิจัยและการปฏิบัติงานจริง ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาของ

Siripattanakul et al. (2009) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการเติมเซลล์เพื่อกำจัดการกำจัดศัตรูพืชอาหารพืช โดยพบว่าสารดังกล่าวถูกกำจัดได้สูงถึงร้อยละ 80 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอดีตที่ได้ปรับปรุงแนวทางฟื้นฟูด้วยวิธีการทางชีววิทยาโดยใช้กระบวนการกระตุ้นทางชีวภาพ (biostimulation) โดยการเติมสารอาหารส่งผลให้เกิดเมตาโบลิซึมร่วม (co-metabolism) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารออร์แกนโนฟอสฟอรัส โดยผลการศึกษาดังกล่าวพบว่ากระบวนการดังกล่าวส่งผลให้สารออร์แกนโนฟอสฟอรัสถูกย่อยสลายได้มากและรวดเร็วขึ้น (Girbal et al., 2000; Xia et al., 2009)

แต่อย่างไรก็ตามจนถึงปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการฟื้นฟูน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนจากสารโพรพิโนฟอส และจากข้อมูลข้างต้นนี้บ่งชี้ได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเติมเซลล์และการกระตุ้นทางชีวภาพมีศักยภาพสำหรับการกำจัดสารโพรพิโนฟอสตกค้างจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ โดยงานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการฟื้นฟูน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารโพรพิโนฟอสด้วยกระบวนการทางชีวภาพเชิงปรับปรุงตามแนวทางกระบวนการเติมเซลล์ร่วมกับการกระตุ้นทางชีวภาพ การศึกษานี้มีพื้นที่ศึกษา ณ ตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกพริกขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย โดยศึกษาครอบคลุมตั้งแต่การคัดแยกจุลินทรีย์จากดินที่ปนเปื้อนสารโพรพิโนฟอสในแปลงปลูกพริก การระบุสายพันธุ์จุลินทรีย์ การเติมจุลินทรีย์ดังกล่าวเพื่อกำจัดสารโพรพิโนฟอส การพัฒนาการย่อยสลายสารโพรพิโนฟอสโดยใช้หลักการกระตุ้นทางชีวภาพ รวมทั้งการสาธิตการฟื้นฟูน้ำใต้ดินด้วยเทคโนโลยีการเติมเซลล์ที่ถูกระตุ้นที่พัฒนาขึ้น ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถต่อยอดพัฒนาใช้จริงได้ในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งยังสามารถขยายผลเพื่อใช้ในการกำจัดสารโพรพิโนฟอสในพื้นที่ปนเปื้อนอื่นหรือเป็นแนวทางในการพัฒนาใช้สำหรับกำจัดสารปนเปื้อนชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อพัฒนาวิธีการกำจัดสารกำจัดศัตรูพืชโพรพิโนฟอสตกค้างในน้ำใต้ดิน โดยใช้วิธีการทางชีววิทยาตามแนวทางการเติมเซลล์ที่ถูกระตุ้น

วัตถุประสงค์จำเพาะ

- 1) เพื่อคัดแยกกลุ่มจุลินทรีย์และระบุสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารโพรพิโนฟอส
- 2) เพื่อศึกษาลักษณะการย่อยสลายสารโพรพิโนฟอสด้วยการเติมจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้
- 3) เพื่อการปรับปรุงการย่อยสลายสารโพรพิโนฟอสโดยใช้กระบวนการกระตุ้นทางชีวภาพ
- 4) เพื่อสาธิตการฟื้นฟูน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารโพรพิโนฟอสโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพเชิงปรับปรุงตามหลักการเติมเซลล์ที่ถูกระตุ้น

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1) กลุ่มจุลินทรีย์คัดแยกจากตัวอย่างดินในแปลงปลูกพริกที่มีประวัติการใช้สารโพรพิโนฟอสเป็นระยะเวลายาวนาน ณ ตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
- 2) กลุ่มจุลินทรีย์คัดแยกจากดินโดยการเพาะเลี้ยงต่อเนื่องในห้องปฏิบัติการ
- 3) สารกำจัดแมลงโพรพิโนฟอสที่ใช้ในการศึกษาการย่อยสลายเป็นเกรดการค้าที่ใช้จริงในพื้นที่

- 4) การวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นโพรพิโนฟอสใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟและเครื่องวัดแมสซีเล็คทีฟ (Gas Chromatography with Mass Selective Detector, GC-MSD)
- 5) การระบุสายพันธุ์จุลินทรีย์ใช้การระบุโครงสร้างพันธุกรรม 16S rDNA
- 6) การศึกษาลักษณะการย่อยสลายสารกำจัดแมลงโพรพิโนฟอสพิจารณาจากความสามารถในการย่อยสลายสารกำจัดแมลงโพรพิโนฟอส จลนพลศาสตร์การย่อยสลายสารโพรพิโนฟอส และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
- 7) การเติมจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายสารโพรพิโนฟอสศึกษา ๓ ความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน
- 8) การกระตุ้นทางชีวภาพมุ่งเน้นเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเมตาโบลิซึมร่วม
- 9) กระตุ้นทางชีวภาพใช้สารอาหารร่วมที่ความเข้มข้นแตกต่างกันเป็นแหล่งอาหารในการกระตุ้นย่อยสลายสารโพรพิโนฟอส
- 10) การสาธิตการฟื้นฟุน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารโพรพิโนฟอสโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพเชิงปรับปรุงเป็นการศึกษาในแบบจำลองน้ำใต้ดินในระดับห้องปฏิบัติการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผลการศึกษาได้เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดสารโพรพิโนฟอสได้
- 2) ผลการศึกษาสามารถปรับปรุงสมภาวะการทำงานเพื่อให้จุลินทรีย์สามารถใช้กำจัดสารโพรพิโนฟอสได้ดีขึ้น
- 3) จุลินทรีย์และสมภาวะการกระตุ้นที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้กำจัดสารโพรพิโนฟอสที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนในพื้นที่ศึกษาได้
- 4) แนวทางหรือรูปแบบการประยุกต์ใช้กระบวนการที่ศึกษาวิจัยเพื่อกำจัดสารโพรพิโนฟอสในน้ำใต้ดิน
- 5) จุลินทรีย์และสมภาวะการกระตุ้นที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้กำจัดสารโพรพิโนฟอสที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนในพื้นที่อื่น ๆ ได้
- 6) องค์ความรู้จากงานวิจัยเป็นองค์ความรู้ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษาวิจัย รวมทั้งยังสามารถนำไปศึกษาต่อยอดเพื่อกำจัดสารโพรพิโนฟอสที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมนอกเหนือจากน้ำใต้ดินได้ต่อไป โดยคาดว่าผลการวิจัยจะสามารถเผยแพร่ผ่านบทความวิจัยในการประชุมวิชาการหรือวารสารทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ
- 7) องค์ความรู้จากงานวิจัยสามารถใช้ประกอบการกำหนดนโยบาย ตลอดจนยุทธศาสตร์การป้องกันและควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อมได้
- 8) แนวทางการศึกษาสามารถนำไปปรับใช้เพื่อกำจัดสารพิษปนเปื้อนชนิดอื่นในน้ำใต้ดินได้

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) กรมควบคุมมลพิษ ซึ่งดูแลการจัดการมลพิษในสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมการจัดการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของมลพิษในน้ำใต้ดิน

- 2) หน่วยงานภาครัฐอื่น ๆ เช่น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงเกษตร ตลอดจนกระทรวงสาธารณสุขสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประกอบการจัดการน้ำใต้ดินและการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้สารดังกล่าวเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลิตแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- 3) นักวิชาการ ประกอบด้วย อาจารย์ นักวิจัย นิสิตนักศึกษาภายในประเทศและนานาชาติ โดยนักวิชาการสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้หรือศึกษาเพิ่มเติมได้ในอนาคต ซึ่งนักวิชาการสามารถทราบผลการวิจัยจากบทความวิชาการหรือผ่านการประชุมวิชาการต่าง ๆ
- 4) บริษัทที่ปรึกษาทางสิ่งแวดล้อม สามารถนำความรู้จากงานวิจัยนี้เพื่อแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนมลพิษในน้ำใต้ดินทั้งสำหรับสารโพर्फิโนฟอสเองหรือเป็นแนวทางเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับสารพิษชนิดอื่น ๆ