บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไคตินเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติที่จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2539) พบมากในส่วนประกอบที่เป็นเปลือกแข็งของสัตว์ทะเล จำพวกกุ้ง ปู และแกนหมึก นอกจากนี้ยังพบในเปลือกแข็งของแมลง ผนังเซลล์ของเห็ดราและสาหร่ายบางสายพันธุ์ (Muzzarelli, 1977, 1985) จากการที่ไคตินเป็นสารที่มีลักษณะเป็นวัสดุทางชีวภาพ (Biomaterials) ที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (Biocompatibility) อีกทั้งยังย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (Biodegradable) ดังนั้นจึงปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม (Wanichpongpan & Chanthaphomma, 2002) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุพันธ์ของไคติน คือ ไคโตซาน ที่มีหมู่อะมิโน ($-NH_2$) และหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อเปลี่ยนให้เป็นสารอนุพันธ์ (Derivatives) ได้มากมาย ทำให้ในช่วงที่ผ่านมา ได้มีการค้นคว้าวิจัยนำไคตินและไคโตซานไปใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเกษตรกรรม การแพทย์และเภสัชกรรม อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมอาหาร ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ด้านสิ่งทอและกระดาษ ตลอดจนการบำบัดน้ำเสีย (ภาวดี เมธะคานนท์, อศิรา เฟื่องฟูชาติ และก้องเกียรติ คงสุวรรณ, 2543; จิราภรณ์ เชาวลิตสุขุมาวาสี, 2544; รัฐ พิชญางกูร, 2543; Hirano, 1996; Kyoung-Jin, 1999) ประกอบกับประเทศไทยมีกากของเสียเหลือจากการอุตสาหกรรมกุ้ง ปลาหมึก ปู และ อื่น ๆ ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบของการผลิตสารไคตินและไคโตซานที่มีคุณภาพแตกต่างกันไปตามการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ดังนั้นจึงมีการส่งเสริมนำกากของเสียจากอุตสาหกรรมดังกล่าวมาใช้ ซึ่งจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของของเหลือใช้ภายในประเทศ

จากการประชุมของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency, IAEA) กับสมาชิกของประเทศระดับภูมิภาคเอเชียที่เมือง Mumbai ประเทศอินเดีย เมื่อวันที่ 6-8 ธันวาคม พ.ศ. 2541 เกี่ยวกับการริเริ่มโครงการวิจัยในการนำไคตินหรือไคโตซานมาผ่านกระบวนการฉายรังสี เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานในแต่ละสาขา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนและพัฒนาให้มีการใช้โพลิเมอร์ธรรมชาติแทนการใช้โพลิเมอร์สังเคราะห์ ตลอดจนลดปริมาณการใช้สารเคมีและระยะเวลาในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในพืช ซึ่งได้รับความสนใจจากหลายประเทศ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รวมถึงประเทศไทยด้วย ทั้งนี้ประเทศไทยได้นำเสนอร่างโครงการเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยผลิตภัณฑ์ไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมา เพื่อนำมาใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในพืช ซึ่งปัจจุบันได้มีการศึกษาแล้วในพืชหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น ในกล้วยไม้ รวมทั้งผักผลไม้ชนิดต่าง ๆ (Chandrkrachang, 2002; International Atomic Energy Agency, 2002a, 2002b)

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับการนำไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์จากกระบวนการฉายรังสีเพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติให้เหมาะต่อการนำมาใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในพืชของประเทศไทยยังมีจำกัด โดยเฉพาะในข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งสนใจศึกษาข้อมูลดังกล่าว โดยทำการศึกษาสองรูปแบบเป็นขั้นตอนดังนี้ คือ ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์จากการฉายรังสีแกมมาเพื่อเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในข้าว โดยทำการประเมินประสิทธิภาพจากการเจริญเติบโตของข้าวเจ้า และส่วนที่สอง เป็นการประเมินโดยตรงจากการหาค่าความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟตต่อพืช (% Fertilizer P Utilization, % FPU) อันเนื่องมาจากการใช้ไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมา โดยเป็นการนำเทคนิคทางนิวเคลียร์มาใช้ในการศึกษา นอกจากนี้ ยังทำการศึกษาการแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสไอออนระหว่างดินกับสารละลายดิน จากการทดลองหาค่า Isotopically Exchangeable Phosphate (E-Value) ซึ่งผลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนานำไคโตซานที่ผลิตได้จากกากของเสียที่เหลือจากการอุตสาหกรรมกุ้ง ปลาหมึก ปู และอื่น ๆ ไปใช้งานจริง อันเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดปริมาณกากของเสียจากอุตสาหกรรมดังกล่าวลงได้ นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนารูปแบบการใช้เคมีเกษตรในรูปธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยกระบวนการฉายรังสี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการตัดสายโพลิเมอร์ของไคโตซานด้วยรังสีแกมมาต่อการลดขนาดมวลโมเลกุล (Molecular Weight) ของไคโตซาน และประสิทธิภาพขนาดมวลโมเลกุลและความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเร่งการเจริญเติบโตของข้าว

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ไคโตซานที่ตัดสายโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาต่อการแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสในสภาพไอออนในดินกับสารละลายดิน

3. เพื่อศึกษาผลของไคโตซานที่ตัดสายโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาต่อการเร่งการเจริญเติบโตของข้าว ด้วยการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตของต้นข้าวโดยเทคนิคทางนิวเคลียร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สมมติฐานของการวิจัย

การพัฒนาโพลิเมอร์ของไคโตซานโดยการฉายรังสีแกมมาในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ไคโตซานที่มีขนาดมวลโมเลกุลที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในข้าว และใช้การประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินและปุ๋ยเป็นวิธีการตรวจสอบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบผลของการตัดสายโพลิเมอร์ของไคโตซานด้วยรังสีแกมมาต่อการลดขนาดมวลโมเลกุล (Molecular Weight) ของไคโตซาน และประสิทธิภาพขนาดมวลโมเลกุลและความเข้มข้นของไคโตซานที่เหมาะสมต่อการเร่งการเจริญเติบโตของข้าว

2. ทราบผลของไคโตซานที่ตัดสายโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาต่อการแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสในสภาพไอออนในดินกับสารละลายดิน

3. ศึกษาวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตของต้นข้าว เมื่อปลูกข้าวร่วมกับไคโตซานที่ตัดสายโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมา

4. สามารถร่วมกับหน่วยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องข้าว เช่น สถาบันวิจัยข้าว เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปปรับใช้กับการทดลองในสภาพแปลงทดลองจริง และหากได้ผลที่ดีก็สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกรโดยตรงได้ ทำให้เกษตรกรนำไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีไปใช้ร่วมกับเคมีเกษตรได้เอง โดยไม่ต้องซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาสูง

5. เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับการศึกษาการใช้ไคโตซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาจะทำในระดับห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนเพาะชำ ของภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การตัดสายโซ่โพลิเมอร์ของไคโตซานจะใช้วิธีการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันโดยใช้ต้นกำเนิดรังสีโคบอลท์-60 (Co-60) ที่ระดับปริมาณรังสีในช่วง 0-200 KGy

3. ราดิโอไอโซโทปที่ใช้ในการศึกษาจะเป็นราดิโอไอโซโทปของฟอสฟอรัส (P-32) และการวัดรังสีจะวัดด้วยเครื่องวัดลิควิดซินทิลเลชัน (Liquid Scintillation Counter) แบบไม่เติมคอกเทล (Cocktail)

4. พันธุ์ข้าวเจ้า และชุดดินที่ใช้ในการศึกษา จะศึกษาพันธุ์ข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และข้าวเจ้าพันธุ์ปทุมธานี 1 ส่วนชุดดินจะใช้ชุดตัวอย่างดินเค็มซึ่งนำมาจากอำเภอด่านขุนทด จังหวัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นครราชสีมา และชุดตัวอย่างดินเปรี้ยวซึ่งนำมาจากสถาบันวิจัยข้าว อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

5. การศึกษาผลของการใช้ไคโตซานที่ตัดสายโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินและปุ๋ย จะบ่งชี้ด้วยค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของธาตุฟอสฟอรัสกับดิน (E-Value) และค่าความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟตของข้าวเจ้า (% FPU)

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนเพาะชำ และได้ปลูกพืชในระยะเวลาสั้น จึงทำให้อาจได้รับผลการศึกษาที่ไม่ครอบคลุมสภาพที่เกิดขึ้นจริงในแปลงธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากผลของปัจจัยควบคุมทางสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงควรมีการศึกษาในสภาพแปลงธรรมชาติจริงต่อไป เพื่อให้ได้รับผลการศึกษาครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ดัชนีต่าง ๆ ในการวิจัย

Available Value หรือ A-Value: เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ถึงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในพืชที่นำมาจากดิน ซึ่งในการหาค่า A-Value จะทำได้โดยการเปรียบเทียบกับปริมาณมาตรฐานโดยกำหนดให้แหล่งอาหารในดินมี 2 แหล่ง คือ จากแร่ธาตุอาหารในดิน และจากปุ๋ยที่เติมลงไปในปริมาณที่แน่นอน ทั้งนี้ค่า A-Value จะคำนวณโดยการเปรียบเทียบกับปริมาณมาตรฐานของปุ๋ยที่ติดป้ายราดิโอไอโซโทปลงไป ในขณะที่พืชดูดธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ในปริมาณที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ทั้งหมด

E-Value: เป็นค่าที่ใช้สำหรับบ่งชี้ถึงปริมาณของธาตุที่อยู่ในสภาวะไอออนบนผิวหน้าดินกับธาตุในสภาพไอออนของสารละลายดิน ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนกับอนุมูลซึ่งเติมลงไปในรูปสารละลาย ทั้งนี้การทดลองเพื่อหาค่า E-Value จะศึกษาเฉพาะในดินเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่มีการนำพืชมาเกี่ยวข้องกับการทดลอง

Fertilizer P Utilization: เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ถึงความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสที่พืชได้รับจากปุ๋ย ซึ่งในการหาจะทำได้โดยเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่พืชได้รับจริงจากปุ๋ยกับปริมาณมาตรฐานของปุ๋ยที่เติมลงไป

ศัพท์เทคนิคทางนิวเคลียร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Cerenkov: เป็นรังสีที่เกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางด้วยความเร็วมากกว่าความเร็วแสง (แต่โดยหลักทั่ว ๆ ไปจะไม่มีอนุภาคใดที่วิ่งเร็วกว่าความเร็วของแสงในสุญญากาศได้) ดังนั้นอนุภาคจึงจำเป็นต้องถ่ายทอดพลังงานให้กับตัวกลางโดยการเปล่งแสงออกมาในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เป็นแสงสีน้ำเงิน เรียกว่า รังสีเชเรนคอฟ

Cocktail: เป็นส่วนผสมของตัวทำละลาย (Solvent) และตัวละลาย (Solute) ซึ่งเตรียมขึ้นเพื่อทำหน้าที่เป็นหัววัดรังสีชนิดลิควิดซิลทิลเลชันแบบของเหลว

Quenching: เป็นปรากฏการณ์ใด ๆ ก็ตามที่ทำให้ประสิทธิภาพการวัดของเครื่องวัดลิควิดซิลทิลเลชันลดลง เช่น เคมิคัลเควนชิง เกิดจากการที่สารในคอกเทลเข้าไปรบกวนขบวนการถ่ายทอดพลังงานจากโมเลกุลของตัวทำละลายไปยังสารเรืองแสง ทำให้ปริมาณการเรืองแสงจากคอกเทลลดลง หรือคัลเลอร์เควนชิง เกิดจากสีใด ๆ ก็ตามที่มีอยู่ในคอกเทลและสามารถดูดกลืนแสงที่เกิดขึ้นจากสารเรืองแสงลำดับที่ 1 และ 2 ได้ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University