บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันพอลิเมอร์เป็นวัสดุด้านวิศวกรรมที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายและหลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมสี เคลือบผิว สิ่งทอ เส้นใย เภสัชกรรม หรือแม้กระทั่งนำไปใช้ทดแทนชิ้นส่วนของร่างกายในการรักษาโรคบางประการ เป็นต้น พอลิเมอร์สามารถสังเคราะห์ได้จากผลิตภัณฑ์ทางด้านปิโตรเลียม โดยพอลิเมอร์ฐานปิโตรเลียมเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้ เกิดเป็นของเสียที่ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และปัญหาในการกำจัดของเสียต่อมา เช่น การสะสมของสารภาวะเรือนกระจก หรือการสะสมของกากของเสียที่มีพิษต่อดิน เป็นต้น อีกทั้งในปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาด้านพลังงานจากการใช้พลังงานฐานปิโตรเลียม ที่เป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานที่มีปริมาณจำกัดและมีการคาดการณ์ว่าจะหมดไปในที่สุด จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดการค้นคว้าวิจัยในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ฐานชีวภาพเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการสังเคราะห์พอลิเมอร์จากวัตถุดิบที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และมีปริมาณมากเพียงพอต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

259862326

กรดไขมันจากพืชจัดเป็นวัตถุดิบตั้งต้นทางชีวภาพขนาดใหญ่ที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้สังเคราะห์พอลิเมอร์ฐานชีวภาพมากที่สุด เนื่องจากน้ำมันสกัดจากพืชเป็นวัตถุดิบหมุนเวียน มีราคาถูก และจัดหาได้ง่าย งานวิจัยนี้สนใจกรดโอเลอิกซึ่งเป็นกรดไขมันที่พบมากในน้ำมันจากปาล์ม และมะพร้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจทางด้านการเกษตรและพลังงานของประเทศไทย โดยนำกรดโอเลอิกมามาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้อยู่ในรูปไดแอซิดเป็นกรดอะซิลาอิก ($C_9H_{16}O_4$) ผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน จากนั้นทำการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์ฐานชีวภาพจากกรดอะซิลาอิก และกลีเซอรอลที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซล ผ่านปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชันได้เป็นพอลิเอสเทอร์แบบโคพอลิเมอร์ระหว่างกลีเซอรอลและไดแอซิด ที่พร้อมนำไปขึ้นรูปและทดสอบสมบัติต่อไป โดยทำการศึกษาผลของอุณหภูมิ อัตราส่วนโดยโมลของกรดอะซิลาอิกต่อกลีเซอรอล และเวลาในการทำปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชัน รวมทั้งเวลาในการขึ้นรูปของพอลิเอสเทอร์ที่มีผลต่อโครงสร้างทางเคมีของพอลิเอสเทอร์ น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยและการกระจายตัว และสมบัติต่าง ๆ ของพอลิเอสเทอร์ เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติเชิงความร้อน สมบัติเชิงกลพลวัต และความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ เป็นต้น เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการผลิตพอลิเอสเทอร์ทางเลือกใหม่ที่ผลิตมาจากสารตั้งต้นฐานชีวภาพที่ใช้งานในอุตสาหกรรมทางด้านพอลิเมอร์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านอุตสาหกรรมทางการแพทย์ และวิธีการในการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ด้วยตัวแปรที่ทำการศึกษา เพื่อให้เกิดแนวคิดต่อยอดในการสร้างสรรค์พอลิเมอร์ และวัสดุผสมพอลิเมอร์ฐานชีวภาพที่มีความสามารถในการใช้งานหลากหลายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นการนำวัตถุดิบฐานชีวภาพที่เป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณมากและเป็นวัตถุดิบหมุนเวียนมาเพิ่มมูลค่า และสร้างประโยชน์ในการใช้งานอีกรูปแบบหนึ่งได้

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 ศึกษากระบวนการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์จากปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชัน โดยใช้สารตั้งต้นเป็นกรดโอเลอิกและกลีเซอรอล

1.2.2 ทดสอบสมบัติและพิสูจน์เอกลักษณ์ของพอลิเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์ฐานชีวภาพโดยใช้ปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชันของกรดโอเลอิกที่ดัดแปรเชิงเคมีเป็นไดแอซิด และกลีเซอรอล

1.3.2 วิเคราะห์สมบัติและพิสูจน์เอกลักษณ์ของพอลิเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้

2698823261

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์ผ่านปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชัน

1.4.2 วางแผนการดำเนินงาน และจัดเตรียมวัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.3 สังเคราะห์กรดอะซิลาอิกซึ่งเป็นไดแอซิดที่ผ่านการดัดแปรจากกรดโอเลอิกผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นตัวออกซิไดส์

1.4.4 ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์พรีพอลิเมอร์ของพอลิเอสเทอร์ฐานชีวภาพให้มีร้อยละผลได้สูงโดยใช้ปฏิกิริยาพอลิคอนเดนเซชัน โดยมีตัวแปรที่สนใจคือ

- อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา โดยอุณหภูมิที่ทำการศึกษาคืออุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 120 130 และ 140 องศาเซลเซียส ตามลำดับ
- อัตราส่วนโดยโมลของกรดอะซิลาอิกต่อกลีเซอรอล โดยอัตราส่วนที่ทำการศึกษาคือ อัตราส่วนโดยโมล 1.0:1.0 1.5:1.0 และ 1.6:1.0 ตามลำดับ
- เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา โดยอุณหภูมิที่ทำการศึกษาคือ เวลาในการทำปฏิกิริยา 4 ถึง 24 ชั่วโมง

1.4.5 วิเคราะห์สมบัติและพิสูจน์เอกลักษณ์ของพรีพอลิเมอร์ของพอลิเอสเทอร์ฐานชีวภาพที่สังเคราะห์ได้ ดังต่อไปนี้

- พิสูจน์เอกลักษณ์ของพรีพอลิเมอร์ โดยใช้เทคนิค Nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) และ Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)
- มวลโมเลกุลเฉลี่ยของพอลิเมอร์ โดยใช้เทคนิค Size exclusion chromatography (SEC)

1.4.6 ทำการขึ้นรูปของพอลิเอสเทอร์ฐานชีวภาพ โดยใช้เวลาในการขึ้นรูปพอลิเอสเทอร์ที่เวลาแตกต่างกันคือ 24 และ 48 ชั่วโมง

1.4.7 วิเคราะห์สมบัติของพอลิเอสเทอร์ฐานชีวภาพ ที่อัตราส่วนโดยโมลและเวลาในการขึ้นรูปแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- สมบัติเชิงกล เช่น ความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) และค่ามอดุลัสของยัง (Young's modulus) เป็นต้น ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ISO/DIS 37-2011 type 2
- การบวมตัวและความหนาแน่นการเชื่อมขวาง โดยใช้สารละลายเตตระไฮโดรฟลูแรน (Tetrahydrofuran, THF) ในการทดสอบ
- สมบัติเชิงกลพลวัต โดยใช้เทคนิค Dynamic mechanical analysis (DMA) เพื่อหาค่ามอดุลัสสะสม (Storage modulus, G') มอดุลัสที่สูญเสียไป (Loss modulus, G'') และการสูญเสียแทนเจนต์ (Loss tangent, tan δ)
- สมบัติเชิงความร้อนของพอลิเมอร์ โดยใช้เทคนิค Thermogravimetric analysis (TGA) และ Dynamic mechanical analysis (DMA)

1.4.8 วิเคราะห์ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) ของพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ ด้วยวิธี Hydrolytic degradation ดังต่อไปนี้

- วัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักพอลิเมอร์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย Phosphate buffer ที่มี pH 7.2 เป็นเวลา 30 วัน โดยวัดค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 5 วัน
- วัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักพอลิเมอร์ที่ผ่านการแช่ในสารละลาย Phosphate buffer ที่มี pH 11.5 โดยใช้ Na_2HPO_4 และ NaOH ในการปรับค่าเป็นเวลา 30 วัน โดยวัดค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 5 วัน

2598823261

1.4.9 วิเคราะห์ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) ของพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ ด้วยวิธีการฝังกลบดิน (soil burial degradation) ดังต่อไปนี้

- วัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของพอลิเมอร์ที่ผ่านการฝังดินที่ควบคุมความชื้นร้อยละ 45% โดยน้ำหนัก และมีค่า pH 7.5 เป็นเวลา 6 เดือน โดยวัดค่าน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 1 เดือน ด้วยเทคนิค Size exclusion chromatography (SEC)
- วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของพอลิเอสเทอร์หลังผ่านการย่อยสลายด้วยวิธีการฝังกลบดิน โดยวิเคราะห์พื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 1 เดือน ด้วยเทคนิค scanning electron microscopy (SEM)

1.4.10 วิเคราะห์ผล สรุปข้อมูล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้พอลิเอสเทอร์ชนิดใหม่จากวัตถุดิบฐานชีวภาพที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นทางเลือกในการทดแทนพอลิเมอร์ฐานปิโตรเลียมได้