บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ ได้อยู่คู่กับชีวิตประจำวันของเรา และยังกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต เนื่องจากพลาสติกนั้นมีราคาถูก มีน้ำหนักเบา และมีขอบข่ายของการใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ประกอบกับปัจจุบันเราสามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกให้มีคุณสมบัติต่างๆ ตามที่เราต้องการได้ไม่ยาก โดยขึ้นกับการเลือกใช้วัตถุดิบ ปฏิกริยาเคมี กระบวนการผลิต และกระบวนการขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้อย่างมากมาย และนอกจากนี้ ยังสามารถปรุงแต่งคุณสมบัติได้ง่าย โดยการเติมสารเติมแต่ง (Additives) เป็นต้น ซึ่งสาเหตุดังกล่าวทำให้ปริมาณของผลิตภัณฑ์พลาสติกต่างๆ ที่เหลือจากการใช้งานกลายเป็นขยะเพิ่มมากขึ้นทุกวันซึ่งก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากเนื่องจากใช้เวลานานในการย่อยสลาย จึงมีการคิดป้องกันและลดปัญหาขยะพลาสติกด้วยพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ประกอบกับปัญหาบางประการในกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน (Rotational Molding) นั้นโดยทั่วไปใช้พอลิเมอร์ตระกูลพอลิเอทธิลีนมากว่าร้อนละ 80 [1-5] ซึ่งได้แก่ พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High-Density-Polyethylene, HDPE) พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นปากลาง (Medium-Density-Polyethylene, MDPE) และพอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low-Density-Polyethylene, LDPE) เป็นวัสดุในการขึ้นรูป ซึ่งโดยทั่วไปพอลิเอทธิลีนนั้นมีสมบัติเชิงกลบางประการต่ำเมื่อเทียบกับพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของวัสดุและกระบวนการขึ้นรูปชนิดนี้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องค้นคว้าและพัฒนาวัสดุใหม่ๆ เพื่อให้มีความสามารถในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในกระบวนการนี้ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม และทางด้านข้อจำกัดในการเลือกใช้วัสดุสำหรับกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน จึงเป็นที่มาของความน่าสนใจในการพัฒนาให้สามารถนำพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพมาใช้ในกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน พอลิแลกติกแอซิด (Polylactic acid, PLA) เป็นพอลิเอสเทอร์แบบกึ่งผลึกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีสมบัติเชิงกลที่สูงเทียบเท่าพลาสติกทางการค้า สามารถทำการผลิตได้โดยกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) โดยใช้กรดแลกติก (lactic acid) เป็นมอนอเมอร์ ซึ่งกรดแลกติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักผลผลิตทางการเกษตรที่มีแป้งและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ โดยใช้จุลินทรีย์เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลกติก จากนั้นจึงจะนำมาผ่านกระบวนการขึ้นรูปต่างๆ ตามการใช้งาน ซึ่งใน

กระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์นั้นมีอยู่หลากหลาย เช่น การฉีดเข้าแบบ (injection molding) การอัดรีด (extrusion) การเป่าขึ้นรูป (blow molding) การเป่าฟิล์ม (blown film) และการอัดรีด (extrusion) แต่ในงานวิจัยนี้สนใจในกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน เนื่องจากในงานวิจัยที่ผ่านมามีการกล่าวถึงน้อยมาก แต่ในกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุนนั้นมีลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์หลายประการเช่น ได้ผลิตภัณฑ์กลวง สามารถทำได้หลายขนาดตั้งแต่ตุ๊กตาตัวเล็กจนถึงถังบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีความเค้นตกค้างในชิ้นงาน เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้พอลิแลกติกแอซิดในเชิงอุตสาหกรรมยังมีอุปสรรคที่สำคัญเนื่องด้วยสมบัติบางประการของพอลิแลกติกแอซิด ที่ยังไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาขึ้นรูปได้ เช่น มีอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature, T_g) ที่สูงมาก มีความเป็นผลึกสูง ไหลค่อนข้างยาก ดัชนีการไหลต่ำ ความหนืดสูง เป็นต้น ซึ่งเป็นอุปสรรคในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในกระบวนการต่างๆ โครงการวิจัยนี้จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะสามารถสร้างความเข้าใจและเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่อุตสาหกรรมพลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำพลาสติกชีวภาพมาขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน ที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมพลาสติกในปัจจุบันได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อเตรียมพอลิแลกติกแอซิด ที่มีลักษณะเหมาะสมกับกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุน

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะการขึ้นรูปพอลิแลกติกแอซิดที่เหมาะสมในกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน

1.2.3 เพื่อศึกษาสมบัติต่างๆ ของพอลิแลกติกแอซิดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้พอลิเอทธิลีนสำหรับกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน

1.2.4 เพื่อนำผลจากการวิจัยไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงในโรงงาน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะและสมบัติของพอลิแลกติกแอซิด

1.3.2 รวบรวมข้อมูลและจัดทำรายงานเบื้องต้นพร้อมทั้งวางแผนการดำเนินการวิจัยในขั้นปฏิบัติ

1.3.3 ดำเนินการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการขึ้นรูปเพื่อเตรียมตัวอย่างการทดลอง และวางแผนการดำเนินงาน ได้แก่สารเคมีและเครื่องมือ

1.3.4 ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเม็ดพลาสติกพอลิแลกติกแอซิด ได้แก่การทดสอบหาอัตราการไหล (Melt Flow Index, MFI) การทดสอบการวิเคราะห์เชิงความร้อน (Differential Scanning Calorimetry, DSC) การทดสอบหาความหนาแน่น (Density Tests)

1.3.5 ปรับปรุงสมบัติการไหลของพอลิแลกติกแอซิดให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน

1.3.6 ปรับปรุงเครื่องขึ้นรูปพลาสติกแบบหมุน (Rotational Molding Machine)ให้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพอลิแลกติกแอซิดได้

1.3.7 ทำการขึ้นรูปพอลิแลกติกแอซิดด้วยเครื่องขึ้นรูปแบบหมุน

1.3.8 ทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นงาน ได้แก่การทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile Tests) การทดสอบการทนต่อแรงกระแทก (Impact Strength Tests)

1.3.9 ทำการทดสอบสมบัติการย่อยสลายทางชีวภาพของชิ้นงาน

1.3.10 รวบรวมผลการทดสอบและทำการวิเคราะห์ผล โดยเปรียบเทียบกับพอลิเอทธิลีนความหนาแน่นปานกลางจากการขึ้นรูปแบบหมุน

1.3.11 วิเคราะห์ วิจารณ์ผลการทดลอง และสรุปผลความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในกระบวนการผลิต

1.3.12 จัดทำรูปเล่มรายงานผลการทดลอง สรุปผลการดำเนินงานวิจัย และรายงานผลการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้วัตถุดิบที่เหมาะจะนำมาใช้ในกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุนที่ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษทั้งในกระบวนการผลิต การนำไปใช้ และต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถแข่งขันในด้านการตลาดในอนาคต

1.4.2 ได้สภาวะที่เหมาะสมกับกระบวนการขึ้นรูปแบบหมุน โดยใช้วัตถุดิบเป็นพอลิแลคติกแอซิด ที่มีความปลอดภัยต่อกระบวนการผลิต และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และสนองตอบต่อการนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมพลาสติก

1.4.3 ได้ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตจากพอลิแลคติกแอซิด ที่นำไปสู่กระบวนการผลิตจริงในภาคอุตสาหกรรม

1.4.4 บุคลากรของมหาวิทยาลัยได้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และได้ฝึกการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งด้านวัตถุดิบ และการปรับปรุงกระบวนการผลิตในกระบวนการผลิตจริงในโรงงาน ทำให้ได้ประยุกต์ใช้ความรู้กับการแก้ไขปัญหาในภาคอุตสาหกรรม

1.4.5 หน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการได้มีโอกาสที่จะพัฒนาบุคลากรของหน่วยงานในการร่วมคิดและดำเนินการวิจัยร่วมกับบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ทำให้บุคลากรมีความเข้าใจและมีทักษะในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัท รวมทั้งมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตโดยใช้หลักองค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ อันจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศอย่างยั่งยืน

1.4.6 สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยเผยแพร่ด้วยการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการที่มีค่าดัชนีอ้างอิง (Impact Factor) หรือสามารถนำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือสามารถจดสิทธิบัตรได้อย่างน้อย 1 เรื่อง