บทที่ 1

บทนำ

พลาสติกได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ แก้ว กระเบื้อง หนังสัตว์ หรือ โลหะ ได้ถูกพลาสติกเข้ามาแทนที่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกเหล่านี้มีความคงทนแข็งแรง น้ำหนักเบา ทนทานต่อการเกิดสนิม ทนทานต่อการกัดกร่อนทางกายภาพและทางเคมี ราคาถูก ขึ้นรูปได้ง่าย สามารถให้สีสันได้ตามต้องการ และยังสามารถทำให้มีสมบัติได้หลากหลายเหมาะกับการใช้งาน ด้วยข้อดีเหล่านี้ จึงทำให้มีการนำพลาสติกไปทำผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น บรรจุภัณฑ์ เครื่องใช้ในครัวเรือน ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า ท่อ ฟิล์ม เป็นต้น แต่พลาสติกมีข้อเสียที่สำคัญคือ กำจัดได้ยาก เนื่องจากพลาสติกไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติภายในระยะเวลาอันสั้น จึงเกิดการสะสมของขยะพลาสติกและก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบัน แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ได้แก่ การเตรียมพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งมักเตรียมจากพอลิเมอร์ผสม (polymer blend) ระหว่างพอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น แป้ง กับพอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น พอลิเมอร์ชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) พอลิสไตรีน (PS) เป็นต้น อย่างไรก็ดี พลาสติกที่เตรียมจากพอลิเมอร์ผสมเหล่านี้จะมีสมบัติที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้เพียงบางส่วน (partially biodegradable) จึงยังคงทำให้เกิดการสะสมของขยะพลาสติกอยู่ เพียงแต่ในปริมาณที่ลดลงเท่านั้น แนวทางการวิจัยในระยะหลังจึงได้เน้นไปที่การเตรียมพลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ทั้งหมด (fully biodegradable) โดยมีองค์ประกอบหลักคือ พอลิเมอร์ธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม พลาสติกที่เตรียมได้ดังกล่าวมักจะมีสมบัติที่ไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เช่น เปราะ และดูดความชื้นมากเกินไป ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขด้วยการนำพอลิเมอร์ธรรมชาติไปดัดแปรโครงสร้างทางเคมีด้วยสารดัดแปรที่เหมาะสม

เจลาทิน (gelatin) นับได้ว่าเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติชนิดหนึ่งที่เริ่มเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาพลาสติกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ เจลาทินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง สกัดได้จากคอลลาเจน (collagen) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของสัตว์ เช่น เอ็น กระดูก และผิวหนัง โดยใช้ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสด้วยกรดหรือด่าง (acid or alkaline hydrolysis) เจลาทินประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นหน่วยซ้ำ (repeating unit) ของกรดอะมิโนชนิดต่างๆ ถึง 18 ชนิดโดยมีไกลซีน (glycine) โพรลีน(proline) และไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline)

มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไกลซีนและไฮดรอกซีโพรลีนมีลักษณะชอบน้ำ (hydrophilic) ส่วนโพรลีนมีลักษณะไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จึงอาจกล่าวได้ว่า เจลาทินมีลักษณะกึ่งชอบน้ำ (amphiphilic) การนำเจลาทินแต่เพียงอย่างเดียวมาใช้เตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เช่น ฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์ มักมีสมบัติเชิงกลที่ไม่ดี กล่าวคือ พลาสติกที่เตรียมได้จะมีความเปราะ ความยืดหยุ่นไม่ค่อยดี อันเนื่องมาจากการที่เจลาทินมีพันธะไฮโดรเจนอยู่อย่างหนาแน่น ประกอบกับเจลาทินสามารถดูดความชื้นได้สูงอันเนื่องมาจากองค์ประกอบที่มีลักษณะชอบน้ำดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จึงอาจส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่ถูกห่อหุ้มด้วยฟิล์มเจลาทิน หากเก็บไว้เป็นเวลานาน ดังนั้น จึงต้องมีการนำเจลาทินไปดัดแปรโครงสร้างทางเคมีเพื่อลดปริมาณของพันธะไฮโดรเจนและหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำลง ซึ่งแนวทางในการดัดแปรมีหลายแนวทาง ตัวอย่างเช่น การกราฟต์เจลาทินด้วยพอลิสไตรีน หรือพอลิเมทิลเมทาคริเลต

นอกจากการกราฟต์แล้ว อีกวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถทำได้ง่ายกว่าและกระบวนการไม่ซับซ้อน คือ การดัดแปรเจลาทินด้วยกรดไขมัน โดยใช้ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) และปฏิกิริยาอะมิเดชัน (amidation) ซึ่งหลังจากการทำปฏิกิริยาระหว่างเจลาทินกับกรดไขมันแล้วจะทำให้ได้เจลาทินที่มีหมู่เอสเทอร์และหมู่เอไมด์เป็นองค์ประกอบซึ่งมีขั้วปานกลาง และทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของเจลาทินลดลง แต่มีหมู่ไม่มีขั้วของกรดไขมันเข้ามาแทนที่ ทำให้การสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของเจลาทินลดลง การศึกษาเบื้องต้นพบว่า เจลาทินดัดแปรที่ได้นี้สามารถหลอมเหลวได้ นอกจากนี้ ยังสามารถละลายในน้ำ หากมีเอสเทอร์ในโมเลกุลน้อย (ต่ำกว่า 33%) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความเป็นพิษต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเน้นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการเตรียมฟิล์มที่มีศักยภาพในการประยุกต์ด้านบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพจากเจลาทิน ซึ่งดัดแปรโครงสร้างทางเคมีด้วยกรดสเตียริก ($CH_3(CH_2)_{16}COOH$) โดยหาภาวะที่เหมาะสมในการดัดแปร ได้แก่ ปริมาณของกรดสเตียริก ภาวะความเป็นกรด-ด่าง และระยะเวลาในการดัดแปร พร้อมทั้งตรวจสอบโครงสร้างทางเคมี ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ ระยะเวลาในการแห้งตัว ความขุ่นมัว ความมันเงา ความสามารถในการดูดความชื้น ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ความทนทานต่อสารเคมี ความทนทานต่อไขมันและน้ำมัน และสมบัติด้านแรงดึงของฟิล์มที่เตรียมได้