

บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ

การใช้บรรจุภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ผลิตจากวัสดุพอลิเมอร์ ที่มีฤทธิ์ต่อต้านหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ทั้งในวงการแพทย์ วงการอุตสาหกรรมอาหาร หรือแม้แต่อุปกรณ์ที่ใช้ในบ้านเรือนต่างๆ ไป ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนทั่วไป เริ่มมีความรู้และตระหนักถึงพิษภัยที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือพื้นที่เสี่ยงต่างๆ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของโรคร้ายหลายชนิด ในปี พ.ศ.2544 มีการบริโภคผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีสารยับยั้งแบคทีเรียคิดเป็นมูลค่าประมาณ 130 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และเพิ่มเป็น 145 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี พ.ศ.2548 โดยเฉพาะในประเทศแถบอเมริกาเหนือมีการบริโภคมากที่สุดคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับทั้งโลก สำหรับสัดส่วนของการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ พบว่า ในประเทศญี่ปุ่นมีการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับใช้งานในห้องครัวและห้องน้ำมากที่สุด (คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์) รองมาเป็นฟิล์มหรือภาชนะปกป้องอาหาร (คิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์) และ เครื่องใช้ทั่วไป (คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ส่วนที่เหลือเป็นอุปกรณ์ก่อสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับพอลิเมอร์ที่นำมาผสมสารยับยั้งจุลินทรีย์กันอย่างแพร่หลาย คือ พอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดยืดหยุ่น (Flexible PVC) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ในพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ มากขึ้น เช่น พอลิเอไมด์ พอลิโอสเตียรีน พอลิซัลไฟด์ และพอลิยูเรเทน เป็นต้น [1-3]

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าสารยับยั้งแบคทีเรียที่นำมาใช้กับผลิตภัณฑ์พลาสติกจะมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น เบนโซอิกแอซิด (Benzoic acid) เบนโซอิกแอนไฮไดรด์ (Benzoic anhydride) ซอร์บิกแอซิด (Sorbic acid) และ โพแทสเซียมซอร์เบท (Potassium sorbate) ใช้ในพอลิเอทิลีน นิสิน (Nisin) ใช้ในพอลิไวนิลคลอไรด์ ไลโซไซม์ (Lysozyme) และกลูโคสออกซิเดส (Glucose oxidase) ใช้ในพอลิสไตรีน ซินนามิกแอซิด (Cinnamic Caffeic) และพาราโคมาอิกแอซิด (*p*-Coumaic acid) ใช้ในไนลอน เป็นต้น [3-4] แต่วิธีที่จะทำให้สารนั้นแสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียอย่างมีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น เทคนิคการผสม การอาศัยตัวพา (Carrier) ชนิดของพอลิเมอร์ เป็นต้น จากงานวิจัยของ Zhang และคณะ (2006) [5] พบว่า การปรับปรุงผิวพอลิเอทิลีนด้วยวิธีพลาสมาอิมเมชันไอออนอิมแพลนต์เทชัน (Plasma immersion ion implantation) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลือบสารยับยั้งแบคทีเรียบนพื้นผิว และส่งผลให้สมบัติในการต้านแบคทีเรียสูงขึ้นได้ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวทำให้พื้นผิวของพอลิเอทิลีนมีความเป็นขรุขระมากขึ้น สำหรับการศึกษาคြွေทางเคมีของพอลิเมอร์ที่มีต่อการยับยั้งแบคทีเรานั้น จากงานวิจัยของ Park และคณะ (2001) [6] พบว่า พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์จากอนุพันธ์ของไวนิลโมโนเมอร์ที่มีหมู่ฟีนอลและหมู่กรดเบนโซอิกต่างๆ กัน จะส่งผลต่ออัตราการเกิดบริเวณยับยั้งแบคทีเรีย โดยพอลิเมอร์ที่มีอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วเป็นคล้ายยาง (Glass transition temperature, T_g) สูงจะมีความสามารถในการยับยั้งต่ำลง เนื่องจากความสามารถดังกล่าวขึ้นอยู่กับความสามารถในการแพร่ของสารยับยั้งในพอลิเมอร์เมตริกซ์

นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ Chung และคณะ (2003) [7] พบว่าประสิทธิภาพของไตรโคลซาน (Triclosan) ที่ผสมใน สไตรีน-อะคริเลต โพลีเมอร์ (Styrene-acrylate copolymer) ต่อความสามารถในการแพร่เพื่อไปยับยั้งเชื้อฯ ขึ้นกับสภาวะที่เหมาะสม โดยประสิทธิภาพการแพร่ในตัวกลางจากน้อยไปมาก คือ น้ำ สารละลายเอทานอลเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (จำลองสภาพกรดในอาหาร) และ *n*-hexane (จำลองสภาพไขมันในอาหาร) ตามลำดับ จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสังเกตเห็นได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียนั้นขึ้นกับความสามารถในการแพร่ของสารยับยั้งฯ ไปยังแบคทีเรีย

จากหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลกระทบของพอลิเมอร์เมตริกซ์ชนิดต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อการแพร่ของสารยับยั้งฯ ได้แก่ พอลิเมอร์ชนิดกึ่งผลึก พอลิเมอร์ชนิดอสัณฐาน พอลิเมอร์ชนิดโครงสร้างโมเลกุลแบบมีขั้วและไม่มีขั้ว และผลกระทบของการเติมสารตัวเติมที่มีต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการทดสอบแบบการแพร่บนวุ้นเลี้ยงเชื้อ (Agar diffusion test) สำหรับสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ไตรโคลซาน (Triclosan หรือ 2, 4, 4'-Trichloro-2'-Hydroxydiphenyl Ether) ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารยับยั้งแบคทีเรียที่นิยมใช้และมีจำหน่ายในทางการค้าอย่างแพร่หลาย มีคุณสมบัติการเสื่อมสลายสูงประมาณ 220 องศาเซลเซียส และสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการทั่วไป โดยยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อฯ ส่วนสารตัวเติมในงานวิจัยนี้ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate, CaCO_3) ซึ่งถือเป็นสารตัวเติมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมพลาสติก ซึ่งมีราคาถูกและหาได้ง่าย ทั้งนี้ปัจจัยที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ ชนิดของพอลิเมอร์ประกอบด้วย พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน และพอลิไวนิลคลอไรด์ ผลของปริมาณไตรโคลซานและแคลเซียมคาร์บอเนต ที่มีต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 2 วิธี ได้แก่ การวัดรัศมีการยับยั้งเชื้อฯ และเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* (*E.coli*) และ *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) เป็นเชื้อที่ใช้ในการทดสอบ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของไตรโคลซาน (Triclosan) ที่ผสมในพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ ได้แก่ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน และพอลิไวนิลคลอไรด์
- 1.2.2 เพื่อทราบถึงผลกระทบของปริมาณไตรโคลซานและแคลเซียมคาร์บอเนตที่ผสมในพอลิเมอร์ที่มีต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 พอลิเมอร์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE, เกรด 1902F บริษัท SCG จำกัด(มหาชน), ประเทศไทย) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (Medium density polyethylene, MDPE, เกรด M380RU/RUP บริษัท Thai polyethylene จำกัด, ประเทศไทย) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE, เกรด HD6000F บริษัท PTT polymer marketing จำกัด, ประเทศไทย) พอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP, เกรด 401S บริษัท SCG public จำกัด, ประเทศไทย) พอลิสไตรีน (Polystyrene, PS, เกรด Styron 656D267 บริษัท Siam polystyrene จำกัด, ประเทศไทย) พอลิไวนิลคลอไรด์ (Poly vinyl chloride, PVC, เกรด SIAMVIC 258RB บริษัท V.P. wood จำกัด, ประเทศไทย)
- 1.3.2 สารตัวเติม ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate, CaCO_3 , เกรด Hicoat 410 บริษัท Sand and Soil Industry จำกัด, ประเทศไทย)
- 1.3.3 สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ ไตรโคลซาน (Triclosan, 2, 4, 4'-Trichloro-2'-Hydroxydiphenyl Ether, เกรด 24 USP grade บริษัท Goventure จำกัด, ประเทศไทย)
- 1.3.4 เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ คือ *Escherichia coli* (*E.coli*) แบคทีเรียชนิดแกรมลบ และ *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) แบคทีเรียชนิดแกรมบวก
- 1.3.5 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ การทดสอบการเกิดรัศมีการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (Halo test หรือ Clear zone measurement) และการวัดเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียโดยใช้เทคนิคการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย (Plate count agar method, PCA)
- 1.3.6 เครื่องมือที่ใช้ผสมพอลิเมอร์กับสารไตรโคลซาน หรือแคลเซียมคาร์บอเนต ด้วยเครื่องหลอมผสมภายใน (Internal mixer)
- 1.3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบใช้เครื่องอัดขึ้นรูประบบแรงดัน (Compression moulding)
- 1.3.8 การวัดอัตราการปลดปล่อยของสารไตรโคลซานในตัวอย่างทดสอบใช้เทคนิค UV-Vis Spectroscopy

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสังเขป

- 1.4.1 ศึกษาค้นหาข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ชนิดของสารยับยั้งแบคทีเรียที่นิยมใช้ผสมกับพอลิเมอร์ วิธีการทดสอบและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ทฤษฎีการผสมและการแพร่ของสารในพอลิเมอร์ กลไกการทำงานของสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และผลงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.2 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ พอลิเมอร์ต่างๆ คือ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน และพอลิไวนิลคลอไรด์ สารตัวเติม คือ แคลเซียมคาร์บอเนต สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ชนิด ไตรโคลซาน แบคทีเรียชนิดแกรมบวก (*S. aureus*) และชนิดแกรมลบ (*E. coli*)
- 1.4.3 เตรียมวัสดุผสมระหว่างพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ และไตรโคลซานที่สัดส่วนผสมต่างๆ รวมถึงกรณีที่มีสารตัวเติม โดยใช้วิธีการผสมแบบหลอมเหลวด้วยเครื่องหลอมผสมภายใน (internal mixer)
- 1.4.4 เตรียมอุปกรณ์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรีย เช่น จานเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง บ่วงหยิกเชื้อ เข็มหยิกเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ ขวด Vial ตู้บ่มเพาะเชื้อ เป็นต้น
- 1.4.5 ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียโดยใช้วิธีทดสอบเชิงคุณภาพโดยการทดสอบการเกิดรัศมีการยับยั้งเชื้อฯ และวิธีการทดสอบเชิงปริมาณโดยการวัดเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อแบคทีเรียโดยใช้เทคนิคการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย
- 1.4.6 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยเชิงวิชาการ
- 1.4.7 จัดทำรายงานการวิจัย และนำเสนอผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1.5.1 ด้านวิชาการ สามารถทราบความสัมพันธ์และผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของพอลิเมอร์ ปริมาณสารยับยั้งเชื้อฯ และสารตัวเติมที่มีต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย
- 1.5.2 ด้านเศรษฐศาสตร์และภาคอุตสาหกรรม องค์ความรู้จากผลงานวิจัยสามารถพัฒนาไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ หรือทำการพัฒนาต่อยอดเพื่อสามารถนำไปขอรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา หรือตีพิมพ์เผยแพร่บทความเชิงวิชาการได้