บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันพลาสติกสังเคราะห์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน สำหรับการนำมาใช้เพื่อเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ทดแทนแก้วและกระดาษ เนื่องด้วยคุณสมบัติที่ดีกว่าของวัสดุพลาสติก พลาสติกสังเคราะห์เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความคงทนแข็งแรง มีสีสันสวยงาม และเป็นวัสดุที่สามารถปรับแต่งให้มีลักษณะพิเศษตามต้องการได้ ในขณะที่ความนิยมในการนำพลาสติกมาใช้งานต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก็ยิ่งทำให้ขยะพลาสติกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีอายุการใช้งานสั้นและมีปริมาณการใช้อยู่เป็นจำนวนมากในสังคมเมือง เช่น ถุงพลาสติก ฟิล์มห่ออาหาร และกล่องโฟมอาหารเหล่านี้ เป็นต้น พลาสติกสังเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งอยู่ในรูปของพอลิพรอพิลีน (polypropylene) หรือ PP พอลิเอทิลีน (polyethylene) หรือ PE และพอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride) หรือ PVC พลาสติกสังเคราะห์เหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาของการเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากชุมชน และส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง และเนื่องจากพลาสติกที่ใช้แล้วเหล่านี้มีการปนเปื้อนจากการใช้งานค่อนข้างมากจึงไม่ค่อยนิยมที่จะนำไปหมุนเวียนเพื่อแปรรูปนำกลับมาใช้งานใหม่ อีกทั้งการกำจัดพลาสติกสังเคราะห์กระทำได้ยาก และจุลินทรีย์ในธรรมชาติไม่สามารถย่อยสลายได้ง่าย ดังนั้นเพื่อลดปัญหาของพลาสติกสังเคราะห์ที่เป็นมลพิษในสิ่งแวดล้อมจึงมีความสำคัญในการศึกษาวิจัยเพื่อผลิตพลาสติกที่ย่อยสลายได้ เช่น พอลิไฮดรอกซีแอลคาโนเอต (polyhydroxyalkanoate, PHA) พอลิแลคติกแอซิด (polylactic, PLA) อลิฟาติกพอลิเอสเทอร์ (aliphatic polyester) พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharides) รวมถึงโคพอลิเมอร์และอนุพันธ์ผสมของพอลิเมอร์เหล่านี้ (Chen and Wu, 2005) เพื่อใช้ทดแทนพลาสติกที่ย่อยสลายไม่ได้

พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต หรือ P(3HB) เป็นพอลิเอสเทอร์ที่สร้างและสะสมขึ้นภายในเซลล์จุลินทรีย์หลายชนิดเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน การกระตุ้นให้จุลินทรีย์มีการสังเคราะห์ P(3HB) ทำได้โดยการเลี้ยงจุลินทรีย์ภายใต้ภาวะการเจริญที่ไม่สมดุล (unbalanced growth condition) ได้แก่ ภายใต้ภาวะที่จำกัดหรือขาดแคลนของสารอาหารบางชนิด เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ หรือ แร่ธาตุ แต่มีแหล่งคาร์บอนที่มากเกินพอ (Chen และ Wu, 2005; Pandian และคณะ, 2010; Keshavarz และ Roy, 2010) P(3HB) ที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้นถูกเก็บไว้ในแกรนูลภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์ โดยจำนวนและขนาดของแกรนูลในแต่ละเซลล์จะแตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ พลาสติกชนิดนี้ถูกย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์โดยธรรมชาติ (biodegradable plastics) และจากการย่อยสลายจะให้สารที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และกรดคาร์บอกซิลิก (Evans และSikdar, 1990; Luengo และคณะ, 2003)

มูลเหตุจูงใจในการวิจัย

P(3HB) เป็นพลาสติกที่ถูกย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์โดยธรรมชาติ สารที่ได้จากการย่อยสลาย ได้แก่ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และกรดคาร์บอกซิลิก ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม P(3HB) มีสมบัติทางเคมี กายภาพ และเชิงกลที่ใกล้เคียงกับพลาสติกสังเคราะห์ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (Lee, 1996) ทำให้ P(3HB) ได้รับความสนใจที่จะนำมาผลิตเป็นพลาสติกเพื่อใช้ทดแทนพลาสติกที่ใช้กันในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีสมบัติที่เข้ากันได้กับเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต (biocompatibility) มีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติก และสามารถนำไปผสมกับพอลิเมอร์อื่นๆเพื่อให้มีสมบัติตามต้องการได้ ดังนั้นจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในหลายด้าน ทั้งในด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ได้แก่ การนำมาใช้เป็นวัสดุทางศัลยกรรม เช่น หลอดเลือดเทียม กระดูกเทียม เข็ม ไหมเย็บแผล แคปซูลบรรจุยา เป็นต้น หรืออาจนำ P(3HB) มาประยุกต์ใช้ในงานด้านเกษตรกรรม เช่น เป็นวัสดุทำแคปซูลบรรจุยาฆ่าแมลง ปุ๋ย และฮอร์โมนพืช ใช้ทำแหจับปลาสำหรับใช้ในน้ำทะเลและสามารถใช้เป็นวัสดุคลุมดินในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าได้เป็นต้น นอกจากนี้สามารถนำ P(3HB) มาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุประเภทบรรจุภัณฑ์หรืออุปกรณ์ใช้สอยอื่นๆ ได้แก่ ขวดแชมพู บรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารประเภทถุง ภาชนะบรรจุอาหารสำเร็จรูป แผ่นฟิล์มถนอมอาหาร หรืออาจใช้ทำเป็นวัสดุที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น ผ้าอ้อม ผ้าอนามัย ด้ามมีดโกน เป็นต้น (Braunegg และคณะ, 1998; Steinbuchel และ Fuchtenbusch, 1998) แต่ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของการประยุกต์ใช้ P(3HB) คือ ต้นทุนในการผลิตยังสูงกว่าพลาสติกสังเคราะห์ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิต P(3HB) ให้มีประสิทธิภาพและมีราคาถูกลงขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น พัฒนาสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ ปรับปรุงกระบวนการหมักและวิธีสกัดแยกผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการเลือกใช้แหล่งคาร์บอนที่มีราคาถูก (Choi และ Lee, 1999) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้น้ำอ้อยเป็นแหล่งคาร์บอนในการผลิต P(3HB) เพื่อทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกมากในประเทศไทยและเป็นพืชที่สามารถตัดและเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง โดยในกระบวนการการผลิตน้ำตาลทรายจะใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักและมีน้ำอ้อยเกิดขึ้นหลายขั้นตอน ซึ่งในน้ำอ้อยจะประกอบไปด้วยน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น ซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส รวมทั้งวิตามิน และธาตุอาหารเป็นจำนวนมาก (มิตรผลวิจัย, 2551)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาการผลิต P(3HB) จาก *Bacillus megaterium* BA-019 โดยการจำกัดแหล่งไนโตรเจนและธาตุอาหารที่สำคัญบางชนิด โดยมีแหล่งคาร์บอนซึ่งได้แก่น้ำอ้อยมากเกินพอ เพื่อกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์และสะสม P(3HB) เพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิต P(3HB) จาก *Bacillus megaterium* BA-019 โดยการเลี้ยงเชื้อในขวดทดลองภายใต้ภาวะการเจริญที่สมดุล (balanced growth condition)

2. ศึกษาผลของการจำกัดธาตุอาหารแต่มีปริมาณแหล่งคาร์บอนมากเกินพอที่มีต่อการเจริญ การสังเคราะห์และสะสม P(3HB)

3. ผลิต P(3HB) จาก *Bacillus megaterium* BA-019 โดยใช้ภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิต P(3HB) ที่ศึกษาได้จากข้อ 2 มาเลี้ยงเชื้อในถังหมักขนาด 5 ลิตร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถใช้วัตถุดิบราคาถูกในการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตให้ได้ผลผลิตสูง โดย *Bacillus megaterium* BA-019 ซึ่งส่งผลให้ราคาต้นทุนการผลิตลดต่ำลง