บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การออกแบบและพัฒนาถังปฏิกรณ์สำหรับการสังเคราะห์กรดพอลิแลคติก โดยมีต้นแบบถังปฏิกรณ์ในระดับห้องปฏิบัติการเคมีจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อเป็นต้นแบบการผลิตในระดับอุตสาหกรรม โดยถังปฏิกรณ์ที่ได้พัฒนามีขนาด 1 ลิตร ทำงานภายใต้ตู้สุญญากาศและควบคุมความชื้นภายใต้บรรยากาศอาร์กอน ใช้มอเตอร์ในการกวนภายในถังปฏิกรณ์ ให้ความร้อนด้วยฮีตเตอร์แบบรัดโอบถังปฏิกรณ์และมีฉนวนหุ้ม กรดพอลิแลคติกที่สังเคราะห์ได้จากถังปฏิกรณ์ที่ได้ออกแบบใช้เวลาในการสังเคราะห์ทั้งหมดเสร็จสิ้นกระบวนการ 2,940 นาที คิดเป็น 49 ชั่วโมง นำกรดพอลิแลคติกที่สังเคราะห์ได้โดยแบ่งเป็น 2 ตัวอย่าง คือ กรดพอลิแลคติกที่สังเคราะห์ได้จากส่วนก้นถังปฏิกรณ์ และกรดพอลิแลคติกที่สังเคราะห์ได้จากส่วนขอบถังปฏิกรณ์ วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยน้ำหนักมวลโมเลกุลด้วยเทคนิค GPC ส่วนก้นถังปฏิกรณ์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมเลกุลตามน้ำหนัก ($\overline{M}_w$) 2.4×10^4 กรัมต่อโมล ขอบถังปฏิกรณ์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมเลกุลตามน้ำหนัก ($\overline{M}_w$) 2.5×10^4 กรัมต่อโมล ค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมเลกุลตามจำนวน ($\overline{M}_n$) ของกรดพอลิแลคติกที่อยู่ก้นของถังปฏิกรณ์และขอบบนของถังปฏิกรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 2.1×10^4 กรัมต่อโมล ซึ่งค่าที่ได้นี้อยู่ในเกณฑ์ของกรดพอลิแลคติกที่ขายในท้องตลอดที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักโมเลกุลตามจำนวน ($\overline{M}_n$) ขั้นต่ำ 5,000 กรัมต่อโมล และผลการทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC จุดที่อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Tg) ของกรดพอลิแลคติกที่ก้นถังปฏิกรณ์มีค่า 56.9 องศาเซลเซียส ค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์อ้างอิง ดังตารางที่ 5.1 และจุดหลอมเหลว (T_m) ครั้งแรก 163.37 องศาเซลเซียส ครั้งที่สอง 170.3 องศาเซลเซียส ในส่วนของกรดพอลิแลคติกที่ขอบถังปฏิกรณ์ ไม่พบค่าจุดที่อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Tg) สามารถบอกได้พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้นั้นมีการพอลิเมอไรเซชันไม่สมบูรณ์ ยังเป็นแลคไทด์มอนอเมอร์ และจุดหลอมเหลว (T_m) ครั้งแรก 165.0 องศาเซลเซียส ครั้งที่สอง 175.5 องศาเซลเซียส ในส่วนผลของการย่อยสลายกรดพอลิแลคติกซึ่งใช้วิธีการกลบฝังดินในกระถางปลูกต้นไม้ ทำการเก็บผลจากการชั่งน้ำหนักของกรดพอลิแลคติกในกระถางทุกๆสัปดาห์เป็นติดต่อกันนานเวลา 4 สัปดาห์

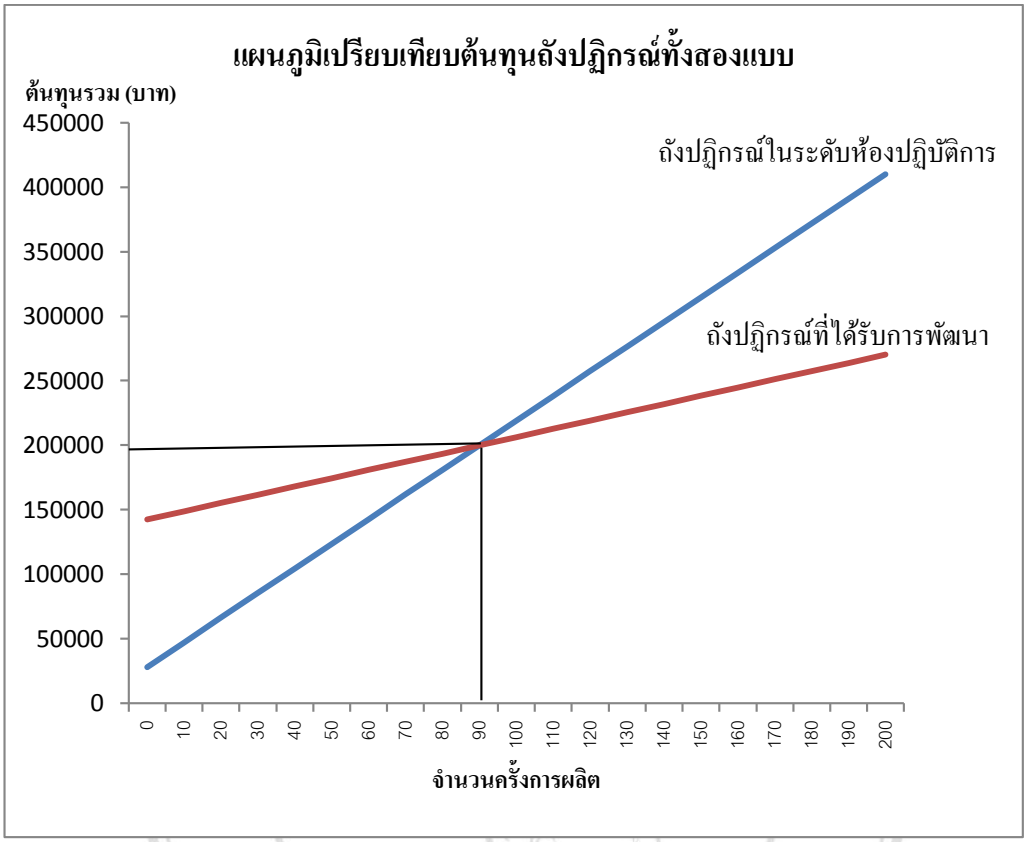
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของการย่อยสลายกรดพอลิแลคติกที่ได้ในระดับห้องปฏิบัติมีแนวโน้มที่ลดลงใน 4 สัปดาห์ ใน 3 สภาวะคือ ให้ความร้อนโดยตรงเพียงอย่างเดียว ให้น้ำเพียงอย่างเดียว และสภาวะสุดท้ายไม่มีการให้ความร้อนและน้ำ ผลที่ได้คือทุกสภาวะมีการลดลง ของกรดพอลิแลคติก แต่ในสภาวะที่ให้น้ำเพียงอย่างเดียวมีการลดลงที่เร็วกว่าสภาวะอื่น โดยเริ่มต้นจากกรดพอลิแลคติกน้ำหนัก 2.00 กรัมในสัปดาห์แรกลดลงเป็น 1.60 กรัมในสัปดาห์ที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนกรดพอลิแลคติกที่ได้จากถังปฏิกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมีผลการย่อยสลายมีแนวโน้มที่ลดลงเช่นเดียวกันทั้ง 3 สภาวะ และพบว่าในสภาวะที่ให้น้ำเพียงอย่างเดียวเป็นสภาวะที่มีการย่อยสลายได้เร็วกว่าสภาวะอื่น โดยเริ่มต้นจากกรดพอลิแลคติกน้ำหนัก 2.00 กรัมในสัปดาห์แรกลดลงเป็น 1.67 กรัมในสัปดาห์ที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 16.50 การวิเคราะห์เปรียบเทียบถังปฏิกรณ์ด้วยจุดคุ้มทุนของถังปฏิกรณ์ในระดับห้องปฏิบัติการและถังปฏิกรณ์ที่พัฒนามาจากถังปฏิกรณ์ต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการพบว่า ในการสังเคราะห์กรดพอลิแลคติกโดยใช้แลคไทด์มอนอเมอร์ 1 กิโลกรัม จำนวนครั้งในการสังเคราะห์กรดพอลิแลคติกที่ทำให้ต้นทุนของทั้งสองถังปฏิกรณ์มีค่าเท่ากันอยู่ที่ 90 ครั้ง และเมื่อทำการสังเคราะห์ที่มากกว่าจุดคุ้มทุนจะพบว่าต้นทุนรวมของถังปฏิกรณ์ที่ได้รับการพัฒนามีค่าต่ำกว่าถังปฏิกรณ์ในระดับห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5.1 คุณสมบัติทางความร้อนของ PLA จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DSC เปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง

ชื่อตัวอย่าง	**คุณสมบัติทางความร้อน**				
	T_g อ้างอิง	**T_g**	**T_m อ้างอิง**	**T_m**	
				1st	**2nd**
PLA crude ก้น	50.0 – 58.0	56.9	120 – 170	163.37	170.3
PLA crude ขอบ		-		165.0	175.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5.1 แสดงเปรียบเทียบต้นทุนรวมของถังปฏิกรณ์ทั้งสองแบบ

5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะงานวิจัย

5.2.1 ปริมาณที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ในงานวิจัยนี้ ใช้มอนอเมอร์แลคไทด์ในการสังเคราะห์ 200 กรัม เนื่องจากว่าปริมาณมอนอเมอร์ที่มีจำกัด ทำให้กรดพอลิแลคติกที่สังเคราะห์ได้ในครั้งนี้มีคุณสมบัติที่ได้ยังไม่ดี ในการทดลองครั้งต่อไปควรใช้มอนอแลคไทด์ขั้นต่ำ 500 กรัม เพื่อให้การกวนในกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันสมบูรณ์ดียิ่งขึ้น

5.2.2 ก๊าซเฉื่อยที่ใช้ในการสังเคราะห์สำหรับถังปฏิกรณ์ในการสังเคราะห์กรดพอลิแลคติกนี้เหมาะสมกับก๊าซอาร์กอน เนื่องจากก๊าซอาร์กอนไม่เกิดการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน แต่หากจะทำการเปลี่ยนเป็นก๊าซเฉื่อยชนิดอื่น ควรคำนึงถึงคุณสมบัติการขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน

5.3 การนำผลวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์

จากผลการวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงขั้นตอน ข้อจำกัดในการออกแบบและพัฒนาถังปฏิกรณ์สำหรับการสังเคราะห์กรดพอลิแลคติกแบบกะ เพื่อเป็นต้นแบบการผลิตในระดับอุตสาหกรรม และทราบถึงสภาวะที่มีผลต่อการย่อยสลายของกรดพอลิแลคติกที่สังเคราะห์ได้ นอกจากนี้งานวิจัยยังสามารถนำไปประยุกต์พัฒนาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กรดพอลิแลคติก เพื่อให้ได้ค่าประสิทธิผลที่มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved