บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ท่ออะคลิลิคที่นำมาใช้นั้นมีราคาถูกและสามารถนำมาดัดแปลงใช้เป็นแอร์ลิฟทรีแอคเตอร์ได้ แต่การฆ่าเชื้อไม่สามารถใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส อย่างถังปฏิกรณ์แบบแก้วหรือโลหะได้ แม้ว่าอะคลิลิคจะมีจุดหลอมเหลวสูงถึง 130 องศาเซลเซียส (http//www.3d-cam.com) แต่จากการทดลองพบว่าเพียงการให้ความร้อนที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ก็ทำให้ท่อโค้งงอ ซึ่งคาดว่าคงเป็นเพราะน้ำหนักของน้ำในท่อและการตั้งท่อในแนวดิ่งทำให้ท่อโค้งงอไปเมื่อท่อเริ่มอ่อนตัวที่อุณหภูมิดังกล่าว จากการทดลองการฆ่าเชื้อแบบทินดอลไลเซชั่น (tyndallization) โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที 3 ครั้งได้ผลดีและการใช้หัวทรายตู้ปลาช่วยให้ได้ฟองอากาศที่ละเอียดและหัวทรายยังสามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวได้ด้วยซึ่งวัสดุดังที่กล่าวมาแล้วนั้นราคาไม่แพงนักจึงนำมาใช้ในการศึกษาต่อไป

การผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ของ *Penicillium* sp. H12 พบว่าในช่วงต้นของการผลิตจะมีการสร้างฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ชนิดเคสโตสมากกว่าชนิดนีสโตสและหลังจากนั้นปริมาณของเคสโตสจะค่อย ๆ ลดลงพร้อมกับมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณนีสโตสอย่างรวดเร็วแสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกที่น้ำตาลซูโครสลดลงอย่างรวดเร็วนั้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปผลิตเป็นเคสโตสก่อนและเคสโตสที่ได้นั้นก็จะถูกนำไปเป็นสารตั้งต้นร่วมกับน้ำตาลซูโครสในการผลิตนีสโตสต่อไปแสดงให้เห็นว่าน้ำตาลซูโครสนั้นเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์เพราะหากไม่มีน้ำตาลซูโครสหรือหากน้ำตาลซูโครสหมดก็จะไม่สามารถสร้างฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ทั้งสองชนิดได้เลยซึ่งสังเกตได้จากทั้งปริมาณของเคสโตสและปริมาณของนีสโตสจะไม่มีการเพิ่มขึ้นอีกในช่วงท้ายของการทดลองเมื่อน้ำตาลซูโครสที่ให้นั้นถูกใช้หมดไปซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chiang และ Lee (1997) และของ Nishizawa, Nakajima และ Nabetani (2001) ดังนั้นหากจะทำการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์แบบต่อเนื่องก็จะต้องพยายามรักษาปริมาณของน้ำตาลซูโครสให้อยู่ในปริมาณที่มากพอที่จะใช้ในการผลิตเป็นฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ และยังสังเกตได้อีกว่าจะมีการสะสมของน้ำตาลกลูโคสขึ้นเรื่อย ๆ ในระหว่างการผลิตนั้นก็เนื่องมาจากในขณะที่มีการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์นั้นจะมีการสลายโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสเพื่อนำเอาฟรักโตสไปเชื่อมต่อกับน้ำตาลซูโครสอีกโมเลกุลหนึ่งจึงทำให้มีน้ำตาลกลูโคสออกมาด้วยซึ่งกลูโคสที่ได้นั้นส่วนหนึ่งจะ

ถูกเชื้อรานำเอาไปใช้ในการเจริญเติบโตและส่วนที่เหลือก็จะเกิดการสะสมขึ้นในระหว่างการผลิต เช่นเดียวกับที่ได้รายงานไว้ โดย Guptha และ Bhatia (1980)

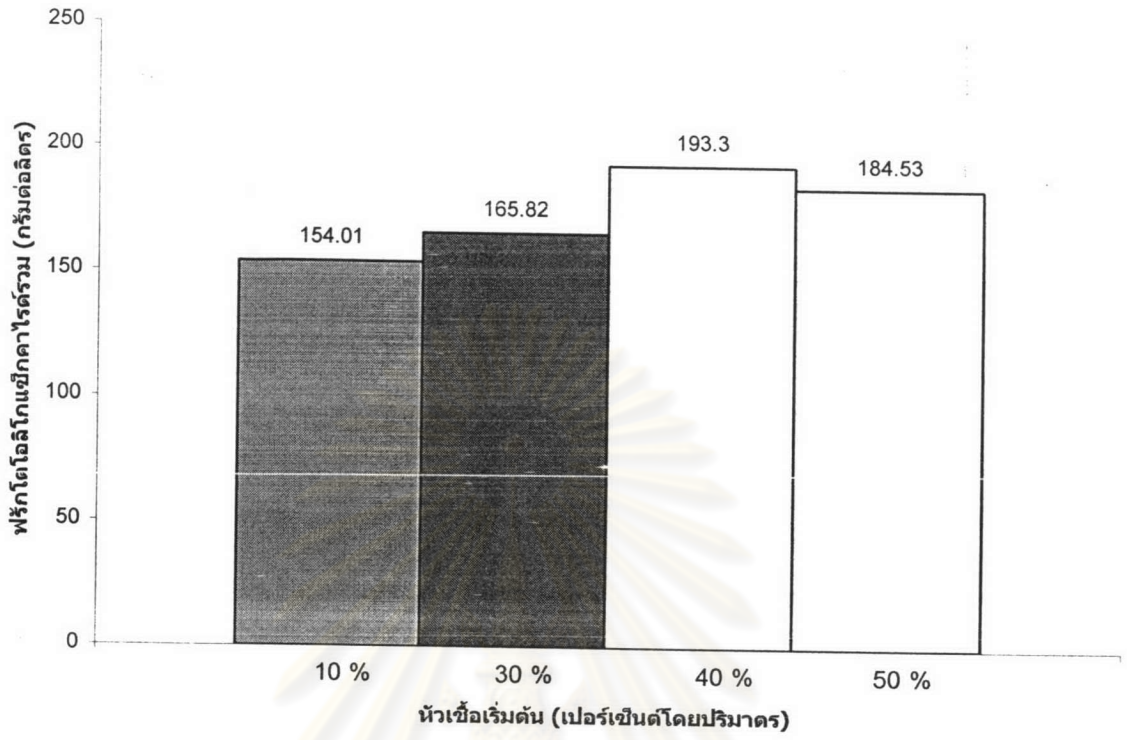
จากการทดลองการผลิตในหลายการทดลองจะพบว่าแม้เตรียมน้ำตาลซูโครสเริ่มต้น 250 กรัมต่อลิตร แต่พบว่าน้ำตาลซูโครสที่วัดได้จริงที่ 0 ชั่วโมง หลังจากที่เติมหัวเชื้อนั้นมีค่าน้อยกว่า 250 กรัมต่อลิตร คาดว่าเป็นผลจากการที่ใช้หัวเชื้อเริ่มต้นในปริมาณมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาตร ทำให้มีเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสปริมาณสูงเมื่อเติมน้ำตาลซูโครสลงไปในคอลัมน์ น้ำตาลซูโครสจึงถูกเอนไซม์เปลี่ยนไปเป็นเคสโตสและน้ำตาลชนิดอื่นอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสเริ่มต้นในคอลัมน์ต่ำกว่าที่ควร และเมื่อได้ทำการรวมปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในคอลัมน์ในชั่วโมงที่ 0 แล้วทำการหักออกด้วยปริมาณน้ำตาลที่มาจากหัวเชื้อเริ่มต้นก็พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสที่คำนวณได้นั้นมีปริมาณใกล้เคียงกับ 250 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5.1) เป็นการยืนยันว่ามีการผลิตเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสออกมาในปริมาณสูงเมื่อทำการเลี้ยงหัวเชื้อ *Penicillium* sp. H12 เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณของน้ำตาลซูโครสเริ่มต้นที่แท้จริงเมื่อทำการรวมน้ำตาลทั้งหมดในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์แล้วหักออกด้วยน้ำตาลที่มาจากหัวเชื้อเริ่มต้นอายุ 18 ชั่วโมง

สภาวะในการผลิต (อัตราการให้อากาศ - หัวเชื้อเริ่มต้น)	ปริมาณน้ำตาลในชั่วโมงที่ 0 (กรัมต่อลิตร)						
	ในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์					น้ำตาลรวมในหัวเชื้อ	น้ำตาลเริ่มต้น
	ซูโครส	เคสโตส	นีสโตส	กลูโคส	น้ำตาลรวม		
0.1 vvm. -50% (v/v)	158.04	63.28	21.73	34.83	277.88	43.0	234.88
0.1 vvm. -10% (v/v)	227.99	14.89	4.76	11.12	258.77	8.6	250.17
0.2 vvm. -50% (v/v)	140.58	85.06	27.16	34.83	287.63	43.0	244.63
0.2 vvm. -40% (v/v)	175.49	66.35	20.97	22.87	285.69	34.4	251.29
0.2 vvm. -30% (v/v)	173.36	73.32	19.75	12.31	278.74	25.8	252.94
0.2 vvm. -10% (v/v)	242.07	12.04	3.89	15.58	273.58	8.6	264.98

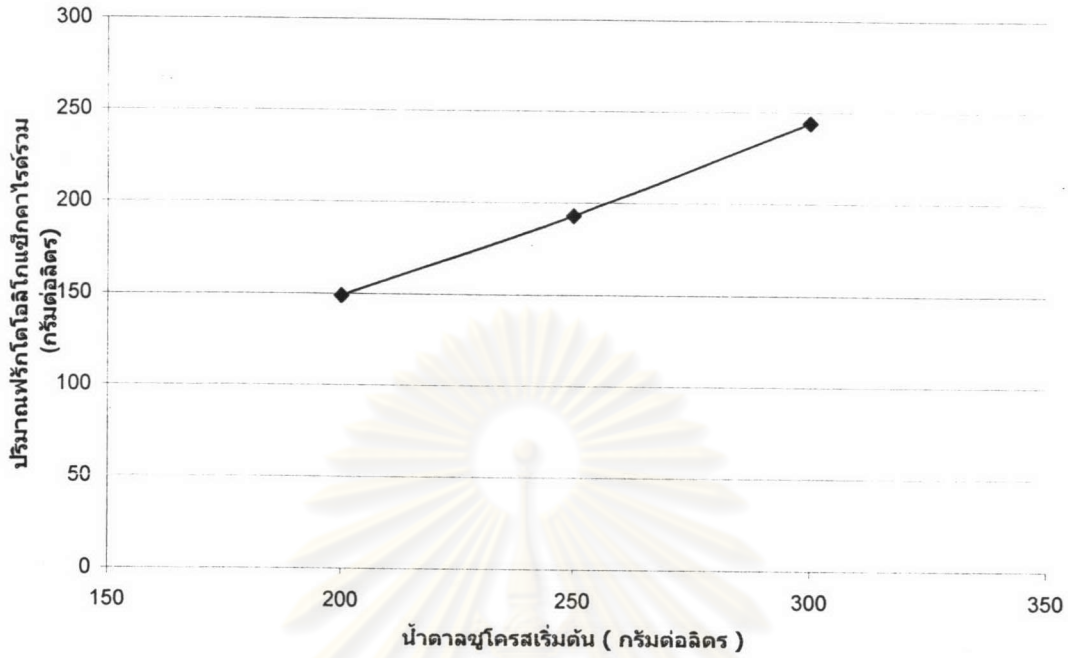
ส่วนในการทดลองหาผลของอัตราการให้อากาศและปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นต่อการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์ที่สร้างขึ้นพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นจาก 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และการเปลี่ยนอัตราการให้อากาศจาก 1 vvm..เป็น 0.2 vvm. ไม่มีผลต่อการผลิตอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากความสามารถในการส่งผ่านออกซิเจนของที่อัตราการให้อากาศ 0.2 vvm. และ 1 vvm. นั้นมีความต่างกันไม่มากนัก ซึ่งดูได้จากค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของออกซิเจนในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์ที่สร้างขึ้นมีค่า 0.08 มิลลิโมลของออกซิเจนต่อลิตรต่อชั่วโมง ที่อัตราการให้อากาศ 0.2 vvm. ในขณะที่อัตราการให้อากาศ 1 vvm..มีค่า 0.09 มิลลิโมลของออกซิเจนต่อลิตรต่อชั่วโมง เมื่อทำการลดปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นจาก 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เหลือ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร นั้นจะพบว่าปริมาณของฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมสูงสุดที่ผลิตได้นั้นเปลี่ยนแปลงลดลงแต่ก็ยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรนั้นผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ช้ากว่าหัวเชื้อเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ที่เป็นเช่นนี้นั้นเนื่องมาจากที่ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นน้อย ๆ นั้นทั้งปริมาณเซลล์ของเชื้อราและปริมาณเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสมีน้อยกว่าที่หัวเชื้อเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มากดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการเจริญระยะหนึ่งก่อนจึงจะสามารถสร้างเอนไซม์ได้เท่ากับเมื่อใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และผลการผลิตรวมจากหัวเชื้อเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ต่ำกว่าหัวเชื้อเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร นั้นก็เนื่องมาจากที่หัวเชื้อเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ราต้องใช้น้ำตาลส่วนหนึ่งไปในการเจริญด้วย (Yun, 1996)

เมื่อทำการแปรผันปริมาณหัวเชื้อ *Penicillium* sp. H12 จาก 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็น 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และเปรียบเทียบกับ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราการให้อากาศที่ 0.2 vvm. พบว่าปริมาณของฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมสูงสุดที่ผลิตได้นั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและเร็วขึ้นตามปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นที่เพิ่มขึ้นน่าจะเป็นเพราะปริมาณของเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสเพิ่มขึ้นตามปริมาณของหัวเชื้อ (รูปที่ 5.1) และพบว่าการใช้หัวเชื้อ 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ก็สามารถผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ใกล้เคียงกับการใช้หัวเชื้อ 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ทั้งปริมาณและอัตราการผลิตซึ่งอาจจะเนื่องมาจากปริมาณของเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสที่ได้จากหัวเชื้อเริ่มต้น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร นั้นมีมากเกินพอเมื่อเทียบกับน้ำตาลตั้งต้นและอากาศที่ให้ก็เพียงพอ อย่างไรก็ตามการเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นในปริมาณสูง ๆ กลับเป็นภาระในการผลิตเพราะต้องสร้างถังขนาดใหญ่สำหรับผลิตหัวเชื้อทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และจากการที่หัวเชื้อมีเอนไซม์มากหากเพิ่มน้ำตาลเริ่มต้นขึ้นน่าจะให้ผลผลิตสูงขึ้นได้อีก



รูปที่ 5.1 ฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมที่ผลิตได้เมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อ *Penicillium* sp. H12 **เริ่มต้น** 10, 30, 40, **และ** 50 **เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และใช้อัตราการให้อากาศ** 0.2 vvm.

จากการทดลองผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์โดยใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้น 200, 250 และ 300 กรัมต่อลิตร ในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์ที่สร้างขึ้นพบว่าเมื่อใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้นมากขึ้นนั้นก็จะทำให้สามารถผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้มากขึ้น (รูปที่ 5.2) โดยเมื่อใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้น 300 กรัมต่อลิตร จะทำให้ผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมได้สูงสุด 244 กรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำตาลซูโครสเริ่มต้นก็จะทำให้สามารถผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้สูงขึ้นด้วย ดังนั้นปริมาณของน้ำตาลซูโครสเริ่มต้นจัดเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตหากใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้นสำหรับการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ปริมาณน้อยเกินไปก็อาจทำให้ไม่มีการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์เกิดขึ้นเลย (Hang และคณะ, 1995) อย่างไรก็ตามการเตรียมน้ำตาลความเข้มข้นสูงเกิน 30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการผลิตซึ่งต้องแยกฆ่าเชื้อระหว่างน้ำตาลและอาหารอื่น ๆ นั้น การละลายน้ำตาลลำบากมากและคงไม่เหมาะที่จะใช้ผลิตในระดับที่ใหญ่ขึ้นจึงไม่ได้ทดลองเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลให้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร



รูปที่ 5.2 **แสดงแนวโน้มของฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมที่ผลิตได้เมื่อใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้น** 200, 250 **และ** 300 **กรัมต่อลิตร โดยใช้หัวเชื้อ** *Penicillium* sp. H12 **เริ่มต้น** 40 **เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และอัตราการให้อากาศ** 0.2 vvm.

การผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์เป็นเวลา 54 ชั่วโมง โดยใช้วิธีการผลิตแบบต่อเนื่องโดยทำการเติมน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 300 กรัมต่อลิตร ลงในคอลัมน์อย่างต่อเนื่องด้วยอัตราเร็ว 50 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง พบว่าผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ในอัตราการผลิตเฉลี่ยที่ต่ำ (82.86 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง) และมีน้ำตาลซูโครสเหลืออยู่ในคอลัมน์ในปริมาณมาก อาจเป็นผลจากการที่มีเซลล์และเอนไซม์บางส่วนหลุดออกไปจากคอลัมน์นั้นถึงแม้ว่าจะหลุดออกไปทีละน้อยแต่เมื่อเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานานมากพอที่จะส่งผลกระทบทำให้ปริมาณของเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสในคอลัมน์ลดลงได้จึงทำให้ปริมาณของฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมที่ผลิตได้หลังจากที่มีการเติมน้ำตาลซูโครสเข้าไปในคอลัมน์อย่างต่อเนื่องนั้นลดลงในที่สุด เมื่อทำการป้องกันการสูญเสียเซลล์เชื้อราในระหว่างการผลิตก็พบว่าทำให้สามารถผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์แบบต่อเนื่องได้ด้วยอัตราการผลิตที่สูงขึ้น (99.73 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง) กว่าการผลิตโดยไม่มีการป้องกันการสูญเสียเซลล์เชื้อราได้ และเมื่อมีการเติมสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของ *Penicillium* sp. H12 ในระหว่างทำการผลิตแบบต่อเนื่องร่วมกับน้ำตาลความเข้มข้น 300 กรัมต่อลิตรด้วยอัตราการเติม 50

มิลลิลิตรต่อชั่วโมง พบว่าอัตราการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมมีแนวโน้มเพิ่มได้อีกโดยที่ชั่วโมงที่ 54 ซึ่งเป็นชั่วโมงสุดท้ายของการทดลองนั้นอัตราการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมก็ยังไม่คงที่ ที่เป็นเช่นนี้คาดว่าเป็นผลเนื่องมาจากเชื้อราที่นำมาทำการผลิตด้วยวิธีนี้มีการเจริญที่ดีกว่าเชื้อราที่ใช้ในการผลิตแบบไม่มีการเติมสารอาหารในระหว่างการผลิตโดยมีค่าน้ำหนักสายใยแห้งเพิ่มขึ้นจาก 1.46 กรัม เป็น 3.17 กรัม ส่งผลให้มีการผลิตเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสได้มากกว่า จึงเป็นที่สังเกตว่าเอนไซม์ชนิดนี้น่าจะสร้างขึ้นได้มากในระหว่างที่มีการเจริญเติบโต และเมื่อทำการเพิ่มเวลาในการทดลองผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์โดยการเติมสารอาหารร่วมกับน้ำตาลจาก 54 ชั่วโมงเป็น 174 ชั่วโมง (7 วัน) ก็พบว่าการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมเริ่มคงที่ในชั่วโมงที่ 54 ด้วยอัตราการผลิต 154.09 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง คิดเป็นผลผลิต (yield) เท่ากับ 0.47 (กรัมผลผลิตต่อกรัมน้ำตาลซูโครสทั้งหมดที่ให้) ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นจุดที่เซลล์ของ *Penicillium* sp. H12 เจริญได้ถึงจุดสูงสุดและเป็นจุดสมดุลในการผลิต และอัตราการผลิตนี้ก็ใกล้เคียงกับอัตราการผลิตแบบต่อเนื่องซึ่งทดลองโดยนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นด้วย (ตารางที่ 5.2)

จากการทดลองผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์โดยใช้ *Penicillium* sp. H12 ในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้พบว่าภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้น 300 กรัมต่อลิตร, ใช้หัวเชื้อเริ่มต้น 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และใช้อัตราการให้อากาศ 0.2 vvm. โดยควบคุมค่าความเป็นกรด ด่าง เริ่มต้นเป็น 5.0 ซึ่งสภาวะนี้ทำให้การใช้พลังงานในขณะที่ทำการผลิตนั้นลดลงเมื่อเทียบกับการใช้ถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบมีใบกวนทั้งในด้านพลังงานที่ใช้กับใบกวนและการให้อากาศ และจากการผลิตโดยใช้แอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์พบว่าแม้จะใช้อัตราการให้อากาศที่น้อยและไม่ต้องใช้ใบกวนช่วยเพิ่มการละลายของออกซิเจนอย่างถังปฏิกรณ์ชนิดมีใบกวน (วีระพงษ์ พรประสาทผล, 2545) ก็ยังพบว่าสามารถผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ในปริมาณที่สูงกว่าการผลิตโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบมีใบกวนทั้ง เคสโตส, นีสโตส และปริมาณฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์รวมสูงสุดด้วยเมื่อใช้น้ำตาลซูโครสเริ่มต้น 250 กรัมต่อลิตรเท่ากัน (ตารางที่ 5.3) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่เซลล์ของเชื้อราไม่ถูกแรงเฉือนจากใบกวน (วีระพงษ์ พรประสาทผล, 2545) ทำให้สามารถเจริญและสร้างเอนไซม์ฟรักโตฟูรานโนซิเดสได้อย่างเต็มที่ และจากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์โดย *Penicillium* sp. H12 โดยใช้แอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์สิ้นเปลืองพลังงานในการผลิตน้อยกว่าการผลิตในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบมีใบกวนแต่ก็ยังให้ผลผลิตที่มากกว่าและเนื่องจากการผลิตในแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์นี้เซลล์ของเชื้อราไม่ถูกทำลายเนื่องจากใบกวนในระหว่างการผลิตจึงทำให้สามารถที่จะทำการผลิตเป็นเวลานานได้จึงเหมาะกับการผลิตแบบต่อเนื่องมากกว่าการผลิตแบบต่อเนื่องโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบมีใบกวนซึ่งจากการทดลองผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์แบบต่อเนื่องโดยใช้แอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้ก็พบว่าสามารถผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์

ต่อเนื่องได้เป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน ซึ่งก็สามารถช่วยลดต้นทุนในการเตรียมหัวเชื้อและสารตั้งต้นในการผลิตได้ ดังนั้นจากข้อดีในเรื่องความประหยัดพลังงาน, ประหยัดต้นทุนและความเหมาะสมในการที่จะใช้ผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์แบบต่อเนื่องของแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์นี้จึงน่าสนใจในการที่จะขยายขนาดของการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบอัตราการผลิตฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์กับการทดลองอื่นเมื่อทำการผลิตแบบต่อเนื่อง

ผู้วิจัย / ปีที่วิจัย	ชนิด reactor	ความเข้มข้นซูโครสที่เติม (กรัมต่อลิตร)	อัตราการผลิต (กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง)
Chien et.al., 2001	stirred tank	400	173
Sheu et.al., 2002	packed bed	300	160
Limprasirt, 2006 (ผู้วิจัย)	airlift	300	154

ตารางที่ 5.3 ปริมาณฟรักโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้สูงสุดจากถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบมีใบกวน (วีระพงษ์ พรประสาทผล, 2545) และแอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์ (ในงานวิจัยนี้) ในการผลิตแบบแบทช์

ชนิดของน้ำตาล	ปริมาณสูงสุดที่ผลิตได้ (กรัมต่อลิตร)		เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น	อัตราการผลิต (กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง)	
	ถังปฏิกรณ์ชนิดมีใบกวน	แอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์		ถังปฏิกรณ์ชนิดมีใบกวน	แอร์ลิฟท์รีแอคเตอร์
เคสโตส	106.90	112.84	5.94	7.12	18.8
นีสโตส	90.00	122.54	36.15	3.75	4.08
FOS รวม	165.10	194.04	17.52	9.17	32.34