บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาหาวิธีการสกัดน้ำตาลและโปรตีน และอัตราส่วนเนื้อลำไยอบแห้งต่อน้ำกลั่นที่เหมาะสม จากวิธีการสกัด 5 วิธี ได้แก่ การสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง หรือ “แช่” เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (S24) การสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องแล้วสกัดต่อด้วยน้ำเดือด หรือ “แช่แล้วต้ม” อีก 30นาที (S24B30) การสกัดด้วยน้ำเดือด 30 นาที (B30) ผสมมวลเนื้อลำไยอบแห้งกับน้ำกลั่น แล้วสกัดด้วยไอน้ำเดือด หรือ “นึ่ง” 30 นาที (ST30) การสกัดด้วยน้ำเดือด 30 นาที จำนวน 2 ครั้ง (B30x2) การวิธีการสกัดด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที ร่วมกับมวลเนื้อลำไยอบแห้งอีก 6 ระดับ ได้แก่ 10, 30, 50, 70, 100, และ 130 กรัม พบว่าการสกัดด้วยน้ำเดือด 30 นาที โดยใช้มวลเนื้อลำไยอบแห้ง 30 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เป็นวิธีการสกัดน้ำตาลและโปรตีนจากเนื้อลำไยอบแห้งที่ยังไม่ผ่านการบด ที่เหมาะสมที่สุด โดยสกัดน้ำตาลทั้งหมดได้ระดับความเข้มข้น 191 $\pm$ 3 กรัมต่อลิตร ประกอบไปด้วยน้ำตาลซูโครส 127 $\pm$ 2 กรัมต่อลิตร น้ำตาลฟรุกโตส 40.4 $\pm$ 0.6 กรัมต่อลิตร และน้ำตาลกลูโคส 23.4 $\pm$ 0.3 กรัมต่อลิตร และมวลน้ำตาลที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละ 33.0 $\pm$ 0.3 กรัมต่อกรัมเนื้อลำไยอบแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความเข้มข้นโปรตีนในสารสกัดจากวิธีดังกล่าว มีค่าเท่ากับ 10.1 $\pm$ 1.5 องศาบริกซ์ และ 6.74 $\pm$ 0.26 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

การคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอล โดยใช้สารสกัดลำไยสดเป็นแหล่งอาหารคาร์บอน จากทั้งหมด 15 สายพันธุ์ ในสภาวะที่มีการเติมอากาศ พบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5606 เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการใช้น้ำตาลทั้งหมด (ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส) และผลิตเอทานอลได้ในระดับสูง ภายใต้สภาวะตั้งนิ่งที่มีการเติมอากาศ 24 ชั่วโมง สำหรับการเพาะเลี้ยงที่ใช้สารสกัดลำไยสดเป็นแหล่งอาหารคาร์บอน และมีการเติมแหล่งอาหารไนโตรเจนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25.6 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมี *S. cerevisiae* TISTR 5020 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความเหมาะสมเป็นอันดับสอง โดยจุลินทรีย์ทั้งสองสายพันธุ์สามารถผลิตเอทานอลได้วามเข้มข้นเท่ากับ 32.7 $\pm$ 0.54 และ 29.2 $\pm$ 9.0 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีสัดส่วนการผลิตเอทานอลเท่ากับ 0.41 $\pm$ 0.03 และ 0.32 $\pm$ 0.1 กรัมเอทานอลต่อกรัมน้ำตาลที่ใช้ไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาจลนพลศาสตร์การเจริญเติบโต การใช้น้ำตาล และการผลิตเอทานอลของ *S. cerevisiae* TISTR 5606 และ *S. cerevisiae* TISTR 5020 ในแหล่งอาหารคาร์บอนจากสารสกัดลำไยอบแห้งและลำไยสดที่มีการเติมแหล่งอาหารไนโตรเจน ที่ระดับ 1,500 มิลลิลิตร พบว่า *S. cerevisiae* TISTR 5020 ที่เพาะเลี้ยงด้วยสารสกัดลำไยสดสามารถผลิตมวลชีวภาพแห้งได้มากที่สุด (11.0 $\pm$ 0.81 กรัมต่อลิตร) *S. cerevisiae* TISTR 5606 ที่เพาะเลี้ยงด้วยสารสกัดลำไยอบแห้งมีการใช้น้ำตาลได้ดีที่สุด ส่วน *S. cerevisiae* TISTR 5606 ที่เพาะเลี้ยงด้วยสารสกัดลำไยสด สามารถผลิตเอทานอลได้มากที่สุดเท่ากับ 61.6 $\pm$ 1.2 กรัมต่อลิตร และมีสัดส่วนการผลิตเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 0.47 $\pm$ 0.01 กรัมเอทานอลต่อกรัมน้ำตาลที่ใช้ไป

การศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้น PAC ที่ผลิตได้จากกระบวนการไบโอทรานส์ฟอร์-เมชั่นระบบของเหลวสองชั้นแบบแยกชั้น ด้วยเซลล์รวมที่ผลิตได้จากการเพาะเลี้ยงเชื้อ จุลินทรีย์ *S. cerevisiae* TISTR 5606 และ *S. cerevisiae* TISTR 5020 โดยใช้สารสกัดลำไยอบแห้งและลำไยสดเป็นแหล่งอาหารคาร์บอน ที่ระดับความเข้มข้นเซลล์รวม 12.24 และ 24.48 กรัมต่อลิตร พบว่าการใช้เซลล์รวมจาก *S. cerevisiae* TISTR 5606 ที่เพาะเลี้ยงจากสารสกัดลำไยอบแห้ง ความเข้มข้น 12.24 กรัมต่อลิตร สามารถผลิต PAC ได้ความเข้มข้นมากที่สุด โดยพบความเข้มข้น PAC ในชั้นบัฟเฟอร์และชั้นสารอินทรีย์เท่ากับ 1.92 $\pm$ 0.26 และ 63.7 $\pm$ 0.26 มิลลิโมลาร์ รวมเป็นความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 31.5 $\pm$ 0.71 มิลลิโมลาร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ทำการลดขนาดมวลเนื้อลำไยอบแห้งด้วยเครื่องบด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำตาล

5.2.2 ศึกษาการผลิตสารเคมีหรือเอนไซม์ชนิดอื่นที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นเพิ่มเติม เช่น เอนไซม์ในกลุ่มอินเวอร์เตส (invertase) จาก *S. cerevisiae* และ *C. utilis* ซึ่งเป็นเอนไซม์อีกชนิดหนึ่งที่สำคัญ ในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล

5.2.3 ทำการปรับปรุงวิธีการผสมในกระบวนการไบโอทรานส์ฟอร์เมชั่น โดยใช้เครื่องผสมแบบกลับขวดเพื่อให้ระบบการผลิตเป็นของเหลวสองชั้นชนิดอิมัลชั่น ซึ่งจะส่งผลให้ได้ PAC ความเข้มข้นสูง

5.2.4 ศึกษาวิธีการกลั่นเอทานอลที่ผลิตได้จากการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในสารสกัดลำไยอบแห้งให้ได้ความบริสุทธิ์สูง (> ร้อยละ 99.5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved