

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการสมบรูณ์แบบผลิตน้ำส้มสายชูอย่างต่อเนื่องจากน้ำสับประรด สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้ คือ

5.1.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมโดยไม่มีกรนำผลิตภัณฑ์มาป้อนย้อนกลับ

- จากการทดลองแปรค่าอัตราการเจือจางในช่วงที่ทำการทดลอง พบว่าเมื่ออัตราการเจือจางเพิ่มขึ้น ที่สภาวะคงที่ น้ำส้มสายชูที่ผลิตได้มีปริมาณกรดอะซิติกลดน้อยลง, ปริมาณเอทานอลในน้ำหมักเหลือเพิ่มมากขึ้น, เอทานอลถูกนำไปใช้น้อยลง, กำลังการผลิตลดลง และระบบมีประสิทธิภาพในการสร้างกรดอะซิติกได้น้อยลงด้วย

- อัตราการเจือจางที่เหมาะสมในช่วงที่ทำการทดลองคือ 0.0250 ชม.⁻¹ ได้น้ำส้มสายชูวันละ 7.20 ลิตร โดยมีความเข้มข้นของกรดอะซิติกอยู่ในช่วงร้อยละ 3.9-4.3 และมีเอทานอลเหลืออยู่ร้อยละ 0.2-0.3 โดยปริมาตร ที่อัตราการเจือจางดังกล่าวคิดเป็นอัตราการป้อนเอทานอลต่อปริมาตรน้ำหมักในเครื่องเท่ากับ 0.40-0.48 กรัมต่อลิตรต่อชม.หรือคิดเป็นอัตราการป้อนเอทานอลต่อพื้นที่ผิววัสตบรจุเท่ากับ 37.78-45.21 กรัมต่อตร.เมตรต่อชม. ระบบสามารถนำเอทานอลไปใช้ได้สูงถึงร้อยละ 96.1-96.9 คิดเป็นประสิทธิภาพการสร้างกรดอะซิติกเท่ากับ 0.50-0.53 กรัมกรดอะซิติกต่อกรัมเอทานอลที่ถูกนำไป และได้กรดอะซิติกออกมาเท่ากับ 0.82-0.92 กรัมต่อลิตรต่อชม.

- เนื่องจากระบบหมักน้ำส้มสายชูมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ จึงมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่นน้อยมาก นอกจาก *A. xylinum* ที่ปนเปื้อนเข้ามาแล้วทำให้เกิดเมือกในระบบหมัก พบว่ายังมีการสร้างฟิล์มมีลักษณะเป็นเมือกของ *A. acetii* เอง เมื่อมีเมือกดังกล่าวเป็นปริมาณมากอาจก่อปัญหาการอุดตันขึ้นในระบบหมักน้ำส้มสายชูได้

- ระบบหมักน้ำส้มสายชูแบบต่อเนื่องไม่มีความเสถียร กล่าวคือประสิทธิภาพการหมักลดลงเมื่อเดินเครื่องหมักเป็นระยะเวลายาวนาน จึงจำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดเครื่องหมัก

5.1.2 การศึกษาทดลองเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหมักน้ำส้มสายชู โดยการนำผลิตภัณฑ์บางส่วนมาป้อนย้อนกลับ

- การนำผลิตภัณฑ์บางส่วนจากถังเก็บน้ำหมักที่ 4 หรือ 3 มาป้อนย้อนกลับสู่ถังเก็บน้ำหมักที่ 1 ให้ผลไม่แตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบหมักภายใต้สภาวะการทดลองเดียวกันคือ อัตราส่วนการป้อนย้อนกลับเป็น 1.00 และอัตราการเจือจางเท่ากับ 0.0250 ชม.^{-1}
- เมื่อลดอัตราส่วนการป้อนย้อนกลับในช่วงที่ทำการทดลองคือ จาก 1.00 เป็น 0.81, 0.71 และ 0.54 โดยทำการเพิ่มอัตราการเจือจาง ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกน้อยลง, ปริมาณเอทานอลเหลือมากขึ้น, เอทานอลถูกนำไปใช้น้อยลง, กำลังการผลิตลดลง แต่ระบบมีประสิทธิภาพในการสร้างกรดอะซิติกใกล้เคียงกัน
- การนำผลิตภัณฑ์บางส่วนมาป้อนย้อนกลับ ไม่ได้ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการหมักให้ดีขึ้นแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับระบบหมักที่ไม่มีการนำผลิตภัณฑ์ป้อนย้อนกลับ

5.1.3 การศึกษาผลของจำนวนชุดเครื่องหมักที่มีต่อระบบหมักน้ำส้มสายชูแบบต่อเนื่อง

- จำนวนชุดของเครื่องหมักไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบหมักน้ำส้มสายชูแบบต่อเนื่องเมื่อต้องการผลิตน้ำส้มสายชูให้มีความเข้มข้น หรือมีกำลังการผลิตตามที่กำหนด

5.1.4 การศึกษาหาหน้าหนักเซลแห้งและเปียกของจุลินทรีย์ในแต่ละคอลัมน์หมัก

- หน้าหนักเซลแห้งที่ได้จากการทดลองมีความน่าเชื่อถือมากกว่าน้ำหมักเซลเปียก
- ปริมาณจุลินทรีย์ในแต่ละคอลัมน์หมักมากหรือน้อย ขึ้นกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างในคอลัมน์หมัก

5.1.5 การศึกษาอัตราการระเหยของเอทานอล

- อัตราการระเหยของเอทานอลในระบบหมัก ขึ้นกับความเข้มข้นของสารเอทานอล และอัตราการเติมอากาศในคอลัมน์หมักนั้น
- อัตราการระเหยของเอทานอลลดลงเมื่อความเข้มข้นเอทานอลลดลง และอัตราการระเหยดังกล่าวมีน้อยมากหรือถือว่าไม่มี ถ้าความเข้มข้นเอทานอลต่ำกว่าร้อยละ 6
- ความเข้มข้นเอทานอลในคอลัมน์หมักที่ทำการทดลองมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 6 เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นอัตราการระเหยของเอทานอลในระบบหมักที่ทำการทดลองกล่าวได้นั้นมีน้อยมาก

และไม่มีควมสำคัญ การลดหายไปของสารเอทานอลในระบบหมักทั้งหมดถือได้ว่าถูกแบคทีเรีย
นำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- งานศึกษาวิจัยพัฒนาระบบหมักน้ำส้มสายชูที่ใช้ในการทดลองนี้ ควรมีการหาสัดส่วน
ขนาดของคอลัมน์หมักต่อขนาดของถังเก็บน้ำหมักที่เหมาะสม
- ควรมีการทดลองหมักน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นกรดอะซิติกสูง ๆ เพื่อประเมิน
ความเหมาะสมของระบบหมักแบบนี้
- ควรมีการศึกษาทดลองระบบหมักแบบใหม่ ๆ เช่น ระบบหมักแบบแช่ที่มีวัสดุบรรจุ,
มีการนำแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ย้อนกลับมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยนำผลิตภัณฑ์มาตากตะกอน
ให้มีปริมาณแบคทีเรียมากกว่าเดิมก่อนนำมาป้อนย้อนกลับ หรือการพัฒนาระบบหมักที่แบคทีเรีย
เกาะเป็นเม็ตแซ็งและหนักในถังหมัก เป็นต้น
- ควรมีการทดลองใช้เครื่องหมัก 1 ชุดในการผลิตน้ำส้มสายชูที่อัตราการเจือจาง
ต่ำ ๆ เพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 4 เพื่อยืนยัน
ข้อสรุปที่ว่าจำนวนชุดของเครื่องหมักไม่มีผลต่อระบบหมักน้ำส้มสายชูนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย