

สารบัญ

หน้า

| | |
|--------------------|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญรูปภาพ | ช |
| สารบัญตาราง | ฉ |

บทที่ 1 บทนำ

| | |
|--|---|
| 1.1 หลักการและเหตุผล | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของการศึกษา | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา | 4 |

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| | |
|--|----|
| 2.1 การหมัก | 6 |
| 2.1.1 ชนิดของการหมัก | 6 |
| 2.1.2 ขั้นตอนในกระบวนการหมักเอทานอล | 7 |
| 2.2 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเอทานอล | 8 |
| 2.2.1 เชื้อยีสต์ (yeast) | 8 |
| 2.2.2 การเก็บรักษาเชื้อยีสต์ | 8 |
| 2.2.3 การควบคุมคุณภาพเชื้อยีสต์ที่เก็บรักษาไว้ | 8 |
| 2.3 ถังหมัก | 9 |
| 2.4 การตรึงเซลล์ | 10 |
| 2.4.1 วิธีการตรึงเซลล์ | 10 |
| 2.4.2 วัสดุเกาะยึดในการตรึงเซลล์ | 10 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|-----------|
| 2.4.3คุณสมบัติของวัสดุยึดเกาะในการตรึงเซลล์ | 11 |
| 2.4.4ข้อดีของการตรึงเซลล์ | 11 |
| 2.4.5ข้อเสียของการตรึงเซลล์ | 11 |
| 2.5 บทบาทของการตรึงเซลล์ในกระบวนการหมัก | 12 |
| 2.6 ไคเนติกส์ของการหมัก | 13 |
| 2.7 แกลบ | 16 |
| บทที่ 3 วิธีการทดลอง | 17 |
| 3.1 วัสดุอุปกรณ์ | 17 |
| 3.2 วิธีการทดลอง | 21 |
| 3.2.1 การทดลองที่ 1 หาคุณลักษณะการทำงานของปัม | 21 |
| 3.2.2 การทดลองที่ 2 การหาปริมาตรร้อยละของน้ำต่อแกลบ | 22 |
| 3.2.3 การทดลองที่ 3 ทดลองหาอัตราการไหลเข้าเทียบอัตราการไหลออก ในถังหมัก | 23 |
| 3.3 ดันแบบถังหมักที่ 1 | 25 |
| 3.4 วิธีการทดลองกระบวนการหมักในดันแบบถังหมักที่ 1 (ท่อPVC) | 26 |
| 3.5 ออกแบบดันแบบถังหมักที่ 2 | 29 |
| 3.6 ดันแบบของถังหมักที่ 2 | 30 |
| 3.7 วิธีการหาค่า Retention Time (RT) และ Dilution rate ในดันแบบถังหมักที่ | 31 |
| 3.8 วิธีการทดลองการหมักในดันแบบถังหมักที่ 2 (ท่อใส) ครั้งที่ 1 ใช้สูตรอาหาร YPD | 32 |
| 3.9 วิธีการทดลองการหมักในดันแบบถังหมักที่ 2 (ท่อใส) ครั้งที่ 2 ใช้สูตรอาหาร YSM | 32 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและสรุปผล | 24 |
| 4.1 การทดลองที่ 1 หาคุณลักษณะการทำงานของปัม | 36 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|-------------|
| 4.2 การทดลองที่ 2 การหาปริมาตรร้อยละของน้ำต่อแกลบ | 38 |
| 4.3 การทดลองที่ 3 ทดลองหาอัตราการไหลเข้าเทียบอัตราการไหลออก ในถังหมัก | 39 |
| 4.4 ผลการทดลองกระบวนการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 1 (ท่อPVC) | 40 |
| 4.5 ผลการทดลองการทำ Retention Time และ Dilution rate ในต้นแบบถังหมักที่ 2 | 41 |
| 4.6 ผลการทดลองการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 2 (ท่อใส) ครั้งที่ 1 ใช้สูตรอาหาร YPD | 44 |
| 4.7 ผลการทดลองการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 2 (ท่อใส) ครั้งที่ 2 ใช้สูตรอาหาร YSM | 47 |
| บทที่ 5 สรุปผลโครงการ | 52 |
| ข้อเสนอแนะในการทำโครงการ | 53 |
| บรรณานุกรม | 54 |
| ภาคผนวก | 55 |

สารบัญรูปภาพ

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนและความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการหมัก | 6 |
| รูปที่ 2.2 แสดงยีสต์ (<i>S. erevisiae</i>) | 7 |
| รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมแสดงลักษณะของ tower fermenter ที่ใช้ในการผลิตเบียร์ | 9 |
| รูปที่ 2.4 แสดงการตรึงเซลล์แบบต่างๆ | 11 |
| รูปที่ 3.1 แสดงยีสต์สายพันธุ์ <i>S. erevisiae</i> | 17 |
| รูปที่ 3.2 แสดงการยึดตรึงแกลบไว้ในถังหมัก โดยการบรรจุใส่ในลวดตาข่าย | 18 |
| รูปที่ 3.3 แสดงถังหมักและถังเก็บสารละลายตั้งต้น (น้ำตาล) | 18 |
| รูปที่ 3.4 แสดงปั๊ม Peristaltic อาศัยหลักการบีบตัวของของเหลวในสายยางให้เกิดการไหล | 19 |
| รูปที่ 3.5 แสดงเครื่อง Autoclave ที่ใช้ในกระบวนการทำให้ปลอดเชื้อ | 19 |
| รูปที่ 3.6 แสดงเครื่อง Spectrophotometer Pharmacia Biotech | 20 |
| รูปที่ 3.7 แสดงเครื่อง Gas chromatography (GC) | 20 |
| รูปที่ 3.8 แสดงการทดลองหาคณสมบัติการทำงานของปั๊ม | 21 |
| รูปที่ 3.9 แสดงการทดลองหาปริมาตรร้อยละของน้ำต่อปริมาตรแกลบรวมกับน้ำ | 22 |
| รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะถังที่ใช้ท่อทึบ (ท่อ PVC) ที่ใช้ในการทดลอง | 23 |
| รูปที่ 3.11 แสดงการทดลองหาอัตราการไหลเข้าเทียบอัตราการไหลออกของน้ำหมัก | 24 |
| รูปที่ 3.12 แสดงรูปของต้นแบบถังหมักที่ 1 และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง | 25 |
| รูปที่ 3.13 แสดงรูปลวดตาข่ายที่ใช้ใส่ตาข่ายพลาสติกเย็บล้อมอีกที | 26 |
| รูปที่ 3.14 แสดงการเตรียมสารละลายตั้งต้น (น้ำตาล) | 27 |
| รูปที่ 3.15 แสดงการทดลองกระบวนการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 1 (ท่อ PVC) | 28 |
| รูปที่ 3.16 แสดงแบบของต้นแบบถังหมักที่ 2 | 29 |
| รูปที่ 3.17 แสดงต้นแบบถังหมักที่ 2 | 30 |
| รูปที่ 3.18 แสดงการทดลองหาค่า Retention Time (RT) และค่า Dilution rate | 31 |
| รูปที่ 3.19 แสดงกระบวนการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 2 (ท่อใส) ครั้งที่ 1 | 33 |
| รูปที่ 3.20 แสดงกระบวนการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 2 (ท่อใส) ครั้งที่ 2 | 35 |
| รูปที่ 4.1 แสดงการทดลองหาคณลักษณะการทำงานของปั๊ม | 36 |

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของสเกลที่ตัวบีม (รอบต่อนาที) กับอัตราการไหล (มิลลิลิตรต่อนาที) | 37 |
| รูปที่ 4.3 แสดงกระบวนการหมักในต้นแบบถังหมักที่ 1 (ท่อ PVC) | 40 |
| รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของอัตราการไหล (มิลลิลิตรต่อนาที)กับค่า Retention Time(h) | 42 |
| รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของอัตราการไหล (มิลลิลิตรต่อนาที)กับค่า Dilution rate | 42 |
| รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของค่า Retention Time(h) กับค่า Dilution rate | 43 |
| รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความเข้มข้นน้ำตาลกลูโคสจากสาร Standard และสมการ Standard | 45 |
| รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความเข้มข้นน้ำตาลที่เหลือกับค่าแอลกอฮอล์(เอทานอล)ที่ได้ | 47 |
| รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความเข้มข้นน้ำตาลกลูโคสจากสาร Standard และสมการ Standard | 47 |
| รูปที่ 4.10 แผนภูมิแท่งความเข้มข้นน้ำตาลกลูโคสที่เหลือ | 48 |
| รูปที่ 4.11 กราฟแสดงปริมาณเอทานอลของสาร Standard และสมการ Standard | 49 |
| รูปที่ 4.12 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณเอทานอล(%v/v) | 49 |
| รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความเข้มข้นน้ำตาลที่เหลือกับค่าแอลกอฮอล์(เอทานอล)ที่ได้ | 50 |
| รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความเข้มข้นน้ำตาลที่เหลือกับเอทานอลที่ Retention Time(h) | 50 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน ภาคเรียนที่ 1 | 3 |
| ตารางที่ 1.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน ภาคเรียนที่ 2 | 3 |
| ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของแกลบใน 100 กรัม | 16 |
| ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการหาคุณลักษณะการทำงานของปื้มที่รอบต่างๆ | 36 |
| ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการหาปริมาตรร้อยละของน้ำต่อปริมาตรแกลบรวมกับน้ำ | 38 |
| ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองหาอัตราการไหลเข้าเทียบกับอัตราการไหลออกในถังหมัก | 39 |
| ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลอง Retention Time(h) | 41 |
| ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองค่า Dilution rate (D) | 41 |
| ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองหาค่าน้ำตาลที่ได้จากการหมัก ครั้งที่ 1 | 44 |
| ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองหาค่าน้ำตาลและเอทานอลที่ได้จากการหมัก ครั้งที่ 1 | 45 |
| ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองหาค่าน้ำตาลที่ได้จากการหมัก ครั้งที่ 2 | 46 |
| ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณเอทานอลที่ได้จากการทดลอง | 48 |