

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	3
บทนำ	10
วัตถุประสงค์ของ โครงการวิจัย	10
วิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	17
การผลิตไวน์ข้าวโพด	17
ผลของการให้ออกซิเจนต่อการลดระยะแลค (Lag phase) ของการปรับสภาพเซลล์ เมื่อเริ่มต้นระบบการหมักในระบบการตรึงเซลล์ด้วยไยบวบ	17
ผลของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในระบบการตรึงเซลล์ “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ด้วยไยบวบ	20
ผลของการเติมสารอาหารต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในระบบการตรึงเซลล์ ด้วยไยบวบ	21
ผลของไยบวบต่อปริมาณของน้ำหมักที่ดึงออกด้วยระบบ Semi-continuous fermentation ใน ถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนของน้ำหมัก	22
ต้นแบบกระบวนการหมักน้ำส้มสายชูหมักด้วยระบบการตรึงเซลล์ “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” เพื่อการ ขยายขนาดการผลิตเป็นระดับกึ่งโรงงาน	24
สรุปผลการทดลอง	25
บรรณานุกรม	26

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการสร้างกรด (Acidification rate) ของ “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ในน้ำส้มสายชูจาก ไวน์ข้าวโพดที่หมักด้วยระบบ Semi-continuous fermentation ในถังหมักระบบยกอากาศ ที่มีการหมุนวนน้ำหมักในอัตรา 200 L/h ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส จำนวน 11 รอบของการหมัก	23
2	ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการขยายขนาดการผลิตน้ำส้มสายชูหมักด้วยระบบการตรึงเซลล์ “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ด้วยใยบวบในถังหมักระบบยกอากาศ	24

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของโยบวบที่ใช้เป็นวัสดุครึ่งเซลล์ “หัวเชื้อน้ำส้ม <i>A. aceti</i> WK” : (ก) ลักษณะต้นและผลบวบหอม; (ข) โยบวบที่ตัดพร้อมใช้งาน; (ค) โยบวบที่แช่ในน้ำส้มสายชูความเข้มข้นกรด 4%	13
2	รูปแบบของระบบการหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมัก : (1) ถังหมักขนาด 10 ลิตร; (2) บั้ม; (3) อุปกรณ์ควบคุมอัตราการหมุนวนน้ำหมัก; (4) อุปกรณ์กระจายน้ำหมัก; (5) ถังก๊าซออกซิเจน; (6) ชุดกรองอากาศ; (7) เครื่อง Oxygen Amplifier Model 170; (8) DO Probe	14
3	ลักษณะและอุปกรณ์ประกอบถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนของน้ำหมัก : (ก) ถังหมักที่ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมใช้งาน; (ข) อุปกรณ์กระจายน้ำหมักบริเวณส่วนบนของถังหมัก; (ค) อุปกรณ์ปรับปริมาณอากาศ / ออกซิเจน	15
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์ข้าวโพดด้วยเชื้อยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> M30 ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส	17
5	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์ข้าวโพดด้วย “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ในถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมัก ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส: ◆ Alc No, การหมักในสภาพที่ไม่มีการหมุนวนน้ำหมัก; ■ Alc 150 L/h, การหมักในสภาพหมุนวนน้ำหมักอัตรา 150 L/h; ▲ Alc 175 L/h, การหมักในสภาพหมุนวนน้ำหมักอัตรา 175 L/h; X Alc 200 L/h, การหมักในสภาพหมุนวนน้ำหมักอัตรา 200 L/h	18
6	โยบวบและการตรึง “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” บนโยบวบเมื่อถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนด้วยเครื่อง JEOL รุ่น JSM-5410 LV Japan : (ก) ลักษณะโยบวบ (กำลังขยาย 350 เท่า); (ข) เซลล์ของ “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ที่ตรึงอยู่บนผิวของโยบวบ (กำลังขยาย 3500 เท่า)	18
7	ลักษณะของโยบวบขณะที่อยู่ในน้ำหมักในระหว่างการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์ข้าวโพดด้วยการตรึง “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ด้วยโยบวบในถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมักอัตรา 200 L/h ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส : (ก) โยบวบในน้ำหมัก; (ข) น้ำหมักที่ติดอยู่ที่โยบวบภายหลังจากนำขึ้นมาจากน้ำหมัก	19
8	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรด แอลกอฮอล์ และค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในระหว่างการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์ข้าวโพดด้วยการตรึง “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ด้วยโยบวบในถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมักอัตรา 200 L/h ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส: (ก) ปริมาณกรดและแอลกอฮอล์; ◆ AA No O, ปริมาณกรดในสภาพที่ไม่มีการให้ออกซิเจน; ■ Alc No O, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสภาพที่ไม่มีการให้ออกซิเจน; ▲ AA O supply, ปริมาณกรดในสภาพที่มีการให้ออกซิเจน; X Alc O supply, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสภาพที่มีการให้ออกซิเจน; (ข) ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ใน; ■ O supply, ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในสภาพที่มีการให้ออกซิเจน; ◆ No O, ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ในสภาพที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	19
9	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในการหมักน้ำส้มสายชูด้วย “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ที่ตรึงและไม่ตรึงด้วยโยบวบในถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมักในอัตรา 200 L/h ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส: ◆ Acidity, ปริมาณกรดในสภาพที่ไม่ตรึงเซลล์; ■ Alcohol, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสภาพที่ไม่ตรึงเซลล์; ▲ Acidity LS, ปริมาณกรดในสภาพที่มีการตรึงเซลล์; X Alcohol LS, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสภาพที่มีการตรึงเซลล์	20

ภาพที่		หน้า
10	<p>การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกรดอะซิติกในการหมักน้ำส้มสายชูด้วย “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ที่ตรงและไม่ตรงด้วยใยบวบในถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมักในอัตรา 200 L/h ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส โดยอาศัยการเติมแอลกอฮอล์แบบ Fed batch fermentation: ◆ Acidity, ปริมาณกรดในสภาพที่ไม่ตรงเซลล์; ■ Alcohol, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสภาพที่ไม่ตรงเซลล์; ▲ Acidity LS, ปริมาณกรดในสภาพที่มีการตรงเซลล์; X Alcohol LS, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสภาพที่มีการตรงเซลล์</p>	21
11	<p>การผลิตกรดอะซิติกด้วยระบบ Semi-continuous fermentation ในการหมักน้ำส้มสายชูด้วย “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” ที่ตรงด้วยใยบวบในถังหมักแบบยกอากาศที่มีการหมุนวนน้ำหมักในอัตรา 200 L/h ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส: (ก) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดและแอลกอฮอล์; (ข) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเซลล์อิสระและเซลล์ที่ตรงของ “หัวเชื้อน้ำส้ม WK” บนใยบวบ; 40%, 50% และ 60% คือ อัตราในการดึงผลิตภัณฑ์ออก / การเติมน้ำไวน์ใหม่เข้าไปในถังหมัก; FC = Free cells (เซลล์อิสระ); IC = Immobilized cells (เซลล์ที่ตรงบนใยบวบ)</p>	23