

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เอทานอล	4
2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล	8
2.3 ยีสต์	11
2.4 แก่นตะวัน	13
2.5 กระบวนการหมัก	14
2.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักเพื่อผลิตเอทานอล	18
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทานอลโดยแกล่นตะวัน	21
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 จุลินทรีย์และวัตถุดิบ	24
3.2 อุปกรณ์ และสารเคมี	25
3.3 วิธีการทดลอง	26
3.4 การคำนวณ	31
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ (แกล่นตะวัน)	33
4.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำคั้นจากหัวแกล่นตะวันที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นวัตถุดิบในการเจริญและผลิตเอทานอลโดยใช้ <i>S. cerevisiae</i>	34
4.3 ผลการทดสอบการหมักเอทานอลโดยใช้น้ำคั้นจากหัวแกล่นตะวันที่ผ่านการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์เป็นวัตถุดิบในการหมัก โดยใช้ <i>S. cerevisiae</i>	35
4.4 ผลการศึกษาวาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นหัวแกล่นตะวันโดย <i>S. cerevisiae</i> โดยวิธีการหมักแบบกะ	39
4.4.1 ผลการแปรผันปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 250, 300 และ 350 กรัมต่อลิตร	39

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

4.4.2 ผลการแปรผันปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 250, 300 และ 350 กรัมต่อลิตร	41
4.4.3 ผลการแปรผันปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 250, 300 และ 350 กรัมต่อลิตร	43
4.4.4 ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอล	47
4.4.5 ผลการศึกษาของแหล่งไนโตรเจนและความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจน	48
4.5 การศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นหัวแก่งตะวันในถังหมักขนาด 5 ลิตร	49
4.6 ผลการศึกษาปริมาณของเอนไซม์อินูลินเนสที่ใช้อยู่ยสารอินูลินในหัวแก่งตะวันเพื่อการผลิตเอทานอล	51
4.7 ผลการศึกษาวิธีการย่อยยสารอินูลินในหัวแก่งตะวันโดยใช้กรดร่วมกับเอนไซม์	51
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก	59

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	คุณสมบัติทางกายภาพของเอทานอล
ตารางที่ 2.2	เปรียบเทียบปริมาตรของเอทานอลที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ
ตารางที่ 2.3	การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ
ตารางที่ 2.4	ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ
ตารางที่ 2.5	ข้อแตกต่างของระบบต่อเนื่องแบบ Chemostat และแบบ Turbidostat
ตารางที่ 4.1	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นจากหัวแก่งตะวัน
ตารางที่ 4.2	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นแก่งตะวันทั้งก่อนและหลังการย่อย
ตารางที่ 4.3	เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในการหมักเอทานอลจากวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยอินูลินที่สภาวะต่างๆ
ตารางที่ 4.4	การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในการหมักเอทานอลจากน้ำคั้นจากหัวแก่งตะวันภายใต้สภาวะการแปรผันปริมาณน้ำตาลและเชื้อเริ่มต้นที่ระดับต่างๆ กัน ที่ระยะเวลาในการหมัก 48 ชั่วโมง
ตารางที่ 4.5	การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในการหมักเอทานอลจากน้ำคั้นจากหัวแก่งตะวันภายใต้สภาวะการแปรผันปริมาณน้ำตาลและเชื้อเริ่มต้นที่ระดับต่างๆ กัน ที่ระยะเวลาในการหมัก 72 ชั่วโมง
ตารางที่ 4.6	การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในการหมักน้ำคั้นจากหัวแก่งตะวันเพื่อการผลิตเอทานอลโดยยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> ภายใต้การแปรผันค่า pH เริ่มต้นในการหมัก
ตารางที่ 4.7	การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในการหมักน้ำคั้นจากหัวแก่งตะวันเพื่อผลิตเอทานอลโดยยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> ภายใต้การแปรผันชนิดและความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนแต่ละชนิด
ตารางที่ 4.8	พารามิเตอร์ทางจลนพลศาสตร์ของการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นจากหัวแก่งตะวันโดยยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> ในถังหมักขนาด 5 ลิตร
ตารางที่ 4.9	ค่าพารามิเตอร์ในการหมักเอทานอลจากน้ำคั้นหัวแก่งตะวันโดยการแปรผันปริมาณเอนไซม์อินูลินเนสที่ใช้อยู่ในหัวแก่งตะวัน ที่ระยะเวลาในการหมัก 48 ชั่วโมง
ตารางที่ 4.10	การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในการหมักเอทานอลจากน้ำคั้นหัวแก่งตะวันที่ผ่านการย่อยสารอินูลินด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร่วมกับความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส (1) ด้วยเอนไซม์ที่ความเข้มข้น 20 หน่วยต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (2) ด้วยเอนไซม์ที่ความเข้มข้น 100 หน่วยต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (3) ด้วยกรดร่วมกับเอนไซม์ที่ความเข้มข้น 20 หน่วยต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (4) และ ด้วยกรดร่วมกับเอนไซม์ที่ความเข้มข้น 100 หน่วยต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (5)

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงกลูโคสเป็นไพรูเวทโดยวิถีไกลโคไลซิส	7
ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงของกรดไพรูวิกไปเป็นเอทานอลในสภาวะที่ไม่มีอากาศ	8
ภาพที่ 2.3 การย่อยเซลลูโลส หรือเฮมิเซลลูโลสเป็นน้ำตาลกลูโคสด้วยกระบวนการไฮโดรไลซิส	9
ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นเอทานอลด้วยกระบวนการหมัก	9
ภาพที่ 2.5 แสดงการเปลี่ยนน้ำตาลไซโลสไปเป็นเอทานอล	10
ภาพที่ 2.6 หัวแค้นตะวัน ใบ ดอก	14
ภาพที่ 2.7 ลักษณะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการหมักแบบกะ	15
ภาพที่ 3.1 ลักษณะของหัวแค้นตะวันพันธุ์ KKU ACC 001 ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเอทานอล	24
ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักน้ำคั้นจากหัวแค้นตะวันที่ไม่ผ่านการย่อยอินูลินโดยใช้ <i>S. cerevisiae</i>	34
ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักน้ำคั้นจากหัวแค้นตะวันที่ผ่านการย่อยด้วยกรดร่วมกับความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C โดยเชื้อ <i>S. cerevisiae</i>	37
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักน้ำคั้นจากหัวแค้นตะวันที่ผ่านการย่อยด้วยกรดร่วมกับความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C โดยเชื้อ <i>S. cerevisiae</i>	37
ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักน้ำคั้นจากหัวแค้นตะวันที่ผ่านการย่อยด้วยกรดร่วมกับความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C โดยเชื้อ <i>S. cerevisiae</i>	38
ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักน้ำคั้นจากหัวแค้นตะวันที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์อินูลินเนส โดยเชื้อ <i>S. cerevisiae</i>	38
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 250 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	40
ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 300 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	40
ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 350 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	41
ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 250 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	42
ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 300 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	42
ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 350 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	43
ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 250 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	44

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 300 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	44
ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลโดยการแปรผันปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่ 350 กรัมต่อลิตร และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 1×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร	45
ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการผลิตเอทานอลจากหัวแก้นตะวันเพื่อผลิตเอทานอลโดยยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	50