

สารบัญเรื่อง		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อ		ข
Abstract		ง
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	ทฤษฎีและวารสารที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	4
	2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	11
	3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี	13
	3.2 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	14
	3.3 วิธีวัดความชื้นของลำต้นข้าวฟ่างหวานและผงจุลินทรีย์ผสม	15
	3.4 วิธีการหาการกระจายขนาดอนุภาคของลำต้นข้าวฟ่างหวาน	
	3.5 เครื่องต้นแบบสำหรับการบดผงจุลินทรีย์ผสม	
	3.6 วิธีการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ผสม	
	3.7 วิธีการหมักแข็งลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	
	3.8 วิธีการหาสภาวะเหมาะสมสำหรับการหมักเอทานอลกึ่งเหลว จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสม โดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอล	
	3.9 วิธีการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตรที่สภาวะเหมาะสม	

	สารบัญเรื่อง	หน้า
บทที่ 3		
3.10	วิธีการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในถังหมักขนาด 15 ลิตรที่สภาวะเหมาะสม	23
3.11	วิธีการหมักเอทานอลกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในถังหมักขนาด 15 ลิตรที่สภาวะเหมาะสม	26
3.12	วิธีการหมักเอทานอลกึ่งกะร่วมกับการรีไซเคิลจุลินทรีย์	27
บทที่ 4	ผลการวิจัยและวิจารณ์	31
4.1	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	31
4.2	ผลความชื้นของจุลินทรีย์ผสมสดและผงจุลินทรีย์ผสม	31
4.3	ผลการหาการกระจายขนาดอนุภาคของลำต้นข้าวฟ่างหวาน	31
4.4	ผลของสภาวะเหมาะสมของการผลิตจุลินทรีย์ผสมสด	32
4.5	ผลของการผลิตจุลินทรีย์ผสมสด	34
4.6	ผลของการผลิตผงจุลินทรีย์ผสมด้วยเครื่องบดค้นแบบ	36
4.7	ผลของการหาสภาวะเหมาะสมสำหรับการหมักเอทานอลกึ่งเหลวจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสม (TY) โดยใช้วิธีการทดลองออร์โธโกนอล	37
4.8	ผลการหมักเอทานอลกึ่งเหลวที่สภาวะเหมาะสมในระดับเขย่าขวดขนาด 5 ลิตร	39
4.9	ผลการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในถังปฏิกรณ์ขนาด 15 ลิตร	41
4.10	ผลของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในถังหมักขนาด 15 ลิตรที่สภาวะเหมาะสม	49
4.11	ผลของการหมักเอทานอลกึ่งกะร่วมกับการรีไซเคิลจุลินทรีย์	59
4.12	ผลการกรองน้ำหมักที่ได้จากการหมักกึ่งกะด้วยเครื่องกรองเยื่อแผ่นอัลตรา	67

สารบัญเรื่อง

หน้า

บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ	75
	5.1 คุณสมบัติของลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	75
	5.2 ความชื้นของจุลินทรีย์ผสมสดและผงจุลินทรีย์ผสม	75
	5.3 ขนาดอนุภาคของลำต้นข้าวฟ่างหวาน	75
	5.4 สภาวะเหมาะสมของการผลิตจุลินทรีย์ผสมสด	75
	5.5 การผลิตจุลินทรีย์ผสมสด	75
	5.6 การผลิตผงจุลินทรีย์ผสมด้วยเครื่องบดต้นแบบ	75
	5.7 การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในระดับเขย่าขวด	76
	5.8 การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในถังหมัก	76
	5.9 การหมักเอทานอลแบบกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในถังหมัก	77
	5.10 การหมักเอทานอลกึ่งกะร่วมกับการรีไซเคิลจุลินทรีย์	77
	5.11 ผลที่ได้รับจากงานวิจัยนี้	78
เอกสารอ้างอิง		80
ภาคผนวก ก	การวิเคราะห์เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส (TAPPI 203 om-88)	83
ภาคผนวก ข	การวิเคราะห์ลิกนิน (TPPI 222 om-88)	88
ภาคผนวก ค	เทคนิคในการเพาะเลี้ยงและการปลูกถ่ายจุลินทรีย์	91
ภาคผนวก ง	การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	94
ภาคผนวก จ	วิธีวิเคราะห์ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ผสม	96
ภาคผนวก ฉ	การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์	98
ภาคผนวก ช	การวิเคราะห์เซลลูเลส แอคติวิตี	101
ภาคผนวก ซ	การวิเคราะห์เอทานอล	103
ภาคผนวก ฌ	ข้อมูลดิบผลการวิเคราะห์เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน	106

	สารบัญเรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ญ	ข้อมูลดิบการกระจายขนาดอนุภาคลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	110
ภาคผนวก ฎ	ข้อมูลดิบการวัดเซลล์จุลินทรีย์ผสมที่ได้จากการหมักแบบกะ และกึ่งที่สภาวะเหมาะสม	112
ภาคผนวก ฏ	ข้อมูลดิบเอทานอลที่ได้จากการหมักแบบกะและกึ่งกะ	134
ภาคผนวก ฐ	ข้อมูลดิบน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากการหมักแบบกะและกึ่งกะ	146
ภาคผนวก ท	ข้อมูลดิบเซลลูเลส แอคติวิตีที่ได้จากการหมักแบบกะและกึ่งกะ	158
ภาคผนวก ฒ	รูปแบบรายการเครื่องบดคั้นแบบ	170
ภาคผนวก ณ	ข้อมูลดิบเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูเลส แอคติวิตี และจุลินทรีย์ที่ได้ จากการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะ 54 วัน	180
ภาคผนวก ด	ข้อมูลดิบฟลักซ์การกรองด้วยเยื่อแผ่น ที่ความเร็วการป้อน 0.1, 0.2 และ 0.3 เมตรต่อวินาที	193
ภาคผนวก ต	ข้อมูลดิบเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูเลส แอคติวิตี และจุลินทรีย์ ในเฟอมีเอทและรีเทนเตดของการแยกด้วยเยื่อแผ่น ที่ความเร็วการป้อน 0.1 เมตรต่อวินาที	197
ภาคผนวก ถ	ข้อมูลดิบเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูเลส แอคติวิตี และจุลินทรีย์ ในเฟอมีเอทและรีเทนเตดของการแยกด้วยเยื่อแผ่น ที่ความเร็วการป้อน 0.2 เมตรต่อวินาที	206
ภาคผนวก ท	ข้อมูลดิบเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูเลส แอคติวิตี และจุลินทรีย์ ในเฟอมีเอทและรีเทนเตดของการแยกด้วยเยื่อแผ่น ที่ความเร็วการป้อน 0.3 เมตรต่อวินาที	213
ภาคผนวก ธ	ข้อมูลดิบจุลินทรีย์ในน้ำล้างเยื่อแผ่น ที่ความเร็วการป้อนน้ำหมักเท่ากับ 0.1, 0.2 และ 0.3 เมตร/วินาที	220

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1	สูตรอาหารเหลวสำหรับการหมักแข็งและการหมักกึ่งเหลวของงานวิจัยนี้	14
ตารางที่ 3.2	วิธีมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	14
ตารางที่ 3.3	การเรียงลำดับตะแกรงจากบนลงล่างตามขนาดรูตะแกรง	16
ตารางที่ 3.4	การออกแบบสภาวะของการหมักเอทานอลกึ่งเหลว โดยวิธีการทดลองออร์โทโกนอล	21
ตารางที่ 3.5	เวลาเติมอาหารเหลวร่วมกับเวลาที่ใช้เกิดจุลินทรีย์ที่ความเร็วการป้อนต่างๆ	30
ตารางที่ 4.1	องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	31
ตารางที่ 4.2	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ผสมและเซลล์เลส แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการหมักแข็งก่อนและหลังการอบแห้ง	36
ตารางที่ 4.3	ผลการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยจุลินทรีย์ผสมโดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอล	38
ตารางที่ 4.4	ผลของปัจจัยของน้ำหนักลำต้นสดข้าวฟ่างหวานต่อความเข้มข้นเอทานอล และจุลินทรีย์ผสมจากการคำนวณโดยวิธีการทดลองออร์โทโกนอล	38
ตารางที่ 4.5	ผลของปัจจัยของน้ำหนักรวมจุลินทรีย์ผสมต่อความเข้มข้นเอทานอล และจุลินทรีย์ผสมจากการคำนวณโดยวิธีการทดลองออร์โทโกนอล	39
ตารางที่ 4.6	ผลของปัจจัยของระยะเวลาหมักต่อความเข้มข้นเอทานอล และจุลินทรีย์ผสมจากการคำนวณโดยวิธีการทดลองออร์โทโกนอล	39
ตารางที่ 4.7	สภาวะที่เหมาะสมของการทดลองตามวิธีการทดลองออร์โทโกนอล	39
ตารางที่ 4.8	ผลของเวลาของการหมักเอทานอลแบบกะในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตรต่อ ความเข้มข้นเฉลี่ยของเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูลอส แอคติวิตี จุลินทรีย์ผสมและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	41
ตารางที่ 4.9	ความเข้มข้นของเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูลอส แอคติวิตี และ จุลินทรีย์ผสมกับเวลาที่ใช้การกวนผสม 3 และ 6 ชั่วโมงต่อวัน ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วเท่ากับ 200 รอบต่อนาที	44
ตารางที่ 4.10	ผลของใบกวนชนิด pitch blade และ paddle 2 ชั้นต่อความเข้มข้นเฉลี่ย ของเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูลอส แอคติวิตี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของการหมักเอทานอลแบบกะ	47

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.11	น้ำหนักเซลล์แห้งมีค่าเท่ากับความเข้มข้นจุลินทรีย์	49
ตารางที่ 4.12	ผลการคำนวณเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของจุลินทรีย์เป็นน้ำหนักเซลล์แห้งของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะที่สภาวะเหมาะสม	51
ตารางที่ 4.13	ผลการคำนวณสำหรับการหาเวลาที่จุลินทรีย์เติบโตเป็นสองเท่า	51
ตารางที่ 4.14	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ค่าสูงสุดจากการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยที่ปรับพีเอชเท่ากับ 5	54
ตารางที่ 4.15	ผลได้ของเอทานอลสำหรับการหมักเอทานอลกึ่งกะเมื่อเติมอาหารเหลว 300 และ 500 มิลลิลิตรและมีการปรับพีเอช	58
ตารางที่ 4.16	ผลได้ของเอทานอลและอัตราการผลิตเอทานอลจากการหมักกึ่งกะกับระยะเวลาหมัก	67
ตารางที่ 4.17	ร้อยละการกักกันของเยื่อแผ่นต่อความเข้มข้นเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูโลส แอคติวิตี และจุลินทรีย์ในพอมิเอทที่ความเร็วการป้อนต่างๆ	69
ตารางที่ 4.18	ร้อยละการกักกันของเยื่อแผ่นต่อความเข้มข้นเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลลูโลส แอคติวิตี และจุลินทรีย์ในรีเทนเทรตที่ความเร็วการป้อนต่างๆ	69
ตารางที่ 4.19	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในน้ำล้างของความเร็วการป้อนน้ำหมักต่างๆ	72
ตารางที่ ฉ. 1	ค่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลและการดูดกลืนแสงที่ 570 นาโนเมตร	100
ตารางที่ ช. 1	ค่าความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลและการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร	105
ตารางที่ ฉ. 1	แอลฟา-เซลลูโลสในลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่คำนวณได้	107
ตารางที่ ฉ. 2	แกมมา-เซลลูโลสในลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่คำนวณได้	107
ตารางที่ ฉ. 3	เซลลูโลสในลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่คำนวณได้	108
ตารางที่ ฉ. 4	เฮมิเซลลูโลสในลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่คำนวณได้	108
ตารางที่ ฉ. 5	ลิกนินในลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่คำนวณได้	108
ตารางที่ ฉ. 6	องค์ประกอบทางเคมีลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน	109
ตารางที่ ญ. 1	หมายเลขตะแกรง น้ำหนักตะแกรงเปล่าและอนุภาคลำต้นสดข้าวฟ่างหวานกับการคำนวณเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย	111
ตารางที่ ฎ. 1	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักแข็งที่สภาวะเหมาะสมจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน 100 กรัมต่ออาหารเหลว LM pH 5 (ไม่เติมน้ำตาล) 40 มิลลิลิตร	113

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ ๒	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักแข็งที่สภาวะเหมาะสม จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน 100 กรัมต่ออาหารเหลว LM pH 5 (ไม่เติมน้ำตาล) 60 มิลลิลิตร	114
ตารางที่ ๓	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักแข็งที่สภาวะเหมาะสม จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน 100 กรัมต่ออาหารเหลว LM pH 5 (ไม่เติมน้ำตาล) 80 มิลลิลิตร	115
ตารางที่ ๔	เซลล์จุลินทรีย์ผสมที่เวลาเริ่มต้นก่อนการหมัก 7 วัน และหลังอบแห้ง สำหรับการผลิตผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม	116
ตารางที่ ๕	เซลล์จุลินทรีย์กับเวลาของการหมักเอทานอลแบบกะ โดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอลหาสภาวะเหมาะสม การทดลองครั้งที่ 1	117
ตารางที่ ๖	เซลล์จุลินทรีย์กับเวลาของการหมักเอทานอลแบบกะ โดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอลหาสภาวะเหมาะสม การทดลองครั้งที่ 2	118
ตารางที่ ๗	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักเอทานอลแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร การทดลองครั้งที่ 1	119
ตารางที่ ๘	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักเอทานอลแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร การทดลองครั้งที่ 2	120
ตารางที่ ๙	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักเอทานอลแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร การทดลองครั้งที่ 3	121
ตารางที่ ๑๐	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในถังหมักขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาจนผสม 6 ชั่วโมง การทดลองครั้งที่ 1	122
ตารางที่ ๑๑	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในถังหมักขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาจนผสม 6 ชั่วโมง การทดลองครั้งที่ 1	123

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ ฎ. 12	เซลล์จุลินทรีย์ผสมกับเวลาของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในถังหมักขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาจนผสม 3 ชั่วโมง	124
ตารางที่ ฎ. 13	ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ผสมเพื่อหาน้ำหนักเซลล์แห้ง	125
ตารางที่ ฎ. 14	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในถังหมักเมื่อใช้ใบกวนแบบ pitch blade ที่ความเร็วการผสม 100 rpm	127
ตารางที่ ฎ. 15	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในถังหมักเมื่อใช้ใบกวนแบบ paddle blade ที่ความเร็วการผสม 100 rpm	128
ตารางที่ ฎ. 16	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในถังหมักเมื่อใช้ใบกวนแบบ paddle blade ที่ความเร็วการผสม 200 rpm	129
ตารางที่ ฎ. 17	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในถังหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 300 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน การทดลองครั้งที่ 1	130
ตารางที่ ฎ. 18	จุลินทรีย์ในถังหมักแบบกึ่งกะเติมอาหารเหลว 300 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน การทดลองครั้งที่ 2	131
ตารางที่ ฎ. 19	จุลินทรีย์ในถังหมักแบบกึ่งกะเติมอาหารเหลว 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน การทดลองครั้งที่ 1	132
ตารางที่ ฎ. 20	จุลินทรีย์ในถังหมักแบบกึ่งกะเติมอาหารเหลว 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน การทดลองครั้งที่ 2	133
ตารางที่ ฎ. 1	เอทานอลจากการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอล	135
ตารางที่ ฎ. 2	เอทานอลของการหมักกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร	136
ตารางที่ ฎ. 3	เอทานอลของการหมักกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่สภาวะเหมาะสมในถังปฏิกรณ์ขนาด 15 ลิตร เวลาจนผสม 6 ชั่วโมง	137
ตารางที่ ฎ. 4	เอทานอลของการหมักกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่สภาวะเหมาะสมในถังปฏิกรณ์ขนาด 15 ลิตร เวลาจนผสม 3 ชั่วโมง	138
ตารางที่ ฎ. 5	เอทานอลของการหมักแบบกะโดยใช้ใบกวนแบบ pitch blade ที่ความเร็วการผสม 100 rpm	139

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ ๖. 6	เอทานอลของการหมักแบบกะโดยใช้ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วรอบ 100 rpm	140
ตารางที่ ๖. 7	เอทานอลของการหมักแบบกะโดยใช้ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วรอบ 200 rpm	141
ตารางที่ ๖. 8	เอทานอลของการหมักแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 300 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 1	142
ตารางที่ ๖. 9	เอทานอลของการหมักแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 300 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 2	143
ตารางที่ ๖. 10	เอทานอลของการหมักแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 500 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 1	144
ตารางที่ ๖. 11	เอทานอลของการหมักแบบเฟดแบทช์โดยเติมอาหารเหลว 500 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 2	145
ตารางที่ ๗. 1	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักแข็งที่เหมาะสมโดยใช้อัตราลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ต่อปริมาณอาหารเหลว LM pH 5 (ไม่เติมน้ำตาล) ที่อัตราส่วนต่างๆ	147
ตารางที่ ๗. 2	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร	148
ตารางที่ ๗. 3	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในถังปฏิกรณ์ขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาการผสม 6 ชั่วโมง	149
ตารางที่ ๗. 4	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวาน ด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในถังปฏิกรณ์ขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาการ ผสม 3 ชั่วโมง	150
ตารางที่ ๗. 5	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกะโดยใช้ใบกวนแบบ pitch blade ที่ความเร็วการผสมประมาณ 100 rpm	151
ตารางที่ ๗. 6	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกะโดยใช้ใบกวนชนิด paddle blade ความเร็วการผสมประมาณ 100 rpm	152
ตารางที่ ๗. 7	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกะโดยใช้ใบกวนชนิด paddle blade ที่ความเร็วการผสม 200 rpm	153

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ ฐ. 8	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 300 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 1	154
ตารางที่ ฐ. 9	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 300 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 2	155
ตารางที่ ฐ. 10	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 500 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 1	156
ตารางที่ ฐ. 11	น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะโดยเติมอาหารเหลว 500 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 2	157
ตารางที่ ท. 1	เซลล์เลสแอคติวิตีของการหมักแข็งที่เหมาะสมโดยใช้อัตราลำต้นสดข้าวฟ่าง หวานต่อปริมาณอาหารเหลว LM pH 5 (ไม่เติมน้ำตาล) ที่อัตราส่วนต่างๆ	159
ตารางที่ ท. 2	เซลล์เลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจาก ลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 5 ลิตร	160
ตารางที่ ท. 3	เซลล์เลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในถังหมักขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาจนผสม 6 ชั่วโมง	161
ตารางที่ ท. 4	เซลล์เลสแอคติวิตีของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะ จากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม ในถังหมักขนาด 15 ลิตร ใช้เวลาจนผสม 3 ชั่วโมง	162
ตารางที่ ท. 5	เซลล์เลส แอคติวิตีของการผลิตผงจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสม	162
ตารางที่ ท. 6	เซลล์เลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกะโดยใช้ใบกวน แบบ pitch blade ที่ความเร็วการผสม 100 rpm	163
ตารางที่ ท. 7	เซลล์เลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกะโดยใช้ใบกวน แบบ paddle blade ที่ความเร็วการผสม 100 rpm	164
ตารางที่ ท. 8	เซลล์เลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกะโดยใช้ใบกวน แบบ paddle blade ที่ความเร็วการผสม 200 rpm	165

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ ท. 9	เซลลูเลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะ โดยเติมอาหารเหลว 300 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 1	166
ตารางที่ ท. 10	เซลลูเลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะ โดยเติมอาหารเหลว 300 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 2	167
ตารางที่ ท. 11	เซลลูเลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะ โดยเติมอาหารเหลว 500 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 1	168
ตารางที่ ท. 12	เซลลูเลส แอคติวิตีของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะ โดยเติมอาหารเหลว 500 ml ทุกๆ 2 วัน ครั้งที่ 2	169
ตารางที่ ณ. 1	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตรของเอทานอลกับระยะเวลา ในการหมักกึ่งกะนาน 54 วัน	181
ตารางที่ ณ. 2	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 570 นาโนเมตรของน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลา ในการหมักกึ่งกะนาน 54 วัน	184
ตารางที่ ณ. 3	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 570 นาโนเมตรของเซลลูเลส แอคติวิตีกับระยะเวลา ในการหมักกึ่งกะนาน 54 วัน	187
ตารางที่ ณ. 4	เซลล์จุลินทรีย์กับเวลาของการหมักเอทานอลแบบกึ่งกะ 54 วัน	190
ตารางที่ ด. 1	พลักร์กับเวลากรองเพอมีเอทกับความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.1 เมตรต่อวินาที ที่ปริมาตรคงที่	194
ตารางที่ ด. 2	พลักร์กับเวลากรองเพอมีเอทกับความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.2 เมตรต่อวินาทีที่ ปริมาตรคงที่	195
ตารางที่ ด. 3	พลักร์กับเวลากรองเพอมีเอทกับความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที ที่ปริมาตรคงที่	196
ตารางที่ ต. 1	การทดลองครั้งที่ 1 เอทานอลกับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเทต ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.1 เมตรต่อวินาที	198
ตารางที่ ต. 2	การทดลองครั้งที่ 2 เอทานอลกับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเทต ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.1 เมตรต่อวินาที	198

[illegible]

[illegible]

	สารบัญญัตราสาร	หน้า
ตารางที่ ท. 1	การทดลองครั้งที่ 1 เอทานอลกับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	214
ตารางที่ ท. 2	การทดลองครั้งที่ 2 เอทานอลกับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	214
ตารางที่ ท. 3	การทดลองครั้งที่ 3 เอทานอลกับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	215
ตารางที่ ท. 4	การทดลองครั้งที่ 1 น้ำตาลรีดิวซ์กับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	215
ตารางที่ ท. 5	การทดลองครั้งที่ 2 น้ำตาลรีดิวซ์กับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	216
ตารางที่ ท. 6	การทดลองครั้งที่ 3 น้ำตาลรีดิวซ์กับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	216
ตารางที่ ท. 7	การทดลองครั้งที่ 1 เซลลูเลส แอคทีวิตี้กับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	217
ตารางที่ ท. 8	การทดลองครั้งที่ 2 เซลลูเลส แอคทีวิตี้กับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	217
ตารางที่ ท. 9	การทดลองครั้งที่ 3 เซลลูเลส แอคทีวิตี้กับปริมาตรของเพอมีเอทและรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	218
ตารางที่ ท. 10	การทดลองครั้งที่ 1 เซลล์จุลินทรีย์ในน้ำหมัก (สารป้อน) และในรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	218
ตารางที่ ท. 11	การทดลองครั้งที่ 2 เซลล์จุลินทรีย์ในน้ำหมัก (สารป้อน) และในรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	219
ตารางที่ ท. 12	การทดลองครั้งที่ 3 เซลล์จุลินทรีย์ในน้ำหมัก (สารป้อน) และในรีเทนเตด ที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที	219
ตารางที่ ข. 1	จุลินทรีย์ในน้ำเลี้ยงเชื้อแผ่นที่ได้กับจำนวนครั้งของการล้างที่ความเร็วการป้อน เท่ากับ 0.1 เมตร/วินาที	221

	สารบัญตาราง	หน้า
ตารางที่ ข. 2	จุลินทรีย์ในน้ำล้างเชื้อแผ่นที่ได้กับจำนวนครั้งของการล้างที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.2 เมตร/วินาที	222
ตารางที่ ข. 3	จุลินทรีย์ในน้ำล้างเชื้อแผ่นที่ได้กับจำนวนครั้งของการล้างที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตร/วินาที การทดลองที่ 1	223
ตารางที่ ข. 4	จุลินทรีย์ในน้ำล้างเชื้อแผ่นที่ได้กับจำนวนครั้งของการล้างที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตร/วินาที การทดลองที่ 2	224
ตารางที่ ข. 5	จุลินทรีย์ในน้ำล้างเชื้อแผ่นที่ได้กับจำนวนครั้งของการล้างที่ความเร็วการป้อนเท่ากับ 0.3 เมตร/วินาที การทดลองที่ 3	225

	สารบัญรูป	หน้า
รูปที่ 3.1	แผนภาพการเตรียมวัตถุดิบ	11
รูปที่ 3.2	แผนภาพการเตรียมจุลินทรีย์ผสม	11
รูปที่ 3.3	แผนภาพการผลิตผงจุลินทรีย์ผสมจากการหมักแข็ง	12
รูปที่ 3.4	แผนภาพกระบวนการหมักเอทานอลจากลำต้นสาคูข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสม	12
รูปที่ 3.5	การย่อยลดขนาดลำต้นสาคูข้าวฟ่างหวานที่แหล่งปลูก	13
รูปที่ 3.6	ลำต้นสาคูข้าวฟ่างหวานที่ผ่านการย่อยก่อนนำไปใช้ในการหมัก	13
รูปที่ 3.7	อาหารเหลว พีเอช 5 ที่ปลอดเชื้อ	14
รูปที่ 3.8	เครื่องวัดความชื้น	15
รูปที่ 3.9	เครื่องร่อนพร้อมตะแกรงเพื่อหาการกระจายขนาดอนุภาคลำต้นข้าวฟ่างหวานแห้ง	16
รูปที่ 3.10	จุลินทรีย์ผสมบนจานอาหารวุ้นแข็งพีดีเอ ก. อายุ 1 วัน ข. อายุ 7 วัน	17
รูปที่ 3.11	(ก) หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (ข) ตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิที่ $24\pm 2^{\circ}\text{C}$	18
รูปที่ 3.12	การหมักแข็งลำต้นสาคูข้าวฟ่างหวานด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมในอาหารเหลว พีเอช 5	19
รูปที่ 3.13	การผลิตจุลินทรีย์ผสมที่สภาวะเหมาะสมในตู้บ่มโดยใช้ถังหมักพลาสติกขนาด 10 ลิตร	20
รูปที่ 3.14	ตู้อบลมร้อนสำหรับการอบแห้งจุลินทรีย์ผสม	20
รูปที่ 3.15	เครื่องบดละเอียดต้นแบบของงานวิจัยนี้	20
รูปที่ 3.16	การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากต้นข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เพื่อหาสภาวะเหมาะสม	22
รูปที่ 3.17	การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากต้นข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร ที่สภาวะเหมาะสม	23
รูปที่ 3.18	การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะในถังหมักขนาด 15 ลิตรที่สภาวะเหมาะสมโดยใช้ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วรอบที่ใช้ผสมเท่ากับ 200 รอบต่อนาที	24
รูปที่ 3.19	ชนิดของใบกวน 2 แบบที่ใช้ในถังหมักขนาด 15 ลิตร	25

	สารบัญรูป	หน้า
รูปที่ 3.21	การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกึ่งกะรวมกับการรีไซเคิลจุลินทรีย์	28
รูปที่ 3.22	เครื่องกรองเชื้อแผ่นอัลตรา	28
รูปที่ 3.23	ของเหลวที่ผ่านการกรอง (ก) รีเทนเทรต (ข) เพอมิเอท	29
รูปที่ 3.24	น้ำล้างเชื้อแผ่นหลังการกรอง น้ำล้างครั้งที่ 1 ถึง 5 เรียงจากซ้ายไปขวา	30
รูปที่ 4.1	โปรไฟล์ของความเข้มข้นของจุลินทรีย์สำหรับการหมักแข็งลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่อัตราส่วนน้ำหนักข้าวฟ่างต่อปริมาณอาหารเหลวเท่ากับ 1:0.4, 1:0.6 และ 1:0.8	32
รูปที่ 4.2	โปรไฟล์ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์สำหรับการหมักแข็งลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่อัตราส่วนน้ำหนักข้าวฟ่างต่อปริมาณอาหารเหลวเท่ากับ 1:0.4, 1:0.6 และ 1:0.8	33
รูปที่ 4.3	โปรไฟล์เซลล์ลูเลส แอคทีวิตีสำหรับการหมักแข็งลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่อัตราส่วนน้ำหนักข้าวฟ่างต่อปริมาณอาหารเหลวเท่ากับ 1:0.4, 1:0.6 และ 1:0.8	33
รูปที่ 4.4	จุลินทรีย์ผสมที่เกิดขึ้นในการหมักแข็งลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสม โดยใช้ 100 กรัม น้ำหนักข้าวฟ่างในอาหารเหลว พีเอช 5 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร	34
รูปที่ 4.5	จุลินทรีย์ผสมที่เกิดขึ้นในการหมักแข็งลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสม โดยใช้ 600 กรัม น้ำหนักข้าวฟ่างในอาหารเหลว พีเอช 5 ปริมาตร 360 มิลลิลิตร	34
รูปที่ 4.6	จุลินทรีย์ผสมที่เติบโตได้บนแกนกลางของลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่มีขนาดเล็ก แต่ไม่สามารถเติบโตได้บนเปลือกนอกของลำต้นได้	35
รูปที่ 4.7	จุลินทรีย์ผสมที่เติบโตได้บนแกนกลางของลำต้นสดข้าวฟ่างหวานที่มีขนาดเล็ก แต่ไม่สามารถเติบโตในส่วนลำต้นที่มีความแข็งได้ถึงแม้จะมีขนาดเล็ก	35
รูปที่ 4.8	ผงจุลินทรีย์ผสม	36
รูปที่ 4.9	การหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ผสม ที่สภาวะเหมาะสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร	40
รูปที่ 4.10	โปรไฟล์ความเข้มข้นเฉลี่ยของเอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์ เซลล์ลูเลส แอคทีวิตี และจุลินทรีย์ผสมของการหมักเอทานอลกึ่งเหลวแบบกะที่สภาวะเหมาะสมในขวดรูปชมพู่ขนาด 5 ลิตร	40

	สารบัญรูป	หน้า
รูปที่ 4.11	โปรไฟล์ความเข้มข้นของเอทานอลจากการหมักเอทานอลแบบกะใช้เวลาถนอมผสม 3 และ 6 ชั่วโมงต่อวัน ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาทีในถังหมักขนาด 15 ลิตร	42
รูปที่ 4.12	โปรไฟล์ความเข้มข้นของจุลินทรีย์จากการหมักเอทานอลแบบกะใช้เวลาถนอมผสม 3 และ 6 ชั่วโมงต่อวัน ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาทีในถังหมักขนาด 15 ลิตร	42
รูปที่ 4.13	ตะกอนจุลินทรีย์ (สีเขียว) ภายในถังหมักขนาด 15 ลิตรเมื่อใช้เวลาถนอมผสมต่อวัน (ก) 3 ชั่วโมง (ข) 6 ชั่วโมง สำหรับใบกวนแบบ paddle 2 ชั้น ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 200 รอบต่อนาทีในถังหมักขนาด 15 ลิตร	43
รูปที่ 4.14	โปรไฟล์ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์จากการหมักเอทานอลแบบกะใช้เวลาถนอมผสม 3 และ 6 ชั่วโมงต่อวัน ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้นที่ความเร็วเท่ากับ 200 รอบต่อนาทีในถังหมักขนาด 15 ลิตร	43
รูปที่ 4.15	โปรไฟล์ความเข้มข้นของเซลลูเลส แอคทีวิตีจากการหมักเอทานอลแบบกะใช้เวลาถนอมผสม 3 และ 6 ชั่วโมงต่อวัน ใบกวนแบบ paddle 2 ชั้นที่ความเร็วเท่ากับ 200 รอบต่อนาที	44
รูปที่ 4.16	โปรไฟล์เอทานอลเมื่อแปรผันชนิดใบกวนใช้เวลาผสม 3 ชั่วโมง/วัน ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	45
รูปที่ 4.17	โปรไฟล์น้ำตาลรีดิวซ์เมื่อแปรผันชนิดใบกวนเวลาผสม 3 ชั่วโมง/วัน ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	46
รูปที่ 4.18	โปรไฟล์ของเซลลูเลส แอคทีวิตีเมื่อแปรผันชนิดใบกวน เวลาผสม 3 ชั่วโมง/วัน ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	46
รูปที่ 4.19	โปรไฟล์ความเข้มข้นจุลินทรีย์เมื่อแปรผันชนิดใบกวน เวลาผสม 3 ชั่วโมง/วัน ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	46
รูปที่ 4.20	โปรไฟล์ของเอทานอลใช้เวลาถนอม 3 ชั่วโมง/วันโดยแปรผันความเร็วใบกวนชนิด paddle blade	48
รูปที่ 4.21	โปรไฟล์ของน้ำตาลรีดิวซ์ใช้เวลาถนอม 3 ชั่วโมง/วันโดยแปรผันความเร็วใบกวนชนิด paddle blade	48

	สารบัญรูป	หน้า
รูปที่ 4.22	โปรไฟล์เซลล์ลอส แอคทีวิตีใช้เวลาจน 3 ชั่วโมง/วันโดยแปรผันความเร็วใบกวน ชนิด paddle blade	48
รูปที่ 4.23	โปรไฟล์ความเข้มข้นจุลินทรีย์ใช้เวลาจน 3 ชั่วโมง/วัน แปรผันความเร็วใบกวน ชนิด paddle blade	49
รูปที่ 4.24	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในหน่วย เซลล์ต่อมิลลิลิตรและกรัมต่อลิตร	50
รูปที่ 4.25	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในหน่วยเซลล์ต่อมิลลิลิตรและกรัม ต่อลิตร	52
รูปที่ 4.26	โปรไฟล์จุลินทรีย์ของการหมักกึ่งกะ เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน	53
รูปที่ 4.27	โปรไฟล์เอทานอลของการหมักกึ่งกะ เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน	54
รูปที่ 4.28	โปรไฟล์น้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักกึ่งกะเต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน	55
รูปที่ 4.29	โปรไฟล์เซลล์ลอส แอคทีวิตีของการหมักกึ่งกะที่เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตร	56
รูปที่ 4.30	โปรไฟล์จุลินทรีย์สำหรับการหมักกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ ผสมที่เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน และปรับพีเอช	57
รูปที่ 4.31	โปรไฟล์เอทานอลสำหรับการหมักกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผงจุลินทรีย์ ผสมที่เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน และปรับพีเอช	57
รูปที่ 4.32	โปรไฟล์น้ำตาลรีดิวซ์สำหรับการหมักกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผง จุลินทรีย์ผสมที่เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน และปรับพีเอช	58
รูปที่ 4.33	โปรไฟล์เซลล์ลอส แอคทีวิตีของการหมักกึ่งกะจากลำต้นสดข้าวฟ่างหวานด้วยผง จุลินทรีย์ผสมที่เต็มอาหารเหลว (ก) 300 และ (ข) 500 มิลลิลิตรทุกๆ 2 วัน และปรับพีเอช	58

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.47	โปรไฟล์ของฟลักซ์เพอมีเทตเทียบกับเวลาที่ผ่านเยื่อแผ่นอัลตรา สำหรับความเร็ว การป้อนเท่ากับ 0.1, 0.2 และ 0.3 เมตรต่อวินาที	70
รูปที่ 4.48	ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในน้ำล้างของความเร็วการป้อนน้ำหมักเท่ากับ 0.1, 0.2 และ 0.3 เมตรต่อวินาทีกับจำนวนครั้งที่ล้าง	72