

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(3)
สารบัญ	(5)
รายการตาราง	(7)
รายการภาพ	(10)
บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	
แหล่งที่มา ปริมาณและคุณลักษณะของน้ำทิ้ง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	3
เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในน้ำ	11
ทิ้งจากการสกัดน้ำมันปาล์ม	
การบำบัดน้ำเสียที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบ	16
การใช้จุลินทรีย์ทนร้อนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	18
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	21
ขอบเขตของการวิจัย	21
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
วัสดุ	22
อุปกรณ์	23
วิธีการวิเคราะห์	23
วิธีการดำเนินการวิจัย	28
1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันจากน้ำทิ้ง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	28
ของเอนไซม์แต่ละชนิด	
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแยกน้ำมันและของแข็งออกจากน้ำทิ้ง โรงงานสกัด	29
น้ำมันปาล์ม โดยใช้เอนไซม์เกรดทางการค้าแบบของเหลว 2 ชนิด	
3. ศึกษาการแยกน้ำมันและของแข็งออกจากน้ำทิ้ง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดย	30
ใช้เชื้อผสมขอบอุณหภูมิต่ำ	
4. การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผลิตเซลล์และไซลันสูงได้สูงโดยไม่ผลิตไลเปส	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. ศึกษาปัจจัยในการแยกน้ำมันจากน้ำทิ้งของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้ จุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้	32
ผลการทดลองและวิจารณ์	
1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ของเอนไซม์แต่ละชนิด	33
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแยกน้ำมันและของแข็งออกจากน้ำทิ้งโรงงานสกัด น้ำมันปาล์มโดยใช้เอนไซม์เกรดทางการค้าแบบของเหลว 2 ชนิด	46
3. ศึกษาการแยกน้ำมันและของแข็งออกจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดย ใช้เชื้อผสมขอบอุณหภูมิสูง	62
4. การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเซลลูเลสและไซลานเนสได้สูง	63
5. ศึกษาปัจจัยในการแยกน้ำมันจากน้ำทิ้งของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้ จุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้	70
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	80
เอกสารอ้างอิง	82
ภาคผนวก	85
ประวัติคณะผู้วิจัย	93

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะของน้ำทิ้งที่มาจากขั้นตอนต่างๆของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม	6
2	ลักษณะและปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	7
3	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส ไชลานเนส และเพคติเนส	34
4	ลักษณะการเกิดตะกอนลอยในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์เมื่อเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส ไชลานเนส และเพคติเนส บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	35
5	ปริมาณน้ำมันในตะกอนลอยเมื่อเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส ไชลานเนส และเพคติเนสในน้ำทิ้งดี แคนเตอร์ปริมาตร 50 มิลลิตร บ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง	36
6	ผลของพีเอชต่อการเกิดตะกอนลอย ส่วนใส และตะกอนล่าง หลังจากเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส 50 ยูนิตต่อมิลลิตร หลังจากบ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ปริมาตร 25 มิลลิตร	41
7	ปริมาณน้ำมันของตะกอนลอยในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ ที่ระดับพีเอชต่างๆของเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส ไชลานเนส และเพคติเนส กิจกรรมเอนไซม์ 50 ยูนิตต่อมิลลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ปริมาตร 25 มิลลิตร	42
8	ผลของอุณหภูมิต่อการเกิดตะกอนลอย ส่วนใส และตะกอนล่าง หลังจากเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส 50 ยูนิตต่อมิลลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและพีเอชที่เหมาะสม (pH 5.0) หลังจากบ่มเป็นเวลา 180 นาที ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ปริมาตร 25 มิลลิตร	42
9	ผลของอุณหภูมิต่อการเกิดตะกอนลอย ส่วนใส และตะกอนล่าง หลังจากเติมเอนไซม์ทางการค้า ไชลานเนส 50 ยูนิตต่อมิลลิตร ที่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและพีเอชที่เหมาะสม (pH 5.0) หลังจากบ่มเป็นเวลา 180 นาที ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ปริมาตร 25 มิลลิตร	43

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ผลของอุณหภูมิต่อการเกิดตะกอนลอย ส่วนใส และตะกอนล่าง หลังจากเติมเอนไซม์ทางการค้าเพคตินเอส 50 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและพีเอชที่เหมาะสม (pH 3.0) หลังจากบ่มเป็นเวลา 180 นาที ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ปริมาตร 25 มิลลิลิตร	44
11	ปริมาณน้ำมันของตะกอนลอยในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ เมื่อเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส และไซลานเนส กิจกรรมเอนไซม์ 50 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่ระดับพีเอช 5.0 บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 180 นาที ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ปริมาตร 25 มิลลิลิตร	45
12	ลักษณะการเกิดตะกอนในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์เมื่อเติมเอนไซม์ MULTIFECT ^R Xylanase บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 120 นาที (ปริมาตร 50 มิลลิลิตร)	49
13	ลักษณะการเกิดตะกอนในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์เมื่อเติมเอนไซม์ ACCELLERASE TM 1000 บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 120 นาที (ปริมาตร 50 มิลลิลิตร)	50
14	ผลของการใช้เอนไซม์ทางการค้า MULTIFECT R Xylanase ในการแยกของแข็งและน้ำมันออกจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	53
15	ผลของการใช้เอนไซม์ทางการค้า ACCELLERASE TM 1000 ในการแยกของแข็งและน้ำมันออกจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	54
16	ผลของการใช้เอนไซม์ทางการค้า ACCELLERASE TM 1000 ในการแยกของแข็งและน้ำมันออกจากน้ำทิ้งในถังปฏิกรณ์ส่วนบนของโรงงานน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	58
17	ผลของการใช้เอนไซม์ทางการค้า ACCELLERASE TM 1000 ในการแยกของแข็งและน้ำมันออกจากน้ำทิ้งในถังปฏิกรณ์ส่วนกลางของโรงงานน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	60

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการหาปริมาณน้ำมัน โดยใช้ตัวดูดซับ (filter aid) และการหาปริมาณน้ำมันจากกากตะกอนแห้งจากการใช้เอนไซม์ทางการค้า ACCELLERASE™ 1000 ในการแยกของแข็งและน้ำมันออกจากน้ำทิ้งในถังปฏิกรณ์ส่วนบนของโรงงานน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิตั้งที่ 60 องศาเซลเซียส	61
19	ค่าพีเอชและค่ากิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสและไซลานเนสจากการเลี้ยงเชื้อผสมชอบอุณหภูมิสูงในน้ำทิ้งของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในสภาวะที่ไม่มีการไล่ก๊าซในโตรเจน บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	62
20	ค่าพีเอชและค่ากิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสและไซลานเนสจากการเลี้ยงเชื้อผสมชอบอุณหภูมิสูงในน้ำทิ้งของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในสภาวะที่มีการไล่ก๊าซในโตรเจน บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	63
21	ผลการทดสอบเอนไซม์ไซลานเนสและเซลลูเลส ของเชื้อจุลินทรีย์ชอบอุณหภูมิปานกลาง	65

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์ม	4
2	ลักษณะของน้ำทิ้งบ่อรวมจากโรงงานเพิ่มเกียรติ์น้ำมันปาล์ม จังหวัดสตูล	6
3	ลักษณะ โครงสร้างของ galactoglucomannans ในไม้เนื้ออ่อน	9
4	ลักษณะ โครงสร้างของ arabinoglucuronoxylan ใน ไม้เนื้ออ่อน	10
5	ลักษณะ โครงสร้างของ glucuronoxylan ในไม้เนื้อแข็ง	10
6	ผลการเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส (A) ไซลานเนส (B) และเพคติเนส (C) ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ระดับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	37
7	ผลการเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส (A) ไซลานเนส (B) และเพคติเนส (C) ที่กิจกรรมเอนไซม์ ลงในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	37
8	ผลการเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส (A) ไซลานเนส (B) และเพคติเนส (C) ที่กิจกรรมเอนไซม์ ลงในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	37
9	ผลการเติมเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส (A) ไซลานเนส (B) และเพคติเนส (C) ที่กิจกรรมเอนไซม์ ลงในน้ำทิ้งฯที่ระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	38
10	ผลการทดสอบเอนไซม์ทางการค้าเซลลูเลส (A) ไซลานเนส (B) และเพคติเนส (C) ที่กิจกรรมเอนไซม์ 50 ยูนิตต่อมิลลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นาน 48 ชั่วโมง ที่ระดับพีเอช 3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 (หลุดที่ 2-7 ตามลำดับ) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม	40
11	การแยกชั้นและการตกตะกอนเองของของแข็งเมื่อเติมเอนไซม์ MULTIFECT ^R Xylanase ในน้ำทิ้งของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (บน) ที่เวลา 0 นาที (A) และ 60 นาที (B)	51
12	การแยกชั้นและการตกตะกอนเองของของแข็งเมื่อเติมเอนไซม์ ACCELLERASE TM 1000 ในน้ำทิ้งของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (บน) ที่เวลา 0 นาที (A) และ 15 นาที (B)	52

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่เกิดขึ้น (A) และค่ากิจกรรมของเอนไซม์ (B) ที่เหลือหลังการเติมเอนไซม์ ACCELLERASE™ 1000 และเอนไซม์ MULTIFECT ^R Xylanase ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	55
14	เปรียบเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่เติมเอนไซม์ ACCELLERASE™ 1000 เอนไซม์ MULTIFECT ^R Xylanase และชุดควบคุม	56
15	เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่เติมเอนไซม์ ACCELLERASE™ 1000 เอนไซม์ MULTIFECT ^R Xylanase และชุดควบคุม	56
16	เปรียบเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำทิ้งในถังปฏิกรณ์ส่วนบนของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของชุดควบคุมกับชุดที่เติมเอนไซม์ทางการค้า	59
17	เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันในน้ำทิ้งในถังปฏิกรณ์ส่วนบนของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของชุดควบคุมกับชุดที่เติมเอนไซม์ทางการค้า	59
18	กิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส (A) และเอนไซม์ไซทานเนส (B) ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ที่เติมเชื้อผสมขอบอุณหภูมิสูง บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	64
19	กิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์ไซทานเนสจากเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มขอบอุณหภูมิปานกลางที่คัดเลือกได้ในอาหารสังเคราะห์ที่เติมเซลลูโลส และไซแลน เป็นแหล่งคาร์บอนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	67
20	กิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์ไซทานเนสจากเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มขอบอุณหภูมิปานกลางที่คัดเลือกได้ในอาหารสังเคราะห์ที่เติมเซลลูโลส ไซแลน และน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งคาร์บอนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	67

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	กิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์ไซทานาสจากเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มชอบอุณหภูมิสูงที่คัดเลือกได้ในอาหารสังเคราะห์ที่เติมเซลลูโลสและไซแลนเป็นแหล่งคาร์บอน และมีการไล่อากาศโดยการพ่นก๊าซไนโตรเจน และไม่พ่นก๊าซไนโตรเจนในขวดซีรัม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	69
22	กิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสและเอนไซม์ไซทานาสจากเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มชอบอุณหภูมิสูงที่คัดเลือกได้ในอาหารสังเคราะห์ที่เติมเซลลูโลสไซแลนและน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งคาร์บอน และมีการไล่อากาศโดยการพ่นก๊าซไนโตรเจนและไม่พ่นก๊าซไนโตรเจนในขวดซีรัม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	70
23	ผลของการเติมยูเรียที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการแยกชั้นของน้ำมันจากเชื้อไอโซเลต OP-4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง	71
24	ผลของการเติมแอมโมเนียมฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการแยกชั้นของตะกอนและน้ำมันจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยเชื้อไอโซเลต OP-4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง	71
25	ผลของการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการแยกชั้นของน้ำมันจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยเชื้อไอโซเลต OP-4 ที่เวลา 48 ชั่วโมง	72
26	ผลของการเติมยูเรียที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แยกได้ในแต่ละชั้นของน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มหลังการเลี้ยงเชื้อไอโซเลต OP-4 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	72
27	ผลของการเติมแอมโมเนียมฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แยกได้ในแต่ละชั้นของน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มหลังการเลี้ยงเชื้อไอโซเลต OP-4 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	73
28	ผลของการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่แยกได้ในแต่ละชั้นของน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มหลังการเลี้ยงเชื้อไอโซเลต OP-4 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	73

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	ผลของการเติมแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเก็บเกี่ยวน้ำมันในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจากเชื้อไฮโซเลต OP-4 ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	74
30	ผลของการเติมแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจากเชื้อไฮโซเลต OP-4 ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	75
31	ผลของการเติมแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการผลิตเอนไซม์ไซทานาสในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจากเชื้อไฮโซเลต OP-4 ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	76
32	ผลของวิธีสกัดน้ำมันจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	79