

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญรูป	(11)
สัญลักษณ์และคำย่อ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในเชิงความรู้พื้นฐานและการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 อุตสาหกรรมปลาป่น	3
2.1.1 ปลาป่น (Fish meal)	4
2.1.2 คุณค่าทางโภชนาการของปลาป่น	4
2.1.3 กระบวนการผลิตปลาป่น	5
2.1.3.1 กระบวนการปรุงสุก	5
2.1.3.2 กระบวนการนึ่งความดัน	6
2.1.3.3 การใช้ประโยชน์ของเหลวที่ได้จากกระบวนการผลิตปลาป่น	7
2.1.3.4 กระบวนการบดให้ละเอียด	8
2.1.3.5 กระบวนการทำแห้ง	8
2.1.3.6 กระบวนการบดป่นและกระบวนการร่อน	8
2.1.3.7 กระบวนการบรรจุ	9
2.1.4 วัตถุประสงค์	9
2.1.5 กระบวนการผลิตปลาป่นของโรงงานในจังหวัดปัตตานี	10
2.2 สาหร่ายคลอเรลลา (<i>Chlorella</i> sp.)	10
2.2.1 ชีววิทยาสาหร่ายคลอเรลลา	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคลอเรลลา	12
2.2.3 ประโยชน์ของคลอเรลลา	17
2.3 ไรแดง	28
2.3.1 ชีววิทยาไรแดง	28
2.3.2 ลักษณะของไรแดง	28
2.3.3 การสืบพันธุ์ของไรแดง	30
2.3.3.1 เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	30
2.3.3.2 เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	30
2.3.4 คุณค่าทางโภชนาการของไรแดง	30
2.3.5 ปัจจัยสำคัญต่างๆในการเพาะเลี้ยงไรแดง	31
2.3.6 การเพาะเลี้ยงไรแดง	31
2.3.6.1 การเพาะเลี้ยงไรแดงในบ่อซีเมนต์	31
2.3.6.2 การเพาะเลี้ยงไรแดงในบ่อดิน	39
2.3.7 ราคาจำหน่าย	40
2.3.8 ต้นทุนการผลิตไรแดง	41
2.3.8.1 ต้นทุนค่าปุ๋ย	41
2.3.8.2 ต้นทุนค่าไฟฟ้า	41
2.3.8.3 ต้นทุนค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์	41
2.3.8.4 ต้นทุนค่าแรง	42
2.3.8.5 ต้นทุนการผลิตไรแดงต่อกิโลกรัม	42
2.3.8.6 ผลผลิตเฉลี่ย	42
2.3.9 การลำเลียงขนส่งไรแดง	42
2.3.10 การเก็บรักษาไรแดง	43
2.4 ไนโตรเจน	44
2.4.1 วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)	44
2.4.2 สารประกอบไนโตรเจนที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย	45
2.4.3 กระบวนการเปลี่ยนรูปต่างๆของไนโตรเจน	46
2.4.4 ผลของการมีไนโตรเจนในแหล่งน้ำ	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	47
3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	47
3.2 วิธีการวิเคราะห์และสารเคมี	47
3.3 วิธีดำเนินการ	47
3.3.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำทิ้ง	48
3.3.2 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารและวิธีการวิเคราะห์ ในน้ำทิ้ง	49
3.3.3 ศึกษาอายุของน้ำทิ้งต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติเบื้องต้นทางเคมีและกายภาพ	49
3.3.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์กับจำนวนเซลล์คลอเรลลา	49
3.3.5 ศึกษาการปริมาณซีโอดีที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา	50
3.3.6 ศึกษาการลดลงของธาตุอาหารและผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้ง	50
3.3.7 ศึกษาอัตราการให้จำนวนลูกของแม่พันธุ์ไรแดง	51
3.3.8 ศึกษาอิทธิพลของเวลาในการเติมหัวเชื้อไรแดง	51
3.3.9 ศึกษาการเลี้ยงคลอเรลลาและไรแดงแบบหมวมวลในน้ำทิ้ง	52
3.3.10 ศึกษาคุณภาพมวลในโตรเจนและซีโอดีในระบบเลี้ยงไรแดง	52
3.3.11 ศึกษาการประเมินต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าของผลการตอบแทน	53
3.3.12 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	53
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	54
4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของน้ำทิ้ง	54
4.1.1 ผลศึกษาสมบัติเบื้องต้นทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้ง	56
4.1.2 ผลศึกษาปริมาณธาตุอาหารของน้ำทิ้ง	60
4.2 ผลศึกษาอายุของน้ำทิ้งโรงงานปลาป่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติเบื้องต้นทางเคมีและกายภาพ	63
4.3 ผลศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์กับจำนวนเซลล์คลอเรลลา	66
4.4 ผลศึกษาปริมาณซีโอดีที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา	66
4.5 ผลศึกษาการลดลงของธาตุอาหารและผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยโรงงานปลาป่น	68
4.6 ผลศึกษาอัตราการให้จำนวนลูกของแม่พันธุ์ไรแดง	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 ผลการศึกษาอิทธิพลของเวลาในการเติมหัวเชื้อไรแดง	70
4.8 ผลศึกษาการเลี้ยงคลอเรลลาและไรแดงแบบหมวน้ำที่โรงงานปลาป่น	71
4.9 ผลศึกษาคุณภาพมวลในโตรเจนและซีโอดีในระบบเลี้ยงคลอเรลลาและไรแดง	72
4.10 ผลศึกษาประเมินต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าของผลการตอบแทน	79
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	80
5.1 สรุปผลการศึกษา	80
5.1.1 องค์ประกอบของน้ำที่โรงงานปลาป่น	80
5.1.2 อายุของน้ำที่โรงงานปลาป่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติเบื้องต้นทางเคมีและทางกายภาพ	81
5.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์กับจำนวนเซลล์คลอเรลลา	81
5.1.4 การศึกษาปริมาณซีโอดีที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา	82
5.1.5 การทดลองของธาตุอาหารและผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยโรงงานปลาป่น	82
5.1.6 อัตราการให้จำนวนลูกของแม่พันธุ์ไรแดง	83
5.1.7 อิทธิพลของเวลาในการเติมหัวเชื้อไรแดง	83
5.1.8 การเลี้ยงคลอเรลลาและไรแดงแบบหมวน้ำที่โรงงานปลาป่น	84
5.1.9 ศึกษาคุณภาพมวลในโตรเจนและซีโอดีในระบบเลี้ยงไรแดง	84
5.1.10 การประเมินต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าของผลการตอบแทน	84
5.2 ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	93
ภาคผนวก ก	94
ภาคผนวก ข	116
ภาคผนวก ค	124
ภาคผนวก ง	126
ประวัติผู้เขียน	128

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ผลผลิตปลาป่นที่ได้ในแต่ละปีจะถูกนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ต่างๆ	3
ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของปลาป่นที่มาจากเรืออวนลาก	4
ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของปลาป่นที่มาจากเรืออวนล้อม	5
ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบของสารต่างๆในปลาป่นที่ผลิตได้	5
ตารางที่ 2.5 ชนิดของโปรตีนปลาป่นและผลผลิตปลาป่นที่ผลิตได้	5
ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีของ <i>Chlorella</i> สายพันธุ์ต่างๆ	18
ตารางที่ 2.7 สูตรอาหารที่ใช้	39
ตารางที่ 2.8 ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี	41
ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ทางเคมีและทางกายภาพบางประการและวิธีการวิเคราะห์ในน้ำทิ้ง	48
ตารางที่ 3.2 ปริมาณธาตุอาหารและวิธีการวิเคราะห์ ในน้ำทิ้ง	49
ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพที่ซีไอดี 0 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพซีไอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพที่ซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
ตารางที่ 4.4 สมบัติทางกายภาพซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
ตารางที่ 4.5 สมบัติทางกายภาพที่ซีไอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
ตารางที่ 4.6 สมบัติทางกายภาพซีไอดี 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ ซีไอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	69
ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ ซีไอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	69
ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในโตรเจนใน ระบบเพาะเลี้ยงไรแดง 300 ลิตร	78
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไรแดงใน บ่อขนาด 15000 ลิตร จากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมผลิตปลาป่นและปุ๋ยวิทยาศาสตร์ของ	79

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 กระบวนการปรุงสุก	6
รูปที่ 2.2 กระบวนการนึ่งความดัน	7
รูปที่ 2.3 ถังเก็บน้ำมัน	7
รูปที่ 2.4 กระบวนการทำแห้ง	8
รูปที่ 2.5 กระบวนการบรรจุ	9
รูปที่ 2.6 ไรแดงเพศผู้	28
รูปที่ 2.7 ไรแดงเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	28
รูปที่ 2.8 ไรแดงเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	28
รูปที่ 2.9 ปัจจัยสำคัญต่างๆในการเพาะเลี้ยงไรแดง	31
รูปที่ 2.10 วัฏจักรของไนโตรเจน	44
รูปที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งโรงงานที่ 1 และ 2	55
รูปที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งโรงงานที่ 3	56
รูปที่ 4.3 ค่าความเป็น กรด-ด่างในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	57
รูปที่ 4.4 ค่าความเค็มในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	57
รูปที่ 4.5 ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	58
รูปที่ 4.6 ของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ระเหยได้และเถ้าในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	59
รูปที่ 4.7 ซีโอดีในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	60
รูปที่ 4.8 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	60
รูปที่ 4.9 ไนโตรเจนในรูป ที เค เอ็น ในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	61
รูปที่ 4.10 ค่าแอมโมเนียในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	62
รูปที่ 4.11 ค่าไนเตรทในน้ำทิ้งโรงงานปลาป่น	62
รูปที่ 4.12 TP ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.13 TN (mg/L) ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.14 NH ₃ -N (mg/L) ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.15 NO ₃ ⁻ -N (mg/L) ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.16 COD (mg/L) ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.17 EC (mC/cm ³) ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.18 pH ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.19 T (°c) ในน้ำทิ้งต่อระยะเวลาเก็บ	65
รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ปริมาณคลอโรฟิลล์กับความหนาแน่นเซลล์	66
รูปที่ 4.21 การเจริญของคลอเรลลาที่ซีโอดี 0 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
รูปที่ 4.22 การเจริญของคลอเรลลาที่ซีโอดี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
รูปที่ 4.23 การเจริญของคลอเรลลาที่ซีโอดี 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
รูปที่ 4.24 การเจริญของคลอเรลลาที่ซีโอดี 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
รูปที่ 4.25 การเจริญของคลอเรลลาที่ซีโอดี 800 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
รูปที่ 4.26 การเจริญของคลอเรลลาที่ซีโอดี 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร	67
รูปที่ 4.27 เวลาเฉลี่ยที่แม่ไรแดงให้ลูกแต่ละครอก	70
รูปที่ 4.28 จำนวนลูกไรแดงเฉลี่ยที่ได้แต่ละครอก	70
รูปที่ 4.29 ปริมาณรื้อยละลายซีโอดีหมุนเวียนในระบบ	73
รูปที่ 4.30 ปริมาณรื้อยละลายธาตุอาหารไนโตรเจนหมุนเวียนในน้ำเลี้ยงคลอเรลลาที่เวลา 0 ชั่วโมง	75
รูปที่ 4.31 ปริมาณรื้อยละลายธาตุอาหารไนโตรเจนหมุนเวียนในระบบที่เวลา 72 ชั่วโมง หลังเลี้ยงคลอเรลลา	75
รูปที่ 4.32 ปริมาณรื้อยละลายธาตุอาหารไนโตรเจนหมุนเวียนในน้ำคลอเรลลาที่เวลา 0 ชั่วโมง ก่อนเติมหัวเชื้อไรแดง	76
รูปที่ 4.33 ปริมาณรื้อยละลายธาตุอาหารไนโตรเจนหมุนเวียนในระบบเลี้ยงไรแดงที่เวลา 72 ชั่วโมง หลังเลี้ยงไรแดง	76