

## สารบัญ

	หน้า
บทกัณฑ์ย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพ	(16)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
1. เอนไซม์	3
1.1 ความหมายของเอนไซม์	3
1.2 กลไกการทำงาน	4
1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	5
1.4 การจำแนกชนิดของเอนไซม์	8
1.5 เอนไซม์ในระบบย่อยอาหารของปลา	8
2. โรโนไซม์ วิพี	13
3. ความสามารถในการย่อย	16
3.1 การประเมินความสามารถในการย่อย	17
3.2 วิธีการเก็บรวบรวมมูลปลาเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อย	19
3.3 การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยอาหารในปลา	20
4. ปลานิล	24
4.1 ชีวิตวิทยาของปลานิล	24
4.2 ชนิดและสายพันธุ์ของปลานิล	25

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การผลิตปลานิลเพศผู้	27
วัตถุดิบ	31
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	32
วัสดุ	32
1. พันธุ์ปลานิล	32
2. สารเคมี	32
3. อาหารสำหรับอนุบาลลูกปลานิลก่อนเริ่มต้นทดลอง	32
4. อาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลในกระชัง	32
อุปกรณ์	33
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงปลาทดลอง	33
2. อุปกรณ์เตรียมอาหารทดลอง	33
3. อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพน้ำ	33
4. อุปกรณ์วิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของอาหารทดลอง ปลาทดลอง และมูลปลาทดลอง	34
5. อุปกรณ์เก็บมูลปลา	35
6. อุปกรณ์วิเคราะห์โครโมคอกไซด์ในอาหาร และมูลปลาทดลอง	35
7. อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา	35
วิธีการทดลอง	35
1. การเตรียมการทดลอง	35
1.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง	35
1.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง	36
1.3 เตรียมอาหารทดลอง	36

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. แผนการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล	52
2.1 แผนการทดลอง	52
2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล	52
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	55
4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	55
3 ผลการทดลอง	56
การทดลองที่ 1	56
1. ลักษณะภายนอกและพฤติกรรมของปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรต่างๆ	56
2. ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร	56
3. การเจริญเติบโต	59
3.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว	59
3.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย	59
4. อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ	64
5. ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว	67
6. ส่วนประกอบทางโภชนาการในมูลของปลา	70
7. คุณภาพน้ำ	73
การทดลองที่ 2	74
1. ลักษณะภายนอกและพฤติกรรมของปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรต่างๆ	74
2. ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร	74
3. การเจริญเติบโต	77
3.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว	77
3.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย	77
4. อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ	82

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว	85
6. ส่วนประกอบทางโภชนาการในมูลของปลา	88
7. คุณภาพน้ำ	91
การทดลองที่ 3	92
1. ลักษณะภายนอกและพฤติกรรมของปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรต่างๆ	92
2. ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร	92
3. การเจริญเติบโต	95
3.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว	95
3.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย	95
4. อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ	100
5. ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว	103
6. ส่วนประกอบทางโภชนาการในมูลของปลา	106
7. คุณภาพน้ำ	109
4 วิจัยณ์ผลการทดลอง	110
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	116
เอกสารอ้างอิง	118
ภาคผนวก	129
ก วิธีการวิเคราะห์	129
ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	141
ประวัติผู้เขียน	150

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัสดุอาหาร (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 1)	37
2 ส่วนประกอบของอาหารสูตรอ้างอิง (การทดลองที่ 1)	38
3 ส่วนประกอบอาหารทดลอง (การทดลองที่ 1)	39
4 ความเข้มข้นของโรโนไซม์ในอาหารทดลอง (การทดลองที่ 1)	40
5 ส่วนประกอบทางโภชนาการ และไลซีนของอาหารทดลองที่มี กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 1)	41
6 ส่วนประกอบทางโภชนาการ และไลซีนของอาหารทดลองที่มี กากถั่วเหลือง (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 1)	42
7 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัสดุอาหาร (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 2)	43
8 ความเข้มข้นของโรโนไซม์ในอาหารทดลอง (การทดลองที่ 2)	44
9 ส่วนประกอบทางโภชนาการ และไลซีนของอาหารทดลองที่มี กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 2)	45
10 ส่วนประกอบทางโภชนาการ และไลซีนของอาหารทดลองที่มี กากถั่วเหลือง (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 2)	46
11 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัสดุอาหาร (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 3)	47
12 ส่วนประกอบของวัสดุอาหาร (การทดลองที่ 3)	48
13 ส่วนประกอบของอาหารทดลอง (การทดลองที่ 3)	49
14 ความเข้มข้นของโรโนไซม์ในอาหารทดลอง (การทดลองที่ 3)	49
15 ส่วนประกอบทางโภชนาการ และไลซีนของอาหารทดลองที่มีกากเนื้อ เมล็ดในปาล์มน้ำมัน (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 3)	50
16 ส่วนประกอบทางโภชนาการ และไลซีนของอาหารทดลองที่มี กากถั่วเหลือง (บนฐานของวัตถุแห้ง) (การทดลองที่ 3)	51

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดใน ปาล์มน้ำมันเป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	57
18 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	58
19 การเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	60
20 การเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	61
21 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	62
22 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	63
23 อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้ โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ ของปลาที่ได้รับกากเนื้อ เมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	65
24 อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้ โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ ของปลาที่ได้รับ กากถั่วเหลือง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	66
25 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ของปลาทั้งตัวที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดใน ปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	68
26 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ของปลาทั้งตัวที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	69

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
27 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ในมูลของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	71
28 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ในมูลของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นเวลา 10 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)	72
29 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	75
30 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	76
31 การเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	78
32 การเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	79
33 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	80
34 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	81
35 อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ ของปลาที่รับได้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	83
36 อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ ของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	84

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
37 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ของปลาทั้งตัวที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดใน ปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	86
38 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ของปลาทั้งตัวที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	87
39 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ในมูลของของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ด ในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	89
40 ส่วนประกอบทางโภชนาการ ในมูลของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)	90
41 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	93
42 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	94
43 การเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	96
44 การเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	97
45 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	98
46 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	99
47 อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้ โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ ของปลาที่ได้รับกากเนื้อ เมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	101



## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
48	อัตราการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ ของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	102
49	ส่วนประกอบทางโภชนาการ ของปลาทั้งตัวที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	104
50	ส่วนประกอบทางโภชนาการ ของปลาทั้งตัวที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	105
51	ส่วนประกอบทางโภชนาการ ในมูลของปลาที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	107
52	ส่วนประกอบทางโภชนาการ ในมูลของปลาที่ได้รับกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)	108

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางภาคผนวก ข ที่	
1 คุณภาพน้ำสัปดาห์ที่ 2 (การทดลองที่ 1)	141
2 คุณภาพน้ำสัปดาห์ที่ 4 (การทดลองที่ 1)	142
3 คุณภาพน้ำสัปดาห์ที่ 6 (การทดลองที่ 1)	143
4 คุณภาพน้ำสัปดาห์ที่ 8 (การทดลองที่ 1)	144
5 คุณภาพน้ำสัปดาห์ที่ 10 (การทดลองที่ 1)	145
6 คุณภาพน้ำเริ่มต้นการทดลอง (การทดลองที่ 2)	146
7 คุณภาพน้ำสิ้นสุดการทดลอง (การทดลองที่ 2)	147
8 คุณภาพน้ำเริ่มต้นการทดลอง (การทดลองที่ 3)	148
9 คุณภาพน้ำสิ้นสุดการทดลอง (การทดลองที่ 3)	149

## รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ทฤษฎีแม่กุญแจและลูกกุญแจ	4
2 ทฤษฎีเหนี่ยวนำให้พอดี	5
3 ผลของความเข้มข้นของเอนไซม์ต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยา	5
4 ผลของอุณหภูมิต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยา	6
5 ผลของความเข้มข้นของกรดต่างต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยา	7
6 ผลของความเข้มข้นของสับสเตรตต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยา	7
7 แผนผังการผลิตปลานิลซูเปอร์เมลและปลานิล GMT	30