

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(13)
รายการภาพประกอบ	(17)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	3
1. ฟอสฟอรัส	3
1.1 ความสำคัญของฟอสฟอรัส	3
1.2 การย่อยและการดูดซึมฟอสฟอรัส	5
1.3 ความต้องการฟอสฟอรัสในปลา	8
2. เอนไซม์	8
2.1 ความหมายของเอนไซม์	8
2.2 เอนไซม์ไฟเตส	9
2.3 แหล่งของเอนไซม์ไฟเตส	10
2.4 สาเหตุของการนำเอนไซม์ไฟเตสมาใช้ประโยชน์	12
2.5 เอนไซม์ไฟเตสที่ผลิตในเชิงการค้า	15
3. ปลาอุกพันธุ์ผสม	17
3.1 ชีวิตวิทยาของปลาอุกพันธุ์ผสม	17
3.2 ลักษณะทางอนุกรมวิธาน	18
3.3 การผสมเทียมปลาอุกพันธุ์ผสม	19
3.4 ความต้องการสารอาหาร	20
3.5 ด้านการตลาด	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ปลานิล	21
4.1 ชีววิทยาของปลานิล	21
4.2 ลักษณะทางอนุกรมวิธาน	22
4.3 ชนิดและสายพันธุ์ของปลานิล	22
4.4 การผลิตปลานิลเพศผู้	25
4.5 ความต้องการสารอาหาร	28
4.6 ด้านการตลาด	28
วัตถุประสงค์	30
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	31
1. วัสดุ	31
1.1 ปลาทดลอง	31
1.2 สารเคมี	31
1.3 อาหารสำหรับอนุบาลลูกปลาก่อนเริ่มต้นทดลอง	32
2. อุปกรณ์	32
2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงปลาทดลอง	32
2.2 อุปกรณ์เตรียมอาหารทดลอง	32
2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพน้ำ	33
2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง และตัวปลา	33
2.5 อุปกรณ์ศึกษาพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อ	34
2.6 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบเลือด	34
2.7 อุปกรณ์วิเคราะห์โครโมคอกไซด์ในอาหารทดลองและ มูลปลาทดลอง	35
2.8 อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. วิธีการทดลอง	35
3.1 การทดลองที่ 1: ผลของเอนไซม์ไฟเตสและฟอสฟอรัสในรูป ไคแคลเซียมฟอสเฟตระดับต่างๆ ต่อปลาอุกพันธุ์ผสม	36
3.1.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง	36
3.1.2 การเตรียมปลาทดลอง	36
3.1.3 การเตรียมอาหารทดลอง	37
3.1.4 แผนการทดลอง	42
3.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	42
3.1.5.1 การตรวจสอบพฤติกรรมและลักษณะภายนอก	42
3.1.5.2 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา	42
3.1.5.3 การคำนวณค่าดัชนีตัวต่อตัว	44
3.1.5.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลา	44
3.1.5.5 การวิเคราะห์แคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก	45
3.1.5.6 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยา	45
3.1.5.7 การศึกษาองค์ประกอบเลือด	45
3.1.5.8 การศึกษาปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในซีรัม	45
3.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	46
3.1.7 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	46
3.2 การทดลองที่ 2: ผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการเพิ่มการใช้ฟอสฟอรัส จากวัตถุดิบพืชในปลานิลแดงแปลงเพศ	46
3.2.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง	46
3.2.2 การเตรียมปลาทดลอง	46
3.2.3 การเตรียมอาหารทดลอง	46
3.2.4 แผนการทดลอง	51
3.2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	51
3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	52
3.2.7 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. ผลการทดลอง	53
3.1 การทดลองที่ 1: ผลของเอนไซม์ไฟเตสและฟอสฟอรัสในรูปโดแคลเซียม ฟอสเฟตระดับต่างๆ ต่อปลาอุกพันธุ์ผสม	53
3.1.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาอุกพันธุ์ผสมที่ได้ รับอาหารสูตรต่างๆ	53
3.1.2 การเจริญเติบโตและอัตราการรอด	53
3.1.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว	53
3.1.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตาย	56
3.1.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ	58
3.1.4 ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว	60
3.1.5 องค์ประกอบเลือดและดัชนีตับต่อตัว	62
3.1.6 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในซีรัม	64
3.1.7 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในกระดูก	65
3.1.8 การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของตับและไตปลาอุกพันธุ์ผสม	66
3.1.9 คุณภาพน้ำ	66
3.2 การทดลองที่ 2: ผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการเพิ่มการใช้ฟอสฟอรัสจาก วัตถุดิบพืชในปลานิลแดงแปลงเพศ	67
3.2.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลานิลแดงแปลงเพศที่ได้รับ อาหารสูตรต่างๆ	67
3.2.2 การเจริญเติบโตและอัตราการรอด	67
3.2.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว	67
3.2.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตาย	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้ โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ	72
3.2.4 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของปลานิลแดงแปลงเพศ	74
3.2.5 ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว	76
3.2.6 องค์ประกอบเลือดและดัชนีตับต่อตัว	78
3.2.7 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในซีรัม	80
3.2.8 การสะสมฟอสฟอรัสและแคลเซียมในกระดูก	81
3.2.9 การสะสมฟอสฟอรัสและแคลเซียมในมูลปลา	82
3.2.10 การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาดับและไตปลานิลแดงแปลงเพศ	83
3.2.11 คุณภาพน้ำ	83
4. วิจารณ์ผลการทดลอง	84
4.1 การทดลองที่ 1	84
4.2 การทดลองที่ 2	89
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	93
การทดลองที่ 1	93
การทดลองที่ 2	93
ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารอ้างอิง	95
ภาคผนวก ก	112
ภาคผนวก ก.1	112
ภาคผนวก ก.2	129
ภาคผนวก ข	138
ภาคผนวก ค	146
ประวัติผู้เขียน	147

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในซีรัมของปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับอาหารที่มีเอนไซม์ไฟเตสและฟอสฟอรัสในรูปแบบโคแคลเซียมฟอสเฟตระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	64
14 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในกระดูกของปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสและฟอสฟอรัสในรูปแบบโคแคลเซียมฟอสเฟตในระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	65
15 การเจริญเติบโตของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืชและเอนไซม์ไฟเตสในระดับแตกต่างกันเป็นเวลา 10 สัปดาห์	68
16 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตายของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืชและเอนไซม์ไฟเตสในระดับที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	71
17 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืชและเอนไซม์ไฟเตสในระดับแตกต่างกันเป็นเวลา 10 สัปดาห์	73
18 ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร และประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืช และเอนไซม์ไฟเตสในระดับแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	75
19 ส่วนประกอบทางโภชนาการของซากปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืช และเอนไซม์ไฟเตสในระดับที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	77
20 องค์ประกอบเลือดและดัชนีตับต่อตัวปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืช และเอนไซม์ไฟเตส ในระดับแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	79
21 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในซีรัมของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืช และเอนไซม์ไฟเตสในระดับแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	80

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
22	ฟอสฟอรัสในกระดูก และแคลเซียมในกระดูก ของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืช และเอนไซม์ไฟเตสในระดับแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	81
23	ระดับฟอสฟอรัสในมูล และระดับแคลเซียมในมูล ของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนสัตว์ต่อโปรตีนพืช และเอนไซม์ไฟเตสในระดับแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 สัปดาห์	82

รายการตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางผนวก ข	
1 คุณภาพน้ำครั้งที่ 1 ของการทดลองที่ 1	138
2 คุณภาพน้ำครั้งที่ 2 ของการทดลองที่ 1	139
3 คุณภาพน้ำครั้งที่ 3 ของการทดลองที่ 1	140
4 คุณภาพน้ำครั้งที่ 4 ของการทดลองที่ 1	141
5 คุณภาพน้ำครั้งที่ 5 ของการทดลองที่ 1	142
6 คุณภาพน้ำครั้งที่ 6 ของการทดลองที่ 1	143
7 คุณภาพน้ำก่อนเริ่มการทดลอง ของการทดลองที่ 2	144
8 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ของการทดลองที่ 2	145
ตารางผนวก ค	146

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1 โครงสร้างทางเคมีของกรดไฟติกและไฟเตท	6
2 การสลายพันธะกลุ่มอโรฟอสเฟตออกจากโมเลกุลของไฟเตทโดย ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ (microbial phytase)	10
3 แผนผังการผลิตปลานิลซูเปอร์เมลและปลานิล GMT	27