ผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิต และต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง

นายวิณากร ที่รัก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2555

The Effect of Duckweed (*Wolffia arrhiza*) Supplementation on Productive Performance and Feed Cost of Red Tilapia

Mr. Winakon Theerak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2012

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง

ชื่อและนามสกุล นายวิฌากร ที่รัก

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทชาคำ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติมา กันตนามัลลกุล

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2556

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุทธิชัย ฤทธิธรรม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทชาคำ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติมา กันตนามัลลกุล)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวรรณ ศรีพหล)

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ลุล่วงไปเป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาจากอาจารย์สุทธิชัย ฤทธิธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทซาคำ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติมา กันตนามัลลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้การแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพนบพร สำราญกิจ ผู้ช่วยผู้จัดการใหญ่สายงานกิจการอาหารสัตว์และไซโล บริษัทสหฟาร์ม จำกัด คุณเทพพิทักษ์ บุญทา นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ดร. วนิดา วัฒนพายัพกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิคม ศรีรักสูงเนิน อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และคุณวัชรินทร์ ขวัญรุย นิสิตบัณฑิตศึกษาคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ให้ข้อคิดต่างๆและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

วิทยานิพนธ์เล่มนี้คงไม่สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ หากขาดการสนับสนุนช่วยเหลือ จากบิดา มารดา พี่ชาย พี่สาว ญาติพี่น้องทุกคน และเพื่อน ที่คอยให้กำลังใจช่วยเหลือในการวิจัย ความดีหรือประโยชน์ที่จะได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา พี่ชาย พี่สาว ญาติพี่น้อง อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิณากร ที่รัก

กุมภาพันธ์ 2556

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง
ผู้วิจัย นายวิณากร ที่รัก **รหัสนักศึกษา** 2549000103
ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทซาคำ (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา กันตนามัลลกุล **ปีการศึกษา** 2555

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อ 1) ประสิทธิภาพการผลิต 2) ความเข้มของสีผิวและสีเนื้อ 3) คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลา และ 4) ต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design : CRD) มี 4 ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำ หน่วยทดลองได้แก่ ปลานิลแดง 120 ตัว สุ่มปลานิลแดงปล่อยลงในกระชัง จำนวน 12 กระชัง โดยแต่ละกระชังมีขนาด 1x1x1.5 เมตร (10 ตัวต่อกระชัง) ให้ปลานิลแดงแต่ละกลุ่มได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 0, 5, 10 และ 15% ของปริมาณอาหารที่ให้ปลา โดยใช้ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน

ผลการทดลองพบว่า 1) ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 0 และ 10% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด ($P<0.05$) 2) ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 15% มีความเข้มสีผิวและปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาสูงที่สุด ($P<0.05$) 3) คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลา พบว่า ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 10% มีปริมาณโปรตีนในเนื้อสูงที่สุดและปริมาณไขมันในเนื้อต่ำที่สุด ($P<0.05$) 4) ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า (ทรีตเมนต์ที่ 1) มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่ำที่สุด

คำสำคัญ ไข่น้ำ ปลานิลแดง ประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุนค่าอาหาร

Thesis title : The Effect of Duckweed **(*Wolffia arrhiza*)** Supplementation on Productive Performance and Feed Cost of Red Tilapia
Researcher : Mr. Winakon Theerak; **ID :** 2549000103;
Degree : Master of Agriculture (Agricultural Rerources Management)**;**
Thesis advisors : (1) Dr. Monticha Putsakum, Assistant Professor; (2) Dr. Chittima Kantanamalakul, Assistant Professor; **Academic year:** 2012

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of duckweed supplementation on 1) production performance, 2) color of skin and meat, 3) nutritional value and carotenoid level in fish meat, and 4) feed cost of the Red Tilapia.

This experiment was a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. One hundred and twenty fingerlings were randomly put in 12 cages with a size of 1x1x1.5 cubic meters (10 fish per cage). Each group of fish was fed commercial diet with different levels of duckweed 0, 5, 10 and 15% of total feed intake. The culture period was 60 days.

The results showed that 1) fish fed commercial diet supplemented with 0 and 10% of duckweed had the highest ($P<0.05$) in weight gain, weight gain ratio, average daily gain, and protein efficiency ratio. 2) Fish fed commercial diet supplemented with 15% of duckweed had the highest ($P<0.05$) color intensity of skin and carotenoid level in fish meat. 3) For Nutritional value of fish, fish fed commercial diet supplemented with 10% of duckweed had the highest protein and had the lowest fat ($P<0.05$) in meat. 4) Fish fed commercial diet (Treatment 1) had the lowest feed cost per kilogram body weight.

Keywords: Duckweed (*Wolffia arrhiza*), Red tilapia, Productive performance, Feed cost

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 2

ขอบเขตงานวิจัย 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4

ไข่น้ำ 4

ปลานิลแดง 9

ผลของการใช้ไข่น้ำเป็นอาหารเสริมสำหรับสัตว์น้ำ 18

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 20

รูปแบบการวิจัย 20

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย 20

วิธีการวิจัย 21

สถานที่ที่ใช้ทดลองและเก็บข้อมูล 25

สถานที่วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ 25

ระยะเวลาในการทดลอง 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 26
คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของไขน้ำและอาหารทดลอง 27
ประสิทธิภาพการผลิต 30
ความเข้มสีผิวและสีเนื้อของปลานิลแดง 33
คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง 34
ต้นทุนค่าอาหาร 37
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 38
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 38
ข้อเสนอแนะ 42
บรรณานุกรม 44
ภาคผนวก 49
ก ตารางข้อมูล 50
ข ภาพอุปกรณ์และการทดลอง 56
ประวัติผู้วิจัย 63

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่น้ำที่ใช้ 6
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในไข่น้ำกับแหล่งอาหารอื่น 8
ตารางที่ 2.3 ระดับ pH ต่อการเพาะเลี้ยงปลานิลแดง 17
ตารางที่ 4.1 คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของไข่น้ำและอาหารทดลอง 27
ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง 29
ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายปลานิลแดง 30
ตารางที่ 4.4 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ
และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดง 32
ตารางที่ 4.5 ระดับความเข้มสีผิวและสีเนื้อปลานิลแดง โดยใช้ Salmo Fan™. 33
ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง (ตากแห้ง) 34
ตารางที่ 4.7 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลานิลแดง 37

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) 5
ภาพที่ 2.2 ปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) 11
ภาพที่ 2.3 ปริมาณออกเจนในน้ำ (DO) ที่มีผลต่อปลานิลแดง 16
ภาพที่ 3.1 พัดเทียบสีที่ใช้ในการทดลอง 24

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) เป็นพืชน้ำที่มีขนาดเล็ก มีรูปร่างกลมหรือเกือบกลมสีเขียว และไม่มีราก เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในไข่น้ำอบแห้ง พบว่ามีโปรตีน 35% นอกจากนี้ยังพบปริมาณเบต้า-แคโรทีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นสูงเช่นกัน ไข่น้ำเป็นพืชชนิดเดียวในวงศ์ Lemnaceae ที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์ นิยมรับประทานมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของไทย มีชื่อที่ใช้เรียกกันตามท้องถิ่นต่างๆของประเทศไทยว่า ผำ ไข่ผำ และไข่แหน (สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2551) ปัจจุบันผลผลิตไข่น้ำ ส่วนใหญ่ได้จากการเก็บเกี่ยวจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการเพาะขยายขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้มีปริมาณมาก แต่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำน้อยมาก ทั้งที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ไม่ด้อยกว่าพืชน้ำชนิดอื่นๆ (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553)

อาหารเป็นปัจจัยหนึ่งในการผลิตสัตว์น้ำ และต้นทุนประมาณ 50 - 70% มาจากอาหาร ถ้านำเอาวัตถุดิบจากธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในอาหารจะช่วยลดต้นทุนได้ประมาณ 40% ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนต่ำลง ส่งผลให้กำไรมากขึ้น (เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542) ปลานิลแดงจัดเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่กินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ (กรมประมง, 2541) ปัจจุบันปลานิลแดงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ เพราะโตเร็ว สีสันสวยงาม ทำให้เกษตรกรนิยมเลี้ยงเพื่อรับประทานในครัวเรือนและจำหน่าย แต่ผลตอบแทนในการเลี้ยงต่ำ เนื่องจากต้นทุนค่าอาหารสูง ถ้าใช้อาหารจากธรรมชาติ เช่นไข่น้ำ ที่มีต้นทุนต่ำกว่าอาหารตามท้องตลาดมาเสริมเป็นอาหารปลา จะช่วยแก้ไขปัญหาต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับผลของการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิต ส่วนมากจะเน้นในปลาสวยงาม การศึกษาในปลานิลแดงไม่พบมากนัก ดังนั้น การศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตของปลานิลแดง จะทำให้เกษตรกรมีวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำที่สามารถหาได้ง่าย และประหยัดต้นทุนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อประสิทธิภาพการผลิตปลานิลแดง

2.2 เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อความเข้มของสีผิวและสีเนื้อปลานิลแดง

2.3 เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง

2.4 เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมไข่น้ำในระดับต่างกัน

3. ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

3.1 ขอบเขตด้านประชากร ศึกษาในกลุ่มปลานิลแดงแบบคละเพศอายุ 60 วัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 70 - 90 กรัม จำนวน 120 ตัว

3.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา ใช้เวลาการทดลอง 60 ตั้งแต่วันที่ 12 สิงหาคม 2555 ถึง 11 ตุลาคม 2555

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 อาหารเม็ดสำเร็จ หมายถึง อาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่มีโปรตีนประมาณ 30 – 35%

4.2 ประสิทธิภาพการผลิต หมายถึง ตัวชี้วัดการเจริญเติบโต ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความยาวที่เพิ่มขึ้น อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการรอดตาย

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 นำข้อมูลที่ได้ไปส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ไข่น้ำเป็นอาหารเสริมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำ

5.2 สามารถนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาเพิ่มมูลค่า และเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอนาคตที่มีแนวโน้มการขาดแคลนสูง

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง ผู้วิจัยขอนำเสนอเนื้อหาวิชาการเกี่ยวกับไข่น้ำและการใช้ประโยชน์ รวมทั้งข้อมูลของปลานิลแดง เช่น ความเป็นมา การเลี้ยง คุณค่าทางโภชนาการ และกระบวนการเกิดสีของปลานิลแดง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ตามลำดับ ดังนี้

1. ไข่น้ำ

1.1 ลักษณะทั่วไปและชีววิทยาของไข่น้ำ

ไข่น้ำ (Duckweed) หรือ “ไข่ขำ ไข่แหน และผำ” เป็นชื่อพื้นเมืองของพืชชนิดหนึ่งที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ อาจลอยอยู่เป็นกลุ่มล้วน หรือลอยน้ำปนกับพืชชนิดอื่นๆ เช่น แหนและแหนแดง ก็ได้ ไข่น้ำเป็นพืชดอกที่เล็กที่สุด และเป็นพืชน้ำที่เล็กที่สุด คนไทยภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า “ผำ” ไข่น้ำส่วนใหญ่พบในเขตร้อน (Tropical zone) และกึ่งเขตร้อน (Subtropical zone) จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง การกระจายพันธุ์โดยทั่วไปพบในบริเวณแหล่งน้ำที่เป็นหนองหรือบึง สามารถพบได้ในประเทศสหรัฐอเมริกา อินเดีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย ทวีปยุโรป และหมู่เกาะมาดากัสการ์ (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553)

1.1.1 ชีววิทยาของไข่น้ำ

1) ลักษณะทางอนุกรมวิธาน (Hartog and Plas, 1970)

ไข่น้ำเป็นพืชดอกและพืชน้ำที่มีการจัดลำดับทางอนุกรมวิธานได้ดังแสดงต่อไปนี้

อาณาจักร Plantae
ดิวิชัน Anthophyta
ชั้น Monocotyledonae
อันดับ Arales
วงศ์ Lemnaceae
สกุล *Wolffia*
ชนิดพันธุ์ *Wolffia arrhiza*

2) *ข้อมูลด้านชีววิทยา* (Hartog and Plas, 1970)

ลักษณะทางชีววิทยาของไข่น้ำ สรุปได้ดังนี้

(1) ส่วนของราก (Roots) : ไม่มีส่วนของราก

(2) ขนาด (Size) : ไข่น้ำมีความยาวประมาณ 0.4 – 0.9 มิลลิเมตร ความกว้างประมาณ 0.3 มิลลิเมตร น้ำหนักของไข่น้ำประมาณ 150 ไมโครกรัม

(3) รูปร่าง (Shape) : ไข่น้ำมีรูปร่างรีๆ ค่อนข้างกลม แต่ละต้นมีสีเขียว ไม่มีใบ ต้นประกอบด้วยเซลล์ชนิดพาเรงไคมา (Parenchyma) เป็นส่วนใหญ่ มีช่องอากาศแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ ทำให้เห็นเป็นฟองน้ำและช่วยให้ลอยตัวอยู่ในน้ำได้ ไม่มีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร มีช่องให้อากาศออกได้อยู่ด้านบนของต้น

ภาพที่ 2.1 ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*)

(4) องค์ประกอบของเซลล์ (Composition) : ไข่น้ำมีองค์ประกอบภายในเซลล์ส่วนใหญ่เป็นน้ำ (95%) ในขณะที่ส่วนประกอบในเนื้อเยื่อจะมีสารประกอบอินทรีย์และเคมีดังแสดงในตารางที่ 2.1 และจากการศึกษาของ กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ (มปป.) พบว่าไข่น้ำที่มีอายุ 24 วัน ปริมาณเบต้า-แคโรทีนเฉลี่ย 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่น้ำที่ใช้

ตัวบ่งชี้	% (สิ่งแห้ง)
ความชื้น	94.82
พลังงาน (kcalGE/kg)	4,679.71
โปรตีน	20.32
ไขมัน	4.80
เยื่อใย	11.82
เถ้า	17.21
แคลเซียม	0.15
ฟอสฟอรัส	0.33

ที่มา : ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ (2544: 18)

(5) การขยายพันธุ์ (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553)

การขยายพันธุ์ของไข่น้ำมี 2 แบบ ได้แก่

ก. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) เนื่องจากไข่น้ำเป็นพืชดอกขนาดเล็กที่สุด ดอกไข่น้ำจะเจริญเติบโตออกทางช่องข้างบนของต้น และไม่มีกลีบเลี้ยง ดอกตัวผู้มีเกสรตัวผู้ 1 อัน ประกอบด้วยอับละอองเรณู 2 อัน ดอกตัวเมียมีรังไข่ที่มีช่อง 1 ช่อง ภายในมีไข่อยู่ 1 ใบ ก้านเกสรตัวเมียสั้น ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะแบน เมล็ดมีขนาดเล็กกลมเกลี้ยง ยังไม่ปรากฏว่าพบไข่น้ำมีดอกในประเทศไทย มีแต่รายงานการพบเห็นในประเทศอื่น ไข่น้ำจะมีดอกและเมล็ดในราวๆ เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม

ข. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) โดยการแตกหน่อ โดยเฉลี่ยแล้ว ไข่น้ำแต่ละต้นจะแตกหน่อให้ต้นใหม่ทุกๆ 5 วัน

1.2 การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

การเพาะเลี้ยงไข่น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตจำนวนมากนั้นมีการเพาะเลี้ยงน้อยมาก จากการศึกษาพบว่ามีวิธีการเพาะเลี้ยงไข่น้ำที่สำคัญ 2 วิธี ดังนี้ (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553)

1.2.1 การเพาะเลี้ยงโดยวัสดุเหลือใช้ เช่น ปุ๋ยคอกกับรำละเอียด (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) นอกจากใช้ปุ๋ยคอกแล้วยังใช้มูลสุกร (5% ของน้ำหนักแห้ง) และมูลไก่ (2.5% ของน้ำหนักแห้ง) โดยใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดผสมในสูตรอาหารเลี้ยงสาหร่าย BG-11 Media (ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ, 2544)

1.2.2 การเพาะเลี้ยงโดยสารเคมี อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไข่น้ำคือปุ๋ยเคมี ใช้บ่อซีเมนต์ขนาด 10 ตารางเมตร เติมดินโคลนก้นบ่อ เติมน้ำ 30 เซนติเมตร เติมปุ๋ยวิทยาศาสตร์ 10 กรัมต่อตารางเมตร (ปุ๋ยยูเรียและฟอสเฟต) ใส่ไข่น้ำ 15-20 กรัมต่อตารางเมตร เมื่อปริมาณไข่น้ำเพิ่มขึ้น จึงเก็บเกี่ยวในระยะ 2 สัปดาห์โดยสามารถให้ผลผลิตประมาณ 800-1,000 กรัมต่อตารางเมตร (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) และยังมีวิธีการเลี้ยงไข่น้ำในน้ำประปาซึ่งเติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับ pH ให้อยู่ระดับ 5-6 วางถังไว้ที่ที่ความเข้มแสงไม่ต่ำกว่า 5,000 ลักซ์ ทำการเลี้ยงเวลา 30 วัน โดยใช้ไข่น้ำเริ่มต้น 100 กรัมของน้ำหนักเปียก (กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ, มปป.)

1.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553)

ไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ และต้องการสารอาหารประเภทอนินทรียสาร เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และโพแทสเซียม รวมทั้งต้องการพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต สารอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ ได้แก่

1.3.1 ไนโตรเจน (Nitrogen; N) เป็นธาตุอาหารหลักมีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ มีความสำคัญและมีบทบาทที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักแห้งของไข่น้ำ หน้าที่หลักของไนโตรเจนคือเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ ไข่น้ำเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนประมาณ 1.2% ของน้ำหนักแห้ง

1.3.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus; P) มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ มีบทบาทในเซลล์คือช่วยในการเคลื่อนย้ายพลังงานและการสังเคราะห์กรดนิวคลิอิก ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์มีส่วนทำให้ค่า pH ภายในเซลล์ค่อนข้างคงที่ การขาดฟอสฟอรัสจะมีผลทำให้ปริมาณโปรตีน DNA RNA และคลอโรฟิลล์มีปริมาณลดลง ไข่น้ำเป็นพืชที่ต้องการปริมาณฟอสฟอรัส 1.5% ของน้ำหนักแห้ง

1.3.3 โพแทสเซียม (Potassium; K) มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ ช่วยในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของไข่น้ำ ไข่น้ำต้องการโพแทสเซียมประมาณ 0.9% ของน้ำหนักแห้ง

1.4 โภชนศาสตร์ของไข่น้ำ

ไข่น้ำเป็นพืชน้ำชนิดหนึ่งที่สามารถรับประทานได้ มีรสชาติดี และมีโปรตีนสูง โดยมีปริมาณโปรตีนคล้ายคลึงกับถั่วเหลือง ดังนั้นไข่น้ำจึงเป็นแหล่งอาหารสำหรับมนุษย์ได้เป็นอย่างดี ในทางประมงไข่น้ำเป็นอาหารตามธรรมชาติประเภทพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (อำพล

พงศ์สุวรรณ์ และอารีย์ สิทธิมังค์, 2532 อ้างโดย สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในไข่น้ำกับแหล่งอาหารอื่นสรุปได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในไข่น้ำกับแหล่งอาหารอื่น

ประเภท	ปริมาณโปรตีน (%)
สไปรูลินา (*Spirulina platensis*)	20.43
ไก (*Cladophora* sp.)	18.93
เทาน้ำ (*Spirogyra* sp.)	17.45
ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*)	20.00
กากถั่วเหลือง	44-45
เนื้อป่น	55.00
ใบกระถิน	14-20
กากน้ำตาล (molasses)	20-25

ที่มา : 1. ธนพงษ์ เจริญเมือง และคณะ (2552:2)
2. พิพัฒน์พงษ์ วงศ์ใหญ่ และคณะ (ม.ป.ป.:5)
3. นิวุฒิ หวังชัย (2549:125)

1.5 ประโยชน์ของไข่น้ำ

ไข่น้ำเป็นพืชน้ำขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาด้านโภชนาการไข่น้ำเป็นอาหารของสัตว์น้ำและสัตว์ปีกหลายชนิด และประชาชนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยนำมาประกอบอาหารเพื่อรับประทานเรียกว่า “แกงผำ หรือแกงไข่ผำ” ไข่น้ำเป็นพืชที่มีสารพิษในการต้านฤทธิ์สารอาหาร จึงต้องทำให้สุกก่อนนำมารับประทาน ไข่น้ำยังมีแคลเซียมและเบต้า-แคโรทีนสูง (เบญจภรณ์ บุณยพุกณะ, 2542 อ้างโดย สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) และยังมีประโยชน์ในด้านอาหาร ดังต่อไปนี้

1.5.1 อาหารสำหรับมนุษย์ ไข่น้ำมีปริมาณโปรตีนสูงสามารถใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้ และมีคลอโรฟิลล์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รักษาอาการท้องผูก ฤทธิ์ต้านการติดเชื้อ ช่วยปรับสภาพร่างกายให้เป็นด่างในคนที่มีสภาวะเครียดหรือร่างกายมีความเป็นกรดจากอาหาร และช่วยรักษาภาวะซีดในคนที่เป็นโรคโลหิตจาง (พิพัฒน์พงษ์ วงศ์ใหญ่ และคณะ, ม.ป.ป.)

1.5.2 อาหารสำหรับสัตว์

ในทางการประมงมีการนำไข่น้ำมาเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น ปลาหมอ ข้างลาย ปลาตะเพียน ปลาแรด ปลานิล หรือใช้เป็นอาหารสัตว์บก เช่น สุกร เป็ด ไก่ นอกจากเป็นอาหารของสัตว์น้ำ พืชในวงศ์นี้มีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำทางอ้อม โดยช่วยดูดซับสารประกอบแอมโมเนีย ซึ่งเป็นอันตรายสำหรับสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลาชนิดต่างๆ (Rejmankova, 1981 อ้างโดยสุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553)

2. ปลานิลแดง

2.1 ลักษณะทั่วไปและชีววิทยาของปลานิลแดง

ปลานิลแดงเป็นปลาอีกสายพันธุ์หนึ่งซึ่งพัฒนามาจากปลานิลและถือได้ว่าเป็นปลา “พระราชทาน” จากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นปลาที่สมเด็จพระจักรพรรดิอากิฮิโต เมื่อทรงดำรงพระอิสริยยศเป็นมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่นทรงถวาย แล้วทรงโปรดฯ ให้ปล่อยปลาลงในบ่อดิน แล้วต่อมาทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้กรมประมงจัดส่งเจ้าหน้าที่วิชาการมาตรวจสอบการเจริญเติบโตของเป็นประจำทุกเดือน ต่อมาเมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2509 ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อปลาชนิดนี้ว่า “ปลานิล” ต่อมาสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำกรมประมง ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ได้ปลานิลสายพันธุ์ใหม่ จำนวน 3 สายพันธุ์ นอกจากนี้แล้วทางบริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์ ได้นำปลานิลไปศึกษา และพัฒนาสายพันธุ์ปลานี้ จนมีคุณภาพดีด้านของสายพันธุ์ปลาเนื้อและยังเป็นปลาที่มีสีชมพูอมแดงสวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นที่หน้าพอใจแล้วจึงกราบบังคมทูลพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวให้ทรงทราบ ซึ่งก็ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนามปลาพันธุ์ใหม่ว่า “ปลาทับทิม” ซึ่งเป็นปลาเนื้อดี รสอร่อย เมื่อเทียบคุณค่าทางสารอาหารของปลานิลแดงกับเนื้อสัตว์อื่นๆ พบว่าเนื้อปลานิลแดงมีไขมัน 0.9% ต่ำกว่าเนื้อกุ้ง เนื้อวัว เนื้อไก่ เนื้อหมู และเนื้อเป็ด ที่มีไขมัน 1, 22, 25, 35 และ 60% ตามลำดับ สำหรับปริมาณโปรตีน พบว่าเนื้อปลานิลแดงมีโปรตีน 19% มากกว่าเนื้อวัว เนื้อไก่ และเนื้อหมู ที่มีโปรตีน 18%, 18%, 14.10% (ของน้ำหนักสด) ตามลำดับ (ลอง ธารา, 2544)

2.1.1 ชีววิทยาปลานิลแดง

1) ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

การจำแนกอนุกรมวิธานปลานิลแดงต้องเริ่มต้นจากการจัดลำดับของปลานิลก่อนเป็นหลัก เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่จัดอยู่ใน Genus เดียวกัน อนุกรมวิธานปลานิล (FAO, 1996) จำแนกได้ดังนี้

อาณาจักร Vertebrata

ชั้น Osteichthyes

อันดับ Perciformes

วงศ์ Cichlidae

สกุล *Oreochromis*

ชนิดพันธุ์ *niloticus*

กรมประมง (2541) กล่าวว่าปลานิลแดงสายพันธุ์ไทยเป็นปลานิลลูกผสมระหว่างปลานิล (*Oreochromis niloticus*) กับปลาหมอเทศ (*O. mossambicus*) ผลการทดสอบทางพันธุกรรมโดยวิธีอีเล็กโตรโฟรีซีส (Electrophoresis) โดยมหาวิทยาลัยสเตอร์ลิงประเทศอังกฤษและมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ ประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าปลานิลแดงสายพันธุ์ไทยมีความถี่ของยีนปลานิลประมาณ 78% และปลาหมอเทศ 22% จึงเป็นเหตุให้ปลานิลแดงที่พบมีลักษณะของปลานิลและปลาหมอเทศรวมกัน คือปากเฉียงขึ้นคล้ายปลาหมอเทศและมีลำตัวคล้ายปลานิล

2.1.2 ข้อมูลด้านชีววิทยา (อัมพร สมบูรณ์มาก, 2547)

1) อวัยวะภายนอก จากการศึกษาทางอนุกรมวิธานปลานิลแดงมีรูปร่างลำตัวเหมือนปลานิล แต่ริมฝีปากเฉียงขึ้นและบริเวณครีบหางไม่มีลายเป็นเส้นตามขวาง ลำตัวสีแดง สีแดงส้ม สีขาว สีส้ม เกล็ดสีทองและบางตัวสีน้ำเงินเป็นหย่อมๆ สีของตาและนัยน์ตาแตกต่างกัน เช่น นัยน์ตาสีดำรอบวงตาสีเหลือง นัยน์ตาสีดำรอบวงตาสีแดง มีเกล็ดสามแถวที่บริเวณแก้ม ครีบหลังมีอันเดียว ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15-17 อัน และก้านครีบอ่อน 12-13 อัน ครีบอกมีเฉพาะก้านครีบอ่อน 13 อัน ครีบท้องมีก้านครีบแข็ง 1 อัน ก้านครีบอ่อน 5 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 3 อัน ก้านครีบอ่อน 9-11 อัน ครีบหางมีก้านครีบอ่อน 16-18 อัน บนเส้นข้างลำตัวมีเกล็ด 28-33 เกล็ด เกล็ดรอบครีบหางมีประมาณ 18-19 เกล็ด (ภาพที่ 2.2)

ภาพที่ 2.2 ปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*)

2) พฤติกรรม เป็นปลาที่มีนิสัยก้าวร้าวในปลาตัวเต็มวัย ชอบอยู่นิ่งๆ หวงถิ่น ปลาวัยอ่อนจะมีพฤติกรรมสนใจสิ่งรอบข้าง เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้เร็ว พ่อแม่พันธุ์ปลาบางครั้งจะกินลูกปลาซึ่งลักษณะพฤติกรรมเช่นนี้ไม่พบในปลานิลธรรมดา มีนิสัยชอบหากินตอนกลางวันและหยุดหากินตอนกลางคืน กินอาหารได้ทั้งบนผิวน้ำ กลางน้ำ และก้นบ่อ

3) การกินอาหาร ปลานิลแดงกินอาหารเช่นเดียวกับปลานิลธรรมดา คือกินได้ทุกชนิด ทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore)

4) การขยายพันธุ์ ปลานิลแดงมีการขยายพันธุ์โดยการวางไข่เหมือนปลานิลธรรมดา คือสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้ปีละประมาณ 3-4 ครั้ง ตัวเมียจะเริ่มวางไข่เมื่อมีความยาวเฉลี่ย 6.5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 200-250 กรัม ให้ลูกรุ่นละ 500-1,000 ตัว

2.2 รูปแบบการเลี้ยงปลานิลแดง

2.2.1 การเลี้ยงแบบผสมผสาน

การเลี้ยงปลานิลแดงแบบผสมผสาน หมายถึง การเลี้ยงปลานิลแดงร่วมกับการทำกิจกรรมอื่นที่เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยหลักความสมดุลของระบบนิเวศและการอาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยของสิ่งมีชีวิต เช่น การเลี้ยงไก่กับปลานิลแดง โดยปกติจะปล่อยปลา 10 – 20 ตัวต่อตารางเมตร รูปแบบการเลี้ยงปลาในร่องสวน โดยร่องสวนกว้างไม่เกิน 5 เมตร ลึก 0.6 – 1.0 เมตร ส่วนความยาวไม่แน่นอน และรูปแบบการเลี้ยงปลาในนาข้าว (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548)

2.2.2 การเลี้ยงในคอก

การเลี้ยงปลานิลแดงในคอก สามารถทำได้บริเวณอ่างเก็บน้ำที่ตื้นชายฝั่ง ซึ่งมีระดับน้ำลึกประมาณ 1-3 เมตร ซึ่งอาจจะใช้เชือก ลวด ตาข่าย เนื้ออวนไนลอนหรือพลาสติก กั้นเป็นคอกสำหรับเลี้ยงปลา คอกเลี้ยงปลาอาจจะมีขนาดตั้งแต่ 1-10 ไร่ ตามพื้นคอกเป็นที่เกิดของสัตว์น้ำหน้าดินชนิดต่างๆ การถ่ายเทน้ำได้สะดวก ทำให้สามารถปล่อยปลาได้จำนวนมาก ผลผลิตปลาในคอกสูง ควรปล่อยลูกปลานิลแดงประมาณ 6,000-10,000 ตัวต่อไร่ ระยะเวลาการเลี้ยง 4-6 เดือน (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

2.2.3 การเลี้ยงในกระชัง

เป็นการเลี้ยงปลานิลแดงในภาชนะกักขัง ซึ่งมีลักษณะเป็นกระชัง มีขนาดช่องตาให้น้ำไหลผ่านเข้าออกได้ แต่ปลาออกไม่ได้ ปริมาณปลาที่เลี้ยงในกระชังนี้สามารถปล่อยลงเลี้ยงให้มีความหนาแน่นสูงไม่มีปัญหาเรื่องน้ำเสีย เพราะตัวกระชังจะถูกนำไปผูกแขวนไว้ในแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง และอ่างเก็บน้ำ ซึ่งคุณสมบัติของน้ำในกระชังยังคงสภาพเช่นเดียวกับคุณภาพของน้ำในแหล่งนั้น ทั้งนี้เพราะสิ่งปฏิกูลต่างๆ และเศษอาหารบูดเน่าตกค้างจะถูกกระแสน้ำพัดพาออกนอกกระชังทางหนึ่ง และอีกทางหนึ่งโดยปลาที่เลี้ยงในกระชังทำให้น้ำหมุนเวียนช่วยผลักออก อัตราส่วนการปล่อยปลานิลแดงขนาด 5 – 6 เซนติเมตร คือ 200 – 250 ตัวต่อตารางเมตร สำหรับช่องตาของกระชังนั้น ต้องพิจารณาให้สัมพันธ์กับขนาดของปลาที่ใช้เลี้ยง คือถ้าปลาที่ใช้เลี้ยงมีขนาดใหญ่ยิ่งขึ้นก็เปลี่ยนใช้กระชังตาใหญ่ขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้น้ำไหลถ่ายเทได้สะดวกและไม่มีเศษอาหารตกค้าง ส่วนการอนุบาลลูกปลาในกระชังขนาด 1-1.5 เซนติเมตร ให้เป็นปลาขนาด 3-5 เซนติเมตร สามารถเพิ่มอัตราส่วนจำนวนตัวต่อตารางเมตรขึ้นไปได้อีกประมาณ 5-10 เท่า เมื่อปลามีขนาดใหญ่ 15-20 เซนติเมตร ต้องลดอัตราการปล่อยลงเหลือ 50-100 ตัวต่อตารางเมตร อัตราการปล่อยในกระชังจะหนาแน่นกว่าการปล่อยในบ่อดินประมาณ 3-4 เท่า ในกรณีที่มวลน้ำหรือกระแสน้ำมีการถ่ายเทได้ดี การให้อาหารปลาในกระชังควรให้ทีละน้อยแต่บ่อยครั้ง อาจเป็นวันละ 5-6 ครั้ง หรือ 2 ชั่วโมงต่อครั้ง ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ปลาปราดเปรียวแข็งแรง ก่อนที่จะตัดสินใจเลี้ยงปลานิลแดงในกระชัง จะต้องพิจารณาให้รอบคอบถึงต้นทุนที่เลี้ยงกับราคาปลาที่จะจำหน่ายได้ นอกจากนี้จากประสบการณ์ความล้มเหลวมักเกิดขึ้นจากการที่ขาดการเอาใจใส่ต่อการเลี้ยง เช่น ให้อาหารไม่ตรงตามกำหนดเวลา และปลาถูกขโมยได้ง่ายเนื่องจากบ้านพักอาศัยอยู่ห่างสถานที่วางกระชังเลี้ยงปลา ผลผลิตการเลี้ยงปลาในกระชังสูงกว่าการเลี้ยงในบ่อดินประมาณ 10-20 เท่าในสภาวะปกติ โดยใช้เวลาเลี้ยงปลานิลแดงในกระชัง 4-8 เดือนตามแต่ขนาดที่ต้องการ (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

2.3 ข้อมูลทั่วไปของอาหารปลานิลแดง

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งในการเพาะเลี้ยงปลานิลแดง เพื่อช่วยให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น และยังเป็นปัจจัยพื้นฐานของการผลิต ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการเพาะเลี้ยงปลานิลแดงจะประสบผลสำเร็จเพียงใดนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพ ปริมาณ และราคาของอาหารเป็นสำคัญ ถ้าได้แหล่งอาหารคุณภาพดีมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ และมีราคาไม่สูงมากมาใช้ในกระบวนการผลิตก็ทำให้ระบบการเลี้ยงประสบผลสำเร็จ ตรงกันข้ามหากกระบวนการเลี้ยงใช้อาหารที่คุณภาพต่ำ อาจส่งผลให้ผู้เลี้ยงปลานิลแดงไม่ประสบผลสำเร็จในอาชีพนี้เช่นกัน (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

2.3.1 ประเภทอาหารปลานิลแดง

อาหารปลานิลแดงจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่ อาหารธรรมชาติ อาหารสด และอาหารเม็ดสำเร็จรูป (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

1) อาหารธรรมชาติ คือ สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่สามารถบริโภคเป็นอาหารได้ อาหารธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการผลิตปลานิลแดง ได้แก่ จุลินทรีย์ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และพืชน้ำต่างๆ เช่น สาหร่าย และไข่น้ำ อาหารธรรมชาติที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำเป็นผลมาจากการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ซึ่งมีการเคลื่อนย้ายพลังงานแบบเป็นลำดับขั้น (Trophic structure) มีการแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ร่วมกันแบบเป็นวัฏจักร เช่น แพลงก์ตอนพืชได้รับพลังงานแสงในฐานะผู้ผลิตที่มีคลอโรฟิลล์ เป็นต้น อาหารธรรมชาตินอกจากจะหมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแล้ว สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สิ่งไม่มีชีวิต เช่น เกลือแร่ต่างๆ ที่ปลาสามารถบริโภคหรือดูดซึมเข้าทางเหงือก ยังจัดว่าเป็นอาหารธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อาหารธรรมชาตินับว่าเป็นแหล่งอาหารที่มีประโยชน์ และมีคุณค่าทางอาหาร การส่งเสริมวิธีการเพิ่มผลผลิตของอาหารธรรมชาติ จึงมีประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะอาหารธรรมชาตินอกจากจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตแล้ว และยังเกี่ยวข้องกับสมดุลของระบบนิเวศในบ่ออีกด้วย (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548 ; นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

2) อาหารสด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ **อาหารสดไม่มีชีวิต** เป็นอาหารที่ได้จากผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสัตว์น้ำและพืช เช่นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ได้แก่ ไส้ไก่ เนื้อกุ้ง หมึก ปลาเป็ด และปลาสด เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์จากพืช ได้แก่ เมล็ดพืช มันสำปะหลัง ผักสดต่างๆ เป็นต้น ข้อดีของอาหารสดคือ จะมีกลิ่นที่ช่วยกระตุ้นการกินอาหาร และทำให้สีสันสดใสและเข้มขึ้น ข้อเสียคือ คุณภาพและปริมาณไม่แน่นอน คุณภาพน้ำเน่าเสียได้ง่าย ปลามีกลิ่นเหม็น วิธีการแก้ไขคือปล่อยน้ำให้ไหลผ่านปลาประมาณ 2-3 วัน ซึ่งก็ช่วยให้กลิ่นต่างๆหมดไป **อาหารสดมีชีวิต** คือ

อาหารสมทบที่ต้องมีการเพาะเลี้ยงเพื่อนำไปใช้ในการอนุบาลปลานิลแดงวัยอ่อน เช่น อาร์ทีเมีย ไรน้ำ และหนอนแดง เป็นต้น (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

3) อาหารเม็ดสำเร็จรูป คือ อาหารที่ผลิตออกมาให้มีสารอาหารครบถ้วนตามความต้องการของปลานิลแดงแต่อายุหรือแต่ละขนาด อาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมเลี้ยงปลานิลแดง คือ อาหารเม็ดลอยน้ำ (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

2.3.2 เวลาการให้อาหารและวิธีการให้อาหาร

เวลาการให้อาหารปลานิลแดงควรเป็นเวลาที่ให้ประจำทุกวัน เพื่อเป็นการสร้างเงื่อนไขเสมือนหนึ่งการนัดพบ ณ ที่นี้ เวลานี้ เป็นเวลาการกินอาหาร ปลานิลแดงจะรอหรือรวมตัวกันง่ายขึ้นเมื่อถึงเวลา นอกจากนี้การจัดให้มีที่กินอาหารบริเวณเดียวยังช่วยลดการเน่าเสียของพื้นก้นบ่อ ส่วนอัตราการให้อาหาร ควรให้อาหารในปริมาณที่อิ่มพอดี ซึ่งถ้าเป็นอาหารเม็ดลอยน้ำจะสามารถสังเกตเห็นได้ง่าย แต่ถ้าเป็นอาหารประเภทจมน้ำควรเพิ่มอาหารทีละน้อยๆ และวางยอเพื่อตรวจสอบการกินอาหารในแต่ละครั้งด้วย อัตราการให้อาหารส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว การสุ่มตัวอย่างเพื่อหาน้ำหนักเฉลี่ยและประเมินผลการกินอาหารจึงควรปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ทุกๆ 1-2 สัปดาห์ต่อครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าปลานิลแดงวัยอ่อนมักมีปริมาณความต้องการอาหารมากกว่าปลานิลแดงตัวโตเต็มวัยเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548) กรณีที่เลี้ยงปลานิลแดงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 24% และให้ในอัตรา 6% ของน้ำหนักตัวปลา ควรให้อาหารปลาวันละ 1-3 ครั้ง ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้เลี้ยง ในกรณีที่ให้อาหารที่มีโปรตีนมากกว่า 30-35% และให้ในอัตราวันละ 5-10% ของน้ำหนักตัว ควรให้ 1 ครั้งต่อวันในเวลาที่เหมาะสม (กรมประมง, 2541; ปัญญา สุวรรณสมุทร, 2545)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการกินอาหารของปลานิลแดง

2.4.1 ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม

1) ดินและคุณสมบัติของดินในบ่อปลานิลแดง ดินที่เหมาะสมควรเป็นดินเหนียวปนทราย มีเนื้อละเอียดมีสีดำที่มีส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุประมาณ 1.5-2% แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถเก็บกักน้ำได้ และมีสภาพเป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย และมีแร่ธาตุอาหารที่เหมาะสม เช่น ไนโตรเจน 0.1% ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นต้น และอยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และเหมาะสมต่อการเกิดอาหารธรรมชาติในบ่อ เช่น แพลงก์ตอน สัตว์หน้าดิน หรือสาหร่าย และในดินไม่ควรมีสารพิษสะสม เช่น ปรอท ตะกั่ว หรือแก๊สพิษสะสม เช่น แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

2) ความขุ่นและความโปร่งใส (Turbidity and Transparency) ของน้ำ ความขุ่นของน้ำเกิดจากอนุภาคของสารแขวนลอยกับอนุภาคดิน สารอินทรีย์ อนินทรีย์ แร่ธาตุต่างๆ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งเป็นตัวควบคุมปริมาณแสงอาทิตย์ส่องผ่านลงสู่แหล่งน้ำ

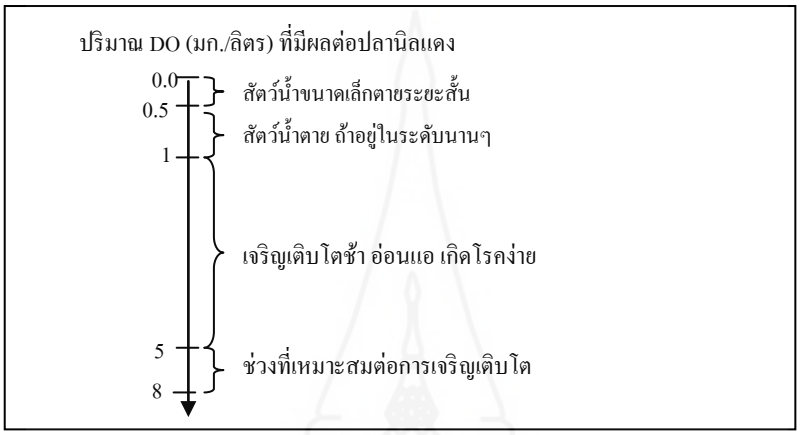
นอกจากนี้ความขุ่นของน้ำมีผลต่อการหายใจของปลานิลแดง เนื่องจากอนุภาคสารแขวนลอยมีโอกาสอุดตามช่องเหงือก ทำให้ประสิทธิภาพการหายใจลดลง ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ความขุ่นใสทำให้น้ำผิวบนดูดซับความร้อนได้ดีทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 25 NTU (Nephelometric Turbidity Units) ทำให้ปลานิลแดงเจริญเติบโตได้ดี ความขุ่นที่ 20,000 NTU จะเป็นอันตรายต่อปลานิลแดงหรือทำให้ปลานิลแดงอาศัยอยู่ได้ยาก (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

ส่วนความโปร่งใสของน้ำ คือระดับความลึกที่แสงสามารถส่องไปใต้ระดับผิวน้ำ ความโปร่งใสทำให้ทราบถึงความมากน้อยของตะกอนแขวนลอย ความโปร่งใสของน้ำแสดงความลึกของน้ำที่มีกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช การวัดความโปร่งใสสามารถวัดได้โดยเครื่องมือที่เรียกว่า Secchi disc ความโปร่งใสโดยปกติที่พบตามบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป มีค่าประมาณ 40-80 เซนติเมตร แต่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลแดง ควรมีค่าในระหว่าง 30-60 เซนติเมตร (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548)

3) อุณหภูมิ (Temperature) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อปลานิลแดง โดยอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต การหายใจ การย่อยและการดูดซึมอาหาร รวมถึงพฤติกรรม ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงหรือต่ำเกินไปทำให้ปลาเครียดหรือตายได้ (นิวุฒิ หวังชัย, 2549) อุณหภูมิยังเกี่ยวข้องกับสารเคมีและความเป็นพิษ และสารพิษด้วย เมื่ออุณหภูมิสูงการละลายและปฏิกิริยาเคมีของสารมักเกิดขึ้นได้รวดเร็ว เช่น การละลายของปุ๋ยเคมีหรือยากำจัดศัตรูพืช ส่วนใหญ่ยากำจัดศัตรูพืชจะดูดซึมและการแพร่กระจายได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้การกำจัดพาหะในน้ำ เช่น อ่อนแมลงปอ และสาหร่ายบางชนิด ก่อนปล่อยสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อปลานิลแดงจะอยู่ที่ 25-30 องศาเซลเซียส (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

4) ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen ; DO) เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพ เนื่องจากต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจเพื่อการเจริญเติบโต ความสามารถละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความดันอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณเกลือแร่ ถ้าการผลิตออกซิเจนมากเกินไปจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวก็จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เช่น ทำให้เกิดฟองอากาศในเลือด ปกติแล้วค่าออกซิเจนในน้ำที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปลานิลแดงและสัตว์น้ำชนิดต่างๆ อยู่ระหว่าง 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีการเปลี่ยนแปลง

ในรอบวัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำหรือแพลงก์ตอนพืช และกระบวนการทางเคมีของแร่ธาตุในน้ำ หรือแม้แต่อุณหภูมิยังมีผลต่อปริมาณออกซิเจน ถ้าออกซิเจนในน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลามีอัตราการฟักไข่ต่ำ เจริญเติบโตช้า อ่อนแอ ติดเชื้อโรคได้ง่าย (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548) ปริมาณออกซิเจนที่มีผลต่อปลานิลแดงแสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ปริมาณออกเจนในน้ำ (DO) ที่มีผลต่อปลานิลแดง

ที่มา : โชคชัย เหลืองธุรประณีต (2548: 105)

5) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแหล่งน้ำ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลแดงและสัตว์น้ำทั่วไปอยู่ระหว่าง 6.5-9 (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548) ปลานิลแดงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติในสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ไม่เหมาะสม ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของแหล่งน้ำต่อการเพาะเลี้ยงปลานิลแดง แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลของระดับ pH ต่อการเพาะเลี้ยงปลานิลแดง

ระดับ pH	ผลต่อการเพาะเลี้ยงปลานิลแดง
ต่ำกว่า 4.0	เป็นพิษต่อปลาที่เลี้ยงอยู่ในบ่อหรือทำให้ปลานิลแดงตาย
4.0-6.5	ปลานิลแดงอาจทนได้ แต่ให้ผลผลิตต่ำ มีสุขภาพอ่อนแอ เจริญเติบโตช้า โดยเฉพาะเมื่อ pH ต่ำกว่า 5 จะไม่พบการสืบพันธุ์และวางไข่ เนื่องจากน้ำเชื้ออ่อนแอ
6.5-9.5	เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงปลานิลแดง
9.5-11.0	ปลานิลแดงสามารถทนอยู่ได้ แต่ให้ผลผลิตต่ำ เจริญเติบโตช้า สุขภาพอ่อนแอ
สูงกว่า 11.0	เป็นพิษต่อปลานิลแดงที่เลี้ยงในบ่อ หรือทำให้ปลาตาย

ที่มา : โชคชัย เหลืองธุรปราณีต (2548: 107)

6) แอมโมเนีย (Ammonia) เป็นสารพิษซึ่งเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ เศษอาหารเหลือจำพวกโปรตีน ซากสิ่งมีชีวิต และสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ การเน่าสลายเกิดขึ้นจากกิจกรรมของแบคทีเรียโดยกระบวนการแอนโมนิฟิเคชัน แอมโมเนียที่ได้จากกระบวนการนี้อาจถูกดูดซึมไปเป็นแร่ธาตุให้แก่แพลงก์ตอนและพืชบางชนิด หรือถูกย่อยสลายให้เป็นไนไตรต์และไนเตรทต่อไปโดยพวกแบคทีเรีย (โชคชัย เหลืองธุรปราณีต, 2548) การแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิน้ำ หาก pH ลดลง เปอร์เซ็นต์การแตกตัวก็จะมีมากขึ้น ทำให้ความเป็นพิษลดลง หรืออาหารที่เหลือมากเกินไปก็จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น และอาจเป็นอันตรายแก่ตัวปลาเองในที่สุด จึงควรให้อาหารปริมาณเหมาะสมกับการกินของปลาหรือสัตว์น้ำ การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียในบ่อปลาบางครั้งจึงมีความจำเป็น ยิ่งการเลี้ยงปลาแบบหนาแน่นยิ่งควรวิเคราะห์เป็นประจำ ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่จะไม่เป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ Un-Ionized From (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

2.4.2 ปัจจัยที่ตัวสัตว์น้ำ (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

1) อายุและขนาด เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหาร โดยปลาอายุน้อยต้องการอาหารและพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าปลาตัวเต็มวัยเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว

2) ฤดูสืบพันธุ์ ในช่วงฤดูสืบพันธุ์ปลานิลแดงจะเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ และกินอาหารได้น้อยลง เนื่องจากปลานิลแดงจะอมไข่ไว้ในปากเพื่อฟักเป็นตัวอ่อน ทำให้ไม่สามารถกินอาหารได้เท่าฤดูอื่นๆ

2.5 ลักษณะการเกิดสีของปลานิลแดง

เนื่องจากสีมีบทบาทสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค การเปลี่ยนแปลงสีอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ (Pigment) จึงมีผลโดยตรงต่อราคา ทัศนะคติ รวมทั้งการซื้อของผู้บริโภค ปลานิลแดงจะสะสมรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอย์ (Carotenoid) เพราะแคโรทีนอยด์เป็นกลุ่มรงควัตถุที่มีความสำคัญต่อสีของสัตว์น้ำ โดยให้สีเหลือง สีส้ม ในเปลือก หนัง รวมทั้งเยื่อหุ้มต่างๆ แคโรทีนอยด์ในปลานิลแดงมีมากมายหลายชนิด เช่น เบตา-แคโรทีน (β - carotene) เป็นแคโรทีนอยด์ที่พบได้มาก เนื่องจากเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินเอ ปลานิลแดงมีการเปลี่ยนแปลง แคโรทีนอยด์ เช่น ลูทีน (Lutein) และซีแซนทีน (Zeaxanthin) เป็นแอสตาแซนทีน (Astaxanthin) แต่ไม่สามารถใช้เบตา-แคโรทีน เป็นสารตั้งต้นของแอสตาแซนทีน แต่ปลานิลแดงสามารถสะสมแอสตาแซนทีนได้โดยตรง (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548) ปลานิลแดงไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เองได้ จำเป็นที่ต้องได้รับจากสารอาหารโดยตรง ซึ่งแคโรทีนอยด์จะแสดงออกในเฉดสีเหลือง ส้ม และแดง โดยที่สีแดงในปลานิลแดงเป็นแคโรทีนอยด์ชนิดแอสตา- แซนทีน (พรชัย อนุชาติ, 2550)

3. ผลของการใช้ไข่น้ำเป็นอาหารเสริมสำหรับสัตว์น้ำ

3.1 ผลของไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิต

จากการศึกษาการใช้ไข่น้ำเป็นอาหารสำหรับปลา พบว่าการให้ปลานิลกินไข่น้ำแห้งเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว มีการเจริญเติบโตต่ำกว่า ($P<0.05$) ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป แต่มีอัตราการรอดตายสูงกว่า (นิศาชล ฤาแก้วมา, 2548) ในขณะที่ Ariyaratne (2010) ศึกษาการใช้ไข่น้ำในการเป็นอาหารปลานิล พบว่า การเสริมไข่น้ำอบแห้ง 5% ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลานิลมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ($P<0.05$) แต่การศึกษาการเสริมไข่น้ำอบแห้งที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาทอง พบว่าปลาทองที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมไข่น้ำอบแห้งทุกระดับมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับปลาทองที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว (กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ, ม.ป.ป.)

สำหรับผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมไข่น้ำ 0, 15, 30 และ 45% พบว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ, 2544)

3.2 ผลของไข่น้ำต่อสีผิวและสีของเนื้อปลา

การเสริมไข่น้ำในอาหารปลามีผลต่อสีผิวของปลาทอง จากการศึกษาของ กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ (ม.ป.ป.) ที่เลี้ยงปลาทองด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำอบแห้งที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่าความเข้มของสีผิวปลาทองจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณไข่น้ำที่เสริมลงในอาหาร โดยปลาทองที่ได้รับอาหารเสริมไข่น้ำ 15% มีระดับความเข้มของสีผิวสูงสุด ($P<0.05$) ที่ระดับความเข้มเท่ากับ 30 จากการวัดความเข้มสีผิวโดยใช้ Salmo Fan™

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design ; CRD) มี 4 ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำ หน่วยทดลองคือ ปลานิลแดง 120 ตัว น้ำหนักตัวประมาณ 70 - 90 กรัมต่อตัว สุ่มปลานิลปล่อยลงในกระชังขนาด 1×1×1.5 เมตร จำนวน 12 กระชัง ๆ ละ 10 ตัว โดยกระชังอยู่ในบ่อน้ำที่มีสภาพน้ำและคุณภาพน้ำไม่แตกต่างกัน สุ่มอาหารทดลอง (ทรีตเมนต์) ให้ปลานิลแดงแต่ละกลุ่มดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า (ชุดควบคุม)
ทรีตเมนต์ที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 5% ของปริมาณอาหาร
ทรีตเมนต์ที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 10% ของปริมาณอาหาร
ทรีตเมนต์ที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้าเสริมไข่น้ำ 15% ของปริมาณอาหาร

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 ชุดวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างแบบสำเร็จรูป
2.1.2 ชุดวิเคราะห์ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำแบบสำเร็จรูป
2.1.3 ชุดวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียแบบสำเร็จรูป
2.1.4 เทอร์โมมิเตอร์
2.1.5 ไม้วัดความโปร่งแสง (Secchi Disk)
2.1.6 เครื่องบดอาหาร
2.1.7 พัดเทียบสี (Salmo Fan™ ยี่ห้อ DSM)

2.1.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.1.9 ไม้บรรทัด

2.1.10 ชุดอุปกรณ์ผ่าตัด

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงปลานิลแดง

2.2.1 กระชังไนลอน เบอร์ 28 ขนาด 1×1×1.5 เมตร

2.2.2 ไม้ไผ่

2.2.3 เชือกไนลอน

3. วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง

3.1.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

เลือกปลานิลแดง น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 70-90 กรัม จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดบุรีรัมย์ จำนวน 120 ตัว มาปล่อยในกระชัง 1x1x1.5 เมตร ที่เตรียมไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อปรับพฤติกรรมการกินอาหารและสุขภาพของปลาก่อนการทดลองโดยให้ปลากินอาหารที่ศูนย์ฯ ให้ 1 วัน จากนั้น จึงเริ่มต้นให้อาหารตามรายละเอียดต่อไปนี้

วันที่ 2 ให้อาหารของศูนย์ฯ ผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 50:50

วันที่ 3 ให้อาหารของศูนย์ฯ ผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 50:50

วันที่ 4 ให้อาหารของศูนย์ฯ ผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 25:75

วันที่ 5 ให้อาหารของศูนย์ฯ ผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 25:75

วันที่ 6-14 ให้อาหารชุดควบคุม 100%

3.1.2 การเตรียมไข่น้ำที่ใช้ในการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

1) เก็บไข่น้ำจากบ่อด้วยวิธีการกรองด้วยผ้าขาวบาง และคัดสิ่งปนเปื้อนออกให้หมด เช่น หอย ลูกปลา เศษไม้ เศษหญ้า และอื่นๆ

2) นำไข่น้ำที่ได้มาตากแดดให้แห้ง

3) นำไข่น้ำที่แห้งแล้วมาบดเป็นผงแล้วเก็บในภาชนะที่ป้องกันไม่ให้อากาศเข้าได้

4) ส่งตัวอย่างไข่น้ำแห้งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์

3.1.3 การเตรียมอาหารทดลอง

นำอาหารเม็ดสำเร็จรูปมาตรฐานชนิดลอยน้ำผสมกับไข่น้ำ โดยใช้ไข่ขาวเป็นตัวประสาน ใช้ไข่ขาว 60 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (ธัชศึก คุ้มพร้อม และคณะ, 2554) โดยผสมไข่น้ำตามที่กำหนดในแผนการทดลอง จากนั้นนำอาหารที่ผสมแล้วผึ่งให้แห้ง เก็บในกล่องพลาสติกไม่ให้โดนแสง และส่งตัวอย่างอาหารทดลองวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีน ไขมัน ไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE) เยื่อใย เถ้า ความชื้น โดยวิธี AOAC (1990) และวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลอง โดยวิธีของ Sommer (1992)

3.1.4 วิธีการให้อาหารปลานิลแดง

ให้อาหารปลานิลแดง 5% ของน้ำหนักตัว (โดยคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลแดงทุก 15 วัน) แบ่งให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 2.5% ของน้ำหนักตัว คือ ช่วงเช้า 8.00 น. และช่วงเย็น 17.00 น. ด้วยวิธีการหว่านอาหารลงน้ำทีละน้อยจนอาหารหมดตามที่กำหนด

3.1.5 การจัดเก็บข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลดังนี้

1) ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลานิลแดงทุกตัว ในแต่ละซ้ำของชุดการทดลองโดยชั่งก่อนการทดลองและระหว่างการทดลองทุก 15 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการผลิตดังต่อไปนี้ (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

(1) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain : WG ; กรัม)

WG = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม) – น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)

(2) ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร) โดยวัดส่วนของ total length (ตั้งแต่จงอยปากถึงปลายหาง)

= ความยาวสุดท้าย (เซนติเมตร)–ความยาวเริ่มต้น (เซนติเมตร)

(3) อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain ratio : WGR ; %)

$$WGR = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

(4) อัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain : ADG ;กรัม/ตัว/วัน)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

2) บันทึกปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลแดงทุกๆวัน ตลอดการทดลอง เพื่อหาค่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548)

(1) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio : FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ทั้งหมด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

(2) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio : PER)

$$PER = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน (\%)**}}$$

** ปริมาณโปรตีนที่กิน คำนวนจากโปรตีนในอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์

3) บันทึกจำนวนปลาที่ตายในแต่ละวัน เพื่อนำมาคำนวณค่าอัตราการรอดตาย (Survival ratio : SR ; %) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2548) โดยใช้สูตร

$$SR = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น (ตัว)}} \times 100$$

4) คุณภาพน้ำ ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนการทดลองและทุก 7 วัน ระหว่างการทดลอง เพื่อเป็นการประเมินสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงปลานิลแดงว่าส่งผลต่อการเลี้ยงหรือไม่ โดยตรวจสอบคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้ (ธัชศึก คุ้มพร้อม และคณะ, 2554)

(1) อุณหภูมิน้ำ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

(2) ค่าความโปร่งแสงของน้ำ โดยใช้ Secchi Disk (ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม และคณะ, 2551) ซึ่ง การใช้ Secchi Disc เป็นการประเมินค่าความโปร่งแสงของน้ำ ที่ระดับความลึกซึ่ง Secchi Disc เริ่มหายไปและเริ่มมองเห็นใหม่อีกครั้งหนึ่ง อาจเรียกความลึกนี้ว่า “ความลึกที่แสงส่องถึง (Secchi depth)” การหาค่าความโปร่งแสงน้ำ ทำได้ดังนี้

- หย่อน Secchi Disc ลงในน้ำจนเริ่มมองไม่เห็นแผ่น Secchi จดบันทึกระดับความลึก

- ดึง Secchi Disc ขึ้นมาจนเริ่มมองเห็นแผ่น Secchi จดบันทึกระดับความลึก

- คำนวณค่าความโปร่งแสงของน้ำ (เซนติเมตร) จากสูตร ความโปร่งแสงของน้ำ = $\frac{\text{(ความลึกที่เริ่มมองไม่เห็นแผ่น Secchi + ความลึกที่เริ่มมองเห็นแผ่น Secchi)}}{2}$

(3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ชุดทดสอบของบริษัท แอ๊ดว้านซ์ฟาร์ม่า จำกัด

(4) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) โดยใช้ชุดทดสอบของบริษัท แอ๊ดว้านซ์ฟาร์ม่า จำกัด

(5) ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำโดยใช้ชุดทดสอบของบริษัท แอ๊ดว้านซ์ฟาร์ม่า จำกัด

5) วัดความเข้มของสีผิวและสีเนื้อปลานิลแดงก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้พัดเทียบสี Salmo Fan™ยี่ห้อ DSM สีเบอร์ 20-34 เพื่อหาค่าความเข้มสีที่เพิ่มขึ้น วิธีการคือ ใช้พัดเทียบสีเทียบด้านซ้ายของตัวปลานิลแดงบริเวณเส้นข้างลำตัวใต้ครีบหลัง ดังนี้

(1) วัดความเข้มสีผิวปลานิลแดง โดยวัดสีผิวของปลานิลแดงทุกตัวในแต่ละซ้ำทั้งก่อนและสิ้นสุดการทดลอง

(2) วัดความเข้มสีเนื้อปลานิลแดง โดยการลอกหนังปลานิลแดงด้านซ้ายออก แล้วใช้พัดเทียบสีเทียบบริเวณเส้นข้างลำตัวใต้ครีบหลัง

การวัดความเข้มสีเนื้อปลานิลแดงก่อนการทดลอง จะวัดจากปลานิลแดงที่เลี้ยงคอกเดียวกันจากศูนย์วิจัยฯ จำนวน 5 ตัว เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มปลานิลแดงซ้ำละ 5 ตัว เพื่อวัดความเข้มสีเนื้อ

ภาพที่ 3.1 พัดเทียบสีที่ใช้ในการทดลอง

6) เก็บตัวอย่างเนื้อปลาเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE) เยื่อใย เถ้า ความชื้น โดยวิธี AOAC (1990) และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาก่อนการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง โดยวิธี Sommer (1992)

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของเนื้อปลานิลแดงก่อนการทดลอง จะใช้ปลานิลแดงที่นำมาวัดความเข้มสีเนื้อส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และ

ปริมาณแคโรทีนอยด์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มปลานิลแดงซ้ำละ 5 ตัว ส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยใช้เนื้อปลานิลแดงบริเวณส่วนตัวทั้งสองด้านของลำตัวตากแดดให้แห้ง นำเนื้อปลานิลแดงแห้งบดให้ละเอียด ส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ

7) บันทึกต้นทุนค่าอาหารและค่าไข่น้ำ เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนค่าอาหาร

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลต่างๆ ระหว่างทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จ

4. สถานที่ที่ใช้ทดลองและเก็บข้อมูล

สถานที่ใช้ในการทดลองคือ บ่อปลาบ้านโนนสะอาด หมู่ที่ 16 อ.ลำปลายมาศ จ.บุรีรัมย์ 31130

5. สถานที่วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์

5.1 วิเคราะห์ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการที่ฝ่ายประกันคุณภาพ บริษัท สหฟาร์ม จำกัด หมู่ที่ 9 ต.พัฒนานิคม อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15140

5.2 วิเคราะห์แคโรทีนอยด์ที่ห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ที่ 4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

6. ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 12 สิงหาคม 2555 ถึง 11 ตุลาคม 2555

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง จากการใช้อาหารที่ผสมไข่น้ำต่างกันในการเลี้ยงปลานิลแดง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ทรีตเมนต์ที่ 1 (T_1) อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า (ชุดควบคุม) ทรีตเมนต์ที่ 2 (T_2) อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า ผสมไข่น้ำ 5% ของปริมาณอาหารที่ให้ปลา ทรีตเมนต์ที่ 3 (T_3) อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า ผสมไข่น้ำ 10% ของปริมาณอาหารที่ให้ปลา และทรีตเมนต์ที่ 4 (T_4) อาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า ผสมไข่น้ำ 15% ของปริมาณอาหารที่ให้ปลา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ของไข่น้ำและอาหารทดลอง และคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพการผลิต

2.1 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลานิลแดง

2.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

ตอนที่ 3 ความเข้มสีผิวและสีเนื้อของปลานิลแดง

ตอนที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง

ตอนที่ 5 ต้นทุนค่าอาหาร

ตอนที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ของไข่น้ำและอาหารทดลอง และคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

1.1 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในไข่น้ำและอาหารทดลอง

คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในไข่น้ำและอาหารทดลอง แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของไข่น้ำและอาหารทดลอง

สิ่งที่ศึกษา (น้ำหนักแห้ง)	ไข่น้ำ	อาหารทดลอง				P-value
		T_1	T_2	T_3	T_4	
คุณค่าทางโภชนาการ (%)						
ความชื้น	10.17±0.02	7.90±0.13 [c]	10.49±0.07 [b]	11.19±0.06 [a]	10.40±0.03 [b]	0.000
โปรตีน	19.78±0.13	32.34±0.10 [a]	31.11±0.14 [b]	30.56±0.28 [c]	30.33±0.26 [c]	0.000
ไขมัน	0.44±0.10	3.80±0.31	3.54±0.08	3.54±0.11	3.55±0.10	0.263
NFE	37.81±0.23	44.81±0.17 [a]	43.35±0.29 [b]	42.37±0.25 [c]	42.81±0.29 [c]	0.000
เยื่อใย	12.55±0.00	3.36±0.00	3.40±0.00	3.79±0.00	4.02±0.00	0.127
เถ้า	19.18±0.02	7.79±0.09 [d]	8.11±0.07 [c]	8.55±0.17 [b]	8.89±0.08 [a]	0.000
แคโรทีนอยด์ (mg/g)	1.34±0.04	0.83±0.00 [d*]	0.88±0.01 [c]	0.90±0.00 [b]	0.92±0.00 [a]	0.000

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD

[abcd] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[*] ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่แล้วในอาหารเม็ดสำเร็จรูป (T_1)

1.1.1 คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของไข่น้ำ

จากตารางที่ 4.1 พบว่าไข่น้ำมีปริมาณความชื้น 10.17±0.02% โปรตีน 19.78±0.13% ไขมัน 0.44±0.10% NFE 37.81±0.23% เยื่อใย 12.55±0.00% เถ้า 19.18±0.02% และปริมาณแคโรทีนอยด์ 1.34±0.04 มิลลิกรัมต่อกรัม

1.1.2 คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของอาหารทดลอง

จากตารางที่ 4.1 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ของอาหารทดลอง สรุปได้ดังนี้

1) ความชื้นในอาหารทดลอง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 7.90±0.13, 10.49±0.07, 11.19±0.06 และ 10.40±0.03% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาหารปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 มีความชื้นน้อยที่สุด

2) ปริมาณโปรตีนในอาหารทดลอง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 32.34±0.10, 31.11±0.14, 30.56±0.28 และ 30.33±0.26% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาหารปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 2

3) ปริมาณไขมันในอาหารทดลอง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 3.80±0.31, 3.54±0.08, 3.54±0.11 และ 3.55±0.10% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4) *ปริมาณไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE) ในอาหารทดลอง* ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 44.81±0.17, 43.35±0.29, 42.37±0.25 และ 42.81±0.29% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาหารปลานิลแดง ทรีตเมนต์ที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE) มากที่สุด

5) ปริมาณเยื่อใยในอาหารทดลอง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 3.36±0.00, 3.40±0.00, 3.79±0.00 และ 4.02±0.00% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

6) ปริมาณเถ้าในอาหารทดลอง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 7.79±0.09, 8.11±0.07, 8.55±0.17 และ 8.89±0.08% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาหารปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 มีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด

7) ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลอง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0.83±0.00, 0.88±0.01, 0.90±0.00 และ 0.92±0.00 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาหารปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 4 มีปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด

1.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงระหว่างวันที่ 12/08/2555 ถึง 11/10/2555 แสดงในตารางที่ 4.2 โดยมีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

วัน/เดือน/ปี	คุณภาพน้ำ				
	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	DO (mg/L)	pH	แอมโมเนีย (mg/L)
12/8/2555	30	50	3.5	6.7	0.5
19/8/2555	32	50	3.0	6.7	0.2
26/9/2555	31	45	5.0	7.15	0.1
2/9/2555	31	40	4.0	6.7	0.2
9/9/2555	33	50	4.5	7.15	0.2
16/9/2555	31	45	4.0	6.7	0.1
23/9/2555	30	50	4.0	6.5	0.1
30/9/2555	30	40	6.0	7.34	0.3
7/10/2555	28	45	3.0	6.7	0.2
11/10/2555	32	45	5.5	6.7	0.1

จากการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำในบ่อทดลองตลอดการทดลอง พบว่า คุณภาพน้ำบริเวณบ่อเลี้ยงปลานิลแดง ในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน คุณภาพน้ำสรุปได้ดังนี้ อุณหภูมิน้ำ อยู่ระหว่าง 28-33 องศาเซลเซียส ค่าความโปร่งแสง อยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ระหว่าง 3.0-6.0 mg/L ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ (pH) อยู่ระหว่าง 6.50-7.34 และแอมโมเนียละลายน้ำ อยู่ระหว่าง 0.1-0.5 mg/L

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพการผลิต

2.1 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิลแดง

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมไข่น้ำในระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิลแดง

ข้อมูลที่ศึกษา	ทรีตเมนต์ที่				P-value
	1	2	3	4	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัมต่อตัว)	82.83±0.81	79.33±4.25	76.50±1.68	84.37±9.76	0.344
น้ำหนักสุดท้าย (กรัมต่อตัว)	319.00±4.24^{a}	288.03±18.54^{b}	299.80±3.00^{ab}	289.27±14.37^{b}	0.045
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัมต่อตัว)	236.17±3.91^{a}	208.70±14.86^{b}	223.30±1.44^{a}	204.90±5.52^{b}	0.014
ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)	6.99±0.38	5.81±0.30	7.21±0.26	6.37±0.57	0.161
อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	285.12±4.62^{ab}	263.00±10.75^{bc}	291.97±4.86^{a}	244.67±23.54^{c}	0.009
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	3.94±0.07^{a}	3.48±0.25^{b}	3.72±0.02^{a}	3.42±0.09^{b}	0.006
อัตราการรอดตาย (%)	100±0.00	100±0.00	100±0.00	100±0.00	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD

^{abc} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทดลองมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายปลานิลแดง สรุปได้ดังนี้

2.1.1 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว) ของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 236.17±3.91, 208.70±14.86, 223.30±1.44 และ 204.90±5.52 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด

2.1.2 ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร) ของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 6.99±0.38, 5.81±0.30, 7.21±0.26 และ 6.37±0.57 เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2.1.3 อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%) ของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 285.12±4.62, 263.00±10.75, 291.97±4.86 และ 244.67±23.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 3 มีอัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด

2.1.4 อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) ของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 3.94±0.07, 3.48±0.25, 3.72±0.02 และ 3.42±0.09 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด

2.1.5 อัตราการรอดตาย (%) ของปลานิลแดงทุกทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกัน คือ มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 100%

2.2 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดง

ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมไข่น้ำในระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดง

ข้อมูลที่ศึกษา	ทรีตเมนต์ที่				P-value
	1	2	3	4	
อาหารที่กินทั้งหมดต่อตัว (กรัม/ตัว)	453.30±5.81	432.23±1.94	433.93±19.35	455.04±52.90	0.657
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.92±0.06	2.08±0.15	1.94±0.08	2.22±0.22	0.107
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	7.30±0.12 [a]	6.45±0.46 [bc]	6.90±0.04 [ab]	6.34±0.17 [c]	0.006

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD

[abc] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดง สรุปได้ดังนี้

2.2.1 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดต่อตัว ของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 453.30±5.81, 432.23±1.94, 433.93±19.35 และ 455.04±52.90 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2.2.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของปลานิลแดง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 1.92±0.06, 2.08±0.15, 1.94±0.08 และ 2.22±0.22 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2.2.3 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ของปลานิลแดง ทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 7.30±0.12, 6.45±0.46, 6.90±0.04 และ 6.34±0.17 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหาร ทรีตเมนต์ที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมากที่สุด

ตอนที่ 3 ความเข้มสีผิวและสีเนื้อของปลานิลแดง

ความเข้มสีผิวและสีเนื้อของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมไข่น้ำในระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ระดับความเข้มสีผิวและสีเนื้อปลานิลแดง โดยใช้ Salmo Fan™

ข้อมูลที่ศึกษา		ทรีตเมนต์ที่				P-value
		1	2	3	4	
สีผิว	เริ่มต้น	20.63±0.30	20.80±0.35	20.50±0.06	21.03±0.46	0.361
(SalmoFan score)	สิ้นสุด	20.63±0.17 ^{c}	21.86±0.35 ^{b}	22.36±0.10 ^{b}	24.83±0.49 ^{a}	0.000
สีเนื้อ	เริ่มต้น	23.00±0.00	23.00±0.00	23.00±0.00	23.00±0.00	-
(SalmoFan score)	สิ้นสุด	22.67±0.58	23.67±0.58	23.00±0.00	23.33±0.58	0.163

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD

^{abc} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3.1 ความเข้มสีผิวของปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.5 ความเข้มสีผิวของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 ความเข้มสีผิวของปลานิลแดงเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 20.63±0.30, 20.80±0.35, 20.50±0.06 และ 21.03±0.46 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองความเข้มสีผิวของปลานิลแดงเท่ากับ 20.63±0.17, 21.86±0.35, 20.36±0.10 และ 24.83±0.49 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 4 มีความเข้มของสีผิวมากที่สุด

3.2 ความเข้มสีเนื้อของปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.5 พบว่าความเข้มสีเนื้อของปลานิลแดง เมื่อเริ่มต้นการทดลองความเข้มสีเนื้อปลานิลแดงเท่ากันทุกทรีตเมนต์ คือ 23.00±0.00 เมื่อสิ้นสุดการทดลองความเข้มสีเนื้อของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 22.67±0.58, 23.67±0.58, 23.00±0.00 และ

23.33±0.58 ตามลำดับ โดยความเข้มสีเนื้อของปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตอนที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง

คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลานิลแดงและปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมไข่น้ำในระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง (ตากแห้ง)

ข้อมูลที่ศึกษา (น้ำหนักแห้ง)	ทรีตเมนต์ที่				P-value
	1	2	3	4	
คุณค่าทางโภชนาการ (%)					
ความชื้น	10.39±0.45	10.54±0.13	10.39±0.22	9.95±0.54	0.310
โปรตีน	69.44±0.31[b]	68.68±0.68[b]	70.76±0.16[a]	70.11±0.06[ab]	0.008
ไขมัน	13.96±0.30[a]	13.78±0.18[a]	12.76±0.25[b]	13.47±0.14[a]	0.002
NFE	1.12±0.13	0.79±0.63	0.52±0.13	0.86±0.52	0.426
เยื่อใย	1.15±0.08	1.17±0.11	1.23±0.04	1.26±0.07	0.293
เถ้า	4.20±0.01	4.27±0.01	4.34±0.11	4.34±0.02	0.056
แคโรทีนอยด์ (mg/g)					
เริ่มต้นการทดลอง	0.73±0.00	0.73±0.00	0.73±0.00	0.73±0.00	-
สิ้นสุดการทดลอง	1.63±0.01[b]	1.66±0.05[b]	1.68±0.02[ab]	1.75±0.02[a]	0.011

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD

[abc] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.1 ความชื้นในเนื้อปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าความชื้นในเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีความชื้นในเนื้อปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 10.39±0.45,

10.54±0.13, 10.39±0.22 และ 9.95±0.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.2 ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 69.44±0.31, 68.68±0.68, 70.76±0.16 และ 70.11±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 3 มีปริมาณโปรตีนในเนื้อปลามากที่สุด

4.3 ปริมาณไขมันในเนื้อปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณไขมันในเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีปริมาณไขมันในเนื้อปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 13.96±0.30, 13.78±0.18, 12.76±0.25 และ 13.47±0.14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยปลานิลแดงที่กินอาหารทรีตเมนต์ที่ 3 มีปริมาณไขมันในเนื้อปลานิลแดงน้อยที่สุด

4.4 ปริมาณไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE)ในเนื้อปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE)ในเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีปริมาณไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (NFE)ในเนื้อปลานิลแดง เมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 1.12±0.13, 0.79±0.63, 0.52±0.13 และ 0.86±0.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.5 ปริมาณเยื่อใยในเนื้อปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณเยื่อใยในเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีปริมาณเยื่อใยในเนื้อปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ1.15±0.08, 1.17±0.11, 1.23±0.04 และ 1.26±0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.6 ปริมาณเถ้าในเนื้อปลานิลแดง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณเถ้าในเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีปริมาณเถ้าในเนื้อปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 4.20±0.01, 4.27±0.01, 4.34±0.11 และ 4.34±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.7 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลา

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง เริ่มต้นการทดลองเนื้อปลานิลแดงทุกทรีตเมนต์ปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากัน คือ 0.73±0.00 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดงอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 เท่ากับ 1.63±0.01, 1.66±0.05, 1.68±0.02 และ 1.75±0.02 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 4 มีการสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อมากที่สุด

ตอนที่ 5 ต้นทุนค่าอาหาร

ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลานิลแดงแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลานิลแดง

ข้อมูลที่ศึกษา	ทรีตเมนต์ที่			
	1	2	3	4
จำนวนปลา (ตัว)	10	10	10	10
จำนวนวันที่ทดลอง (วัน)	60	60	60	60
น้ำหนักปลาทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (กก.)	2.62±0.09	2.62±0.06	2.72±0.04	2.61±0.24
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม)	4,533.00±58.11	4,322.25±19.40	4,339.25±193.47	4,550.42±529.01
ปริมาณไข่น้ำที่ผสม (กรัม)	0.00	216.11±0.97	433.93±19.35	682.56±79.35
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.92±0.06	2.08±0.15	1.94±0.08	2.22±0.22
ต้นทุนค่าอาหารสำเร็จรูป* (บาท)	113.33±1.45	102.65±0.46	97.63±4.35	96.70±11.24
ต้นทุนค่าไข่น้ำ+ไข่ไก่** (บาท)	0.00	20.81±0.05	31.70±0.97	44.13±3.97
ต้นทุนค่าอาหารทดลองทั้งหมด (บาท)	113.33±1.45	123.46±0.51	129.33±5.32	140.83±15.21
ต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (บาท/กก.)	43.20±0.96 [a]	47.16±1.13 [b]	47.55±1.24 [b]	53.87±1.82 [c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD

[abc] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.000)

*ราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปกิโลกรัมละ 25 บาท (ร้านบุรีรัมย์การเกษตร อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ ณ วันที่ 1 สิงหาคม 2555)

** ราคาไข่น้ำสด กิโลกรัมละ 5 บาท (ณ วันที่ 1 สิงหาคม 2555)

ราคาไข่ไก่สด ฟองละ 2.50 บาท ตลาดสดเมืองบุรีรัมย์ (ณ วันที่ 1 สิงหาคม 2555)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม), 2, 3 และ 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวเท่ากับ 43.20±0.96, 47.16±1.13, 47.55±1.24 และ 53.87±1.82 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยทรีตเมนต์ที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่ำที่สุด

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการเสริมไข่น้ำในอาหารเม็ดสำเร็จรูปในระดับต่างกัน เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อประสิทธิภาพการผลิต ความเข้มของสีปลานิลแดงคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลา และต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1.1 คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคโรทีนอยด์ของไข่น้ำและอาหารทดลอง

จากการทดลองพบว่า ไข่น้ำมีคุณค่าทางโภชนาการดังนี้ ความชื้น 10.17% ปริมาณโปรตีน 19.78% ไขมัน 0.44% คาร์โบไฮเดรต 37.81% เยื่อใย 12.55% เถ้า 19.18% และปริมาณแคโรทีนอยด์ 1.34 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำจากการศึกษาของนิศาชล ฤา แก้วมา (2548) ที่พบว่าไข่น้ำมีปริมาณโปรตีน 20.32% ไขมัน 4.80% เยื่อใย 11.82% และ เถ้า 17.21%

เมื่อนำตัวอย่างอาหารทดลองส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าอาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 1 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด และพบว่าปริมาณโปรตีนในอาหารทดลองลดลงตามปริมาณการเสริมไข่น้ำที่มากขึ้น ($P<0.05$) ซึ่งเป็นเพราะไข่น้ำมีโปรตีนต่ำและมีเยื่อใยสูงกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปทางการค้า เมื่อนำมาผสมกัน จึงทำให้อาหารทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 มีคุณค่าทางโภชนาการลดต่ำลงตามลำดับ ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์พบว่า อาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 4 มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุด เนื่องจากเสริมด้วยไข่น้ำในปริมาณสูงสุด และพบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารจะมากขึ้นตามปริมาณไข่น้ำที่ผสมในอาหารในสัดส่วนที่มากขึ้น ($P<0.05$) เนื่องจากไข่น้ำมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าอาหารที่ใช้ทดลอง เมื่อเสริมไข่น้ำในปริมาณมากจะทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์มากตามไปด้วย

1.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมไข่น้ำในระดับต่างกัน พบว่าคุณภาพน้ำในช่วงเวลาการทดลองมีคุณภาพน้ำใกล้เคียงกัน โดยมีอุณหภูมิน้ำ อยู่ระหว่าง 28-33 องศาเซลเซียส ค่าความโปร่งแสง อยู่ระหว่าง 40-50 เซนติเมตร

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ระหว่าง 3.0-6.0 mg/L ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ (pH) อยู่ระหว่าง 6.50-7.34 และแอมโมเนียละลายน้ำ อยู่ระหว่าง 0.1-0.5 mg/L ซึ่งมีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ จากรายงานของโชคชัย เหลืองธุรประณีต (2548) กล่าวว่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลแดงคือ อุณหภูมิน้ำ อยู่ระหว่าง 25.28 องศาเซลเซียส ค่าความโปร่งแสง อยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ไม่น้อยกว่า 3.0 mg/L ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ (pH) อยู่ระหว่าง 6.50-9.00

1.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิลแดง

จากการทดลองพบว่า ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว (ทรีตเมนต์ที่ 1) และปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมไข่น้ำ 10% (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าทรีตเมตน์อื่นๆ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1 ได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าปลาในทรีตเมนต์อื่น ซึ่งปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปลานิลแดงอยู่ในช่วง 30-35% แต่ปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลแดงน้ำหนักเฉลี่ย 70-300 กรัม คือ 32% (กรมประมง, 2541; Swich, 2001)

สำหรับปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 3 ที่เสริมไข่น้ำ 10% พบว่า มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญโต สูงกว่าปลานิลแดงที่ได้รับอาหาร ทรีตเมนต์ที่ 2 ที่เสริมไข่น้ำ 5% ทั้งที่อาหารที่ได้รับมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำกว่า อาจเป็นเพราะปลานิลแดงเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ โดยธรรมชาติแล้วอาหารส่วนใหญ่ของปลานิลและปลานิลแดงเฉพาะช่วงโตกินพืชเป็นอาหารหลัก เนื่องจากร่างกายปลาปรับตัวให้สามารถย่อยโปรตีนจากพืชได้ดีขึ้น แต่มีระดับการย่อยโปรตีนในพืชแต่ละชนิดที่แต่ต่างกัน ปลานิลแดงสามารถย่อยเยื่อใยในผนังเซลล์พืช และเยื่อใยได้โดยจุลินทรีย์ในท่อทางเดินอาหาร แต่ปริมาณจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารมีปริมาณจำกัด ทำให้การย่อยผนังเซลล์พืชและเยื่อใยเป็นไปอย่างจำกัด ส่งผลให้การเจริญเติบโตของปลานิลแดงแตกต่างกันตามปริมาณการเสริมไข่น้ำที่แตกต่างกัน (McGoogan and Gatlin lll, 2000; วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536) ดังนั้น ปริมาณเยื่อใยในอาหารจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา สำหรับปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 4 ที่เสริมไข่น้ำ 15% มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 3 อาจเนื่องจากข้อจำกัดของการย่อยเยื่อใย เมื่อเยื่อใยในอาหารมีจำนวนมากเกินความสามารถในการย่อยก็จะถูกขับถ่ายออกมา ทำให้ปลาอาจจะได้รับสารอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย (นิวุฒิ หวังชัย, 2549; รัตนสุดา ไชยเชษฐ์, 2552; วรรณชัย พรหมเกิด, 2553)

ส่วนความยาว และอัตราการรอดตายของปลานิลแดงแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักมากกว่าการเปลี่ยนแปลง

ความยาว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปลาขึ้นอยู่กับขนาดและอายุ เมื่อปลายาวได้ระยะหนึ่ง ความยาวจะคงที่ การสะสมไขมันทำให้การเจริญเติบโตแสดงออกด้านกว้างของตัวปลา (วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536) สำหรับอัตราการรอดตายที่พบไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากปลานิลแดงที่นำมาเลี้ยงมีขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้ปลามีภูมิคุมิกันที่สูงกว่าปลาขนาดเล็ก จึงทำให้มีอัตรารอดตายสูง (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

1.4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดง

จากการทดลอง พบว่าปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างเดียว (ทรีตเมนต์ที่ 1) มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) สูงที่สุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 3, 2 และ 4 ตามลำดับ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประสิทธิภาพการใช้โปรตีนแปรผันตามอัตราการเจริญเติบโต ถ้าอัตราการเจริญเติบโตสูง แสดงว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีเช่นกัน หากเปรียบเทียบกันระหว่างอาหารที่มีโปรตีนเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน แต่มีส่วนประกอบอื่นๆ ต่างกัน เช่น พลังงาน และเยื่อใยในอาหารสูง ไม่ได้หมายความว่าจะมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเท่ากัน และวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลาแต่ละชนิดมีสารอาหารที่ปลาต้องการแตกต่างกัน โดยที่วัตถุดิบทดแทนกลุ่มพืชมีกรดอะมิโนที่จำเป็นแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด เมื่อปลานิลแดงได้รับอาหารที่มีวัตถุดิบเหล่านี้เข้าไป จึงทำให้มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนที่แตกต่างกัน (นิวุฒิ หวังชัย 2549; วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536; Hepher, 1988) สอดคล้องกันกับการศึกษาของ Ariyaratne (2010) ที่ศึกษาการใช้ไข่น้ำเป็นอาหารปลานิล โดยให้ปลากินอาหารเม็ดสำเร็จรูป และอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมไข่น้ำ 5% พบว่าอาหารสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีกว่าอาหารเสริมไข่น้ำ

ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) แต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลานิลแดงแต่ละทรีตเมนต์ได้รับอาหารในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน และปลานิลแดงมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันมาก จึงทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ต่างกัน

1.5 ความเข้มสีผิวและสีเนื้อของปลานิลแดง

จากการทดลองพบว่า ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเสริมไข่น้ำ 15% (ทรีตเมนต์ที่ 4) มีความเข้มสีผิวเมื่อสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด ($P<0.05$) และความเข้มสีผิวจะลดลงตามปริมาณไข่น้ำที่เสริมในอาหารน้อยลง สำหรับสีเนื้อเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไข่น้ำเป็นวัตถุดิบอาหารกลุ่มพืช ที่มีการสะสมรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นพืช พบว่าเมื่อเสริมไข่น้ำในอาหารปลานิลแดงในปริมาณมากขึ้นก็จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารมากตามไปด้วย ซึ่งคุณสมบัติของแคโรทีนอยด์เมื่อสะสมในตัวปลาจะทำให้ปลาสีสันสวยงามมากขึ้น และแคโรทีนอยด์จะสะสมมากที่สุดคือที่ผิวหนังและเกล็ด ปลานิลแดง

สามารถเปลี่ยนแคโรทีนอยด์ในอาหารและสะสมในรูปของแอสตาแซนทีนและเบต้า-แคโรทีนเป็นหลัก จึงทำให้เกิดสีแดง ส้ม และเหลืองบนตัวปลา การสะสมของแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาจะมีการสะสมน้อยกว่าที่ผิวหนัง จึงทำให้การแสดงสีที่เนื้อแสดงออกมาไม่เด่นชัด โดยการสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ปลาได้รับ (Ohkubo และคณะ, 1999; กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ, ม.ป.ป.; จารุวัลย์ แสงกระจ่าง และ เกียงศักดิ์ เม่งอำพัน, 2551; ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน และคณะ, 2551)

1.6 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง

จากการทดลองพบว่า ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปเสริมไข่น้ำ 10% (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีคุณค่าทางโภชนาการในเนื้อ คือ ปริมาณโปรตีนสูงสุด และไขมันยังต่ำสุด ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 (ชุดควบคุม) มีปริมาณโปรตีนในเนื้อน้อยที่สุด และมีไขมันสูงสุด ($P<0.05$) จากผลการวิเคราะห์อาหารทดลอง พบว่า อาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 1 มีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ มีโปรตีน ไขมัน และ NFE สูงกว่าทรีตเมนต์ที่มีการเสริมไข่น้ำทุกระดับ จึงทำให้มีการเปลี่ยนโภชนะเหล่านี้เป็นไขมันและสะสมในร่างกาย และสำหรับทรีตเมนต์ที่ 3 ที่เสริมไข่น้ำ 10% ที่พบมีโปรตีนในเนื้อสูง อาจเป็นเพราะคุณค่าทางโภชนาการในอาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 3 มีปริมาณโปรตีนสูงและไขมันต่ำ เมื่อสะสมในตัวปลาจึงส่งผลให้โปรตีนสูงและไขมันต่ำเช่นเดียวกัน (นิวุฒิ หวังชัย, 2549)

ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาแต่ละทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อาจเป็นเพราะการสะสมแคโรทีนอยด์ของปลาแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยปลาที่มีเกล็ดจะสะสมแคโรทีนอยด์ที่เกล็ดหรือผิวในปริมาณมากกว่าการสะสมในเนื้อ ส่วนปลาหนังจะสะสมในเนื้อเป็นหลัก จึงทำให้ในเนื้อปลาหนัง เช่น ปลาดุก ปลาสวาย และปลาบึก มีสีเนื้อสวยงามกว่าปลามีเกล็ด ส่วนปลามีเกล็ดจะแสดงสีสันที่ผิวหนังมากกว่า เช่น ปลานิลแดง และปลาสวยงามชนิดต่างๆ ซึ่งการสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อขึ้นอยู่กับอายุปลา และระยะเวลาที่ได้รับแคโรทีนอยด์ ถ้าปลาที่มีเกล็ดได้รับแคโรทีนอยด์ในระยะเวลาสั้นๆ ปลาจะสะสมที่ผิวหนังหรือเกล็ดก่อน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อจึงไม่มีความแตกต่างกัน และทำให้สีเนื้อที่ปรากฏไม่มีความแตกต่างกัน ถ้าหยุดให้ปลากินอาหารที่เสริมแคโรทีนอยด์ที่ได้จากสารสังเคราะห์ หรือจากพืชและสัตว์ พบว่าปลาจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อและสีผิวจะลดลงตามจำนวนวันที่หยุดเสริมแคโรทีนอยด์ (จงกล พรมยะ, 2552; ธนพงษ์ เจริญเมือง, 2553; และธัชศึก คุ้มพร้อม, 2554)

ส่วนอาหารเม็ดสำเร็จรูปในทรีตเมนต์ที่ 1 พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์อยู่แล้ว ซึ่งแคโรทีนอยด์ดังกล่าวมาจากวัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหาร ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลาทรีตเมนต์ที่ 1 เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลาไม่สามารถใช้ประโยชน์จาก

แคโรทีนอยด์ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ดังกล่าวได้เต็ม แตกต่างจากการได้รับแคโรทีนอยด์ที่มาจากพืชน้ำ โดยเฉพาะไข่น้ำที่ปลานิลแดงสามารถใช้ประโยชน์จากแคโรทีนอยด์ได้ในปริมาณที่มาก จึงทำให้การสะสมแคโรทีนอยด์ในเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปที่เสริมไข่น้ำสูงกว่าในเนื้อปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว

1.7 ต้นทุนค่าอาหาร

จากการทดลองพบว่าปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่ำที่สุด ส่วนทรีตเมนต์ที่ 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวมากที่สุด ($P<0.05$) เนื่องจากปลานิลแดงที่ได้รับอาหารทรีตเมนต์ที่ 1 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด และ FCR ต่ำที่สุด เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวนหาต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวจึงมีต้นทุนต่ำเช่นกัน

จากการศึกษาผลการเสริมไข่น้ำต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารของปลานิลแดง พบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป (ทรีตเมนต์ที่ 1) มีความเหมาะสมมากที่สุด แต่ถ้าเปรียบเทียบกันระหว่างปลานิลแดงที่ได้รับอาหารเสริมไข่น้ำ พบว่าการเสริมไข่น้ำ 10% ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาเลี้ยงปลานิลแดง

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

2.1.1 การศึกษานี้ทำการศึกษาในสถานที่เลี้ยงปลานิลแดงของเกษตรกร และใช้เครื่องมือที่ง่ายต่อการนำไปใช้ โดยเป็นการทดลองในกระชังที่วางในบ่อดินที่มีสภาพน้ำนิ่ง ถ้านำไปเลี้ยงในแม่น้ำ บ่อซีเมนต์ หรือคลองน้ำไหล อาจได้ผลการทดลองที่แตกต่างจากการทดลองนี้

2.1.2 การศึกษานี้ใช้ไข่น้ำแห้งและใช้ไข่ขาวในการเคลือบ ดังนั้นถ้าใช้วิธีการเสริมไข่น้ำที่แตกต่างจากนี้ เช่น การใช้ไข่น้ำสดในการเลี้ยง และการใช้สารเหนียวในการเคลือบที่แตกต่างจากนี้ อาจได้ผลการทดลองที่แตกต่าง

2.2 ข้อแนะนำในการวิจัยครั้งต่อไป

2.2.1 ควรศึกษาในสัตว์น้ำชนิดอื่นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขึ้น

2.2.2 ควรศึกษาในปลาสวยงาม เนื่องจากไข่น้ำทำให้ปลานิลแดงมีสีผิวที่เข้มมากขึ้น โดยจะเป็นการลดการซื้อสารเร่งสีผิวจากต่างประเทศที่มีราคาแพงได้

2.2.3 ควรศึกษาระยะเวลาการเสริมไข่น้ำที่มีผลต่อการเกิดสีที่ผิว เพื่อหาวิธีการเสริมที่สั้นที่สุดก่อนการส่งตลาด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ (ม.ป.ป.) **"**การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำและการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง**"** ภาควิชาการจัดการการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมประมง (2541) *คู่มือการเพาะเลี้ยงปลานิลเพศผู้ สายพันธุ์จิตรลดา 2* สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน (2548) *หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ* คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ขจรเกียรติ์ แซ่ตัน ไพโรจน์ สมสอน ทะนงศักดิ์ สุปัน บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และจงกล พรมยะ (2551**)** "การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายยูกลีนา (*Euglena sanguinea* Ehrenberg) ในการเพิ่มสีปลานิลแดง" คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ สืบค้นวันที่ 17 มิถุนายน 2555 http://ridceo.rid.go.th/buriram/ buriram.html

ขจรเกียรติ์ ศรีนวลสม สุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย และบัญญัติ มนเทียรอาสน์ (2551) *บทปฏิบัติการนิเวศวิทยาแหล่งน้ำ* คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

จารุวัลย์ แสงกระจ่าง และเกียงศักดิ์ เม่งอำพันธ์ (2551) "ผลของหร่ายสไปรูลินาต่อการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการแคโรทีนอยด์และสีเนื้อปลาบึกอายุ 1 ปี รายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2551 กรมประมง

จงกล พรมยะ (2552) *การเพาะเลี้ยงสาหร่าย* คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

โชคชัย เหลืองธุรประณีต **(**2548**)** *หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ* พิมพ์ครั้งที่ **2** กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์โฟร์เฟซ

ธัชศึก คุ้มพร้อม จงกล พรมยะ เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน นิวุฒิ หวังชัย และชนกันต์ จิตมนัส (2554) "ผลของสาหร่ายสไปรูไลนาและสาหร่ายไกต่อการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและการปรับปรุงสีของปลาทอง" วิทยานิพนธ์ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ธนพงษ์ เจริญเมือง วิณากร ที่รัก และกฤษดา นูตา (2552) “การผลิตรงควัตถุ (pigment) จากสาหร่าย” หนังสือรวบรวมผลงานโครงงานที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS 2552 กรุงเทพมหานคร

นิวุฒิ หวังชัย (2549) *โภชนาศาสตร์สัตว์น้ำ* คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดชียงใหม่

นิศาชล ฤาแก้วมา (2548) “การใช้ประโยชน์จากไข่น้ำเพื่อใช้เป็นอาหารปลา” สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสกลนคร

เบญจภรณ์ บุณยพุกณะ (2542) “การทดสอบความเป็นพิษและการดูดซับโลหะโครเมียมและแคดเมียมโดยไข่น้ำ” วิทยานิพนธ์ สาขาเภสัชกรรมศาสตร์ คณะเภสัชกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล

ปัญญา สุวรรณสมุทร (2545) *ปลาในกระชังโครงการหนังสือเกษตรชุมชน* จังหวัดนนทบุรี สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น

พิพัฒน์พงษ์ วงศ์ใหญ่ ชาววัล จันทึก และสุนีย์ จันทร์สกาว (ม.ป.ป.) **“**การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากผำ**”** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สืบค้นวันที่ 20 มิถุนายน 2555 จาก **http://www.thaipost.net/node/49154**

พรชัย อนุชาติ (2550) “ผลของแคโรทีนอยด์จากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเร่งสีปลาทอง” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

รัตนสุดา ไชยเชษฐ์ (2552) “ผลของการใช้วัตถุดิบโปรตีนบางชนิดทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาโมง” วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 3, 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม) : 15-23

ลอง ธารา (2544) *ปลาเศรษฐกิจน่าเลี้ยง* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ไพลินบุ๊คเน็ต

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย (2536) *อาหารปลา* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

วรรณชัย พรหมเกิด (2553) **“**การใช้สาคูสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.**)** ขนาดกลาง**”** *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง* **4, 2** (กรกฎาคม-ธันวาคม**)** : 14-25

เวียง เชื้อโพธิ์หัก (2542) *โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์มหาวิทยาเกษตรศาสตร์

สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์ (2551) “การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ *(Wolffia arrhiza* (L.) Wimm)” *วารสารการประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* 60, 5: 405-413

สุทธวัฒน์ เบญจกุล (2548) *เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ* กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์ (2553) “ชีววิทยาของไข่น้ำและการเพาะขยายพันธุ์โดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม” มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ศิริภาวี ศรีเจริญ นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ วิรัช จิ๋วแหยม สมสมร แก้วบริสุทธิ์ ธงชัย จำปาศรี และสำเนาว์ ข้องสาย (2544) “การเพาะเลี้ยงไข่น้ำสำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารปลา” ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อัมพร สมบูรณ์มาก (2547) “ผลของแหล่งไขมันต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยาในปลานิลแดงแปลงเพศ” วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

อำพล พงศ์สุวรรณ์ และอารีย์ สิทธิมังค์ (2532) *คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์สยามรัฐ

Ariyarate M.H.S. (2010) “Potential of Duckweed (*Wolffia arrhiza*) An invasive aquatic plant as fish feed in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry rearing” Sri Lanka.Pak. J. Weed Sci. Res 16(3): 321-333.

AOAC (1990) *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists* 15th ed AOAC Arlington VA: 1360 p.

Food and Agriculture Organization of the Unition (1996) *Species Indentification Fild Guide for Porposes. Rom*e.

Hartog, C.D. and Plas, F.V. (1970) *A synopsis of the Lemnacemea.* Bluemea18: 367.

Hepher, B. (1988) *Nutrition of pond fisher.* Cambridge University Press, New York.

Rejmankova, E. (1981) “On the production ecology of duckweeds.” Intern. Workshop on aquatic macrophytes. Illmitez.

McGoogan, B. and Gatlin, D.M.lll (2000) “Dietary manipulatin affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenop ocellatus*: II. Effects of energy level and nutrient density at various feeding rates” Aquaculture 182: 271-285.

Ohkubo, M., Tsushima M., Maoka T. and Matsuno T. (1999) "Carotenoids and their metabolism in the goldfish (*Carassius auratus* Hibuna)" Comparative Biochemistry and Physiology Part B 124: 333-340.

Sommer, T. R., Souza, F. M. L. and Morry, N. M. (1992) "Pigmentation of adult rainbow trout, *Oncorthnchus mykiss*, using the green alga *Haematococcus pluvialis*" Aquacult: 106 p.

Swich, Robert A. (2001) "Feed Based Tilapia Culture" ASA Technical Bulletin Vol. AQ 49-2001. 10 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูล

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักและความยาวของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 1

ว/ด/ป	ทรีตเมนต์ที่ 1					
	T_1R_1		T_1R_2		T_1R_3	
	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
12/8/2555	16.37	81.90	16.79	83.30	16.73	83.30
27/8/2555	17.23	120.70	17.62	132.10	17.97	132.70
11/9/2555	18.29	169.30	17.68	176.10	19.12	172.40
26/9/2555	19.07	235.50	18.28	218.70	19.16	207.20
11/10/2555	23.51	316.60	23.35	316.50	24.00	323.90

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักและความยาวของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 2

ว/ด/ป	ทรีตเมนต์ที่ 2					
	T_2R_1		T_2R_2		T_2R_3	
	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
12/8/2555	16.26	78.60	16.44	75.50	16.66	83.90
27/8/2555	17.71	123.30	17.68	121.50	17.98	119.90
11/9/2555	18.78	162.70	18.49	165.90	18.32	157.40
26/9/2555	19.28	214.00	18.71	210.60	19.09	215.60
11/10/2555	22.05	294.60	22.56	267.10	22.19	302.40

ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักและความยาวของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 3

ว/ด/ป	ทรีตเมนต์ที่ 3					
	T_3R_1		T_3R_2		T_3R_3	
	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
12/8/2555	16.12	75.20	16.02	75.90	16.06	78.40
27/8/2555	17.67	117.30	16.77	117.30	17.43	124.50
11/9/2555	18.39	161.30	18.38	156.70	18.76	176.10
26/9/2555	18.70	221.10	18.97	204.90	19.80	227.00
11/10/2555	23.40	296.90	23.45	299.60	22.98	302.90

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักและความยาวของปลานิลแดงทรีตเมนต์ที่ 4

ว/ด/ป	ทรีตเมนต์ที่ 2					
	T_4R_1		T_4R_2		T_4R_3	
	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)
12/8/2555	17.19	93.90	16.20	74.40	16.82	84.80
27/8/2555	18.62	138.30	17.65	117.50	17.86	131.20
11/9/2555	19.42	199.80	18.46	152.20	19.49	171.40
26/9/2555	20.15	245.60	19.90	192.30	19.90	218.60
11/10/2555	23.01	300.60	23.15	273.10	23.15	294.10

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณอาหารที่ใช้ในการทดลองต่อกระชัง

ทรีตเมนต์ที่	จำนวนซ้ำ		
(กรัม)	1	2	3
T_1	4,555.50	4,576.50	4,467.00
T_2	4,339.50	4,301.25	4,326.00
T_3	4,311.75	4,161.00	4,545.00
T_4	5,082.00	4,023.00	4,547.25

ตารางผนวกที่ 6 สีผิวและสีเนื้อปลานิลแดง

ข้อมูล	ทรีตเมนต์ที่					
	T_1R_1		T_1R_2		T_1R_3	
	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)
ก่อนการทดลอง	20.30	23.0	20.70	23.00	20.90	23.00
หลังการทดลอง	20.40	23.00	20.70	22.00	20.80	23.00
ข้อมูล	T_2R_1		T_2R_2		T_2R_3	
	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)
ก่อนการทดลอง	21.00	23.00	21.00	23.00	20.40	23.00
หลังการทดลอง	22.10	24.00	21.50	24.00	22.00	23.00
ข้อมูล	T_3R_1		T_3R_2		T_3R_3	
	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)
ก่อนการทดลอง	20.60	23.00	20.40	23.00	20.50	23.00
หลังการทดลอง	2.50	23.00	22.20	23.00	22.40	23.00
ข้อมูล	T_4R_1		T_4R_2		T_4R_3	
	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)	สีผิว (เบอร์)	สีเนื้อ (เบอร์)
ก่อนการทดลอง	20.60	23.00	21.30	23.00	21.20	23.00
หลังการทดลอง	24.30	23.00	25.30	23.00	24.90	24.00

ตารางผนวกที่ 7 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อปลานิลแดง

ทรีตเมนต์ที่	คุณค่าทางโภชนาการ (%)						แคโรทีนอยด์ (mg/g dry)
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	NFE	เยื่อใย	เถ้า	
ก่อนการทดลอง							
ซ้ำที่ 1	10.80	73.87	6.97	2.14	0.00	6.22	0.72
ซ้ำที่ 2	10.82	73.10	7.14	2.92	0.00	6.02	0.74
ซ้ำที่ 3	10.82	73.34	7.55	2.23	0.00	5.99	0.74
หลังการทดลอง							
T_1R_1	10.85	69.38	13.35	1.73	1.20	4.21	1.64
T_1R_2	10.37	69.17	13.80	1.70	1.19	4.20	1.63
T_1R_3	9.96	69.78	13.92	1.56	1.05	4.20	1.62
T_2R_1	10.66	69.74	13.58	1.51	1.07	4.28	1.71
T_2R_2	10.55	68.68	13.91	1.42	1.15	4.27	1.61
T_2R_3	10.41	70.88	13.85	1.50	1.28	4.26	1.66
T_3R_1	10.32	70.82	12.47	1.51	1.27	4.47	1.71
T_3R_2	10.22	70.82	12.89	1.46	1.20	4.26	1.68
T_3R_3	10.64	70.57	12.91	1.46	1.22	4.29	1.67
T_4R_1	10.34	70.17	13.58	1.50	1.22	4.35	1.72
T_4R_2	9.34	70.11	13.52	1.27	1.34	4.32	1.78
T_4R_3	10.18	70.06	13.31	1.39	1.23	4.35	1.75

ตารางผนวกที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในไข่น้ำ

จำนวนซ้ำ	คุณค่าทางโภชนาการ (%)						แคโรทีนอยด์ (mg/g dry)
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	NFE	เยื่อใย	เถ้า	
1	10.18	19.68	0.37	38.07	12.55	19.15	1.30
2	10.19	19.93	0.40	37.93	12.55	19.00	1.33
3	10.15	19.72	0.56	37.87	12.55	19.40	1.40

ตารางผนวกที่ 9 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลอง

ทรีตเมนต์ที่	คุณค่าทางโภชนาการ (%)						แคโรทีนอยด์ (mg/g dry)
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	NFE	เยื่อใย	เถ้า	
T_1R_1	7.84	32.22	3.80	44.93	3.36	7.85	0.83
T_1R_2	7.81	32.41	4.11	44.62	3.36	7.69	0.83
T_1R_3	8.04	32.39	3.49	44.48	3.36	7.84	0.83
T_2R_1	10.42	30.99	3.54	43.62	3.40	8.03	0.88
T_2R_2	10.55	31.26	3.62	43.04	3.40	8.13	0.87
T_2R_3	10.51	31.08	3.47	43.38	3.40	8.16	0.89
T_3R_1	11.22	30.48	3.53	42.55	3.79	8.43	0.90
T_3R_2	11.13	30.87	3.65	42.09	3.79	8.47	0.90
T_3R_3	11.23	30.33	3.43	42.47	3.79	8.75	0.91
T_4R_1	10.37	30.61	3.66	42.48	4.02	8.86	0.91
T_4R_2	10.43	30.10	3.52	42.95	4.02	8.98	0.92
T_4R_3	10.40	30.29	3.46	43.00	4.02	8.83	0.92

ภาคผนวก ข

ภาพอุปกรณ์และการทดลอง

ภาพผนวกที่ 1 กระชังที่ใช้เลี้ยงปลานิลแดงในการทดลอง

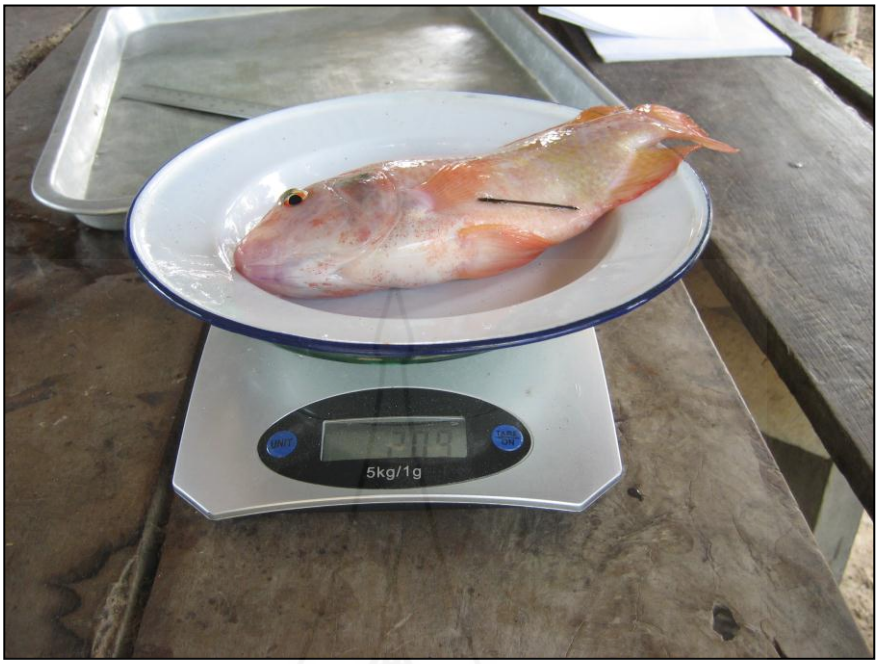
ภาพผนวกที่ 2 ชุดทดสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ

ภาพผนวกที่ 3 ชุดทดสอบแอมโมเนียของน้ำ

ภาพผนวกที่ 4 ชุดทดสอบออกซิเจนละลายน้ำ

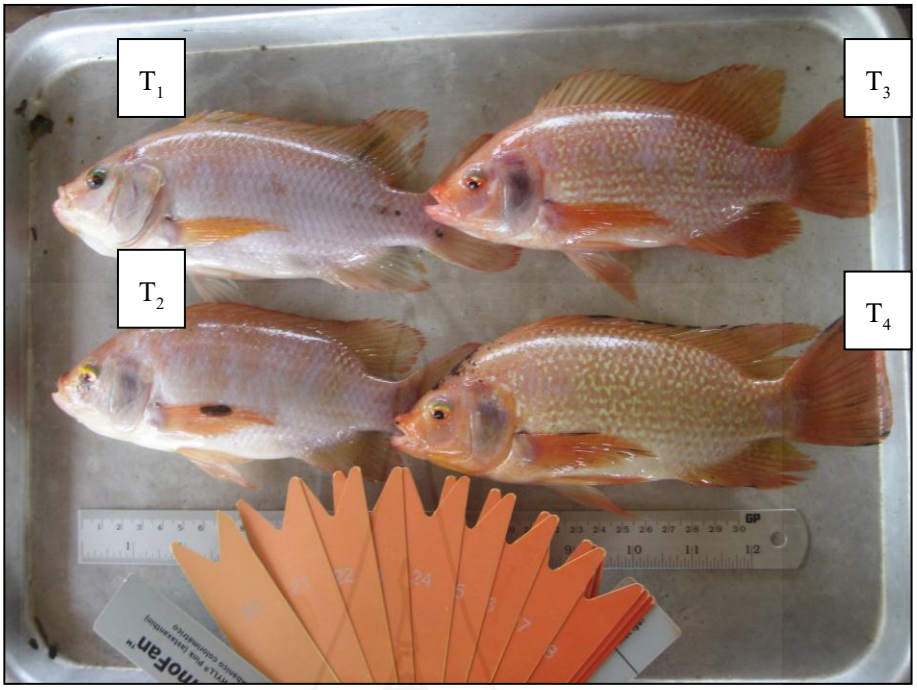
ภาพผนวกที่ 5 ไข่น้ำแห้งที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวกที่ 6 อาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลแดงในการทดลอง

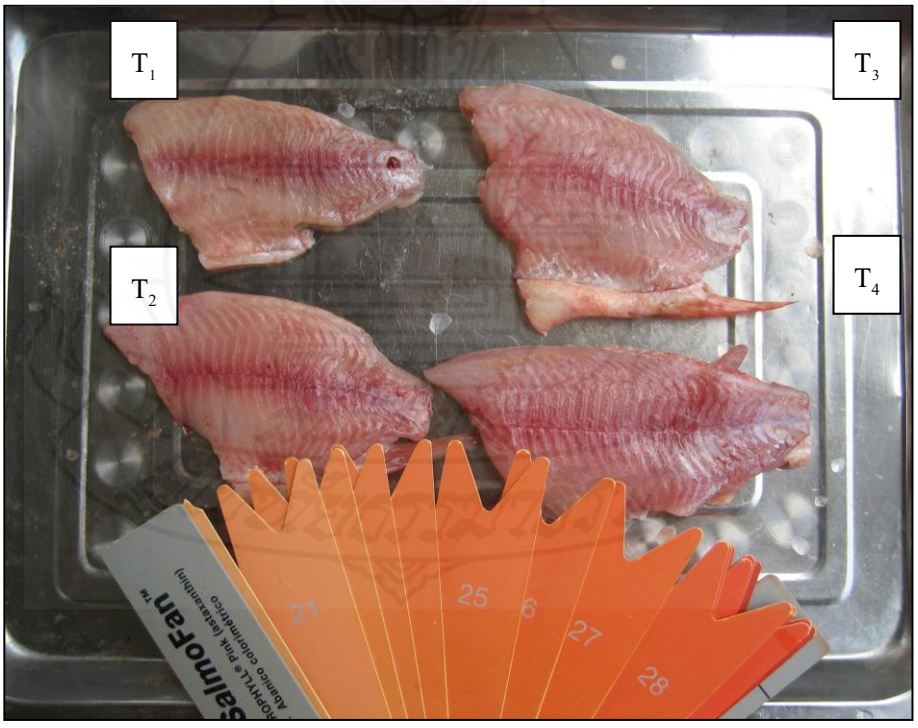


ภาพผนวกที่ 7 การชั่งน้ำหนักปลานิลแดง

ภาพผนวกที่ 8 การวัดความยาวปลานิลแดง



ภาพผนวกที่ 9 การวัดความเข้มสีผิวปลานิลแดง



ภาพผนวกที่ 10 การวัดความเข้มสีเนื้อปลานิลแดง

ภาพผนวกที่ 11 เนื้อปลานิลแดงก่อนและหลังการตากแดด

ภาพผนวกที่ 12 เนื้อปลานิลแดงหลังการบด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อและนามสกุล	นายวิณากร ที่รัก
วัน เดือน ปีเกิด	26 มีนาคม 2530
สถานที่เกิด	28/2 หมู่ที่ 16 ต.โคกสะอาด อ.ลำปลายมาศ จ.บุรีรัมย์ 31130
ประวัติการศึกษา	วท.บ การประมง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่ทำงาน	บริษัท เอเพ็กซ์ รีเสิร์ช โปรดักส์ จำกัด
ตำแหน่ง	นักวิชาการและวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์