ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของอัตราการปล่อยเลี้ยงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลานิลแดง ในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด

Effect of Stocking Density on Growth and Production of Red Tilapia in Closed Recirculation culture System

ชื่อนักศึกษา นางสาว วิจิตรา สุนทรมโนคติ

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จตุพร บัณฑิต

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์จตุพร บัณฑิต)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 24 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18755

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอัตราการปล่อยเลี้ยงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลานิลแดง ในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด

Effect of Stocking Density on Growth and Production of Red Tilapia in Closed Recirculation culture System

T099313

โดย

นางสาว วิจิตรา สุนทรมโนคติ

ปพ.
2528ผ
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอัตราการปล่อยเลี้ยงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลานิลแดง ในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด

Effect of Stocking Density on Growth and Production of Red Tilapia in Close Recirculation Culture System

จากการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 70 ,140 และ 240 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ เพื่อศึกษาการเติบโตของปลานิลแดง โดยใช้ปลาซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 13.91±1.11กรัมต่อตัว พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลานิลแดงเท่ากับ 197.11±0.88, 185.47±0.23 และ129.84±2.40 ตามลำดับ และพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ค่าอัตราการแลกเนื้อ(FCR)เท่ากับ 2.15 2.26 และ 2.74 ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน(PER)เท่ากับ 2.43 2.24 และ2.05 ค่าการใช้โปรตีนสุทธิ(NPU)ในตัวปลาเท่ากับ 20.39 เปอร์เซ็นต์ 19.34 เปอร์เซ็นต์ และ17.01 เปอร์เซ็นต์ ค่าการใช้โปรตีนสุทธิ(NPU)ในเนื้อปลาเท่ากับ 28.80 เปอร์เซ็นต์ 25.19 เปอร์เซ็นต์ และ24.75 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดตายเท่ากับ 95.67 เปอร์เซ็นต์ 94.70 เปอร์เซ็นต์ และ92.00 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตสุทธิเท่ากับ 11.50 21.41 และ21.31 กิโลกรัมต่อบ่อตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าปลานิลแดงมีค่า FCR, PER, NPU และผลผลิตสุทธิไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ นอกจากนี้แล้วพบว่าองค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาและในเนื้อปลาของปลานิลแดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์จตุพร บัณฑิต เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำอย่างใกล้ชิดตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ที่ให้คำแนะนำและแนวคิดต่างๆ และขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ ที่ให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษและเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณบุศยรัตน์ เอี่ยมทศ คุณวรางคณา กาซัม คุณสถิตย์ อินทร์ชื่นใจ และเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบุพการีและน้องสาวที่คอยให้ความช่วยเหลือทางด้านกำลังทรัพย์และคอยให้กำลังใจตลอดมา

คุณความดีใดๆ อันเกิดจากข้าพเจ้าครั้งนี้ ขอยกให้กับบุพการีทั้งสองของข้าพเจ้าและครูอาจารย์อันเป็นที่เคารพรัก

นางสาววิจิตรา สุนทรมโนคติ

เมษยน 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iii
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุปและข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดของอาหารที่เหมาะสมกับปลานิลแดงขนาดต่าง	4
2	ส่วนประกอบของสารอาหารที่สะสมในเนื้อปลา	7
3	วิตามินที่สะสมในปลา	7
4	แร่ธาตุบางตัวที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อปลา(Fillets)	8
5	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแต่ละชนิด	9
6	ประเมินค่าอาหารปลาก่อนการทดลอง	14
7	ประเมินค่าปลานิลแดงก่อนการทดลอง	14
8	ผลการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบปิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน	20
9	ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อปลานิลแดงที่เลี้ยงในระบบปิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน	20

ตารางผนวกที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลานิลแดงในการชั่งวัดทุก 2 สัปดาห์	28
2	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแดงในการชั่งวัดทุก 2 สัปดาห์	29
3	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลานิลแดงในการชั่งวัดทุก 2 สัปดาห์	30
4	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแดงในการชั่งวัดทุก 2 สัปดาห์	31
5	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดงในการชั่งวัดทุก 2 สัปดาห์	32
6	อัตราการรอดตายของปลานิลแดงในระบบปิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน	33
7	ต้นทุนผันแปรในการเลี้ยง	34
8	ปริมาณอาหารที่ปลากิน	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วัสดุกรองที่ใช้ในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	11
2	ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	12
3	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	15
4	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	16
5	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	17
6	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	17
7	การใช้โปรตีนสุทธิของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด	18
8	อัตราการรอดตายของปลานิลแดงในระบบปิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน	18
9	ผลผลิตสุทธิของปลานิลแดงในระบบปิดที่มีความหนาแน่นต่างกัน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การประมงของไทยได้มีการพัฒนาเป็นลำดับขั้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นระบบการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ มีการพัฒนาด้านเทคนิคและวิธีการ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลง จึงมีการเลี้ยงปลาในปริมาณความหนาแน่นที่สูงขึ้นและลดค่าใช้จ่ายที่สิ้นเปลืองลง แต่ยังต้องการให้มีผลผลิตที่สูงและมีคุณภาพ การเลี้ยงปลา ต้องมีการถ่ายเทน้ำเพื่อระบายของเสียที่ตกค้างในบ่อออก น้ำจึงเป็นต้นทุนที่รองลงมาจากค่าอาหาร ดังนั้นหากสามารถลดการใช้น้ำให้มีปริมาณน้อยลงได้โดยไม่มีผลกระทบต่อปลาก็จะทำให้ได้ผลกำไรที่สูงขึ้น ซึ่งวิธีหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหานี้ทางหนึ่งคือ การเลี้ยงปลาในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดโดยการใช้ระบบกรองน้ำ ซึ่งมีทั้งการใช้การกรองทางเคมีและชีวภาพเข้ามาช่วยบำบัดน้ำในการเลี้ยง น้ำที่ผ่านระบบกรองนั้นสามารถหมุนเวียนนำกลับมาเลี้ยงปลาได้อีกครั้ง

ปลานิลแดงมีบทบาทในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมาก นับเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่น่าสนใจ เป็นปลาที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว เป็นปลาที่มีความสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาพกักขัง มีความอดทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและสามารถทนโรคได้ดี นอกจากนี้เนื้อปลานิลแดงยังมีสีแดงสด รสชาติที่อร่อย ไม่มีก้างย่อยแทรกอยู่ในเนื้อทำให้มีปริมาณเนื้อสูงพอสมควร จึงเป็นปลาที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและยังเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างมาก อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการจัดการเลี้ยงสัตว์น้ำ ในการประเมินอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาที่เลี้ยงในบ่อ ขึ้นอยู่กับพื้นฐานด้านคุณภาพ การเจริญเติบโต และปริมาณผลผลิต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเลี้ยง ตลอดจนขนาดหรืออายุของลูกปลาที่เริ่มปล่อย ดังนั้นเราจึงต้องมีการศึกษาถึงระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดและการศึกษาถึงระดับความหนาแน่นต่างๆที่มีผลต่อการเติบโตรวมถึงอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและคุณภาพเนื้อปลาอย่างไร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการเลี้ยงปลานิลแดงที่ระดับความหนาแน่นต่างกันในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดต่อการเติบโตและอัตรารอดของปลานิลแดง
2. เพื่อหาระดับการปล่อยเลี้ยงที่เหมาะสมในการเลี้ยง ปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด
3. เพื่อประเมินคุณภาพซาก(Carcass) ของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การศึกษาทางพันธุกรรมของปลานิลแดง

ต้นกำเนิดของปลานิลแดงยังไม่มีหลักฐานยืนยันแน่ชัด นักพันธุศาสตร์หลายคนได้ค้นคว้าถึงต้นกำเนิดของปลานิลชนิดนี้โดยวิธีทางพันธุศาสตร์ศึกษา อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาค้นคว้าทางพันธุศาสตร์ของ Gurrero และ Cagauan (1998) พอจะสรุปถึงแหล่งต้นกำเนิดของปลานิลแดงได้ 3 กรณี คือ

1. เป็นปลาซึ่งเกิดจากการผสมระหว่าง Oreochromis hornorum และO. Mossambicus
2. เป็นพันธุ์ปลานิลแดงที่นำมาจากไต้หวัน (Taiwanese red Oilapia) ซึ่งเชื่อว่าเป็นลูกผสมระหว่าง O. niloticus และ O. mossambicus
3. เป็นปลาที่มีการแปรผันทางพันธุกรรมมาจากปลานิลO.niloticus ที่เลี้ยงอยู่ในประเทศฟิลิปปินส์

ซึ่งจากการตรวจสอบ esterase isozymes จากสมอง เนื้อเยื่อหัวใจ serum และจากอวัยวะสืบพันธุ์ของปลานิลแดง พบว่าปลานิลแดงมีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับปลานิล (O. niloticus)

ในประเทศไทยปลานิลแดงได้ค้นพบครั้งแรกที่สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอุบลราชธานี (ปกรณ์, 2527) ในปี พ.ศ. 2511 โดยพบปลานิลแดงที่มีลักษณะเหมือนปลานิลแดงที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่ส่วนหัวเป็นสีดำปะปนอยู่ในบ่อเลี้ยงปลานิล ได้ทำการคัดแยกออกมาเพาะพันธุ์และกระจายไปตามสถานีต่างๆ จากการศึกษาถึงประวัติความเป็นมาของปลาในตระกูล Tilapia ที่เลี้ยงในประเทศไทย กับการศึกษาถึงลักษณะภายนอกของปลานิลแดง ซึ่งสามารถสรุปได้ 2 กรณี (มานพและคณะ, 2527) คือ

1. ปลานิลแดงที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นลูกผสมระหว่าง ปลานิล Oreochromis niloticus และปลาหมอเทศ (O. mossambicus) โดยการผสมพันธุ์เกิดจากการรวมตัวกันระหว่าง genus ของปลาทั้งสองชนิดเป็นสัดส่วนที่พอเหมาะแบบใดแบบหนึ่งที่ทำให้ปลากฎเป็นปลานิลแดง

2. ปลานิลแดงที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นปลาที่มีการแปรผันทางพันธุกรรมมาจากปลานิล O. niloticus เช่นเดียวกับปลานิลแดงที่พบในฟิลิปปินส์

และหลังจากที่ได้มีการตรวจสอบโดยวิธีอิเลคโตโฟริซิส (Electrophoresis) โดยมหาวิทยาลัยสเตอลิ่งและมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ สรุปได้ว่า ปลานิลแดงสายพันธุ์ไทยในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นลูกผสมระหว่างปลานิล (Orecchromis nilioticus) และปลาหมอเทศ (Oreochromis mossambicus) โดยมีความถี่ของยีนส์ปลานิล 78 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมอเทศ 22 เปอร์เซ็นต์ (สุจินต์และคณะ, 2531)

อนุกรมวิธาน

ปลานิลแดงจัดอยู่ในปลานิลและปลาหมอเทศซึ่งพบว่าเป็นลักษณะผ่าเหล่า (Mutant Type) ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิล (Oreochromis niloticus) และปลาหมอเทศ (O. mossambicus) ซึ่งมีลักษณะลำตัวสีแดง โดยปลานิลแดงสามารถจัดอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (วิวรรธน์, 2538)

Phylum Vertebrata
Class Osteichthyes
Trder Perciformes
Family Cichidae
Genus Oreochromis
Species niloticus

ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของปลานิลแดงคล้ายคลึงกับปลานิลธรรมดา แตกต่างกันที่สีของลำตัว คือสีของบริเวณลำตัวของปลานิลแดงมีสีส้ม แดง เหลือง หรือชมพู บางตัวอาจจะมีเม็ดสีดำขนาดเล็กกระจายทั่วไปบริเวณลำตัว ปลายครีบ ซึ่งแตกต่างจากปลานิลธรรมดาที่มีลำตัวสีเขียวหรือเทาปนน้ำเงินจำนวนก้านครีบและสัดส่วนบนลำตัวของปลานิลแดงกับปลานิลธรรมดาแตกต่างกันน้อยมาก ลักษณะที่เห็นได้ชัดเจน คือ สีของผนังช่องท้องของปลานิลแดงเป็นสีขาวเนื่องจากไม่มีเม็ดสีดำ และในช่องท้องปลานิลแดงมีไขมันมากกว่าปลานิลธรรมดาหลายเท่า (พรรณศรี, 2531)

จากการศึกษาทางอนุกรมวิธานพบว่า ปลานิลแดงเป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวเหมือนกับปลานิลธรรมดา แต่มีริมฝีปากเฉียงขึ้น และบริเวณครีบหางไม่มีลายเป็นเส้นตามขวาง ลำตัวมีสีแดงอมชมพู บางตัวมีสีแดง และมีเกล็ดสีน้ำเงินเป็นหย่อม ๆ นัยน์ตามีสีต่างกัน เช่นนัยน์ตาสีแดง วงรอบตามีสีเหลืองหรือนัยน์ตาสีดำ วงรอบตาสีแดง เป็นต้น ที่บริเวณแก้มมีเกล็ด 3 แถว ครีบหลังมีเพียงอันเดียว ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15-17 อัน ก้านครีบอ่อน 12-13 อัน ครีบอกมีเฉพาะก้านครีบอ่อน 13 อัน ครีบท้องมีก้านครีบแข็ง 1 อัน ก้านครีบอ่อน 5 อัน ครีบก้นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้านครีบแข็ง 3 อัน ก้านครีบอ่อน 9-11 อัน ครีบหางมีก้านครีบอ่อน 16-18 อัน จำนวนเกล็ดบนเส้นข้างลำตัว 28-38 เกล็ด และเกล็ดรอบขอดหาง 18-19 เกล็ด

พฤติกรรมการกินอาหารและการให้อาหารปลานิลแดง

อาหารปลาที่มีคุณภาพดีต้องมีสัดส่วนของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุครบทั้งคุณภาพและปริมาณพอดีกับความต้องการของปลาที่เลี้ยง การเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มีราคาสูงเกินไป อาจทำให้ประสบภาวะขาดทุนได้ เนื่องจากต้นทุนอาหารปลาสูง ในขณะที่ปลามีราคาต่ำ ดังนั้นการเลี้ยงปลาจึงควรเลี้ยงเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ซึ่งอาจจะไม่จำเป็นต้องได้ผลผลิตสูงสุดเสมอไป แนวทางดังกล่าวประการหนึ่งสามารถกระทำได้โดยลดต้นทุนอาหารให้ต่ำลง หรืออาจให้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ให้สูญเสียในน้ำน้อยที่สุด เนื่องจากอาหารจัดเป็นต้นทุนผันแปรสูงสุดของการเลี้ยงปลา โดยเฉพาะการเลี้ยงแบบพัฒนา ซึ่งจะใช้อาหารเม็ดเป็นอาหารหลัก

ปลานิลแดงเป็นปลาที่กินทั้งพืชและเนื้อ (omnivorous) อย่างเดียวกับปลานิลธรรมดา แต่ค่อนข้างจะชอบกินเนื้อมากกว่า เป็นปลาที่มีนิสัยค่อนข้างก้าวร้าว กินปลาอื่นที่มีขนาดเล็ก พ่อแม่ปลามักจะกินลูกปลาทันทีที่ลูกปลาเริ่มแตกฝูง ซึ่งลักษณะเช่นนี้ไม่ปรากฏในปลานิลธรรมดา ปลานิลแดงกินอาหารได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่อาหารธรรมชาติ อาหารผง และอาหารเม็ดลอยน้ำ อาหารเม็ดสำหรับปลานิลแดงปกติจะประกอบด้วยวัตถุดิบเพียง 3-4 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบจากพืช ปลานิลแดงชอบกินอาหารที่ขนาดเล็กกว่าอาหารปลาดุก เพราะปลานิลแดงขบเคี้ยวอาหารก่อนกลืนลงสู่กระเพาะ ขนาดของอาหารขึ้นอยู่กับขนาดของตัวปลา ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงขนาดของอาหารที่เหมาะสมกับปลาขนาดต่างๆ

ตารางที่ 1 ขนาดของอาหารที่เหมาะสมกับปลานิลแดงขนาดต่าง ๆ

น้ำหนักตัวของปลา (กรัม)	ขนาดของอาหาร (มิลลิเมตร)
1 – 10	1 – 2
20 – 120	2
100 – 250	3
> 250	4

ที่มา : มานพ (2530)

ปลานิลแดงเป็นปลาที่ไม่มีกระเพาะแท้และมีลำไส้ยาวมาก ในธรรมชาติปลานิลจะกินอาหารต่อเนื่องตลอดวัน การย่อยอาหารจึงเป็นไปอย่างช้า ๆ ประมาณว่าการย่อยจะเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้เวลาถึง 18-24 ชั่วโมง ดังนั้นการให้อาหารในปริมาณน้อย ๆ แต่บ่อยครั้งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารให้ได้มากขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของปลามีดังนี้ (มานพ, 2530)

1. อุณหภูมิ ปลานิลแดงจะกินอาหารได้ดีก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 28 °c และจะหยุดกินอาหารเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 15 °c และจะตายเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 8 °c

2. ขนาด ปลาที่มีขนาดเล็กจะกินอาหารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัวแล้ว สูงกว่าปลาที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นปลาที่มีขนาดเล็กจะเจริญเติบโตและมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่าปลาขนาดใหญ่

3. คุณสมบัติของน้ำ ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในระดับที่สูงกว่า 3 mg/l ปลาจะกินอาหารอย่างปกติ และหากปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง การย่อยของปลาจะนานกว่าปกติ

4. คุณสมบัติของอาหาร อาหารจะต้องมีขนาดและสัดส่วนของโภชนาการต่าง ๆ ครบถ้วนและเหมาะสมกับความต้องการของปลา และควรไม่แข็งหรืออ่อนเกินไป

5. อัตราการให้อาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหาร ปลาแต่ละชนิด และในชนิดเดียวกันแต่ต่างอายุกัน จะมีความต้องการอาหารแตกต่างกัน ปลาที่มีขนาดเล็กควรให้อาหารแต่ละครั้งในปริมาณที่น้อยแต่บ่อยครั้ง

ส่วนประกอบที่สำคัญในเนื้อปลาโดยทั่วไป

1.1 น้ำ (Water)

น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่มีอยู่ในอาหารทุกชนิด โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอมต่อกับออกซิเจน 1 อะตอม มีลักษณะที่มีทั้งขั้วบวกและลบซึ่งสามารถดึงดูดสารอื่นให้เป็นสารละลายได้ดี จึงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและเป็นตัวเร่งปฏิกริยาชีวเคมีที่สำคัญ เพราะสามารถทำปฏิกริยาได้ทั้งกับกรดและเบส พบว่าความคงตัวของน้ำในเนื้อปลาจะเกาะตัวกันแน่นรวมกับสารคอลลอยด์ ความคงตัวนี้พบมากในปลาสดที่จับมาใหม่ ๆ และจะลดลงเมื่อเก็บ ไว้ในน้ำแข็งหรือแช่เยือกแข็ง โดยทั่วไปน้ำในเนื้อปลาจะมีประมาณ 66-81 % โดยมีอยู่ 2 รูปแบบ

1.1.1) รูปอิสระ (free water) น้ำที่อยู่ในสภาวะนี้มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการเก็บรักษาอาหารอย่างมาก เนื่องจากก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมีของอาหาร รวมทั้งเหมาะสมต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร

1.1.2) รูปที่เกาะเกี่ยวกับสารอื่น (bound water) น้ำในสภาวะนี้ จะเกาะเกี่ยวกับสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่น น้ำส่วนนี้ไม่มีอิสระต่อการเปลี่ยนแปลง โดยวิธีกายภาพธรรมดา น้ำในส่วนนี้จึงระเหยช้ากว่าน้ำที่อยู่ในรูปอิสระเมื่อให้ความร้อนต่ำหรือการแช่เยือกแข็ง (สมจิต และอรอนงค์, 2540)

1.2 โปรตีน (Protein)

(วรรณวิบูลย์, 2540) ได้รายงานว่า โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในเนื้อปลาเป็นอันดับสองรองลงมาจากน้ำ โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและมีคุณค่าทางโภชนาการ โปรตีนในเนื้อปลาแบ่งเป็น 4 กลุ่ม

1.2.1) โปรตีนที่ละลายได้ในน้ำหรือที่เรียกว่า ซาร์โคพลาสมิกโปรตีน (Sarcoplasmic Protein) ได้แก่ myoalbumin , enzyme , เม็ดสีในเนื้อและ cytochrome C ซึ่งพบว่าจะมีความสามารถละลาย ได้ในสารละลายเกลือเจือจาง ที่มี Ionic strength <0.15 M ซึ่งมีอยู่ประมาณ 10 – 20 % ของโปรตีนทั้งหมด

1.2.2) โปรตีนที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในสารเกลือเจือจาง ซึ่งมี Ionic strength ประมาณ 0.15 M เช่นโปรตีนในเลือด และน้ำย่อยบางชนิดเรียกว่า globulin – x จากการวิเคราะห์ในปลาพบว่ามีอยู่ 8 – 22 % ของโปรตีนทั้งหมด

1.2.3) โปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือที่มี Ionic strength ประมาณ 0.5 M ได้แก่ โปรตีนกล้ามเนื้อ (myofibrillar protein) เช่น actin myosin และactinomyosin เป็นต้น โปรตีนพวกนี้มีประมาณ 65 – 75 % ของโปรตีนทั้งหมด

1.2.4) โปรตีนที่ไม่ละลายน้ำหรือสารละลายเกลือ แต่ละลายในกรดและเบสเข้มข้น เรียกว่า stromal protein ได้แก่ โปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น collagen , elastin , reticulin พบอยู่ประมาณ 3 – 10 % ของโปรตีนทั้งหมด แต่ที่พบในสัตว์เลือดอุ่นมีมากถึง 15 % ซึ่งเข้าใจกันว่านี่คือสาเหตุที่ทำให้เนื้อปลานุ่มกว่าเนื้อหมูหรือเนื้อวัว

1.3 ไขมัน (lipid)

ไขมันที่พบในปลา พบอยู่ใต้ผิวหนังและในกล้ามเนื้อ จำแนกได้ 2 กลุ่ม

1.3.1) ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) ซึ่งเป็นไขมันที่เป็นส่วนสำคัญของโครงสร้างที่สำคัญของเนื้อเยื่อและเซลล์ เช่น เลซิทิน เซฟาลิน

1.3.2) ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) เป็นไขมันที่ทำหน้าที่ในการให้พลังงาน มักจะอยู่รอบนอกของส่วน phospholipid membrane ปริมาณของไขมันในตัวปลานั้นขึ้นอยู่กับอาหารที่ปลากิน , ชนิดของปลา ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของสารอาหารที่สะสมในเนื้อปลา (Fillets)

ส่วนประกอบ	เนื้อปลา (Fish fillets)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด
โปรตีน	6	16 - 21	28
ไขมัน	0.1	0.2 - 25	67
คาร์โบไฮเดรต	-	< 0.5	-
เถ้า (แร่ธาตุ)	0.4	1.2 - 1.5	105

ที่มา : Stansby (1962);Love (1970) อ้างโดยHuss (1995)

1.4 คาร์โบไฮเดรต

ในเนื้อปลามีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยมาก ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไกลโคเจน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปฏิกริยาการเกิดนิวคลีโอไทด์ และเป็นแหล่งของน้ำตาลไรโบส ซึ่งเป็นผลจากปฏิกริยา autolytic ที่เกิดหลังปลาตาย

1.5 วิตามินและแร่ธาตุ (Vitamins and Minerals)

เนื้อปลาที่ดีจะเป็นแหล่งของวิตามิน B A และ D ในปลาต่างชนิดกันจะมีปริมาณวิตามินและแร่ธาตุแตกต่างกัน พบว่าในร่างกายปลาน้ำจืด เช่น ปลาคาร์ป จะมี thiaminase actitity สูง ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณ thaiamine (B1) ต่ำ ส่วนแร่ธาตุที่พบในเนื้อปลาทั่วไป คือ Ca^{2+} P^{+} I Cu Se โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อปลาทะเลจะมีไอโอดีนอยู่สูง ซึ่งตัวอย่างชนิดและปริมาณของวิตามินในปลาทะเลดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 วิตามินที่สะสมในปลา

ปลา	A (IU/g)	D (IU/g)	B_1 (thiamine) (μg/g)	B_2 (riboflavin) (μg/g)	Niacin (μg/g)	Pantothenic acid (μg/g)	B_6 (μg/g)
เนื้อปลา Cod	0-50	0	0.7	0.8	20	1.7	1.7
เนื้อปลาHerring	20-400	300-1000	0.4	3.0	40	10	4.5

ที่มา : Murray and Burt (1969) อ้างโดยHuss (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แร่ธาตุบางตัวที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อปลา (Fillets)

แร่ธาตุ	ค่าเฉลี่ย (mg/100g)	ช่วง (mg/100g)
Na	72	30 –134
K	278	19 – 502
Ca	79	19 – 881
Mg	38	4.5 – 452
p	190	68 – 550

ที่มา : Murray and Burt (1969) อ้างโดยHuss (1995)

1.6 สารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีน (Non Protein Nitrogen Compound, NPN)

สารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีน มักพบในรูปของของเหลว มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีไนโตรเจนเป็นสารประกอบแต่ไม่ใช่โปรตีนในธรรมชาติ หรือเรียกว่า NPN (Non – Protein Nitrogen) พบว่าในเนื้อปลาจะมี NPN ประมาณ 9 – 18 % ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งจะพบในรูปของสารประกอบ เช่น รูปพื้นฐานของ ammonia และ trimetheylamine oxide creatine กรดอะมิโนอิสระ นิวคลีโอไทด์ นิวรีน และยูเรีย (Huss, 2001)

1.7 ไตรเมซิลามีนออกไซด์ (TMAO)

เป็นสารประกอบที่พบในสัตว์น้ำ มีลักษณะที่คล้ายกับกรดยูริกและยูเรีย นอกจากนั้นยังพบว่า ยังทำให้เกิดกลิ่นเหม็นในตัวปลา ในปลาทะเลจะพบประมาณ 1-5 % ของเนื้อปลา (น้ำหนักแห้ง) แต่ในเนื้อปลาน้ำจืดจะไม่พบสารนี้ พบว่าในเนื้อปลาฉลามจะมีสารชนิดนี้สะสมอยู่ในปริมาณมาก (Anderson และ Fellers, 1952)

พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา ในปลาแต่ละชนิด และแม้แต่ปลาชนิดเดียวกันนั้นจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ความแตกต่างกันในส่วนประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับชนิด อายุ เพศ สิ่งแวดล้อม และฤดูกาล ดังแสดงในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแต่ละชนิด

ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำ (%)	ไขมัน (%)	โปรตีน (%)	Energy value (kJ/100g)
Bluewhiting [a]	*Micromesistus poutassou*	79-80	1.9-3.0	13.8-15.9	314-388
Cod [a]	Gadus morhua	78-83	0.1-0.9	15.0-19.0	295-332
Eel [a]	Anguilla anguilla	60-71	8.0-31.0	14.4	
Herring [a]	Clupea harengus	60-80	0.4-22.0	16.0-19.0	
Plaice [a]	*Pleuronectes platessa*	81	1.1-3.6	15.7-17.8	332-452
Salmon [a]	*Salmo salar*	67-77	0.3-14.0	21.5	
Trout [a]	*Salmo trutta*	70-79	1.2-10.8	18.8-19.1	
Tuna [a]	*Thunnus spp.*	71	4.1	25.2	581
Norway lobster [a]	*Nephrops norvegicus*	77	0.6-2.0	19.5	369
Pejerrey [b]	*Basilichthys bornariensis*	80	0.7-3.6	17.3-17.9	
Carp [b]	*Cyprinus carpio*	81.6	2.1	16.0	
Sabalo [c]	*Prochilodus platensis*	67.0	4.3	23.4	
Pacu [c]	*Colossoma acropomum*	67.1	18.0	14.1	
Tambaqui [c]	*Colossoma brachypomum*	69.3	15.9	15.8	
Chincuina [c]	*Pseudoplatystoma tigrinum*	70.8	8.9	15.8	
Corvina [c]	*Plagioscion squamosissimus*	67.9	5.9	21.7	
Bagre [c]	*Ageneiosus spp.*	79.0	3.7	14.8	

ที่มา : a Murray and Burt (1969), b Poulter and Nicolaides (1995), c Poulter and Nicolaides (1985) อ้างโดยHuss (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. บ่อปูนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 m. 13 cm. X 83 cm. จำนวน 18 บ่อ
2. กระเบื้องขนาด 1 m. 13 cm. X 70 cm. และ 56.5 cm. X 70 cm. อย่างละ 9 แผ่น
3. ถังพลาสติกขนาด 55 cm. X 80 cm. x 50 cm. จำนวน 9 ถัง
4. ตะกร้าพลาสติกขนาด 55 cm. X 40 cm. x 40 cm. จำนวน18 ตะกร้า
5. เส้นใยกรองหยาบขนาด 54 cm. X 78.5 cm. x 2 cm ถังละ 1 ชั้น หนัก 470 กรัม
6. เส้นใยกรองละเอียดขนาด 54 cm. X 78.5 cm. x 12 cm ถังละ 3 ชั้น หนัก1.7 กิโลกรัม
7. ถ่านคาร์บอน 24 กิโลกรัมต่อถัง
8. แผ่นกรองพลาสติก
9. ท่อพีวีซี
10. เครื่องให้อากาศพร้อมด้วยอุปกรณ์ในการให้อากาศ
11. ปั๊มน้ำขนาดเล็ก 18 ตัว
12. ปลานิลแดงแปลงเพศ ขนาด 2-3 นิ้ว จำนวน 900 ตัว
13. อาหารปลาดุกเม็ดเล็ก และอาหารปลากินพืช
14. เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด
15. อุปกรณ์ที่วัดความยาว
16. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ซากปลา
    - 16.1 เครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์ซากปลา
    - 16.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ซากปลา
    - 16.3 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน Gerhardt Turbotherm Digestion Unit
    - 16.4 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน Soxlet apparatus
    - 16.5 เครื่องวัด pH เนื้อ
    - 16.6 เครื่องปั่นบดอัตโนมัติ
    - 16.7 มีดผ่าตัด
    - 16.8 Discicator
    - 16.9 ตู้อบ(Oven)
    - 16.10 เตาเผาอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

จัดแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randommized Design) โดยแบ่งออกเป็น 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ ละ 3 ซ้ำ

ทรีทเมนต์ที่ 1 บ่อที่เลี้ยงปลานิลแดงที่ความหนาแน่น 50 ตัวต่อบ่อ (70 ตัวต่อลบ.ม.)

ทรีทเมนต์ที่ 2 บ่อที่เลี้ยงปลานิลแดงที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อบ่อ (140 ตัวต่อลบ.ม.)

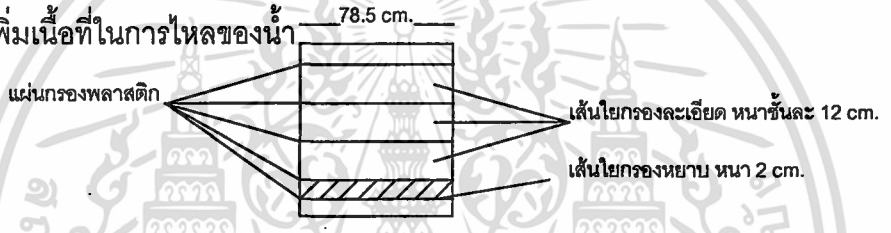
ทรีทเมนต์ที่ 3 บ่อที่เลี้ยงปลานิลแดงที่ความหนาแน่น 150 ตัวต่อบ่อ (210 ตัวต่อลบ.ม.)

2. วิธีการทดลอง

2.1 ขั้นตอนการเตรียมถังกรอง

2.1.1 นำถ่านใส่ตะกร้าพลาสติก ตะกร้าละ 12 กก. จำนวน 18 ตะกร้า

2.1.2 นำเส้นใยกรองใส่ในถังพลาสติกเป็นชั้นๆ โดยมีแผ่นกรองพลาสติกวางซ้อนเพื่อเพิ่มเนื้อที่ในการไหลของน้ำ



ภาพที่ 1 ชั้นของวัสดุกรอง

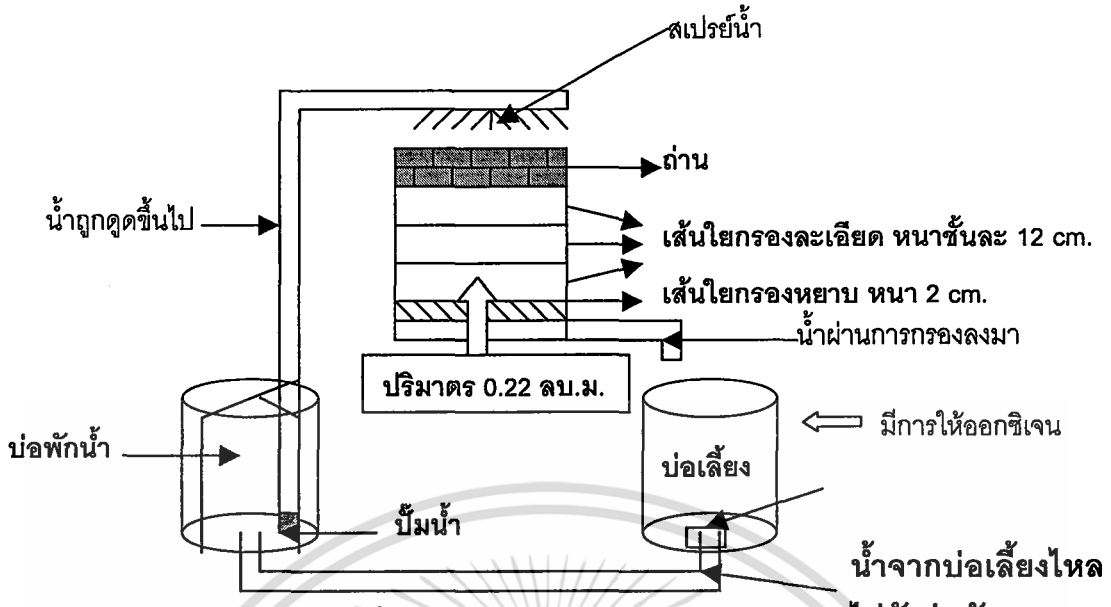
2.1.3 นำตะกร้าพลาสติก 2 ตะกร้า วางซ้อนบนถังพลาสติก ด้านล่างของถังจะเจาะเป็นรูให้น้ำไหลออกมายังบ่อเลี้ยง

*** การคำนวณปริมาตรถังกรองใช้สูตร $\frac{\text{Area Filter}}{\text{Specific Surface Area}}$ (Wheaton *et al*, 1994)

2.2 ขั้นตอนการเตรียมบ่อพักน้ำ

นำแผ่นกระเบื้องมาตัดให้เป็นทางน้ำไหล แล้วนำมาวางขวางในบ่อกลมให้เป็นรูป ⊖ จากนั้นนำปั๊ม 2 ตัว มาดูดน้ำน้ำขึ้นไปยังถังกรองที่เตรียมไว้ ดังภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด

2.3 ขั้นตอนการทดลอง

2.3.1 เติมน้ำลงไปในบ่อเลี้ยงบ่อ สูงประมาณ 70 cm. จากนั้นปล่อยปลานิลแดง 50 ตัว 100 ตัว และ 150 ตัว

2.3.2 วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ก่อนการทดลอง

2.3.3 การให้อาหาร ให้อาหารปลาดุกเม็ดเล็กในระยะแรก โดยจะให้ทุกวันๆ ละ 2 มื้อ เวลาในการให้คือ 9.00 และ 16.00 นาฬิกา การให้อาหารแต่ละครั้งจะให้ปลากินจนอิ่ม โดยจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณอาหารตามความต้องการบริโภคของปลา เมื่อปลาโตขึ้นจะให้อาหารปลากินพืชขนาดใหญ่ขึ้น

2.3.4 ไม่มีการถ่ายน้ำ แต่มีการดูดตะกอนและเติมน้ำในส่วนที่หายไป ทุกๆ 2 สัปดาห์

2.3.5 ในการตั้งระบบหมุนเวียนน้ำ ให้มีอัตราการหมุนเวียนน้ำเท่ากับ 5.4 ลิตร/นาที

2.4 การประเมินคุณค่าอาหาร

2.4.1 อัตราการเติบโต

(1) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) = น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น

(2) เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนัก(%)

$$= \frac{(\text{นน.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{นน.ปลาเริ่มต้นการทดลอง})}{\text{นน.ปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน(กรัม)

$$= \frac{\text{(นน.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – นน.ปลาเริ่มต้นการทดลอง)}}{\text{ระยะเวลาที่เลี้ยง(วัน)}}$$

2.4.2 การใช้ประโยชน์จากอาหาร

(1) ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

$$\text{PER} = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (Wet weight)}}{\text{น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน (Dry weight)}}$$

(2) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

$$\text{FCR} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ปลากิน (Dry weight)}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (Wet weight)}}$$

(3) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

$$\text{FCE} = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (Wet weight)}}{\text{ปริมาณอาหารที่ปลากิน (Dry weight)}}$$

(4) การใช้โปรตีนสุทธิ

$$\text{NPU} = \frac{B - Bo}{I} \times 100$$

: B คือ ปริมาณโปรตีนในตัวปลา ขณะเสร็จสิ้นการทดลอง

Bo คือ ปริมาณโปรตีนในตัวปลา ขณะเริ่มต้นการทดลอง

I คือ ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ปลากิน

2.4.3 เปอร์เซ็นต์การรอดตาย

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

2.1.4 ผลผลิตสุทธิ

$$= \frac{\text{น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย} \times \text{จำนวนปลาที่รอด}}{\text{ลูกบาศก์เมตร}}$$

2.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ซากปลา

วิเคราะห์ซากปลาก่อนการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยทำการวิเคราะ ห์ซากปลาตามพารามิเตอร์ต่อไปนี้

1) ความชื้นของตัวปลาและในเนื้อปลา โดยใช้วิธี Drying method
2) ปริมาณโปรตีนในตัวปลาและในเนื้อปลา โดยใช้วิธี Kjeldahl method โดยใช้เครื่องวัด Gerhardt Turbotherm Digestion Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ปริมาณเถ้าของตัวปลาและในเนื้อปลา

ตารางที่ 6 ประเมินค่าอาหารปลาก่อนการทดลอง

อาหารปลา	ความชื้น	โปรตีน	เถ้า
อาหารปลาดุกเล็กพิเศษ	10.25%	35.77%	11.59%
อาหารปลาดุกใหญ่	10.90%	33.60%	10.26%
อาหารปลากินพืช	9.16%	20.75%	9.32%

ตารางที่ 7 ประเมินค่าปลานิลแดงก่อนการทดลอง

ปลานิลแดง	ความชื้น	โปรตีน	เถ้า
ทั้งตัว (whole fish body)	73.44%	51.29%	19.95%
เนื้อปลา (fillet)	76.41%	81.04%	7.26%

2 **การบันทึกข้อมูล**

วัดความยาวและชั่งน้ำหนักปลานิลแดงของทุกซ้ำและทุกระดับความหนาแน่น ทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยการสุ่มปลาทรีตเมนต์ละ 30 ตัว

3 **การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลอง (Oneway-ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป systat ver. 5 ในการวิเคราะห์

4 **สถานที่ทำการทดลอง**

ห้อง D 104 ตึกเจ้าคุณทหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

5 **ระยะเวลาในการทำการทดลอง**

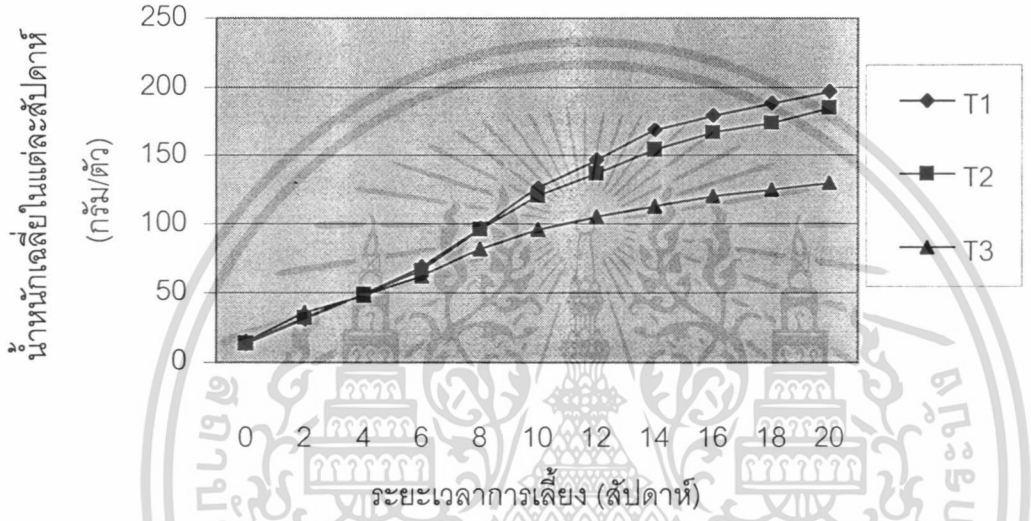
ตั้งแต่วันที่ 4 กรกฎาคม – 30 พฤศจิกายน 2544 รวมระยะเวลา 149 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

อัตราการเติบโต

จากการทดลองเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดที่มีความหนาแน่นของปลานิลแดงที่ 70 ,140 และ 210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลานิลแดง ในทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 197.11±0.88, 185.47±0.23 และ129.84±2.40 กรัมต่อตัวตามลำดับ



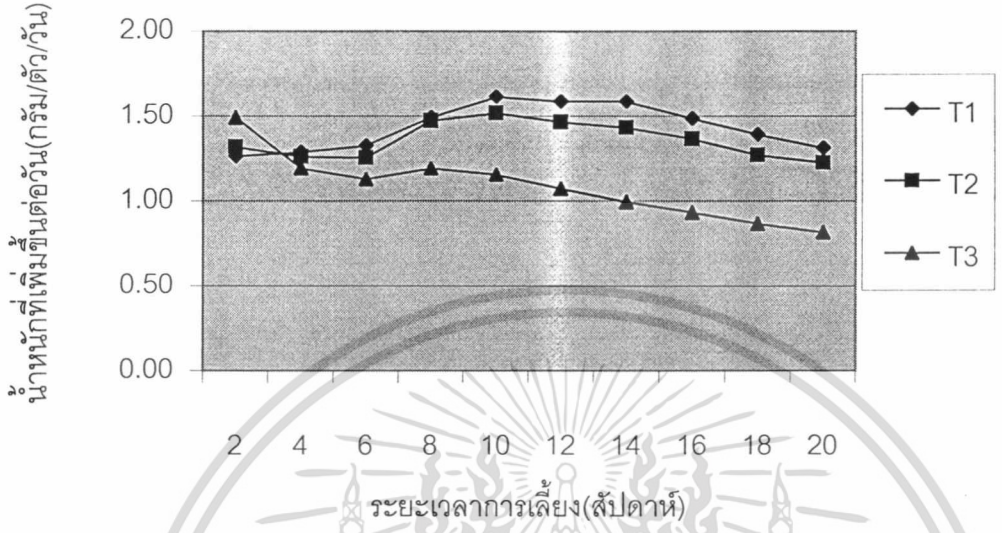
ภาพที่ 3 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

จากกราฟจะเห็นได้ว่าน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ของการเลี้ยงปลานิลแดง มีแนวโน้มสูงขึ้นโดยในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 จะมีการเพิ่มขึ้นของกราฟใกล้เคียงกัน พบว่าในทรีตเมนต์ที่1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) กับทรีตเมนต์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (Day Weight Gain : DWG)

น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/วัน)ของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกันได้ผลดังภาพที่ 4



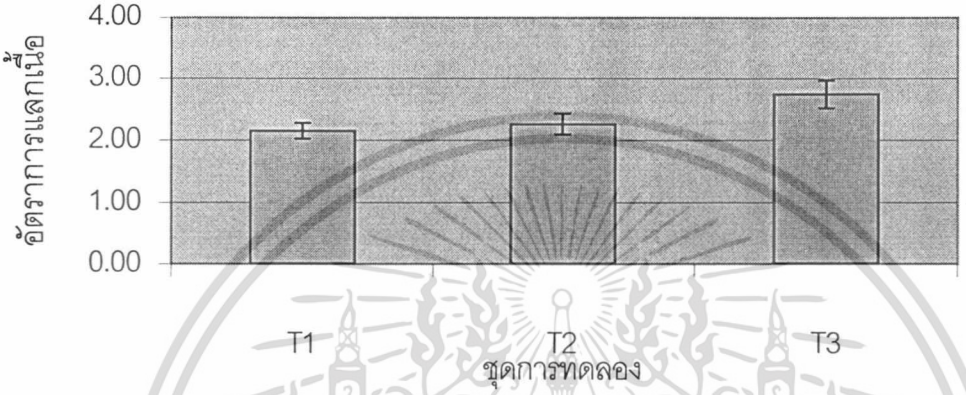
ภาพที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

จากกราฟจะเห็นได้ว่าในช่วงแรกค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน มีแนวโน้มสูงขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 10 หลังจากนั้นจะเริ่มลดต่ำลงในทุกความหนาแน่น โดยในทรีตเมนต์ที่ 1 จะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุดเท่ากับ 1.43 รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.33 และ 1.07 ตามลำดับ และจะพบว่าค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในทรีตเมนต์ที่1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)กับทรีตเมนต์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio : FCR)

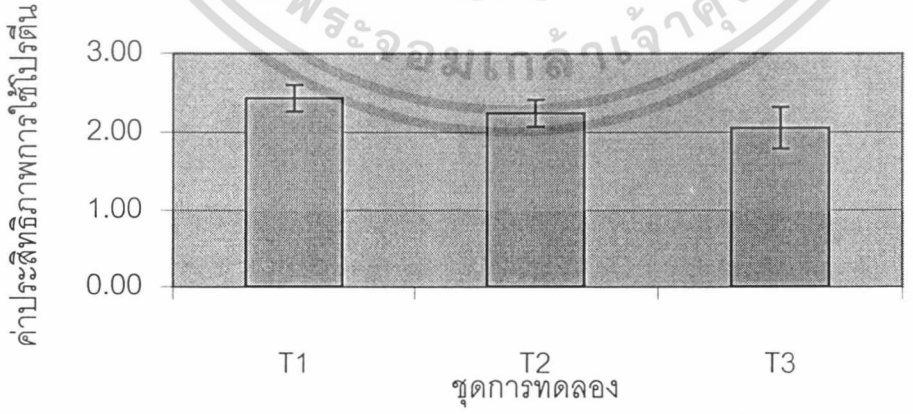
ค่า FCR ของการเลี้ยงปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน มีค่า เท่ากับ 2.15 2.26 และ 2.74 ตามลำดับ พบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรมีค่า FCR น้อยที่สุด ซึ่งแสดงว่ามีการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าที่ระดับความหนาแน่นอื่นๆ รองลงมา คือ ที่ระดับความหนาแน่น 140 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แต่จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติจะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)



ภาพที่ 5 แสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protien Efficiency Ratio : PER)

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)ในทุกระดับความหนาแน่น ในทรีตเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) เท่ากับ 2.43 ในทรีตเมนต์ที่ 2 เท่ากับ 2.24 และในทรีตเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) เท่ากับ 2.05

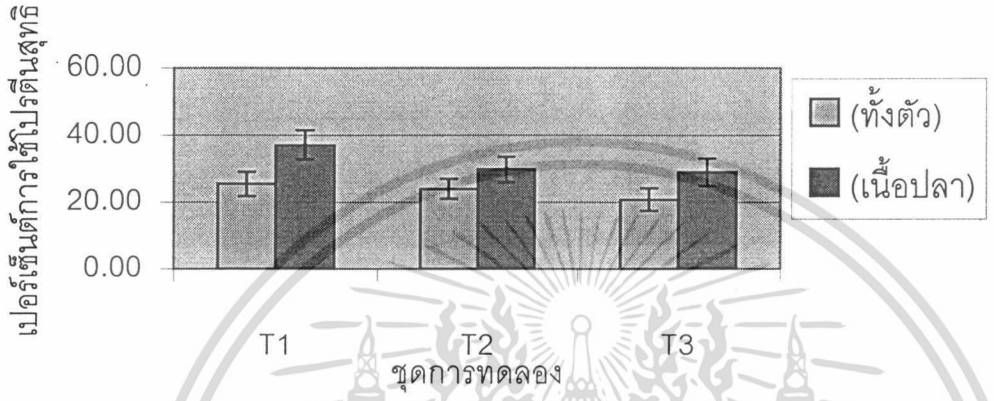


ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้โปรตีนสุทธิ (Net Protein Utilization : NPU)

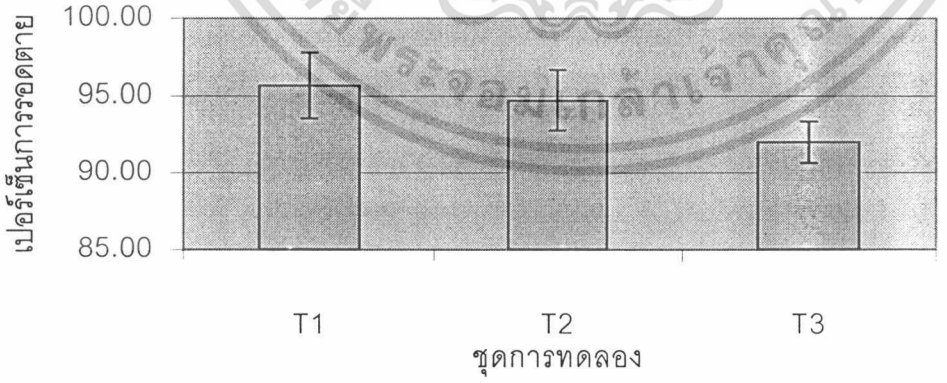
การใช้โปรตีนสุทธิก็คือเปอร์เซ็นต์ที่สะสมในตัวปลา ในการทดลองนี้พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 คือที่ระดับความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่า NPU ในปลาทั้งตัว สูงที่สุด รองลงมา คือท รีตเมนต์ที่ 2 และ3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 25.34% 23.89% และ20.75% ตามลำดับ และค่า NPU ใน เนื้อปลา ซึ่งมีได้เท่ากับ 37.06% 29.65% และ28.85% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะพบว่าค่า NPU ของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 7 การใช้โปรตีนสุทธิของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

อัตราการรอดตาย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ซึ่งทรีตเมนต์ที่ 1 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด รองลงมาก็คือ ทรีตเมนต์ที่ 2, 3 ซึ่งมีค่าอัตราการรอดตายเท่ากับ 95±2.14% 94±1.96% และ 92±1.34 % ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าอัตราการรอดตายในทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทาง สถิติ (P>0.05)

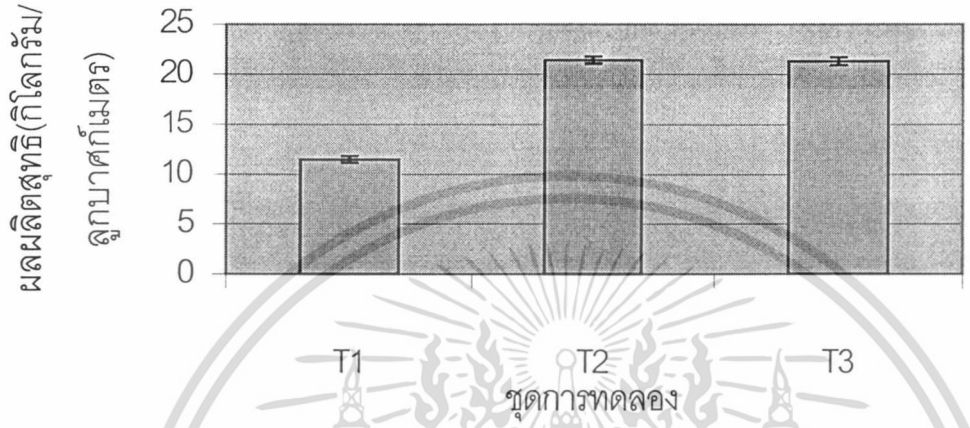


ภาพที่ 8 อัตราการรอดตายของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตสุทธิ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ซึ่งทรีตเมนต์ที่ 2 มีผลผลิตสุทธิสูงที่สุด เท่ากับ 21.41 กิโลกรัมต่อบ่อต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาก็คือ ทรีตเมนต์ที่ 3, 1 ซึ่งมีค่าผลผลิตสุทธิเท่ากับ 21.31 และ 11.50 กิโลกรัมต่อบ่อ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าผลผลิตสุทธิในทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 9 ผลผลิตสุทธิของปลานิลแดงที่เลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลานิลแดงที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ทั้งในตัวปลาและในเนื้อปลาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์โปรตีน และเปอร์เซ็นต์เถ้า ในปลานิลแดงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงค่าในตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดที่มีความหนาแน่นของปลานิลแดงต่างกัน

พารามิเตอร์	T1	T2	T3
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)	13.91 ± 1.11[a]	13.91 ± 1.11[a]	13.91 ± 1.11[a]
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	197.11 ± 0.88[a]	185.47 ± 0.23[a]	129.84 ±2.40[b]
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (DWG)	1.43 ± 0.03[a]	1.33 ± 0.04[a]	1.07 ± 0.11[b]
อัตราการแลกเนื้อ (FCR)	2.15 ± 0.13[a]	2.26 ± 0.17[a]	2.74 ± 0.22[a]
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER)	2.43 ± 0.17[a]	2.24 ± 0.17[a]	2.05 ± 0.26[a]
การใช้โปรตีนสุทธิ (NPU)[1]	20.39 ± 6.01[a]	19.34 ± 2.89[a]	17.01 ± 5.93[a]
การใช้โปรตีนสุทธิ (NPU)[2]	28.80 ± 5.41[a]	25.19 ± 3.93a[a]	24.75 ± 7.12[a]
อัตราการรอดตาย	95.67 ± 2.14[a]	94.70 ± 1.96[a]	92.00 ± 1.34[a]
ผลผลิตสุทธิ	11.50 ± 0.33[a]	21.41± 0.37[a]	21.31 ± 0.43[a]

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

หมายเหตุ : 1 หมายถึง ทั้งตัว (whole fish body)

2 หมายถึง เนื้อปลา (fillet)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อปลาทางเคมีของปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดที่มีความหนาแน่นของปลานิลแดงต่างกัน

พารามิเตอร์	T1	T2	T3
เปอร์เซ็นต์ความชื้น[1]	67.94±0.52	67.39±1.97	65.84±0.88
เปอร์เซ็นต์ความชื้น[2]	78.54±1.04	78.92±1.69	79.77±1.11
เปอร์เซ็นต์โปรตีน[1]	54.14±0.86	53.85±0.37	53.04±0.60
เปอร์เซ็นต์โปรตีน[2]	85.02±0.80	84.37±0.45	83.59±0.71
เปอร์เซ็นต์เถ้า[1]	11.80±1.01	11.84±0.90	13.10±1.25
เปอร์เซ็นต์เถ้า[2]	7.28±0.37	6.75±0.26	6.78±0.28

* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

หมายเหตุ : 1 หมายถึง ทั้งตัว (whole fish body)

2 หมายถึง เนื้อปลา (fillet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18755

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดที่มีอัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร 140 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ โดยปลานิลแดงมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นคือ 13.91±1.11 กรัมต่อตัว ซึ่งจากผลการทดลองข้างต้นนี้สามารถสรุปได้ว่า การเลี้ยงปลานิลในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดที่มีอัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จะให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด (ตาราง 8) โดยพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายมีความแตกต่างกันทางสถิติ($p<0.05$) ซึ่งในทรีตเมนต์ที่ 1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และการใช้โปรตีนสุทธิ (NPU) ดีที่สุด

ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่น (stocking density) นั้นเป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของปลาแต่ละตัวและกำลังผลิตของบ่อ (Hepher, 1997) ดังเห็นได้จากปลานิลแดงมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 197.11±0.88 กรัมต่อตัว ที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลานิลแดง 185.47±0.23 กรัมต่อตัว ที่อัตราความหนาแน่น 140 ตัวต่อลบ.ม ในขณะที่อัตราความหนาแน่น 210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ปลานิลแดงมีน้ำหนักเฉลี่ย 129.84±2.40 กรัมต่อตัว จะเห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงในทิศทางตรงกันข้ามกับการเพิ่มอัตราความหนาแน่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ สมปองและคณะ(2536) ที่รายงานผลการเลี้ยงปลานิลแดงในกระชังในอ่างเก็บน้ำดอกกราย จ.ระยอง ว่าอัตราการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามกับการเพิ่มระดับอัตราความหนาแน่นของอัตราการปล่อยเลี้ยง ความหนาแน่นของปลาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการกินอาหารของปลา ปลาที่อยู่รวมกันอย่างหนาแน่น มีโอกาสจะได้รับอาหารไม่ทั่วถึง ทำให้เกิดการแย่งอาหารกัน ปลาที่มีขนาดเล็ก หรือมีร่างกายอ่อนแอ ย่อมจะมีโอกาสกินอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้รายงานของ Vijayan และ Leatherland (1988) ในการเลี้ยงปลา Brook Charr ที่ความหนาแน่นสูงจะมีผลทำให้ปลาเกิดความเครียดได้สูง และส่งผลให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง

สำหรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (DWG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) ก็จะมีผลไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลานิลแดง คือ การเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จะให้ผลที่ดีซึ่งปลานิลแดงจะมีแนวโน้มที่มีการเติบโตที่ดีกว่าที่อัตราความหนาแน่น 140 และ210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และจะเห็นได้ว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ในทุกทรีตเมนต์มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง เนื่องจากเมื่อปลามีขนาดใหญ่การเติบโตจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง และพบว่าที่ระดับการปล่อยเลี้ยงที่สูงจะมีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันน้อยกว่าที่ระดับการปล่อยเลี้ยงที่ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

ได้ค่าDWG สูงกว่างานทดลองของ Suresh และ Lin (1992) คือเท่ากับ 1.43 1.33 และ1.07 อาจมีสาเหตุจากขนาดของปลาที่เริ่มปล่อยของ Suresh และ Lin (1992) มีขนาดใหญ่กว่าคือ 75 กรัม ดังที่วีรพงศ์ (2536)กล่าวว่าเมื่อปลาโตขึ้นปลาจะเติบโตเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายต่ำกว่าปลาขนาดเล็ก

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)(ภาพที่ 5)ที่ระดับความหนาแน่น 70 ต่อลูกบาศก์เมตรมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ดีที่สุดโดยรวมแล้วค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อนี้มีค่าที่สอดคล้องกับน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย และพบว่าในทรีตเมนต์ที่ 2,3 ตัวจะมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ในเกณฑ์ที่สูง ซึ่งปลานิลแดงยังไม่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีพอในการเจริญเติบโต พบว่าที่อัตราการปล่อยเลี้ยงสูงค่า FCR จะสูงเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Suresh และ Lin (1992) ได้ทดลองเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศที่ระดับความหนาแน่น 50,100 และ 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรในระบบหมุนเวียนน้ำ โดยใช้ปลาขนาด 75 กรัมในการเริ่มต้นการทดลอง ได้ผลค่า FCR เท่ากับ 2.25, 2.57 และ 2.61 พบว่าที่ความหนาแน่นต่ำจะได้ค่า FCR น้อยเช่นกัน เนื่องจากปลานิลแดงที่ใช้ในการทดลองของ Suresh และ Lin เป็นเพศผู้ทั้งหมดทำให้ปลาสามารถนำพลังงานไปใช้ในการเติบโตได้ดีกว่าเพราะไม่ต้องสูญเสียพลังงานไปใช้ในการพัฒนารังไข่ จึงได้ค่า FCR ได้ค่าที่ดีกว่า

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) ก็จะให้ผลไปในทางเดียวกันกับการเติบโต น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของการเลี้ยง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน(DWG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) คือ ในปลานิลแดงที่เลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรในทรีตเมนต์ที่ 1 จะมีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนที่ดีที่สุด คือเท่ากับ 2.43 โดยที่ทรีตเมนต์ที่ 2และ 3 จะมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันคือ 2.24 และ 2.05 (P>0.05) ซึ่งให้ผลไปในทางเดียวกันกับทดลองของ Suresh และ Lin เปอร์เซ็นต์การย่อยโปรตีนที่อัตราการปล่อยเลี้ยงที่สูงจะมีค่าน้อยกว่าที่อัตราการปล่อยเลี้ยงที่ต่ำ คือที่อัตราการปล่อย 50, 100 และ200 ตัวต่อลบ.ม มีเปอร์เซ็นต์การย่อยโปรตีนเท่ากับ 81.07, 79.49 และ80.03 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และค่า PER ใกล้เคียงกับการทดลองของ Amanat และ Nasser (2001) ซึ่งทำการเลี้ยงปลานิลขนาด 10.29 กรัม โดยใช้อาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 38.02%, 37.96% และ38.12% ซึ่งได้ค่า PER เท่ากับ 2.23, 2.33 และ2.26 (P>0.05)

การใช้โปรตีนสุทธิ (NPU) ในทุกชุดการทดลองเลี้ยง จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05) (ภาพที่ 7) ซึ่งในการเลี้ยงปลานิลแดงที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จะมีค่าสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และผลการวิเคราะห์ซากของปลานิลแดง ที่พบว่าในปลาทั้งตัวและในเนื้อปลาในทรีตเมนต์ที่ 1 จะมีค่าสูงกว่าในทรีตเมนต์ที่ 2 และ ทรีตเมนต์ที่ 3 แต่จากค่าการใช้โปรตีนสุทธิในทุกชุดการทดลองจะมีค่าไม่สูงเท่าที่ควรก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนที่สะสมอยู่ในตัวปลาอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป คืออาจเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของการสะสมไขมัน หรือคาร์โบไฮเดรตในรูปไกลโคเจน (วีรพงศ์, 2536)

ผลผลิตจากการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ จะเห็นได้ว่าที่ระดับการเลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 140 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จะมีผลผลิตดีที่สุด รองลงมาคือที่อัตราความหนาแน่น 210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยการเลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จะให้ผลที่ดีที่สุดเมื่อพิจารณาถึงผลผลิตแม้ว่าจะได้ผลผลิตไม่เท่าที่อัตราความหนาแน่น 140 และ210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารและค่าพันธุ์ปลาแล้ว การเลี้ยงปลาที่ระดับความหนาแน่น 70 ต่อลูกบาศก์เมตรให้ความคุ้มทุนมากที่สุดเนื่องจากเป็นทรีตเมนต์เดียวที่ได้กำไรเท่ากับ 50 บาท เนื่องจากในทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 ขนาดของปลามีขนาดเล็กกว่ามากอาจทำให้ราคาขายตกต่ำทำให้ขาดทุนเป็นเงิน 35 บาท และ 427 บาท อีกทั้งค่าFCR ในทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 มีค่าสูงทำให้ต้องเสียค่าอาหารมากกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 มาก ผลผลิตของปลานอกจากจะแปรตามจำนวนหรืออัตราการรอดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตหรือขนาดของปลาเป็นหลักด้วย การทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่าได้ผลผลิตน่าพอใจระดับหนึ่ง แต่ขนาดของปลานิลแดงในทุกระดับความหนาแน่นยังเล็ก ซึ่งก็ยังไม่ใช่ศักยภาพของการเลี้ยงปลานิลแดงขนาดตลาดที่แท้จริง อีกสาเหตุหนึ่งเนื่องจากปลานิลแดงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้เป็นปลานิลแปลงเพศ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าในช่วงการเลี้ยงของสัปดาห์ที่ 6 มีลูกปลานิลเกิดเพิ่มขึ้นใหม่ และได้คัดแยกออกเลี้ยงต่างหาก

ผลการวิเคราะห์ซากปลานิลแดงหลังจากสิ้นสุดการทดลอง พบว่าองค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาและในเนื้อปลา มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์โปรตีน และเปอร์เซ็นต์ซาก ในทุกชุดการทดลอง จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากข้างต้นดังที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรควรจะเป็นความหนาแน่นที่เหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ซึ่งจะให้ผลการเติบโตน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายที่ดีที่สุด ขนาดของปลาใกล้เคียงกันทั้งบ่อ แม้ว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายไม่แตกต่างกับที่อัตราความหนาแน่น 140 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร($P>0.05$) แต่มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) ดีกว่า อีกทั้งยังสามารถให้ทั้งผลตอบแทน คือเมื่อคิดต้นทุนผันแปรกับราคาผลผลิตแล้ว รายได้สุทธิเท่ากับ 50 บาท ทั้งนี้เพราะว่าขนาดปลาที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีขนาดใหญ่ทำให้ขายได้ราคาสูงกว่าที่อัตราความหนาแน่น 140 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลี้ยงควรมีการศึกษาโดยใช้ปลานิลแดงที่แปลงเพศด้วย
2. ควรมีการศึกษาถึงต้นทุนการผลิต ความคุ้มทุนของการเลี้ยงปลาในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ปกรณ์ อุ่นประสิทธิ์. 2527.ปลานิลแดง. วารสารกรมประมง 37(3) : หน้า 229-234

พรรณศรี จริโมภาส. 2531. ปลานิลแดงสายพันธ์ไทย. วารสารการประมง 41 (1) :หน้า 41- 43

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. สุภัทรา อุไรวรรณ และ พรรณศรี จริโมภาส. 2530. ปลานิลสีแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 10 สถาบันประมงแห่งชาติ กรมประมง. กรุงเทพฯ. 7 หน้า

วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร. 2540. สัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์. วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร.คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 504 หน้า

วิวรรธน์ สิงห์ทวีศักดิ์. 2538. ศึกษาการเลี้ยงสาหร่ายผมนางร่วมกับปลานิลแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วีรพงศ์ วุฒิพันธ์ชัย. 2536.อาหารปลา.สำนักพิมพ์โอ.เอส.พริ้นติ้ง. กรุงเทพฯ. 216 หน้า

ศักดิ์ชัย ซูโซติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 201 หน้า

สมจิต สุรพัฒน์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ส่วนประกอบอาหาร. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 504 หน้า

สมปอง หิรัญวัฒน์ และคณะ. 2536. การเลี้ยงปลานิลในกระชังในอ่างเก็บน้ำดอกกราย จ.ระยอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 133 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง. กรุงเทพฯ. 36 หน้า

สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัลยวุฒิ และวิสุทธิ ศรีชุมพวง. 2531. การเปรียบเทียบผลผลิตของลูกปลานิลและลูกปลานิลแดงที่เพาะในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 91 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง. กรุงเทพฯ. 15 หน้า

Anderson, D.W.Jr. and Feller.C.R,1952. The Occurrence of Trimethylamine and Trimethylamine Oxide in Fresh Water Fishs. Food Res. 17:472-474

Amanat, A. and Nasser A.A., 2001. Effect of Feeding Different Carbohydrate to Lipid Ratio on the Growth Performance and Body Composition of Nile Tilapia (*Oreochomis niloticus*) Fingerlings. Anim.Res. 50:91-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hepher, B., 1967. Some Biological Aspects of Warm-Water Fish Pond Management. In Shellby D. Gerking (editor), The Biological Basic of Feshwater Fish Production. Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh. 417-428

Huss, H.H., 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fish. Tech. Paper 348. Rome, Italy. htpp://www.fao.org/DOCREP/V718OE/7180e06.htm

Suresh, A.V. and Lin, C.K., 1992. Effect of Stocking Density on Water Quality and Production of Red Tilapia in a Recirculated Water System. Aquacultural Engineering 11:1-22

Vijayan, M.M. and Leatherland, J.F., 1988. Effect of Stocking Density on Growth and Stress-Response in Brook Charr, Salveinus fontinalis. *Aquaculture.* 75 : 159 –170

Wheaton, F.W., J.N. Hochheimer, G.E. Kaiser, R.F. Malon, M.J. Krones, G.S. Libey and C.C. Easter., 1994. Nitrification Filter Design Methods. Development in Aquaculture and Fisheries Science, 27 : 167-197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของปลนิลแดงในการชั่งวัดแต่ละครั้ง

	18-Jul-44	1-Aug-44	15-Aug-44	29-Aug-44	12-Sep-44	26-Sep-44	10-Oct-44	24-Oct-44	7-Nov-44	24-Nov-44	**เฉลี่ย**
T1R1	29.87	46.17	70.18	96.31	125.87	145.51	167.53	179.47	188.26	196.54	124.57
T1R2	30.18	50.40	69.21	97.18	126.41	146.23	169.40	181.26	190.33	198.13	125.87
T1R3	32.54	51.30	67.42	96.53	126.26	147.71	168.87	178.52	187.64	196.67	125.35
เฉลี่ย	30.86	49.29	68.94	96.67	126.18	146.48	168.60	179.75	188.74	197.11	125.26
S.D	1.46	2.74	1.40	0.45	0.28	1.12	0.96	1.39	1.41	0.88	1.21
T2R1	31.14	49.44	67.83	96.68	121.12	139.70	155.72	168.61	175.24	185.56	119.10
T2R2	31.41	49.21	66.62	96.81	119.23	134.63	153.82	164.30	172.36	185.63	117.40
T2R3	33.81	48.40	64.88	94.88	119.58	136.23	153.07	167.33	174.54	185.21	117.79
เฉลี่ย	32.12	49.02	66.44	96.12	119.98	136.85	154.20	166.75	174.05	185.47	118.10
S.D	1.47	0.55	1.48	1.08	1.01	2.59	1.37	2.21	1.50	0.23	1.35
T3R1	32.63	47.49	58.28	80.06	93.38	102.82	110.56	117.76	122.41	127.62	89.30
T3R2	32.58	42.28	60.54	80.70	95.52	105.26	112.53	119.33	124.25	129.51	90.25
T3R3	42.40	55.52	68.29	84.72	98.93	107.41	114.89	122.23	127.72	132.38	95.45
เฉลี่ย	35.87	48.43	62.37	81.83	95.94	105.16	112.66	119.77	124.79	129.84	91.67
S.D	5.66	6.67	5.25	2.53	2.80	2.30	2.17	2.27	2.70	2.40	3.47

ตารางผนวกที่ 2 แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

	18-Jul-44	1-Aug-44	15-Aug-44	29-Aug-44	12-Sep-44	26-Sep-44	10-Oct-44	24-Oct-44	7-Nov-44	24-Nov-44	**เฉลี่ย**
T1R1	16.74	16.30	24.01	26.13	29.56	19.64	22.02	11.94	8.79	8.28	18.34
T1R2	17.05	20.22	18.81	27.97	29.23	19.82	23.17	11.86	9.07	7.80	18.50
T1R3	19.41	18.76	16.12	29.11	29.73	21.45	21.16	9.65	9.12	9.03	18.35
เฉลี่ย	17.73	18.43	19.65	27.74	29.51	20.30	22.12	11.15	8.99	8.37	18.40
S.D	1.46	1.98	4.01	1.50	0.25	1.00	1.01	1.30	0.18	0.62	1.33
T2R1	17.51	18.30	18.39	28.85	24.44	18.58	16.02	12.89	6.63	10.32	17.19
T2R2	17.78	17.80	17.41	30.19	22.42	15.40	19.19	10.48	8.06	13.27	17.20
T2R3	20.18	14.59	16.48	30.00	24.70	16.65	16.84	14.26	7.21	10.67	17.16
เฉลี่ย	18.49	16.90	17.43	29.68	23.85	16.88	17.35	12.54	7.30	11.42	17.18
S.D	1.47	2.01	0.96	0.73	1.25	1.60	1.65	1.91	0.72	1.61	1.39
T3R1	17.65	14.86	10.79	21.78	13.32	9.44	7.74	7.20	4.65	5.21	11.26
T3R2	17.60	9.70	18.26	20.16	14.82	9.74	7.27	6.80	4.92	5.26	11.45
T3R3	27.42	13.12	12.77	16.43	14.21	8.48	7.48	7.34	5.49	4.66	11.74
เฉลี่ย	20.89	12.56	13.94	19.46	14.12	9.22	7.50	7.11	5.02	5.04	11.49
S.D	5.66	2.63	3.87	2.74	0.75	0.66	0.24	0.28	0.43	0.33	1.76

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (DWG)

	18-Jul-44	1-Aug-44	15-Aug-44	29-Aug-44	12-Sep-44	26-Sep-44	10-Oct-44	24-Oct-44	7-Nov-44	24-Nov-44	**เฉลี่ย**
T1R1	1.20	1.18	1.36	1.49	1.61	1.58	1.58	1.49	1.39	1.31	1.42
T1R2	1.22	1.33	1.34	1.50	1.62	1.58	1.59	1.50	1.41	1.32	1.44
T1R3	1.39	1.36	1.29	1.49	1.62	1.60	1.59	1.48	1.39	1.31	1.45
เฉลี่ย	1.27	1.29	1.33	1.49	1.62	1.59	1.59	1.49	1.39	1.31	1.44
S.D	0.10	0.10	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
T2R1	1.25	1.28	1.29	1.48	1.54	1.50	1.45	1.38	1.28	1.23	1.37
T2R2	1.27	1.27	1.26	1.49	1.51	1.44	1.43	1.35	1.26	1.23	1.35
T2R3	1.44	1.24	1.22	1.45	1.51	1.46	1.42	1.37	1.28	1.23	1.36
เฉลี่ย	1.32	1.26	1.26	1.47	1.52	1.47	1.43	1.37	1.27	1.23	1.36
S.D	0.10	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.03
T3R1	1.26	1.16	1.03	1.16	1.12	1.05	0.98	0.92	0.85	0.80	1.03
T3R2	1.26	0.98	1.08	1.17	1.15	1.07	1.00	0.93	0.87	0.82	1.03
T3R3	1.96	1.45	1.27	1.25	1.20	1.10	1.02	0.96	0.89	0.84	1.19
เฉลี่ย	1.49	1.19	1.13	1.19	1.16	1.07	1.00	0.94	0.87	0.82	1.09
S.D	0.40	0.24	0.12	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.10

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

	18-Jul-44	1-Aug-44	15-Aug-44	29-Aug-44	12-Sep-44	26-Sep-44	10-Oct-44	24-Oct-44	7-Nov-44	24-Nov-44	เฉลี่ย
T1R1	0.99	1.30	1.19	1.28	1.55	2.56	2.54	2.70	3.66	3.82	2.16
T1R2	1.00	1.03	1.48	1.34	1.68	2.54	2.52	2.79	3.53	3.74	2.17
T1R3	0.88	1.10	1.62	1.20	1.48	2.14	2.75	3.01	3.46	3.71	2.14
เฉลี่ย	0.96	1.14	1.43	1.27	1.57	2.41	2.61	2.83	3.55	3.76	2.15
S.D	0.06	0.14	0.22	0.10	0.24	0.13	0.16	0.10	0.06	0.06	0.13
T2R1	1.05	1.31	1.37	1.16	1.68	2.26	2.97	3.07	3.85	3.55	2.23
T2R2	1.08	1.37	1.54	1.15	1.89	2.72	2.46	3.66	3.94	3.11	2.29
T2R3	0.95	1.67	1.59	1.19	1.73	2.57	2.83	2.92	3.82	3.47	2.27
เฉลี่ย	1.03	1.45	1.50	1.17	1.76	2.52	2.75	3.22	3.87	3.37	2.26
S.D	0.07	0.19	0.12	0.02	0.11	0.23	0.27	0.39	0.06	0.24	0.17
T3R1	1.01	1.30	1.93	1.21	2.28	3.00	3.60	3.78	4.87	4.93	4.96
T3R2	1.01	2.01	1.14	1.29	2.08	2.95	3.66	4.01	4.35	4.79	4.39
T3R3	0.66	1.50	1.67	1.70	2.17	3.25	3.66	3.75	3.93	4.75	9.28
เฉลี่ย	0.89	1.60	1.58	1.40	2.18	3.07	3.64	3.85	4.38	4.82	2.74
S.D	0.21	0.36	0.40	0.26	0.10	0.16	0.03	0.14	0.47	0.09	0.22

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าประสิทภาพการใช้โปรตีน (PER)

	18-Jul-44	1-Aug-44	15-Aug-44	29-Aug-44	12-Sep-44	26-Sep-44	10-Oct-44	24-Oct-44	7-Nov-44	24-Nov-44	**เฉลี่ย**
T1R1	2.90	6.24	2.68	2.48	2.05	1.24	1.97	1.86	1.37	1.31	2.41
T1R2	2.86	6.92	2.14	2.37	1.89	1.25	1.99	1.80	1.42	1.34	2.40
T1R3	3.24	7.13	1.95	2.65	2.14	1.48	1.82	1.66	1.45	1.35	2.49
เฉลี่ย	3.00	6.76	2.26	2.50	2.03	1.32	1.93	1.77	1.41	1.33	2.43
S.D	0.21	0.46	0.38	0.14	0.13	0.14	0.09	0.10	0.04	0.02	0.17
T2R1	2.72	5.92	2.32	2.74	1.89	1.40	1.15	1.12	1.30	1.41	2.20
T2R2	2.65	5.78	2.05	2.77	1.68	1.17	2.04	1.60	1.27	1.61	2.26
T2R3	3.02	5.69	2.00	2.66	1.84	1.24	1.77	1.72	1.31	1.44	2.27
เฉลี่ย	2.80	5.80	2.12	2.72	1.80	1.27	1.65	1.48	1.30	1.49	2.24
S.D	0.19	0.11	0.17	0.05	0.11	0.12	0.46	0.32	0.02	0.11	0.17
T3R1	2.83	5.03	1.64	2.62	1.39	1.06	1.39	1.33	1.03	1.02	1.93
T3R2	2.84	5.22	2.78	2.46	1.52	1.07	1.37	1.25	1.15	1.04	2.07
T3R3	4.37	6.08	1.90	1.97	1.46	0.98	1.37	1.34	1.08	1.06	2.02
เฉลี่ย	3.34	5.44	2.11	2.35	1.46	1.04	1.38	1.30	1.08	1.04	2.05
S.D	0.89	0.56	0.60	0.34	0.07	0.05	0.01	0.05	0.06	0.02	0.26

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการรอดตาย

	18-Jul-44	1-Aug-44	15-Aug-44	29-Aug-44	12-Sep-44	26-Sep-44	10-Oct-44	24-Oct-44	7-Nov-44	24-Nov-44	**เฉลี่ย**
T1R1	100.00	100.00	100.00	98.00	98.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	97.60
T1R2	100.00	98.00	96.00	92.00	92.00	92.00	92.00	92.00	90.00	90.00	93.40
T1R3	100.00	100.00	98.00	96.00	96.00	94.00	94.00	94.00	94.00	94.00	96.00
เฉลี่ย	100.00	99.33	98.00	95.33	95.33	94.00	94.00	94.00	93.33	93.33	95.67
S.D	0.00	1.15	2.00	3.06	3.06	2.00	2.00	2.00	3.06	3.06	2.14
T2R1	100.00	99.00	99.00	97.00	97.00	97.00	97.00	95.00	94.00	94.00	96.90
T2R2	98.00	95.00	94.00	94.00	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00	92.00	93.80
T2R3	98.00	95.00	94.00	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00	91.00	91.00	93.40
เฉลี่ย	98.67	96.33	95.67	94.67	94.33	94.33	94.33	93.67	92.67	92.33	94.70
S.D	1.15	2.31	2.89	2.08	2.31	2.31	2.31	1.15	1.53	1.53	1.96
T3R1	98.67	96.00	94.67	94.00	93.33	92.00	89.33	89.33	89.33	89.33	92.60
T3R2	98.67	96.67	95.33	93.33	92.00	90.00	90.00	90.00	90.00	89.33	92.53
T3R3	98.67	97.33	95.33	93.33	92.00	90.00	90.00	84.00	84.00	84.00	90.87
เฉลี่ย	98.67	96.67	95.11	93.56	92.44	90.67	89.78	87.78	87.78	87.56	92.00
S.D	0.00	0.67	0.38	0.38	0.77	1.15	0.38	3.29	3.29	3.08	1.34

ตารางผนวกที่ 7 ต้นทุนการผลิต

ระดับความหนาแน่น	อัตราการปล่อย(ตัว)	ราคาลูกพันธุ์ปลา(บาท)	ค่าอาหาร(บาท)	รวมต้นทุนผันแปร(บาท)	ราคาผลผลิต(บาท)	รายได้สุทธิ(บาท)
70 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร	70	52.50	229.70	352.20	402.5	50.30
140 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร	140	105.00	476.00	721.00	685.12	-35.88
210 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร	210	157.50	741.80	1109.30	681.92	-427.38

หมายเหตุ ค่าลูกพันธุ์ปลาราคาตัวละ 0.75 บาท

ค่าอาหาร - ปลาดุกเล็กพิเศษกิโลกรัมละ 20 บาท

ปลาดุกใหญ่กิโลกรัมละ 14 บาท

ปลากินพืชกิโลกรัมละ 9.5 บาท

ราคาผลผลิต - ปลาขนาด 190 กรัม ขึ้นไป ราคา 35บาท/กิโลกรัม

ปลาขนาดเล็กกว่า 190 กรัม ขึ้นไป ราคา 32บาท/กิโลกรัม

(-) หมายถึงขาดทุน

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณอาหารที่ปลากินทั้งหมด

	T1	T2	T3
อาหารปลาดุกเล็กพิเศษ	3.46	7.49	15.20
อาหารปลาดุกใหญ่	6.17	12.58	17.49
อาหารปลากินพืช	7.84	15.81	20.31
รวมปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมด	17.47	35.88	53.00