

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑๐/๒๕๕๘



Technical Paper No. 10/2015

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone
ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน
Optimum Feed for a Period by Oral Administration of
17 Alpha Methyltestosterone for Seed Production of Sex Reversal of
Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.) in the Water Recirculation System

ธงชัย เย็นเป้ง
วนัส เชิดฉัน
ชูชาติ ผิวเผือก
เอกราช รุ่งรังษี

Thongchai Yenpoeng
Vanus Cherdchan
Chuchart Piwpuak
Aekkarat Rungrangsri

กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives



ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone
ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน
Optimum Feed for a Period by Oral Administration of
17 Alpha Methyltestosterone for Seed Production of Sex Reversal of
Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.) in the Water Recirculation System

ธงชัย เย็นเป้ง
วนัส เชิดฉั่น
ชูชาติ ผิวเผือก
เอกราช รุ่งรังษี

Thongchai Yenpoeng
Vanus Cherdchan
Chuchart Piwpuek
Aekkarat Rungrangsri

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม

Maharakham Inland Fisheries Research and
Development Center

กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง

Inland Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries

๒๕๕๘

2015

รหัสทะเบียนวิจัย 55-0547-55039

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. วิธีการทดลอง	5
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	6
ผลการทดลอง	7
1. การเจริญเติบโต	7
2. อัตราการรอดตาย	9
3. จำนวนเพศผู้	10
4. คุณสมบัติของน้ำ	10
5. ต้นทุนการผลิต และต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว	14
สรุปและวิจารณ์ผล	15
เอกสารอ้างอิง	17

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลา (วัน) ในการให้กินอาหารผสมฮอร์โมน	5
2	ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	8
3	ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	9
4	ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) อัตราการรอดตาย และจำนวนเพศผู้ ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	10
5	ค่าพิสัยคุณสมบัติน้ำระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลในระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	10
6	รายละเอียดต้นทุนการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	14
7	ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	15

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	8
2	ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	9
3	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	11
4	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	11
5	ความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	12
6	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	12
7	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	13
8	ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน	13

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน

ธงชัย เย็นเปิง^{๑*} วันัส เชิดฉัน^๒ ชูชาติ ผิวเผือก^๓ และเอกราช รุ่งรังษี^๓

^๑ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม

^๒ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุพรรณบุรี

^๓ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดชัยนาท

บทคัดย่อ

การทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศ โดยให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดผง ผสมฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone (17 α - MT) อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 0, 15, 18 และ 21 วัน ในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือน มีนาคม 2555 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม ปลาทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.015 ± 0.0010 , 0.015 ± 0.0010 , 0.016 ± 0.0006 และ 0.015 ± 0.0015 กรัม ตามลำดับ ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 ± 0.10 , 6.7 ± 0.23 , 6.8 ± 0.15 และ 6.7 ± 0.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ผลการทดลองพบว่าลูกปลาที่มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 1.309 ± 0.2200 , 1.693 ± 1.3121 , 2.003 ± 0.5821 และ 2.082 ± 0.4406 กรัม ตามลำดับ ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 33.3 ± 1.86 , 34.1 ± 10.44 , 36.7 ± 4.25 และ 38.0 ± 2.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าลูกปลาจะเจริญเติบโตดีขึ้น เมื่อลูกปลาได้กินอาหารผสมฮอร์โมนนานขึ้น อัตราการรอดตายของลูกปลานิลมีค่าเท่ากับ 87.5 ± 2.32 , 90.0 ± 3.14 , 92.3 ± 1.87 และ 93.2 ± 3.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จำนวนเพศผู้ มีค่าเท่ากับ 51.1 ± 3.34 , 85.2 ± 1.95 , 90.6 ± 1.02 และ 96.6 ± 0.51 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุกชุดการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าที่ระยะเวลาให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 0, 15 และ 18 วัน ลูกปลา มีสัดส่วนเพศผู้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในเชิงพาณิชย์ (< 95 เปอร์เซ็นต์) จึงสรุปได้ว่า ในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศครั้งนี้ ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 วัน เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ : ปลานิล แปลงเพศ ระบบน้ำหมุนเวียน ระยะเวลา

*ผู้รับผิดชอบ : ๒๐ หมู่ ๑๓ ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐ โทร. ๐ ๔๓๗๗ ๗๔๓๔

e-mail : ifmahasarakham@yahoo.com

Optimum Feed for a Period by Oral Administration of 17 Alpha Methyltestosterone for Seed Production of Sex Reversal of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.) in the Water Recirculation System

Thongchai Yenpoeng^{1*} Vanus Cherdchan² Chuchart Piwpuak³ and Aekkarat Rungrangsri³

¹Maharakham Inland Fisheries Research and Development Center

²Suphunburi Inland Fisheries Research and Development Center

³Chainat Inland Fisheries Research and Development Center

Abstract

Seed production of sex reversal of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in fiberglass tanks using water recirculation system were fed with 40 mg/kg of 17 α -MT hormone food five times a day for four different feed periods at 0, 15, 18 and 21 days. The experiment was conducted at Maharakham Inland Fisheries Research and Development Center during January – March 2012. Fish with the initial sizes of 0.015 ± 0.0010 , 0.015 ± 0.0010 , 0.016 ± 0.0006 and 0.015 ± 0.0015 g and 6.7 ± 0.10 , 6.7 ± 0.23 , 6.8 ± 0.15 and 6.7 ± 0.10 mm, respectively.

The results showed that the average final body weights were 1.309 ± 0.2200 , 1.693 ± 1.3121 , 2.003 ± 0.5821 and 2.082 ± 0.4406 g and average total lengths were 33.3 ± 1.86 , 34.1 ± 10.44 , 36.7 ± 4.25 and 38.0 ± 2.01 mm, respectively. Final body weights and total lengths of fish were no significant differences ($p < 0.05$), but it is likely that the larvae will grow up. When larvae were fed up hormones. The survival rate of tilapia fry were 87.5 ± 2.32 , 90.0 ± 3.14 , 92.3 ± 1.87 and 93.2 ± 3.36 percent, the proportion of males were 51.1 ± 3.34 , 85.2 ± 1.95 , 90.6 ± 1.02 and 96.6 ± 0.51 percent found. difference is statistically significant ($P < 0.05$) in all treatments.

The results can be seen that the period for the larvae fed hormones, 0, 15 and 18 days is not enough to induce sex reversal commercially (< 95 percent). It can be concluded that Tilapia production in the experiment was sex reversal. The larvae feed on mixed hormone 17 α -MT. At a concentration of 40 mg/kg at optimum 21 days.

Key Words : Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), sex reversal, water circulation system, period

*Corresponding author: 20 Moo 13, Keanglerngchan Sub-district, Mueang District, Maharakham 44000
Tel. 0 4377 7439 e-mail : ifmaharakham@yahoo.com

คำนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่นิยมบริโภค และมีการเพาะเลี้ยงทั่วไป ในปี 2551 ผลผลิตปลานิลทั่วโลกมีประมาณ 2.6 ล้านตัน ประเทศไทยผลิตได้ปริมาณประมาณ 5 เพอร์เซ็นต์ จัดอยู่ลำดับที่ 5 ของโลก คิดเป็นมูลค่าประมาณ 5,770 ล้านบาท ส่วนใหญ่ 85 เพอร์เซ็นต์ ใช้บริโภคภายในประเทศ ที่เหลือส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตปลานิลเพื่อการส่งออก กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดยุทธศาสตร์ มีวิสัยทัศน์ในการเป็นผู้นำการผลิตปลานิล และผลิตภัณฑ์จากปลานิลที่มีคุณภาพและมาตรฐาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและเพิ่มศักยภาพการผลิตที่ได้มาตรฐาน มุ่งเน้นการขยายตลาดต่างประเทศและตลาดในประเทศ โดยปกติปลานิลเพศเมียมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปลานิลเพศผู้ประมาณ 20 เพอร์เซ็นต์ (สมบัติ, 2537) เนื่องจากปลานิลเพศเมียต้องใช้พลังงานส่วนมากเพื่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์มากกว่าใช้ในการเจริญเติบโต (มานพ และคณะ, 2536) การแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเลี้ยงแต่เฉพาะปลานิลเพศผู้ซึ่งวิธีที่นิยมในปัจจุบันในเชิงพาณิชย์ คือ วิธีการแปลงเพศ โดยใช้ฮอร์โมน 17 α - MT ที่อัตราความเข้มข้น 50-60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ให้ลูกปลากินนาน 21 วัน และมีจำนวนเพศผู้ไม่ต่ำกว่า 95 เพอร์เซ็นต์ (นวลมณี และคณะ, 2552)

ฮอร์โมน 17 α - MT เป็นฮอร์โมนเพศชายสังเคราะห์ที่ใกล้เคียงธรรมชาติ มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในทางการแพทย์ เช่น ใช้เป็นอาหารเสริมฮอร์โมนรักษาเพศชายที่มีฮอร์โมนเพศชายบกพร่อง การรักษา มะเร็งเต้านมหรือรักษาอาการของวัยหมดประจำเดือนในเพศหญิง (Bhasin *et al.*, 1998) ในด้านการเกษตร ใช้ในการเลี้ยงปลาสัตว์ เช่นการผสมในอาหารสัตว์ 0.25-0.50 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวต่อวัน เพื่อเร่งการเจริญเติบโต ทำให้สามารถตรวจพบฮอร์โมนในเนื้อและผลิตภัณฑ์จากนม (Velle, 1982) รวมทั้งการนำมาใช้เพื่อการแปลงเพศลูกพันธุ์สัตว์น้ำ โดยทั่วโลกพบว่ามีอย่างน้อย 85 ประเทศ ที่ใช้ฮอร์โมน 17 α - MT ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศ (FAO, 2006)

การแปลงเพศลูกปลานิลในบ่อดินหรือในกระชัง เพอร์เซ็นต์จำนวนเพศผู้ของลูกปลานิลอาจลดต่ำลง เนื่องจากลูกปลากินอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อ ทำให้ได้รับปริมาณฮอร์โมนไม่เพียงพอในการเหนี่ยวนำให้ลูกปลาเปลี่ยนแปลงเพศ การจัดการและการควบคุมคุณภาพน้ำค่อนข้างทำได้ยาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล การอุดตันของช่องตากกระชัง ทำให้น้ำและอากาศถ่ายเทได้น้อยหรือไม่ถ่ายเท มีผลทำให้อัตรารอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาลดลง ในการแปลงเพศลูกปลา ปริมาณฮอร์โมน 17 α - MT ที่ลูกปลาควรได้รับต่อวัน คือ 0.52-2.85 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กรัม จะทำให้ได้ประสิทธิภาพในการแปลงเพศมากกว่า 95 เพอร์เซ็นต์ (Okoko, 1996) การให้ปริมาณที่มากเกินไปจะไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงเพศ แต่จะทำให้เปอร์เซ็นต์เพศผู้ของลูกปลาลดลง หรืออาจเกิดลักษณะสองเพศในตัวเดียวกันมากขึ้น (Nakamura, 1975)

การใช้ฮอร์โมนในการแปลงเพศลูกปลานิลในบ่อดินหรือในกระชัง มีผลทำให้เกิดการตกค้างของฮอร์โมนในน้ำและในดินบริเวณพื้นบ่อ Fitzpatrick *et al.* (1998) กล่าวว่า โดยปกติฮอร์โมน 17 α - MT จะสลายตัวเมื่อถูกแสงแดดและความร้อน และมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลาย การตกค้างของฮอร์โมน 17 α - MT สามารถเกิดขึ้นได้ในบริเวณที่ไม่ได้รับแสง และความร้อน เช่นในดินก้นบ่อ และพบว่าหลังหยุดทำการแปลงเพศไปแล้ว 1 สัปดาห์ ปริมาณฮอร์โมน 17 α - MT ในน้ำลดระดับลงสู่ภาวะปกติ และ Contreras-Sánchez *et al.* (2002) พบว่าสามารถตรวจพบปริมาณฮอร์โมน 17 α - MT ในดิน หลังหยุดทำการแปลงเพศไปแล้ว 8 สัปดาห์ หรืออาจถึง 3 เดือน ซึ่งการตกค้างนี้อาจส่งผลกระทบต่อปลา หรือสัตว์ชนิดอื่นๆ โดยทำให้เกิดลักษณะสองเพศในตัวเดียวกัน

การแปลงเพศลูกปลานิลสามารถทำได้ทั้งการให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α – MT เพียงอย่างเดียว หรือแปลงเพศโดยการแช่ในสารละลายฮอร์โมน 17 α – MT เข้มข้นในระยะเวลาสั้นๆ แล้วให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α – MT ต่ออีกช่วงระยะเวลาหนึ่ง (นวลมณี, 2547) ซึ่งการใช้ปริมาณฮอร์โมนและระยะเวลาจะทำให้ประสิทธิภาพการแปลงเพศแตกต่างกันไป เช่น ใช้ 17 α – MT เข้มข้น 30-60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21-28 วัน ได้ลูกปลาเพศผู้ 95 เปอร์เซ็นต์ (Shelton *et al.*, 1978), ใช้ 17 α – MT เข้มข้น 30-60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 18 วัน ได้ลูกปลาเพศผู้ 98-100 เปอร์เซ็นต์ (Guerrero, 1975), ใช้ 17 α – MT เข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 22 วัน ได้ลูกปลาเพศผู้ 90-100 เปอร์เซ็นต์ (Sanico, 1975) เป็นต้น ดังนั้นในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในระบบน้ำหมุนเวียนครั้งนี้ การตกค้างของฮอร์โมนในน้ำที่หมุนเวียนกลับมาใช้ อาจทำให้สามารถลดระยะเวลาในการให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมนได้ เนื่องจากลูกปลาแช่อยู่ในน้ำที่มีฮอร์โมนละลายอยู่ และมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมนที่สั้นลงกว่าเดิม โดยยังสามารถเปลี่ยนแปลงเพศได้สูงเหมือนเดิม (ไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์) เพื่อประหยัดเวลา ลดต้นทุน และเพื่อการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสำหรับเกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ จำนวนเพศผู้ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน โดยแบ่งการทดลองดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 ให้ลูกปลานิลกินอาหารที่ไม่ผสมฮอร์โมน (0 วัน)
- ชุดการทดลองที่ 2 ให้ลูกปลานิลกินอาหารผสมฮอร์โมน เป็นเวลา 15 วัน
- ชุดการทดลองที่ 3 ให้ลูกปลานิลกินอาหารผสมฮอร์โมน เป็นเวลา 18 วัน
- ชุดการทดลองที่ 4 ให้ลูกปลานิลกินอาหารผสมฮอร์โมน เป็นเวลา 21 วัน

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม ระหว่างเดือน มกราคม ถึงเดือน มีนาคม 2555

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมระบบน้ำหมุนเวียน

ในแต่ละชุดการทดลองใช้ถังไฟเบอร์กลาส ขนาดความจุ 2,000 ลิตร จำนวน 3 ถัง ระดับน้ำสูงประมาณ 34 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 500 ลิตรต่อถัง เพิ่มอากาศในน้ำด้วยหัวทรายถึงละ 2 หัว ไหลผ่านระบบกรองน้ำขนาดความจุ 2,000 ลิตร (กรองด้วยกรวดหยาบ 1 ชั้น และพีชน้ำ 1 ชั้น) อัตราการไหลของน้ำประมาณ 2.5 ลิตรต่อนาที หมุนเวียนตลอดระยะเวลาการทดลอง (ภาพผนวกที่ 1)

2.2 การเตรียมปลาทดลอง

เตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลานิลจิตรลดา 3 อายุประมาณ 1 ปี (ขนาด 400-600 กรัม) ในกระชังขนาด $5 \times 8 \times 1.5$ เมตร จมน้ำลึก 1 เมตร ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ให้กิน 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 16.00 น. โดยแยกเลี้ยงเพศผู้ 2 กระชัง เพศเมีย 4 กระชัง กระชังละ 300 ตัว เพื่อเตรียมการเพาะพันธุ์เป็นเวลา 30 วัน ทำการเพาะพันธุ์โดยนำพ่อแม่ปลานิลที่เตรียมไว้มาเลี้ยงรวมกันในกระชัง อัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย 1:2 กระชังละ 90 ตัว จำนวน 20 กระชัง เป็นเวลาประมาณ 10 วัน เพื่อเพาะพันธุ์

รวบรวมไข่จากปากแม่ปลามาทำความสะอาด โดยแยกสิ่งเจือปนออก นำไข่ปลานิลที่อยู่ระยะเดียวกันไปฟักในถาดขนาด $24 \times 38 \times 9$ เซนติเมตร ที่มีรูระบายน้ำไว้ด้านข้าง จำนวนประมาณ 5,000 ฟองต่อถาด โดยมีน้ำไหลวนผ่านตลอด จนกระทั่งลูกปลาฟักเป็นตัวและถุงไข่แดงยุบ (ประมาณ 4 วัน) ทำการสูบลู่วาล์วและวัดความยาวลูกปลาเริ่มต้นการทดลอง

2.3 การเตรียมอาหารทดลอง

ใช้อาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ในชุดการทดลองที่ 1 และใช้อาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ในชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 เป็นเวลา 15, 18 และ 21 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ระยะเวลา (วัน) ในการให้กินอาหารผสมฮอร์โมน

ชุดการทดลองที่	อายุลูกปลา (วัน)																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	ไม่ผสมฮอร์โมน																				
2	ผสมฮอร์โมน										ไม่ผสมฮอร์โมน										
3	ผสมฮอร์โมน															ไม่ผสมฮอร์โมน					
4	ผสมฮอร์โมน																				

2.4 การจัดการทดลอง

อนุบาลลูกปลาทดลองในถังไฟเบอร์กลาสความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร ให้กินอาหารวันละ 5 ครั้ง เวลาประมาณ 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. เป็นเวลา 21 วัน ช่วงอายุลูกปลา 7 วันแรกให้อาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ช่วงอายุ 8-14 วันให้อาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน และช่วงอายุ 15-21 วันให้อาหาร 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน (เรณู, 2537)

สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาจำนวน 100 ตัว ในแต่ละชุดการทดลองทุก 7 วัน เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต และจดบันทึกการตายของลูกปลาระหว่างการทดลองทุกวัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นับจำนวนปลาที่เหลือทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลองเพื่อหาอัตราการรอดตาย

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในแต่ละชุดการทดลองทุก 3 วัน เวลาประมาณ 09.00 น. ตลอดการทดลอง โดยมีดัชนีที่ตรวจวัดดังนี้

1. อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) โดยใช้ thermometer probe YSI 52-230
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 93733
3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยวิธี azide modification ของ Winkler method ตามที่กล่าวในไมตรี และจาร์วรรณ (2528)
4. ความกระด้าง และความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยวิธี titrimetric method ตามที่กล่าวในไมตรี และจาร์วรรณ (2528)
5. ปริมาณแอมโมเนียในรูป unionized ammonia (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยใช้ Ammonia colorimeter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 93733

2.5 การตรวจสอบเพศ

สุ่มลูกปลาที่ทดลองครบ 21 วัน ในแต่ละชุดการทดลองนำไปเลี้ยงในกระชังขนาด 2 x 4 x 1.5 เมตร จมน้ำลึก 1 เมตร ซึ่งกางอยู่ในบ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร จำนวน 3,000 ตัวต่อกระชัง ให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 16.00 น. จนอายุครบ 49 วัน

หลังจากนั้นทำการสุ่มลูกปลาจำนวน 300 ตัว ในแต่ละชุดการทดลองนำมาตรวจสอบเพศ โดยการย้อมสีถุงอวัยวะหรือดูรังไข่ด้วยสีย้อมอะซีไธนคามิน แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อหาจำนวนเพศผู้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ผลการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และจำนวนเพศผู้

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one way analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธี Duncan's new multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ของข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.1 การเจริญเติบโตโดยเปรียบเทียบน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลอง

3.1.2 อัตราการรอดตาย (survival rate) (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

3.1.3 จำนวนเพศผู้ (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{จำนวนเพศผู้} = \frac{\text{จำนวนเพศผู้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนปลาทั้งหมด}} \times 100$$

3.2 การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์

ทำการศึกษาต้นทุนการผลิต และจุดคุ้มทุนในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศที่ระยะเวลาให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน แตกต่างกัน ตามวิธีของสมศักดิ์ (2530) และ Kay (1986) ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่

3.2.1 ต้นทุนการผลิต

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนทั้งหมด} &= \text{ต้นทุนผันแปร} + \text{ต้นทุนคงที่} \\ \text{ต้นทุนผันแปร} &= \text{ค่าพันธุ์ปลา} + \text{ค่าอาหาร} + \text{ค่าจ้างแรงงาน} + \text{ค่าไฟฟ้า} + \\ &\quad \text{ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน} \\ \text{ต้นทุนคงที่} &= \text{ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์} + \text{ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน} \\ \text{ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน} &= \text{ค่าเสียโอกาสในการนำเงินไปประกอบกิจการอื่นๆ โดย} \\ &\quad \text{คำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ} \\ &\quad \text{2.35 บาท ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์} \\ &\quad \text{การเกษตรปี 2555 (<http://www.baac.or.th/>)} \\ \text{ค่าเสื่อมราคา} &= \frac{\text{มูลค่าซื้อหรือสร้าง}}{\text{อายุการใช้งาน}} \end{aligned}$$

ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ คิดค่าเสื่อมราคาแบบวิธีเส้นตรง (straight-line depreciation method) โดยกำหนดให้มูลค่าซากเป็นศูนย์ เมื่อหมดอายุการใช้งานตามประเภทของเครื่องมือ อุปกรณ์

3.2.2 ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว (บาทต่อตัว)

$$= \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลผลิต}}$$

ผลการทดลอง

การทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศที่ระยะเวลาให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน แตกต่างกัน คือ 0, 15, 18 และ 21 วัน ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

1. การเจริญเติบโต

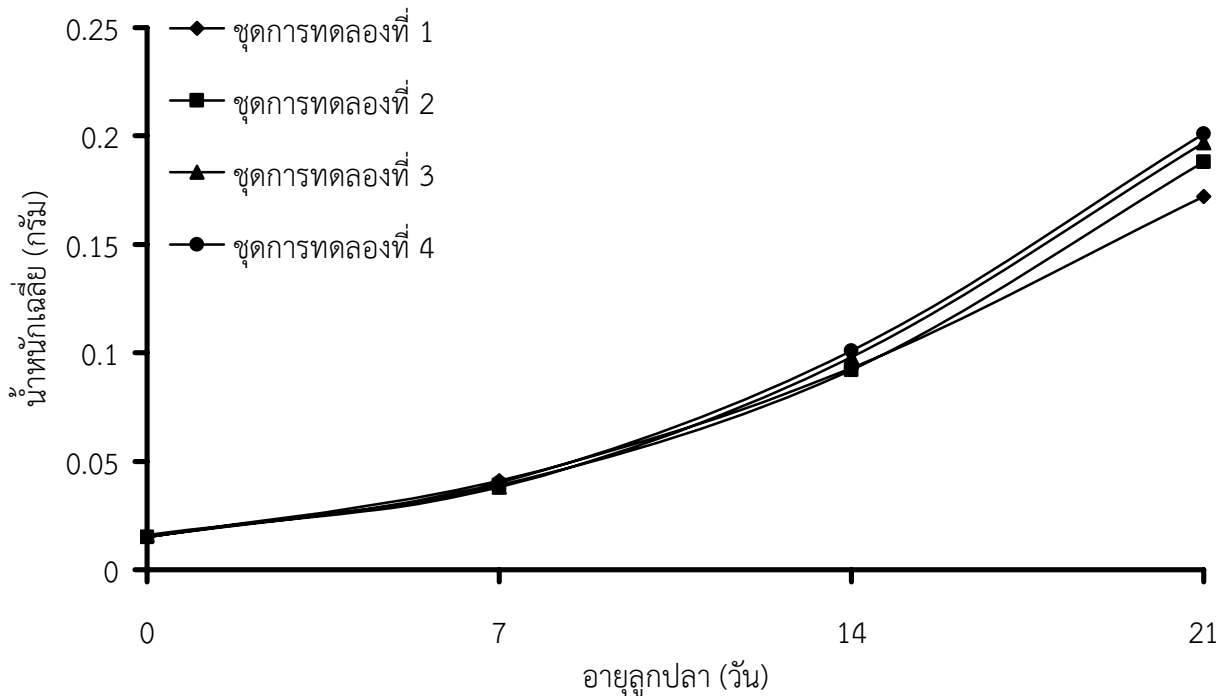
1.1 น้ำหนักเฉลี่ย

ลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.015 ± 0.0010 , 0.015 ± 0.0010 , 0.016 ± 0.0006 และ 0.015 ± 0.0015 กรัม ตามลำดับ อายุลูกปลา 7 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.041 ± 0.0006 , 0.039 ± 0.0035 , 0.038 ± 0.0025 และ 0.040 ± 0.0038 กรัม ตามลำดับ อายุลูกปลา 14 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.093 ± 0.0020 , 0.092 ± 0.0091 , 0.098 ± 0.0093 และ 0.101 ± 0.0098 กรัม ตามลำดับ อายุลูกปลา 21 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.172 ± 0.0100 , 0.188 ± 0.0227 , 0.197 ± 0.0229 และ 0.201 ± 0.0216 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่อายุเท่ากัน ลูกปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

อายุลูกปลา (วัน)	ระยะเวลาที่ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน (วัน)			
	0	15	18	21
0	0.015±0.0010 ^a	0.015±0.0010 ^a	0.016±0.0006 ^a	0.015±0.0015 ^a
7	0.041±0.0006 ^a	0.039±0.0035 ^a	0.038±0.0025 ^a	0.040±0.0038 ^a
14	0.093±0.0020 ^a	0.092±0.0091 ^a	0.098±0.0093 ^a	0.101±0.0098 ^a
21	0.172±0.0100 ^a	0.188±0.0227 ^a	0.197±0.0229 ^a	0.201±0.0216 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

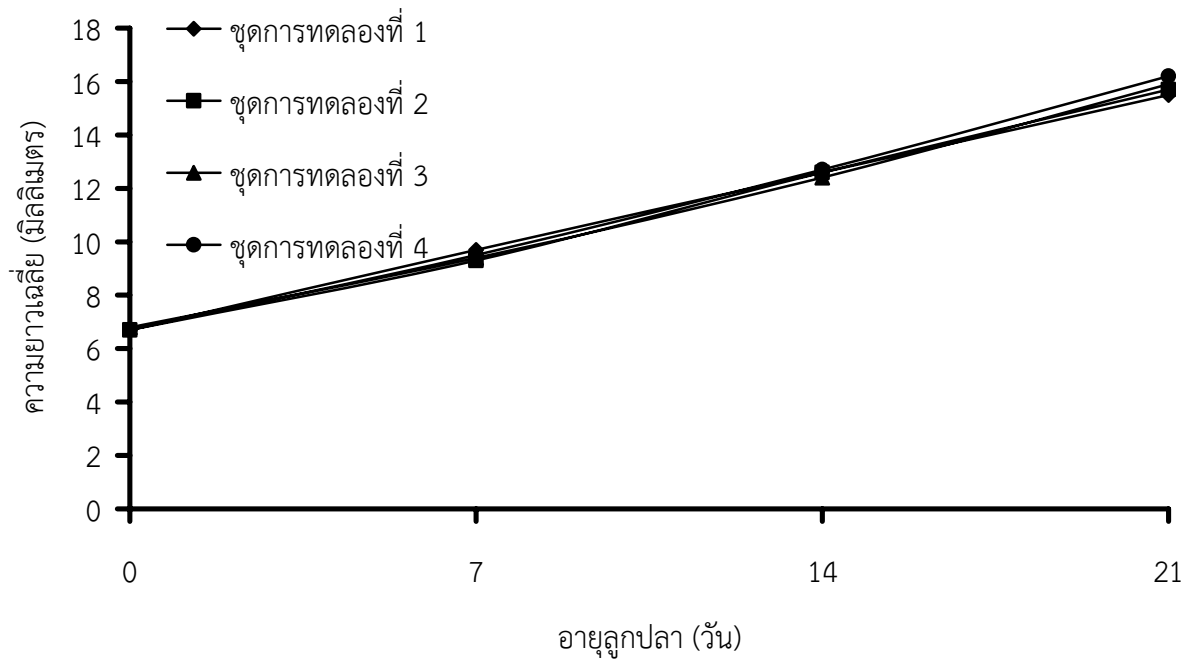
1.2 ความยาวเฉลี่ย

ลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 ± 0.10 , 6.7 ± 0.23 , 6.8 ± 0.15 และ 6.7 ± 0.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ อายุลูกปลา 7 วัน มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 9.7 ± 0.21 , 9.3 ± 0.36 , 9.4 ± 0.01 และ 9.5 ± 0.23 มิลลิเมตร ตามลำดับ อายุลูกปลา 14 วัน มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 12.6 ± 0.25 , 12.6 ± 0.41 , 12.4 ± 0.88 และ 12.7 ± 0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ อายุลูกปลา 21 วัน มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 15.5 ± 0.44 , 15.7 ± 0.46 , 15.9 ± 0.31 และ 16.2 ± 0.32 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่อายุเท่ากัน ลูกปลานิลมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

อายุลูกปลา (วัน)	ระยะเวลาที่ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน (วัน)			
	0	15	18	21
0	6.7±0.10 ^a	6.7±0.23 ^a	6.8±0.15 ^a	6.7±0.10 ^a
7	9.7±0.21 ^a	9.3±0.36 ^a	9.4±0.01 ^a	9.5±0.23 ^a
14	12.6±0.25 ^a	12.6±0.41 ^a	12.4±0.88 ^a	12.7±0.58 ^a
21	15.5±0.44 ^a	15.7±0.46 ^a	15.9±0.31 ^a	16.2±0.32 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

2. อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 87.5 ± 2.32 , 90.0 ± 3.14 , 92.3 ± 1.87 และ 93.2 ± 3.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าลูกปลานิลในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และลูกปลานิลในชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และพบว่าลูกปลานิลในชุดการทดลองที่ 1 กับลูกปลานิลในชุดการทดลองที่ 4 มีอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4)

3. จำนวนเพศผู้

จำนวนเพศผู้ของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 51.1 ± 3.34 , 85.2 ± 1.95 , 90.6 ± 1.02 และ 96.6 ± 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) อัตราการรอดตาย และจำนวนเพศผู้ ของลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

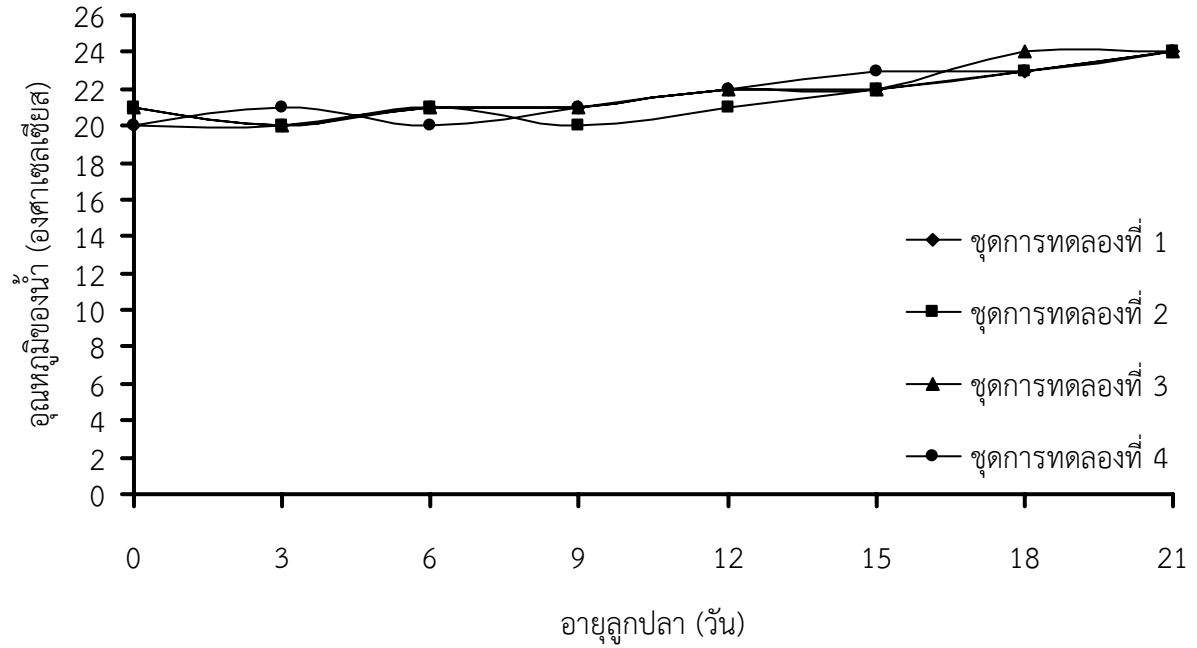
	ระยะเวลาที่ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน (วัน)			
	0	15	18	21
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	87.5 ± 2.32^b	90.0 ± 3.14^{ab}	92.3 ± 1.87^{ab}	93.2 ± 3.36^a
จำนวนเพศผู้ (เปอร์เซ็นต์)	51.1 ± 3.34^d	85.2 ± 1.95^c	90.6 ± 1.02^b	96.6 ± 0.51^a

4. คุณสมบัติของน้ำ

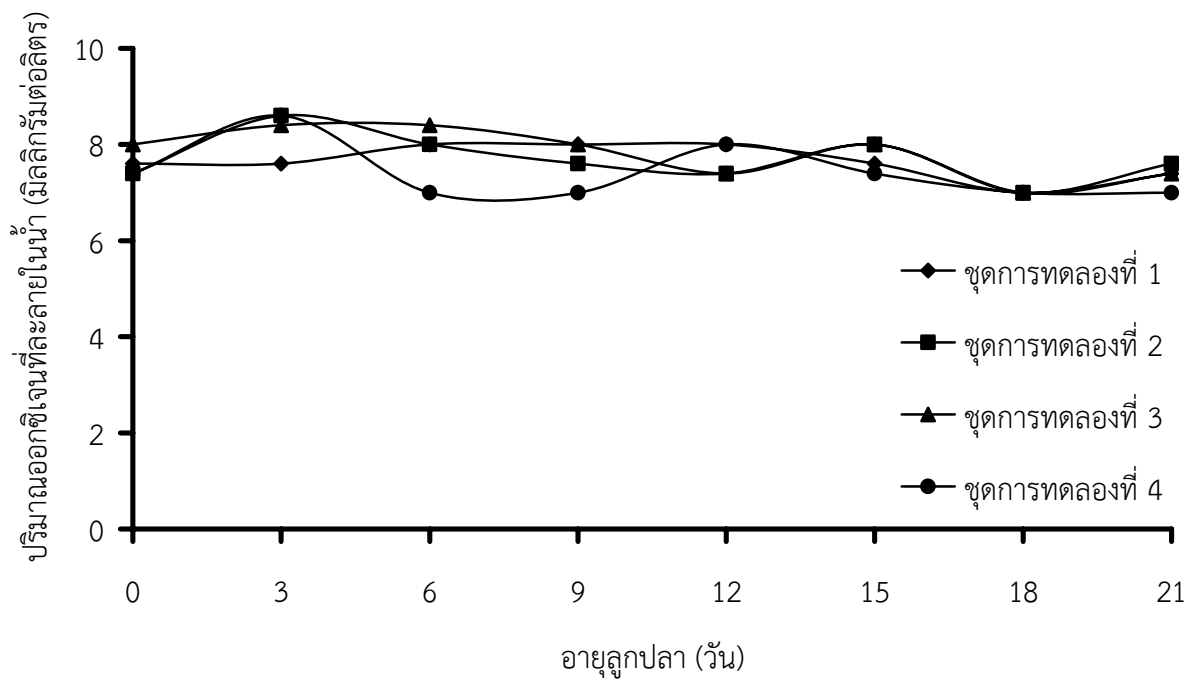
คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองในถังไฟเบอร์กลาส พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 20.0-24.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 7.0-11.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 7.4-8.4 ความกระด้าง อยู่ระหว่าง 50-86 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3 ความเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 56-80 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) อยู่ระหว่าง 0-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าพิสัยคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

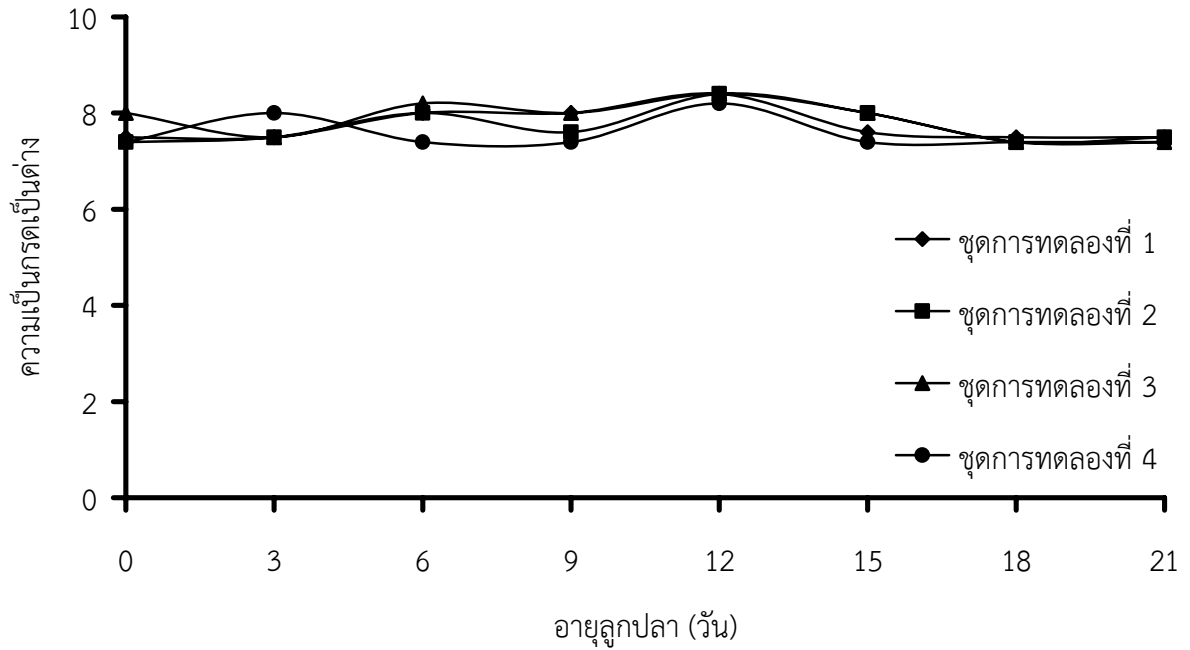
คุณสมบัติของน้ำ	ระยะเวลาที่ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน (วัน)			
	0	15	18	21
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	20.0-24.0	20.0-24.0	20.0-24.0	20.0-24.0
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.0-8.0	7.0-8.6	7.0-8.4	7.0-8.6
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.5-8.4	7.4-8.4	7.4-8.4	7.4-8.2
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3)	50-86	50-86	50-86	50-86
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3)	56-80	56-80	56-80	56-80
ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.0-1.3	0.0-1.0	0.0-1.0	0.0-1.5



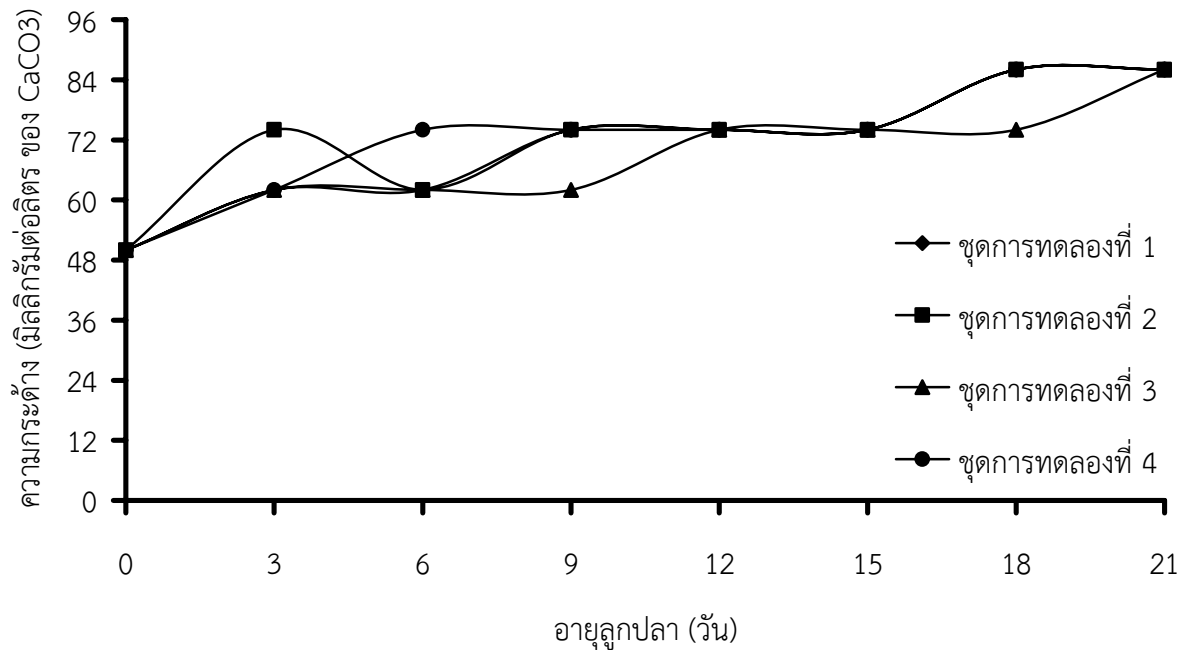
ภาพที่ 3 อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน



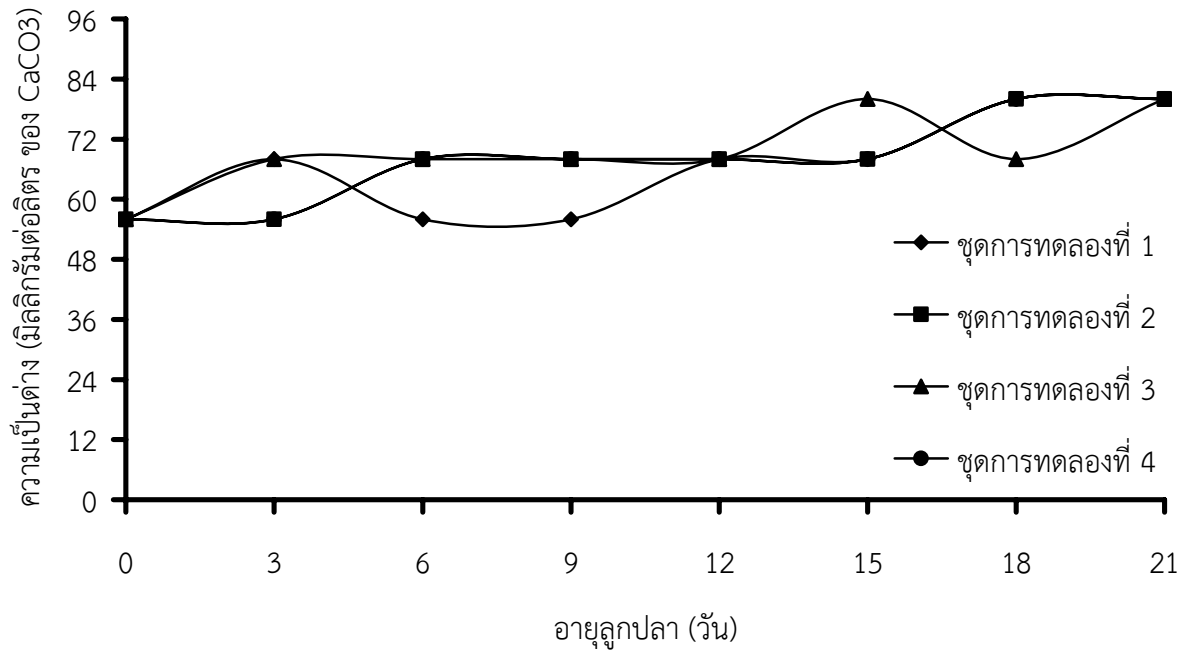
ภาพที่ 4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน



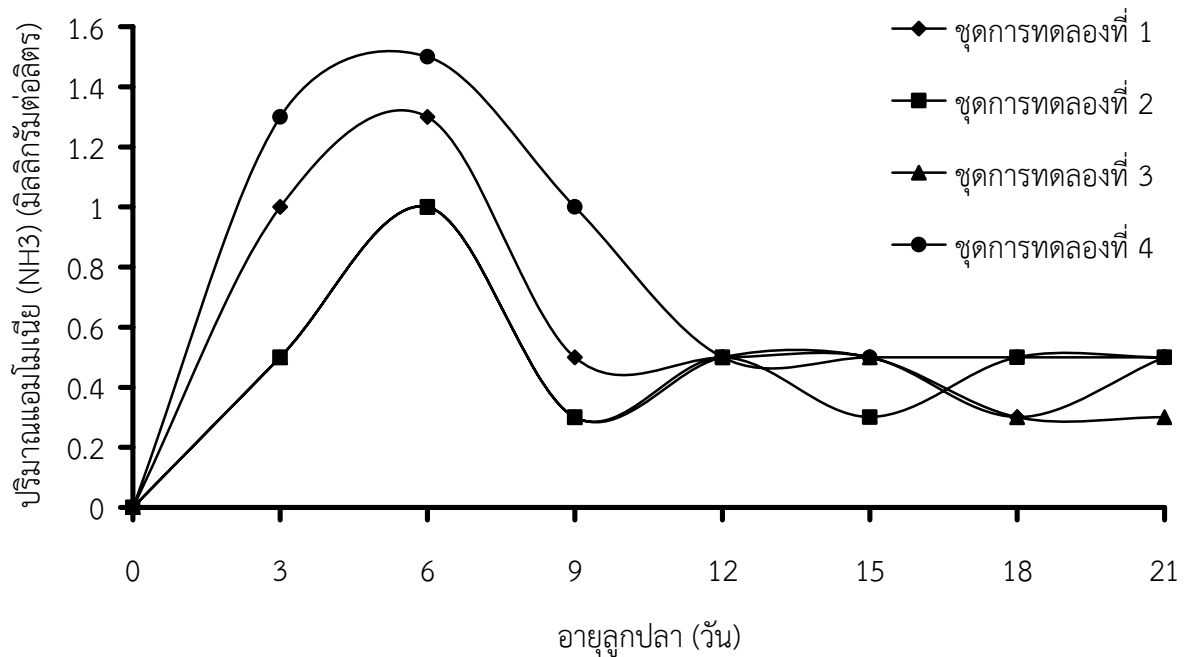
ภาพที่ 5 ความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน



ภาพที่ 6 ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO_3) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน



ภาพที่ 7 ความเป็นต่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ของ CaCO₃) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน



ภาพที่ 8 ปริมาณแอมโมเนีย (NH₃) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

5. ต้นทุนการผลิต และต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว

5.1 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนในการผลิตลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 977.59, 1,002.17, 1,012.77 และ 1,023.38 บาทต่อถัง ตามลำดับ แบ่งเป็นต้นทุนผันแปร เท่ากับ 90.43, 90.67, 90.77 และ 90.86 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ตามลำดับ และต้นทุนคงที่ เท่ากับ 9.57, 9.33, 9.23 และ 9.14 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 รายละเอียดต้นทุนการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระยะเวลาให้อาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

รายการ	ระยะเวลาที่ให้อาหารผสมฮอร์โมน (วัน)							
	0		15		18		21	
	บาทต่อถัง	%	บาทต่อถัง	%	บาทต่อถัง	%	บาทต่อถัง	%
ต้นทุนผันแปร								
ค่าพันธุ์ปลา ⁽¹⁾	630.51	64.50	630.51	62.91	630.51	62.26	630.51	61.61
ค่าอาหารปลา ⁽²⁾	89.49	9.15	114.02	11.38	124.60	12.30	135.18	13.21
ค่าแรงงาน ⁽³⁾	144.24	14.75	144.24	14.39	144.24	14.24	144.24	14.09
ค่าไฟฟ้า ⁽⁴⁾	18.11	1.85	18.11	1.81	18.11	1.79	18.11	1.77
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ⁽⁵⁾	1.73	0.18	1.78	0.18	1.80	0.18	1.82	0.18
รวมเป็นเงิน	884.08	90.43	908.65	90.67	919.26	90.77	929.86	90.86
ต้นทุนคงที่								
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ ⁽⁶⁾	93.33	9.55	93.33	9.31	93.33	9.22	93.33	9.12
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ⁽⁵⁾	0.18	0.02	0.18	0.02	0.18	0.02	0.18	0.02
รวมเป็นเงิน	93.52	9.57	93.52	9.33	93.52	9.23	93.52	9.14
รวมต้นทุนทั้งหมด	977.59	100.00	1,002.17	100.00	1,012.77	100.00	1,023.38	100.00

- หมายเหตุ** (1) ค่าพันธุ์ปลา ราคาตัวละ 0.063 บาท (ธงชัย และคณะ, 2554)
 (2) ค่าอาหารปลา (อาหารสำเร็จรูปชนิดผงโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์) ราคา กิโลกรัมละ 47 บาท และค่าฮอร์โมน 17 α - MT กรัมละ 600 บาท
 (3) อัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำของจังหวัดมหาสารคาม ปี 2555 เท่ากับ 227 บาทต่อวันต่อคน (<http://www.mol.go.th>) อัตราวันละ 8 ชั่วโมง เป็นเงินชั่วโมงละ 28.37 บาท โดยคิดเฉพาะเวลาที่ทำงาน วันละ 1 ชั่วโมง จำนวน 1 คน
 (4) ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.73 บาท (มอเตอร์ไฟฟ้า 3 แรงม้า วันละ 1.24 ชั่วโมง)
 (5) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ 2.35 บาท ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรปี 2555 (<http://www.baac.or.th>)

- (6) ค่าเสื่อมราคาของถังไฟเบอร์กลาส และมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้วิธีคิดแบบเส้นตรง อายุการใช้งานเฉลี่ย 10 ปี

5.2 ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว

ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวในการผลิตลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.11 บาทต่อตัว ทั้ง 4 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระยะเวลาให้กินอาหารผสมฮอร์โมนแตกต่างกัน

รายการ	ระยะเวลาที่ให้กินอาหารผสมฮอร์โมน (วัน)			
	0	15	18	21
จำนวนปลาเฉลี่ย (ตัวต่อถัง)	8,750	9,000	9,230	9,320
ต้นทุนผันแปร (บาทต่อถัง)	884.08	908.65	919.26	929.86
ต้นทุนคงที่ (บาทต่อถัง)	93.52	93.52	93.52	93.52
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อถัง)	977.59	1,002.17	1,012.77	1,023.38
ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว (บาทต่อตัว)	0.11	0.11	0.11	0.11

สรุปและวิจารณ์ผล

การทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน โดยให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดผง ผสมฮอร์โมน 17 α -MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 0, 15, 18 และ 21 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลปรากฏว่า ลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าลูกปลาจะเจริญเติบโตดีขึ้น เมื่อลูกปลาได้กินอาหารผสมฮอร์โมนนานขึ้น

อัตราการรอดตายของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 87.5 ± 2.32 , 90.0 ± 3.14 , 92.3 ± 1.87 และ 93.2 ± 3.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยทุกชุดการทดลองมีค่าสูงกว่าการทดลองของ ชงชัย และคณะ (2554) ที่ทำการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่น 5, 10, 20 และ 40 ตัวต่อลิตร โดยให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดผงโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมฮอร์โมน 17 α -MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 วัน โดยพบว่าที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดเท่ากับ 84.2 ± 5.94 เปอร์เซ็นต์

อัตราการรอดตายของลูกปลานิลในชุดการทดลองที่ 1 กับชุดการทดลองที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากฮอร์โมน 17 α -MT เป็นฮอร์โมนเพศผู้ จัดอยู่ในกลุ่มสเตอรอยด์ฮอร์โมน ที่สังเคราะห์มาจากคอเลสเตอรอล มีผลต่อร่างกายทำให้เร่งการสร้างกล้ามเนื้อ เร่งอัตราเมตาบอลิซึม เสริมสร้างระบบสืบพันธุ์และลักษณะการแสดงออกของเพศผู้ เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน กระตุ้นความกระปรี้กระเปร่า จึงส่งผลให้ลูกปลาที่ได้รับฮอร์โมนในปริมาณและระยะเวลาที่มากขึ้น มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น แต่หากได้รับในปริมาณและระยะเวลาที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดผลเสียในทางกลับกัน (นทีทิพย์, 2538)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย พบว่าลูกปลาถึงแม้จะได้รับฮอร์โมนนานขึ้น แต่มีอัตราการรอดตายที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน ทำให้ลูกปลามีความหนาแน่นสูงขึ้นไปด้วย ในสภาวะที่ปลาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ทำให้เกิดการแก่งแย่งอาหาร อากาศหายใจ และที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการเป็นเจ้าถิ่นครอบครองอาณาเขต ก่อให้เกิดความเครียดขึ้นในปลา ซึ่งอาจเป็นลักษณะเฉียบพลันที่มีผลต่ออัตราการรอดตาย หรือความเครียดแบบเรื้อรังที่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง (Pickering, 1993) จึงทำให้ลูกปลาทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทุกชุดการทดลอง แต่ในชุดการทดลองที่ 4 มีแนวโน้มดีที่สุด

จำนวนเพศผู้ของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 51.1 ± 3.34 , 85.2 ± 1.95 , 90.6 ± 1.02 และ 96.6 ± 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุกชุดการทดลอง ซึ่งที่ระยะเวลาให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 21 วัน มีค่าสูงที่สุด ใกล้เคียงกับการทดลองของนวลมณี และคณะ (2547) ที่ทำการแปลงเพศลูกปลานิลโดยให้กินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 วัน ได้จำนวนเพศผู้ 97.9 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับศิริ (2542) ที่กล่าวว่าการแปลงเพศปลานิลที่เลี้ยงในกระชังในบ่อที่ไม่มีอาหารธรรมชาติ หรือมีปริมาณอาหารธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ควรใช้อัตราความเข้มข้นของฮอร์โมน 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ปริมาณฮอร์โมน 17 α - MT ที่ตกค้างในน้ำ อาจมีผลทำให้ลูกปลามีจำนวนเพศผู้สูงขึ้นได้ เนื่องจากการแปลงเพศลูกปลาสามารถทำได้ทั้งการให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT เพียงอย่างเดียว หรือแปลงเพศโดยการแช่ในสารละลายฮอร์โมน 17 α - MT เข้มข้นในระยะเวลาสั้นๆ แล้วให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT ต่ออีกช่วงระยะเวลาหนึ่ง (นวลมณี, 2547) แต่ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในน้ำมีปริมาณที่น้อยมาก และจะสลายตัวภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังหยุดทำการแปลงเพศ (ธงชัย และคณะ, 2556) การลดระยะเวลาในการแปลงเพศลูกปลาจึงไม่มีผลเพียงพอต่อการเปลี่ยนเพศของลูกปลาในเชิงพาณิชย์ ที่ต้องการจำนวนเพศผู้ 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ลูกปลานิลในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนเพศผู้ค่อนข้างสูง แต่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการผลิตลูกพันธุ์ปลานิลแปลงเพศ

คุณภาพน้ำตลอดการทดลองโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่ปริมาณแอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากช่วงลูกปลาอายุ 6 วันแรก อุณหภูมิค่อนข้างต่ำทำให้ลูกปลาไม่ยอมรับอาหารเท่าที่ควร ซึ่งปริมาณแอมโมเนียที่สูงนี้ ไม่เป็นอันตรายต่อลูกปลา ตามที่มันลิน และไพพรรณ (2544) ได้กล่าวไว้ในน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0-7.5 อุณหภูมิ น้ำ 30.0 องศาเซลเซียส ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียอาจสูงถึง 3.1 มิลลิกรัมต่อลิตรได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อปลา

ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวทุกชุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.11 บาทต่อตัว ซึ่งพบว่าใกล้เคียงกับการทดลองของธงชัย และคณะ (2554) ที่ทำการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 21 วัน ความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.12 บาทต่อตัว และต่ำกว่าการทดลองของนวลมณี และคณะ (2547) ที่ทำการแปลงเพศปลานิลในกระชังในบ่อดินมีต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.29 บาทต่อตัว แสดงให้เห็นว่าการแปลงเพศลูกปลานิลในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งเป็นระบบปิดนั้นสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศได้ อีกทั้งยังเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศที่ระยะเวลาให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 15 และ 18 วัน ลูกปลามีสัดส่วนเพศผู้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในเชิงพาณิชย์ (< 95 เปอร์เซ็นต์) จึงสรุปได้ว่า ในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศครั้งนี้ ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน 17 α - MT อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 21 วัน เหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- คีรี กอนันตกุล. 2542. การเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 59 หน้า.
- ธงชัย เย็นเป้ง, ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์, จุฑามาศ ชัยนนท์ และ สุนทร กัณหาสุระ. 2554. การผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2554. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 22 หน้า.
- ธงชัย เย็นเป้ง, วรวิทย์ พรหมปากดี, สมศรี งามวงศ์ และ ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์. 2556. การศึกษาระดับของฮอร์โมน(17 alpha methyltestosterone) ที่ตกค้างในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2556. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 38 หน้า.
- นทีทิพย์ กฤษณามระ. 2538. ฮอร์โมน กลไกและการออกฤทธิ์ร่วม. ภาควิชาสรีรวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล. 321 หน้า
- นวลมณี พงศ์ธนา, สายฝน เสียงหวาน และ จินตนา นิธรรม. 2547. ผลของการใช้ฮอร์โมนแอนโดรเจนในการแปลงเพศปลานิล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2547. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 32 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา, มัลลิกา ทองสง่า และ ประจักษ์ บัวเนียม. 2552. การทดลองเลี้ยงปลานิลลูกผสม (Blue tilapia X นิลสายพันธุ์ GIFT). วารสารการประมงฉบับที่ 62(1)/2552. หน้า 34-37.
- เรณู ว่องสงสาร. 2537. การแปลงเพศปลานิลในกระชังในบ่อดิน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 41/2537. กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 27 หน้า.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, พรรณศรี จริโมภาส, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณยวุฒิ, วีระวัชรกรโยธิน และ วิมล จันทรโรทัย. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 23/2536. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 87 หน้า.
- มันสิน ตันทุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- สมบัติ ภมรสถิต. 2537. ปลานิลแปลงเพศ. (แผ่นปลิว) ร่มไทรฟาร์ม. ร่มไทรฟาร์ม, พระนครศรีอยุธยา. 7 หน้า.
- สมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ เอส พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.
- BACC. <http://www.bacc.or.th>. Accessed on 10 March 2012.
- Bhasin, S., Bagatell, C.J., Bremner, W.J., Plymate, S.R., Tenover, J.L., Korenman, S.G. and Nielschlag, E., 1998. Issues in testosterone replacement in old men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 83: 3435-3448.
- Contreras-Sánchez, W.M., G. Márquez-Couturier, T.R.G. Márquez, L.A.D. Lopez and C.B. Schreck. 2002. Masculinization of Nile tilapia fry by immersion intrenbolone acetate: Reuse of hormone solution and effects of temperature ture. In: K. Mcelwee, K. Lewis, M. Nidiffer, and P. Buitrago(Editors), Nineteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 35-38.
- FAO. 2006. Aquaculture production statistics 1997-2006. FAO, Rome, Italy.

- Fitzpatrick, M.S., W.M. Contreras-Sánchez, R.H. Milston, M. Lucero, G.W. Feist and C.B. Schreck, 1998. Steroid immersion of masculinization of tilapia. **In:** D. Burke, J. Baker, B. Goetze, D. Clair, and H. Egna (Editors), Fifteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 29-34.
- Guerrero, R.D. 1975. Caga culture of male and female *Tilapia mosambica* with and without supplementary feeding in a fertilized pond. CLSU (Cent. Luzon State Univer., Philipp.) Sci. J. 9(2): 18-20.
- Kay, R. D. 1986. Farm Management : Planing,Control and Implementation. McGraw Hill Book Co., Singapore. 401 pp.
- MOL. <http://www.mol.go.th>. Accessed on 10 March 2012.
- Nakamura, M. 1975. Dosage-dependent changes in the effect of oral administration of methyltestosterone on gonadal sex differentiation in *Tilapia mosambica*. Bulletin of the Faculty of fisheries, Hokkaido University 26: 99-108.
- Okoko, M. 1996. Effect of 17 Alpha Methyltestosterone concentrations on the sex ratio, and gonadal development of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Master Thesis, Auburn University, AL, USA.
- Pickering, A. D. 1993. Growth and Stress in fish production. Aquaculture. 111:51-59.
- Sanico, A.F. 1975. Effects of 17 Alpha Methyltestosterone and estrone on sex ratio and growth of *Tilapia aurea* (Steindachner). Kalikasan Phipp. J. Biol. 13: 1-17.
- Shelton, W.L., R.D. Guerrero and J. Lopez-Marcias. 1981. Factors effecting androgen sex-reversal of *Tilapia aurea*. Aquaculture 25:59-65.
- Velle, W., 1982. The Use of Hormones in Animal Production. FAP Animal Production and Health Papers 31: 53pp.