



การผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน  
ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

**Seed Production of Sex Reversal of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758),  
in Fiberglass Tanks Using Water Circulation System  
at Different Stocking Densities**

ธงชัย เย็นเป้ง

Thongchai Yenpoeng

ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์

Tharaphand Wattanamahard

จุฑามาศ ชัยนนท์

Juthamas Chainon

สุนทร กัณหาสุระ

Soontorn Kanhasura

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives



การผลิตลูกปลาชนิดแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน  
ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

**Seed Production of Sex Reversal of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758),  
in Fiberglass Tanks Using Water Circulation System  
at Different Stocking Densities**

ธงชัย เย็นเป้ง

Thongchai Yenpoeng

ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์

Tharaphand Wattanamahard

จุฑามาศ ชัยนนท์

Juthamas Chainon

สุนทร กัณหาสุระ

Soontorn Kanhasura

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม Mahasarakham Inland Fisheries Research and Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๔

2011

รหัสทะเบียนวิจัย 53-0547-53035

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. วิธีการทดลอง	4
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	6
ผลการทดลอง	9
1. การเจริญเติบโต	9
2. อัตราการรอดตาย	12
3. อัตราแลกเนื้อ	12
4. อัตราการกินอาหาร	12
5. สัดส่วนเพศผู้	13
6. ปริมาณฮอร์โมนตกค้าง	14
7. คุณสมบัติของน้ำ	15
8. ต้นทุนการผลิต รายได้ และผลตอบแทนต่อการลงทุน	15
สรุปและวิจารณ์ผล	18
ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	9
2	ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	11
3	การเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	13
4	ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลานิล (ppb) ที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำ หมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	14
5	ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในน้ำ (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่ใช้แปลงเพศลูกปลานิลในถัง ไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	14
6	ค่าพิสัยคุณสมบัติน้ำระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำ หมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	15
7	รายละเอียดต้นทุนการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	16
8	ผลตอบแทนต่อการลงทุน และจุดคุ้มทุนในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	17

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	10
2	ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	11
ภาพผนวกที่		
1	ระบบฟักไข่ปลานิล ที่ใช้ในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	23
2	ถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ใช้ในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศ ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน	23

# การผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

ธงชัย เย็นเป้ง<sup>๑\*</sup> ธรพันธ์ วัฒนะมหาตม์<sup>๑</sup> จูฑามาศ ชัยนนท์<sup>๑</sup> และสุนทร กัณหาสุระ<sup>๒</sup>

<sup>๑</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม

<sup>๒</sup>มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## บทคัดย่อ

การทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 5, 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม ปลาทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ  $0.012 \pm 0.0006$ ,  $0.011 \pm 0.0006$ ,  $0.011 \pm 0.0006$  และ  $0.011 \pm 0.0006$  กรัม ตามลำดับ และความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ  $5.5 \pm 0.25$ ,  $5.5 \pm 0.10$ ,  $5.6 \pm 0.45$  และ  $5.5 \pm 0.32$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ให้ปลาทดลองกินอาหารกึ่งกูลาคำสำเร็จรูปชนิดผงผสมฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2552 เป็นระยะเวลา 21 วัน

ผลการทดลองพบว่าลูกปลาที่มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ  $0.079 \pm 0.0055$ ,  $0.066 \pm 0.0025$ ,  $0.061 \pm 0.0050$  และ  $0.053 \pm 0.0050$  กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ  $11.0 \pm 0.50$ ,  $10.0 \pm 0.36$ ,  $9.2 \pm 0.49$  และ  $8.4 \pm 0.42$  มิลลิเมตร ซึ่งลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักและความยาวสุดท้ายเฉลี่ยมากกว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร ขณะที่ลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักและความยาวสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ ( $\alpha=0.05$ ) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร แต่มีค่ามากกว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha=0.05$ ) สำหรับอัตราการรอดตายมีค่าเท่ากับ  $88.91 \pm 6.00$ ,  $88.57 \pm 1.50$ ,  $84.20 \pm 5.94$  และ  $60.86 \pm 4.96$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างทางสถิติ ( $\alpha=0.05$ ) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 และ 20 ตัว/ลิตร แต่มากกว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha=0.05$ ) สัดส่วนเพศผู้มีค่าเท่ากับ  $99.0 \pm 1.00$ ,  $98.67 \pm 1.53$ ,  $99.33 \pm 0.58$  และ  $98.67 \pm 0.58$  เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $\alpha=0.05$ ) ทุกระดับความหนาแน่น จุดคุ้มทุนของราคาขายเท่ากับ 0.22, 0.16, 0.13 และ 0.12 บาท/ตัว จากผลการทดลองครั้งนี้ เมื่อพิจารณาผลการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และจุดคุ้มทุนของราคาขาย สรุปได้ว่าที่ความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร เป็นระดับที่เหมาะสมในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน

**คำสำคัญ:** ปลานิล แปลงเพศ ถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียน ความหนาแน่น

\*ผู้รับผิดชอบ : ๒๐ หมู่ ๑๑ ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐ โทร. ๐ ๔๓๗๖ ๗๔๓๕

e-mail : ifmahasarakham@yahoo.com

**Seed Production of Sex Reversal of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758),  
in Fiberglass Tanks Using Water Circulation System  
at Different Stocking Densities**

**Thongchai Yenpoeng<sup>1\*</sup> Tharaphand Wattanamahard<sup>1</sup> Juthamas Chainon<sup>1</sup> and  
Soontorn Kanhasura<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Maharakham Inland Fisheries Research and Development Center

<sup>2</sup>Khonkaen University

**Abstract**

Seed production of sex reversal of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in fiberglass tanks using water circulation system at four different stocking densities were conducted at Maharakham Inland Fisheries Research and Development Center during November – December 2010. Fish with the initial sizes of  $0.012 \pm 0.0006$ ,  $0.011 \pm 0.0006$ ,  $0.011 \pm 0.0006$  and  $0.011 \pm 0.0006$  g and  $5.5 \pm 0.25$ ,  $5.5 \pm 0.10$ ,  $5.6 \pm 0.45$  and  $5.5 \pm 0.32$  mm were stock at 5, 10, 20 and 40 individual/liter in 12 tanks of 2,000 liter fiberglass tanks. Fish were fed with 40 mg/kg of 17 alpha methyltestosterone hormone food five time a day for 21 day.

The results showed that the average final body weights were  $0.079 \pm 0.0055$ ,  $0.066 \pm 0.0025$ ,  $0.061 \pm 0.0050$  and  $0.053 \pm 0.0050$  g and average final body lengths were  $11.0 \pm 0.50$ ,  $10.0 \pm 0.36$ ,  $9.2 \pm 0.49$  and  $8.4 \pm 0.42$  mm, respectively. Final body weights and final body lengths of fish at 5 individual/liter had significant higher ( $\alpha=0.05$ ) than fish at 10, 20 and 40 individual/liter while there were no significant differences ( $\alpha=0.05$ ) between fish at 10, 20 and 40 individual/liter. The survival rate of fish 5, 10, and 20 individual/liter had significant higher ( $\alpha=0.05$ ) than fish at 40 individual/liter where as there were no significant differences ( $\alpha=0.05$ ) between fish at 5, 10 and 20 individual/liter. However, there were no significant differences ( $\alpha=0.05$ ) in male sex reversal among the treatment ( $99.0 \pm 1.00$ ,  $98.67 \pm 1.53$ ,  $99.33 \pm 0.58$  and  $98.67 \pm 0.58$  %, respectively). For the break-even prices were 0.22, 0.16, 0.13 and 0.12 bath/fish, respectively. The results can be concluded that the stocking density of 20 individual/liter is suitable for seed production of sex reversal of Nile tilapia in fiberglass tanks using the water circulation system when growth, survival rate and break-even prices are considered.

**Key Words :** Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), sex reversal, fiberglass tanks, water circulation system, stocking densities

.....

\*Corresponding author: 20 Moo 13, Keanglerngchan Sub-district, Mueang District, Maharakham 44000

Tel. 0 4377 7439 e-mail : ifmaharakham@yahoo.com

## คำนำ

ปลานิลเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทั้งด้านการบริโภคภายในประเทศ และการส่งออก นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถเจริญเติบโต แพร่ขยายพันธุ์ และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ได้ดี ทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติ บ่อเลี้ยง และแหล่งน้ำอื่นๆ จากการที่ปลานิลสามารถขยายพันธุ์ได้เร็ว และขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงประสบปัญหาเรื่องการเจริญเติบโต ปลามีขนาดแตกต่างกันจากจำนวนของลูกปลาที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปลาในบ่อหนาแน่นมากขึ้น และโดยธรรมชาติปลานิลเพศเมียมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปลานิลเพศผู้ 20 เปอร์เซ็นต์ (สมบัติ, 2537) เนื่องจากปลานิลเพศเมียต้องใช้พลังงานส่วนมาก เพื่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์มากกว่าใช้ในการเจริญเติบโต (มานพ และคณะ, 2536)

การแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถทำได้โดยการเลี้ยงแต่เฉพาะปลาเพศผู้เพียงอย่างเดียว ซึ่งวิธีที่นิยมในปัจจุบันคือ วิธีการแปลงเพศ แต่การแปลงเพศลูกปลานิลในบ่อดิน หรือในกระชังยังมีปัญหาอยู่ เช่น เปอร์เซ็นต์สัดส่วนเพศผู้อาจลดต่ำลง เนื่องจากลูกปลานิลกินอาหารธรรมชาติที่มีในบ่อ ได้แก่ แพลงก์ตอน ทำให้ได้รับปริมาณฮอร์โมนไม่เพียงพอในการกระตุ้นให้ลูกปลานิลเปลี่ยนเป็นเพศผู้ลดลง การจัดการและการควบคุมคุณภาพน้ำค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล การเกิดอุทกภัยของช่วงตากกระชัง ทำให้น้ำและอากาศ ถ่ายเทได้น้อย หรือไม่ถ่ายเท มีผลทำให้อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของลูกปลาลดลง

การใช้ฮอร์โมนในการแปลงเพศลูกปลานิลในบ่อดินหรือในกระชัง มีผลทำให้เกิดการสะสมของปริมาณฮอร์โมนในน้ำ และในดินบริเวณก้นบ่อ ทำให้เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone เป็นสเตอรอยด์สังเคราะห์ ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตับ การเป็นหมัน Fitzpatrick *et al.* (1998) กล่าวว่า โดยปกติฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone จะสลายตัวเมื่อเจอแสงแดดและความร้อน โดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลาย การสะสมของฮอร์โมน MT สามารถเกิดขึ้นได้ในบริเวณที่ไม่ได้รับแสงและความร้อน เช่น ในดินก้นบ่อ และพบว่าหลังหยุดทำการแปลงเพศไปแล้ว 1 สัปดาห์ ปริมาณฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ในน้ำลดระดับลงสู่ภาวะปกติ แต่ปริมาณฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ในดิน ยังพบในปริมาณที่สูง แม้หลังจากหยุดการแปลงเพศไปแล้ว 8 สัปดาห์ หรืออาจถึง 3 เดือน (Contreras-Sánchez *et al.*, 2002) ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อปลาและสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ โดยทำให้เกิดลักษณะสองเพศในตัวเดียวกันได้

ในการทดลองครั้งนี้ เป็นการประยุกต์ใช้โรงเพาะฟักระบบน้ำหมุนเวียน และวิธีการแปลงเพศลูกปลานิลเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยนำลูกปลานิลมาแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสในโรงเพาะฟักระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งสามารถทำการแปลงเพศลูกปลานิลได้หนาแน่น มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และการจัดการสะดวกขึ้น เนื่องจากสามารถควบคุมคุณภาพน้ำได้ง่าย การให้อาหารทำได้สะดวก น้ำที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ได้ อีก โดยผ่านระบบกรองน้ำ ทำให้ประหยัดน้ำ และลดความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมจากการตกค้างของฮอร์โมน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย สัดส่วนเพศผู้ และต้นทุนในการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศเชิงพาณิชย์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสำหรับเกษตรกรต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาสัดส่วนเพศผู้ และปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อปลาและในน้ำที่ใช้ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศ

## วิธีดำเนินการ

### 1. การวางแผนการทดลอง

#### 1.1 การวางแผนการทดลอง

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

- ชุดการทดลองที่ 1 แปลงเพศลูกปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร
- ชุดการทดลองที่ 2 แปลงเพศลูกปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร
- ชุดการทดลองที่ 3 แปลงเพศลูกปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร
- ชุดการทดลองที่ 4 แปลงเพศลูกปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร

#### 1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดมหาสารคาม ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2552

### 2. วิธีการทดลอง

#### 2.1 การเตรียมระบบน้ำหมุนเวียน

ใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 2,000 ลิตร จำนวน 12 ถัง ระดับน้ำสูงประมาณ 20 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 250 ลิตร/ถัง เพิ่มอากาศในน้ำโดยใช้หัวทรายถังละ 2 หัว ใช้ระบบน้ำหมุนเวียน อัตราการไหลของน้ำประมาณ 2.5 ลิตร/นาที่ ผ่านระบบกรองน้ำมีขนาดความจุประมาณ 40,000 ลิตร หมุนเวียนตลอดระยะเวลาการทดลอง

#### 2.2 การเตรียมปลาทดลอง

เตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลานิลจิตรลดา 3 อายุประมาณ 1 ปี (ขนาด 400-600 กรัม) ในกระชังขนาด 5 x 8 x 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 1 กระชัง เพศเมีย 2 กระชัง กระชังละ 300 ตัว เพื่อเตรียมการเพาะพันธุ์เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นทำการเพาะพันธุ์โดยนำพ่อแม่ปลาชนิดที่เตรียมไว้มาเลี้ยงในกระชัง อัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย 1:2 กระชังละ 90 ตัว จำนวน 10 กระชัง เป็นเวลาประมาณ 10 วัน เพื่อเพาะพันธุ์

ทำการรวบรวมไข่จากปากแม่ปลา นำมาทำความสะอาดโดยแยกสิ่งเจือปนออก จากนั้นจึงนำไข่ปลานิลที่อยู่ระยะเดียวกันไปฟักในถาดขนาด 24 x 38 x 9 เซนติเมตร ที่เจาะรูระบายน้ำไว้ด้านข้าง จำนวนประมาณ 5,000 ฟองต่อถาด โดยมีน้ำไหลผ่านตลอด จนกระทั่งลูกปลาฟักเป็นตัวและถุงไข่แดงยุบ (ประมาณ 4 วัน) แล้วทำการลุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาเริ่มต้นการทดลอง

### 2.3 การเตรียมอาหารทดลอง

ใช้อาหารกึ่งกูลาคำสำเร็จรูปชนิดผงระดับ โปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม โดยทุกชุดการทดลองให้กินอาหารผสมฮอร์โมนที่ผสมในครั้งเดียวกัน

### 2.4 การจัดการทดลอง

ให้ลูกปลาทดลองกินอาหารผสมฮอร์โมน วันละ 5 ครั้ง เวลาประมาณ 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. เป็นเวลา 21 วัน ในช่วง 7 วันแรก ให้ลูกปลากินอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ช่วงอายุ 8-14 วัน ให้อาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน และช่วงอายุ 15-21 วัน ให้อาหาร 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน (เรณู , 2537)

ลุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาจำนวน 100 ตัว ในแต่ละชุดการทดลองทุก 7 วัน เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต และจดบันทึกการตายของปลาระหว่างการทดลองทุกวัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับจำนวนปลาที่เหลือทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลองเพื่อหาอัตราการรอดตาย

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในแต่ละชุดการทดลองและในบ่อกรองทุก 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 (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยวิธี azide modification ของ Winkler method ตามที่กล่าวในไมตรี และจารุวรรณ (2528)
4. ความกระด้าง และความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยวิธี titrimetric method ตามที่กล่าวในไมตรี และจารุวรรณ (2528)
5. ปริมาณแอมโมเนียในรูป unionized ammonia (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยใช้ Ammonia colorimeter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 93733

ลุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชุดการทดลองและในบ่อกรองทุก 7 วัน ตลอดการทดลอง นำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในน้ำ ที่ห้องปฏิบัติการหน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิกและเคมีคลินิก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เมื่อสิ้นสุดการทดลองครบ 21 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปลาในแต่ละชุดการทดลองทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน นำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อปลาที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มพัฒนาระบบ ตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง

## 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 60 วัน

หลังจากนั้นทำการสุ่มลูกปลาจำนวน 300 ตัว ในแต่ละชุดการทดลองนำมาตรวจสอบเพศ โดยการย้อมสีถุงอวัยวะหรือย้อมรังไข่ด้วยสีย้อมอะซิโตนคามิน แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อหาสัดส่วนเพศผู้

## 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 วิเคราะห์ผลตอบสนองของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโต

ทำการประเมินผลของแต่ละความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราแลกเนื้อ และอัตราการกินอาหาร โดยวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one way analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple rang test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows version 11.5 ของข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.1 การเจริญเติบโตโดยเปรียบเทียบน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลอง

3.1.2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average daily weight gain, DWG) (กรัม/วัน)

$$DWG = \frac{\text{นน.เฉลี่ยสิ้นสุดการทดลอง} - \text{นน.เฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}}$$

3.1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$SGR = \frac{\ln \text{นน.เฉลี่ยสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{นน.เฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}} \times 100$$

### 3.1.4 อัตราการรอดตาย (survival rate) (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{survival rate} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

### 3.1.5 อัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio, FCR)

$$\text{FCR} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารแห้งที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

### 3.1.6 อัตราการกินอาหาร (daily feed intake) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$\text{daily feed intake} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินเฉลี่ย/วัน}}{(\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น} + \text{น้ำหนักปลาสิ้นสุด})/2} \times 100$$

## 3.2 วิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนตกค้าง

วิเคราะห์ปริมาณของฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ที่ตกค้างในน้ำ ด้วยวิธี RIA (radio immuno assay) ที่ห้องปฏิบัติการหน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิกและเคมีคลินิก โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ค่าต่ำสุดที่วัดได้ 0.144 ng/ml

วิเคราะห์ปริมาณของฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ที่ตกค้างในเนื้อปลา ด้วยวิธี HPLC (high performance liquid chromatography) ที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง ค่าต่ำสุดที่วัดได้ 0.0001 ppb

## 3.3 วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์

โดยทำการศึกษาต้นทุนการผลิต ผลตอบแทนต่อการลงทุน และจุดคุ้มทุนในการผลิตลูกปลานิล แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียนที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตามวิธีของสมศักดิ์ (2530) และ Kay (1986) ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่

### 3.3.1 ต้นทุนการผลิต

$$\text{ต้นทุนทั้งหมด} = \text{ต้นทุนผันแปร} + \text{ต้นทุนคงที่}$$

$$\text{ต้นทุนผันแปร} = \text{ค่าพันธุ์ปลา} + \text{ค่าอาหาร} + \text{ค่าจ้างแรงงาน} + \text{ค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน}$$

$$\text{ต้นทุนคงที่} = \text{ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์} + \text{ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าเสียโอกาส} &= \text{ค่าเสียโอกาสในการนำเงินไปประกอบกิจการอื่นๆ โดย} \\ \text{เงินลงทุน} &\quad \text{คำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ 1.00} \\ &\quad \text{บาท ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรปี 2552} \\ &\quad \text{(<http://www.baac.or.th/>)} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\text{มูลค่าซื้อหรือสร้าง}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

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

3.3.2 รายได้และผลตอบแทนต่อการลงทุน โดยเปรียบเทียบกำไรสุทธิ เมื่อหักต้นทุนทั้งหมด โดย

$$\text{รายได้} = \text{ปริมาณผลผลิต} \times \text{ราคาผลผลิต}$$

$$\text{กำไรดำเนินการ} = \text{รายได้ทั้งหมด} - \text{ต้นทุนผันแปร}$$

$$\text{กำไรสุทธิ} = \text{รายได้ทั้งหมด} - \text{ต้นทุนทั้งหมด}$$

$$\text{ผลตอบแทนการลงทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{ต้นทุนทั้งหมด}} \times 100$$

3.3.3 จุดคุ้มทุนของราคาขาย (บาท/ตัว)

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

## ผลการทดลอง

การทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนที่ระดับความหนาแน่น 5, 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร โดยให้ลูกปลากินอาหารที่ผสมฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone อัตราความเข้มข้น 40 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 วัน ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

### 1. การเจริญเติบโต

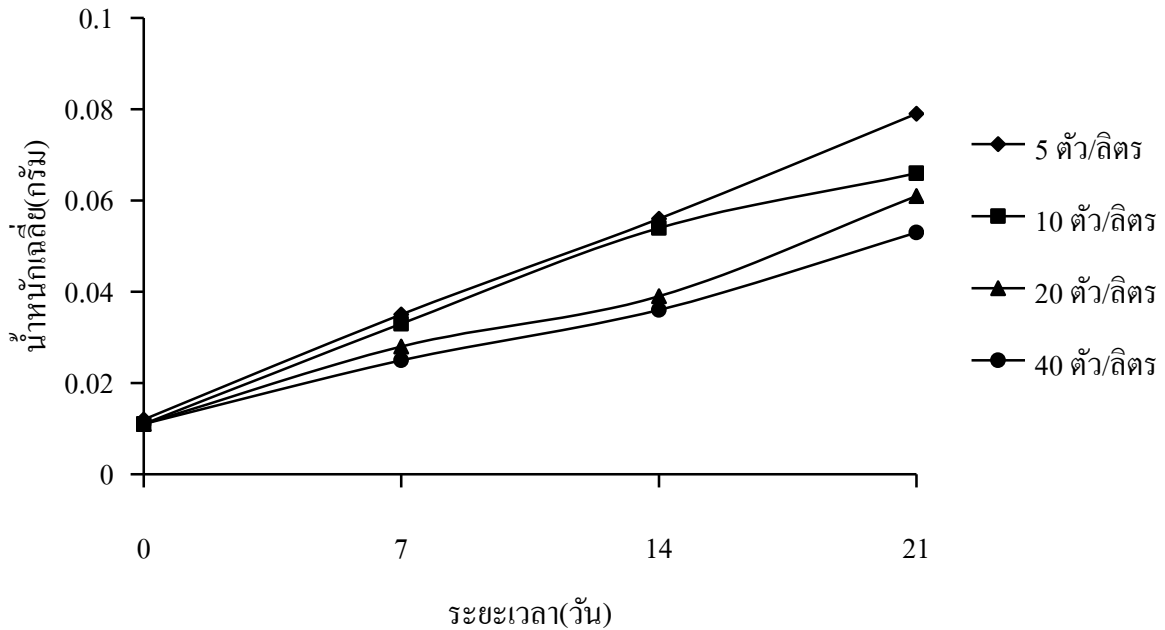
#### 1.1 น้ำหนักเฉลี่ย

ลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ  $0.012 \pm 0.0006$ ,  $0.011 \pm 0.0006$ ,  $0.011 \pm 0.0006$  และ  $0.011 \pm 0.0006$  กรัม ตามลำดับ หลังสิ้นสุดการทดลองลูกปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ  $0.079 \pm 0.0055$ ,  $0.066 \pm 0.0025$ ,  $0.061 \pm 0.0050$  และ  $0.053 \pm 0.0050$  กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร และพบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร ในขณะที่ลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 และ 40 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 1** น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ระดับความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)			
	5	10	20	40
0	$0.012 \pm 0.0006^a$	$0.011 \pm 0.0006^a$	$0.011 \pm 0.0006^a$	$0.011 \pm 0.0006^a$
7	$0.035 \pm 0.0006^a$	$0.033 \pm 0.0010^b$	$0.028 \pm 0.0015^c$	$0.025 \pm 0.0010^d$
14	$0.056 \pm 0.0031^a$	$0.054 \pm 0.0023^a$	$0.039 \pm 0.0031^b$	$0.036 \pm 0.0047^b$
21	$0.079 \pm 0.0055^a$	$0.066 \pm 0.0025^b$	$0.061 \pm 0.0050^{bc}$	$0.053 \pm 0.0050^c$

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

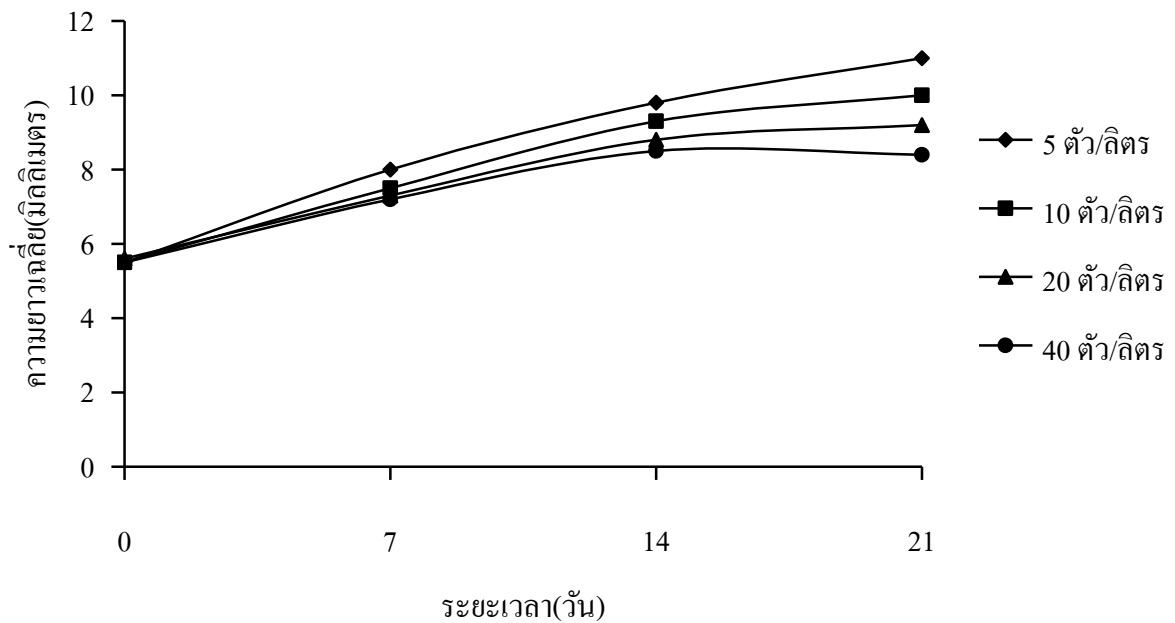
### 1.2 ความยาวเฉลี่ย

ลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ  $5.5 \pm 0.25$ ,  $5.5 \pm 0.10$ ,  $5.6 \pm 0.45$  และ  $5.5 \pm 0.32$  มิลลิเมตร ตามลำดับ หลังสิ้นสุดการทดลองพบว่าลูกปลานิลมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ  $11.0 \pm 0.50$ ,  $10.0 \pm 0.36$ ,  $9.2 \pm 0.49$  และ  $8.4 \pm 0.42$  มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร และพบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร ขณะที่ลูกปลาที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 20 และ 40 ตัว/ลิตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 2** ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลา(วัน)	ระดับความหนาแน่น(ตัวต่อลิตร)			
	5	10	20	40
0	5.5±0.25 <sup>a</sup>	5.5±0.10 <sup>a</sup>	5.6±0.45 <sup>a</sup>	5.5±0.32 <sup>a</sup>
7	8.0±0.27 <sup>a</sup>	7.5±0.06 <sup>b</sup>	7.3±0.06 <sup>b</sup>	7.2±0.21 <sup>b</sup>
14	9.8±0.40 <sup>a</sup>	9.3±0.10 <sup>ab</sup>	8.8±0.57 <sup>bc</sup>	8.5±0.40 <sup>c</sup>
21	11.0±0.50 <sup>a</sup>	10.0±0.36 <sup>b</sup>	9.2±0.49 <sup>bc</sup>	8.4±0.42 <sup>c</sup>

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



**ภาพที่ 2** ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

### 1.3 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน

น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ  $0.0032 \pm 0.0003$ ,  $0.0027 \pm 0.0001$ ,  $0.0024 \pm 0.0003$  และ  $0.0021 \pm 0.0003$  กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร และพบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความ

หนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร ในขณะที่ลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 และ 40 ตัว/ลิตร มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

#### 1.4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ  $9.05 \pm 0.33$ ,  $8.74 \pm 0.35$ ,  $8.10 \pm 0.31$  และ  $7.61 \pm 0.59$  เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 และ 40 ตัว/ลิตร และพบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร ในขณะที่ลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 20 และ 40 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

## 2. อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ  $88.91 \pm 6.00$ ,  $88.57 \pm 1.50$ ,  $84.20 \pm 5.94$  และ  $60.86 \pm 4.96$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าลูกปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 5, 10 และ 20 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร (ตารางที่ 3)

## 3. อัตราแลกเนื้อ

อัตราแลกเนื้อของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ  $2.22 \pm 0.29$ ,  $2.54 \pm 0.18$ ,  $2.46 \pm 0.33$  และ  $3.73 \pm 0.89$  ตามลำดับ พบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 5, 10 และ 20 ตัว/ลิตร มีอัตราแลกเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร (ตารางที่ 3)

## 4. อัตราการกินอาหาร

อัตราการกินอาหารของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ  $15.00 \pm 1.23$ ,  $16.78 \pm 0.79$ ,  $14.94 \pm 1.07$  และ  $17.32 \pm 1.37$  เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ พบว่าลูกปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลด้วยระดับความ

หนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีอัตราการกินอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 และ 20 ตัว/ลิตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร และพบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีอัตราการกินอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** การเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

	ระดับความหนาแน่น(ตัวต่อลิตร)			
	5	10	20	40
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	0.012±0.0006 <sup>a</sup>	0.011±0.0006 <sup>a</sup>	0.011±0.0006 <sup>a</sup>	0.011±0.0006 <sup>a</sup>
ความยาวเริ่มต้น (มิลลิเมตร)	5.5±0.25 <sup>a</sup>	5.5±0.10 <sup>a</sup>	5.6±0.45 <sup>a</sup>	5.5±0.32 <sup>a</sup>
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	0.079±0.0055 <sup>a</sup>	0.066±0.0025 <sup>b</sup>	0.061±0.0050 <sup>bc</sup>	0.053±0.0050 <sup>c</sup>
ความยาวสุดท้าย (มิลลิเมตร)	11.0±0.50 <sup>a</sup>	10.0±0.36 <sup>b</sup>	9.2±0.49 <sup>bc</sup>	8.4±0.42 <sup>c</sup>
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/วัน)	0.0032±0.0003 <sup>a</sup>	0.0027±0.0001 <sup>b</sup>	0.0024±0.0003 <sup>bc</sup>	0.0021±0.0003 <sup>c</sup>
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	9.05±0.33 <sup>a</sup>	8.74±0.35 <sup>ab</sup>	8.10±0.31 <sup>bc</sup>	7.61±0.59 <sup>c</sup>
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	88.91±6.00 <sup>a</sup>	88.57±1.50 <sup>a</sup>	84.20±5.94 <sup>a</sup>	60.86±4.96 <sup>b</sup>
อัตราแลกเนื้อ (FCR)	2.22±0.29 <sup>a</sup>	2.54±0.18 <sup>a</sup>	2.46±0.33 <sup>a</sup>	3.73±0.89 <sup>b</sup>
อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์/วัน)	15.00±1.23 <sup>a</sup>	16.78±0.79 <sup>ab</sup>	14.94±1.07 <sup>a</sup>	17.32±1.37 <sup>b</sup>
สัดส่วนเพศผู้ (เปอร์เซ็นต์)	99.0±1.00 <sup>a</sup>	98.67±1.53 <sup>a</sup>	99.33±0.58 <sup>a</sup>	98.67±0.58 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## 5. สัดส่วนเพศผู้

สัดส่วนเพศผู้ของลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 99.0±1.00, 98.67±1.53, 99.33±0.58 และ 98.67±0.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับความหนาแน่น (ตารางที่ 3)

## 6. ปริมาณฮอร์โมนตกค้าง

ปริมาณฮอร์โมนในเนื้อลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.0012, 0.0022, 0.0025 และ 0.0026 ppb ตามลำดับ และไม่พบปริมาณฮอร์โมน (< 0.0001 ppb) หลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง และตรวจไม่พบปริมาณของฮอร์โมนในน้ำ (< 0.144 ng/ml) ตลอดการทดลอง (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 4 ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลานิล (ppb) ที่แปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลา(วัน)	ระดับความหนาแน่น(ตัว/ลิตร)			
	5	10	20	40
21	0.0012	0.0022	0.0025	0.0026
22	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
23	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
24	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
25	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
26	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
27	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
28	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

ตารางที่ 5 ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในน้ำ (ng/ml) ที่ใช้แปลงเพศลูกปลานิลในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลา(วัน)	ระดับความหนาแน่น(ตัว/ลิตร)			
	5	10	20	40
0	< 0.144	< 0.144	< 0.144	< 0.144
7	< 0.144	< 0.144	< 0.144	< 0.144
14	< 0.144	< 0.144	< 0.144	< 0.144
21	< 0.144	< 0.144	< 0.144	< 0.144

## 7. คุณสมบัติของน้ำ

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองในถังไฟเบอร์กลาส พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 19.0-28.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 7.0-11.0 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 7.43-8.74 ความกระด้าง อยู่ระหว่าง 50-86 มิลลิกรัม/ลิตร ของ  $\text{CaCO}_3$  ความเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 55-83 มิลลิกรัม/ลิตร ของ  $\text{CaCO}_3$  ปริมาณแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) อยู่ระหว่าง 0-1.5 มิลลิกรัม/ลิตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าพิสัยคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองแปลงเพศลูกปลานิลในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

คุณสมบัติของน้ำ	ระดับความหนาแน่น(ตัวต่อลิตร)			
	5	10	20	40
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	19.0-28.0	19.0-28.0	19.0-28.0	19.0-28.0
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	7.0-11.0	7.0-10.6	7.0-10.4	7.0-10.6
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.52-8.46	7.45-8.74	7.43-8.43	7.46-8.28
ความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร ของ $\text{CaCO}_3$ )	50-86	50-86	50-86	50-86
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร ของ $\text{CaCO}_3$ )	56-83	55-82	56-80	55-80
ปริมาณแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) (มิลลิกรัม/ลิตร)	0-1.3	0-0.7	0-1.0	0-1.5

## 8. ต้นทุนการผลิต รายได้และผลตอบแทนต่อการลงทุน

### 8.1 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนในการผลิตลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 246.98, 356.20, 553.81 และ 739.58 บาท/ถัง ตามลำดับ แบ่งเป็นต้นทุนผันแปร เท่ากับ 66.86, 77.02, 85.22 และ 88.93 เพอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ตามลำดับ และต้นทุนคงที่ เท่ากับ 33.14, 22.98, 14.78 และ 11.07 เพอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 รายละเอียดต้นทุนการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

รายการ	ระดับความหนาแน่น(ตัว/ลิตร)							
	5		10		20		40	
	บาท/ถัง	%	บาท/ถัง	%	บาท/ถัง	%	บาท/ถัง	%
<b>ต้นทุนผันแปร</b>								
ค่าพันธุ์ปลา <sup>(1)</sup>	103.37	41.85	205.96	57.81	391.57	70.71	566.06	76.53
ค่าอาหารปลา <sup>(2)</sup>	6.68	2.71	13.31	3.74	25.31	4.57	36.59	4.95
ค่าแรงงาน <sup>(3)</sup>	33.69	13.64	33.69	9.46	33.69	6.08	33.69	4.55
ค่าไฟฟ้า <sup>(4)</sup>	16.40	6.64	16.40	4.60	16.40	2.96	16.40	2.22
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน <sup>(5)</sup>	5.01	2.03	5.01	1.41	5.01	0.90	5.01	0.68
<b>รวมเป็นเงิน</b>	<b>165.15</b>	<b>66.87</b>	<b>274.37</b>	<b>77.02</b>	<b>471.98</b>	<b>85.22</b>	<b>657.75</b>	<b>88.93</b>
<b>ต้นทุนคงที่</b>								
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ <sup>(6)</sup>	81.03	32.80	81.03	22.75	81.03	14.63	81.03	10.96
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน <sup>(5)</sup>	0.81	0.33	0.81	0.23	0.81	0.15	0.81	0.11
<b>รวมเป็นเงิน</b>	<b>81.84</b>	<b>33.13</b>	<b>81.84</b>	<b>22.98</b>	<b>81.84</b>	<b>14.78</b>	<b>81.84</b>	<b>11.07</b>
<b>รวมต้นทุนทั้งหมด</b>	<b>246.99</b>	<b>100.00</b>	<b>356.21</b>	<b>100.00</b>	<b>553.82</b>	<b>100.00</b>	<b>739.59</b>	<b>100.00</b>

- หมายเหตุ (1) ค่าพันธุ์ปลา ราคาตัวละ 0.09 บาท (คิดจากค่าเสื่อมของกระชัง และค่าอาหารที่ใช้ไปในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลานิล)
- (2) ค่าอาหารปลา (อาหารกึ่งกูลาดำสำเร็จรูปชนิดผงโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์) ราคา กิโลกรัมละ 47 บาท และค่าฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone กรัมละ 600 บาท
- (3) อัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำของจังหวัดมหาสารคาม ปี 2552 เท่ากับ 154 บาท/วัน/คน (<http://www.mol.go.th>) อัตราวันละ 8 ชั่วโมง เป็นเงินชั่วโมงละ 19.25 บาท โดยคิดเฉพาะเวลาที่ทำงาน วันละ 1 ชั่วโมง จำนวน 1 คน
- (4) ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.15 บาท (มอเตอร์ไฟฟ้า 3 แรงม้า วันละ 1.24 ชั่วโมง)
- (5) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ 1.00 บาท ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรปี 2552 (<http://www.baac.or.th/>)
- (6) ค่าเสื่อมราคาของถังไฟเบอร์กลาส และมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้วิธีคิดแบบเส้นตรง อายุการใช้งานเฉลี่ย 10 ปี

### 8.2 รายได้และผลตอบแทนต่อการลงทุน

รายได้และผลตอบแทนต่อการลงทุนในการผลิตลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่ามีรายได้สุทธิเท่ากับ -63.67, -24.10, 27.17 และ 27.26 บาท ตามลำดับ และผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ -25.78, -6.77, 4.91 และ 3.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

### 8.3 จุดคุ้มทุนของราคาขาย

จุดคุ้มทุนของราคาขายผลผลิตลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.22, 0.16, 0.13 และ 0.12 บาท/ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** ผลตอบแทนต่อการลงทุน และจุดคุ้มทุนในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน

รายการ	ระดับความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)			
	5	10	20	40
ความยาวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (มม./ตัว)	11.00	10.00	9.20	8.40
จำนวนปลาเฉลี่ย (ตัว/ถัง)	1,111	2,214	4,210	6,086
ราคาขาย (บาท/ตัว)	0.165	0.150	0.138	0.126
รายได้ (บาท/ถัง)	183.32	332.10	580.98	766.84
ต้นทุนผันแปร (บาท/ถัง)	165.14	274.36	471.98	657.74
ต้นทุนคงที่ (บาท/ถัง)	81.84	81.84	81.84	81.84
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท/ถัง)	246.98	356.20	553.81	739.58
รายได้สุทธิ (บาท/ถัง)	-63.67	-24.10	27.17	27.26
รายได้สุทธิ (บาท/ตัว)	-0.057	-0.011	0.006	0.004
ผลตอบแทนต่อการลงทุน (เปอร์เซ็นต์)	-25.78	-6.77	4.91	3.69
จุดคุ้มทุนของราคาขาย (บาท/ตัว)	0.22	0.16	0.13	0.12

หมายเหตุ เปรียบเทียบกับราคากรมประมง (ปี 2553) ของราคาขายลูกปลานิลแปลงเพศ ขนาดความยาว 20-30 มิลลิเมตร ราคาตัวละ 0.30 บาท

## สรุปและวิจารณ์ผล

การทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่น 5, 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร โดยให้ลูกปลากินอาหารกึ่งกูลาคำสำเร็จรูปชนิดผงโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone 40 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลปรากฏว่า ลูกปลาที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับความหนาแน่น 10, 20 และ 40 ตัว/ลิตร และพบว่าที่ระดับความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร แต่มีค่ามากกว่าที่ระดับความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ระดับความหนาแน่น 20 และ 40 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าเมื่ออัตราความหนาแน่นเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลามีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Hopher (1988) และ Wang *et al.* (2000) ที่กล่าวว่าอัตราการเจริญเติบโตของปลาและอัตราการรอดตายของปลา มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นปฏิภาคผกผันกับระดับความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง กล่าวคือ เมื่อเลี้ยงปลาด้วยอัตราความหนาแน่นที่สูงขึ้นปลาจะมีความเครียดมากขึ้น ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง และภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ความหนาแน่นของประชากร เป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการเจริญเติบโตของลูกปลา เนื่องจากบ่อมีระดับกำลังผลิต (carrying capacity) ที่จำกัด จึงส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาแต่ละตัวลดลง (Hopher, 1967)

อัตราการรอดตายของลูกปลานิลมีค่าเท่ากับ  $88.91 \pm 6.00$ ,  $88.57 \pm 1.50$ ,  $84.20 \pm 5.94$  และ  $60.86 \pm 4.96$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าลูกปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 5, 10 และ 20 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร เนื่องจากในสภาวะที่ปลาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ทำให้เกิดการแย่งอาหาร อากาศหายใจ และที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการเป็นเจ้าถิ่นครอบครองอาณาเขต ก่อให้เกิดความเครียดขึ้นในปลา ซึ่งอาจเป็นลักษณะเฉียบพลันที่มีผลต่ออัตราการรอดตาย หรือความเครียดแบบเรื้อรังที่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง (Pickering, 1993) และเห็นได้ว่าที่ระดับความหนาแน่น 5, 10 และ 20 ตัว/ลิตร เป็นระดับความหนาแน่นที่ทำให้ได้อัตราการรอดตายสูง สอดคล้องกับศิริ (2542) ที่รายงานว่าการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศที่ระดับความหนาแน่น 12 ตัว/ลิตร นอกจากนี้บรรจง และคณะ (2536) ได้กล่าวถึงการอนุบาลลูกปลาในระบบน้ำหมุนเวียนว่า สามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงได้ง่าย และเลี้ยงได้หนาแน่นสูงในพื้นที่จำกัด โดยจะให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้นกว่าวิธีการเลี้ยงทั่วไป การจัดการของเสีย ทำได้ง่ายและสะดวก สามารถอนุบาลได้ตลอดทั้งปี

สัดส่วนเพศผู้ของลูกปลานิล มีค่าเท่ากับ  $99.0 \pm 1.00$ ,  $98.67 \pm 1.53$ ,  $99.33 \pm 0.58$  และ  $98.67 \pm 0.58$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับความหนาแน่น ซึ่งมีค่าสูงใกล้เคียงกับการทดลองของนวลมณี และคณะ (2547) ที่ทำการแปลงเพศลูกปลานิลโดยให้กินอาหารผสมฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone อัตราความเข้มข้น 60 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 วัน ได้สัดส่วนเพศผู้

97.9 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับทรี (2542) ที่กล่าวว่า การแปลงเพศปลานิลที่เลี้ยงในกระชังในบ่อที่ไม่มีอาหารธรรมชาติ หรือมีปริมาณอาหารธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ควรใช้อัตราความเข้มข้นของฮอร์โมน 40 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

ปริมาณฮอร์โมนที่พบในเนื้อปลาเมื่อทำการแปลงเพศครบ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 0.0012, 0.0022, 0.0025 และ 0.0026 ppb ตามลำดับ และตรวจไม่พบหลังจากสิ้นสุดการทดลองไปแล้ว 24 ชั่วโมง เนื่องจาก ถูกย่อยสลายจากกระบวนการใช้พลังงานของร่างกายและถูกขับถ่ายออกมา ส่วนปริมาณฮอร์โมนในน้ำพบว่า ไม่มีการตกค้างของฮอร์โมน แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงเพศของลูกปลานิล เกิดจากลูกปลาได้รับฮอร์โมนจากอาหารที่ให้โดยตรง ซึ่งการใช้ฮอร์โมน โดยทั่วไปที่ความเข้มข้น 60 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม อาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพศแบบย้อนกลับขึ้นได้

คุณภาพน้ำตลอดการทดลองโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่ปริมาณแอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1.5 มิลลิกรัม/ลิตร โดยช่วงอายุลูกปลา 1-7 วัน มีปริมาณค่อนข้างสูง พบว่าเกิดจากเศษอาหารที่เหลือ เพราะเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้ลูกปลาช่วงอายุ 7 วันแรก ให้อาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน แต่จากผลการทดลองพบว่า อัตราการกินอาหารของลูกปลานิล มีค่าเท่ากับ  $15.00 \pm 1.23$ ,  $16.78 \pm 0.79$ ,  $14.94 \pm 1.07$  และ  $17.32 \pm 1.37$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งให้เห็นว่าปริมาณอาหารที่ให้มากเกินไป แต่ปริมาณแอมโมเนียที่สูงนี้ ไม่เป็นอันตรายต่อลูกปลา ตามที่มันลิน และไพพรรณ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า ในน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0-7.5 และอุณหภูมิน้ำ 30.0 องศาเซลเซียส ปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียอาจสูงถึง 3.1 มิลลิกรัม/ลิตรได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อปลา

ผลตอบแทนต่อการลงทุนมีค่าเท่ากับ -25.78, -6.77, 4.91 และ 3.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร ให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนสูงที่สุด ส่วนจุดคุ้มทุนมีค่าเท่ากับ 0.22, 0.16, 0.13 และ 0.12 บาท/ตัว ตามลำดับ โดยทุกระดับความหนาแน่นพบว่ามีจุดคุ้มทุนต่ำกว่าการทดลองของ นวลมณี และคณะ (2547) ที่มีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 0.29 บาท/ตัว แสดงให้เห็นว่าการแปลงเพศลูกปลานิลในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งเป็นระบบปิดนั้น สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศได้

จากผลการทดลองจะเห็นว่าที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และสัดส่วนเพศผู้ ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความหนาแน่น 5 และ 10 ตัว/ลิตร แต่มีจุดคุ้มทุนที่ต่ำกว่า และมีผลตอบแทนต่อการลงทุนสูงกว่าที่ระดับความหนาแน่น 5, 10 และ 40 ตัว/ลิตร สรุปได้ว่า ที่ระดับความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร เป็นระดับความหนาแน่นที่เหมาะสม ในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจ และพัฒนาการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

### ข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาคุณภาพน้ำช่วงลูกปลาอายุ 7 วันแรก ควรลดปริมาณการให้อาหาร และทำการดูดตะกอนทุกวัน เนื่องจากมีเศษอาหารเหลืออยู่มาก ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียสูง
2. การทดลองผลิตลูกปลาแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนครั้งนี้ ต้นทุนส่วนใหญ่คือ ค่าพันธุ์ปลา ดังนั้น เกษตรกรควรเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกพันธุ์เอง ตามวิธีการเลี้ยงปลาในเอกสารเผยแพร่ของกรมประมง จะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง
3. ในการทดลองนี้ สามารถผลิตลูกปลาแปลงเพศได้ครั้งละจำนวนมาก หากย้ายไปอนุบาลต่อในบ่อดิน ลูกปลาจะเติบโตเร็ว สามารถจำหน่ายได้เร็วขึ้น ช่วยเพิ่มรอบการผลิตได้มากขึ้น
4. นำผลการทดลองที่ได้ไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น การลดปริมาณความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ผสมในอาหารที่ให้ลูกปลากิน การลดระยะเวลาที่ให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมน เพื่อลดการตกค้างของฮอร์โมน และลดต้นทุนการผลิต
5. ควรมีการศึกษาค้นหาสารสกัดจากธรรมชาติที่สามารถเปลี่ยนแปลงเพศปลาได้ ทดแทนการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สารสกัดจากพืชจำพวก กวาวเครือขาว กวาวเครือแดง มังคุด มะพร้าว เป็นต้น
6. การผลิตลูกปลาแปลงเพศ โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนหรือระบบปิด ควรได้รับการส่งเสริมให้แก่งานผู้ผลิต เกษตรกร และผู้สนใจ นำไปปรับใช้ เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- คีรี กอนันตกุล. 2542. การเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 59 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา, สายฝน เสียงหวาน และ จินตนา นิชรรม. 2547. ผลของการใช้ฮอร์โมนแอนโดรเจนในการแปลงเพศปลานิล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2547. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 32 หน้า.
- บรรจง จ้างศิริธรรม, บุญช่วย ชาวปากน้ำ และ วิจิตรา ผินอินทร์. 2536. การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกเทศในระบบน้ำหมุนเวียนในอัตราปล่อยที่แตกต่างกัน. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 42 หน้า.
- 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 ดันทุลเวศม์ 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 เพ็ชรพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ เอส พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.
- BACC. <http://www.bacc.or.th>. Accessed on 14 March 2011.
- 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.
- 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.

- Hepher, B. 1967. Some Biological Aspects of Warm-Water Fish Pond Management. **In:** Gerking, D. (ed.). The Biological Basis of Freshwater Fish. Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh, UK. pp. 412-428.
- Hepher, B. 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, New York. 38 pp.
- 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 14 March 2011.
- Pickering, A. D. 1993. Growth and Stress in fish production. *Aquaculture*. 111:51-59.
- Wang, N., R.S. Hayward and D.B. Noltie. 2000. Effects of Social Interaction on Growth of Juvenile Hybrid Sunfish Held at Two Densities. *North American Journal of Aquaculture* 62: 161-167.

## ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ระบบฟักไข่ปลานิล ที่ใช้ในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน



ภาพผนวกที่ 2 ถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียน ที่ใช้ในการทดลองผลิตลูกปลานิลแปลงเพศ ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 21 วัน