



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ปริญญา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบระบบการเพาะพันธุ์ปลาไน (*Oreochromis niloticus*, Linn) ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เพื่อผลิตลูกปลาไนเชิงพาณิชย์

Comparison Study on Breeding Systems of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn) in Ponds, Tanks and Hapas Suspended in an Earthen Pond for Commercial Tilapia Fry Production

นามผู้วิจัย นายฐาปนพันธ์ สุรจิต

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิชญ์ ชื่นพันธุ์, D.Tech.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ประพันธ์ศักดิ์ ศิริชะภูมิ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ฌ นคร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบระบบการเพาะพันธุ์ปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn) ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เพื่อผลิตลูกปลานิลเชิงพาณิชย์

Comparison study on Breeding systems of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn) in Ponds Tanks and Hapas Suspended in an Earthen Pond for Commercial Tilapia Fry Production

โดย

นายฐานันท์ สุจริต

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

พ.ศ. 2552

ฐาปนพันธ์ สุรจิต 2552: การศึกษาเปรียบเทียบระบบการเพาะพันธุ์ปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn) ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เพื่อผลิตลูกปลานิลเชิงพาณิชย์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิษณุ ชื่นพันธ์, D.Tech.Sc. 137 หน้า

การศึกษาเปรียบเทียบระบบการเพาะพันธุ์ปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn) ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ต่อประสิทธิภาพของการวางไข่ กำลังการผลิตของไข่ ความเครียด และอัตราการรอดของลูกปลาระยะดูไข่แดงขุ่น เพื่อการผลิตลูกปลานิลเชิงพาณิชย์ ปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลานิลในทุกระบบการเพาะพันธุ์อัตรา 3 คู่/ตารางเมตรและเก็บรวบรวมไข่สัปดาห์ละครั้งเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า แม่ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่ต่อสัปดาห์ และกำลังการผลิตของไข่สูงกว่าของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.38 ± 3.32 เปอร์เซ็นต์/สัปดาห์ และ 51.66 ± 15.65 ฟอง/ตารางเมตร/วัน ส่วนอัตราการรอดของลูกปลาระยะดูไข่แดงขุ่นของไข่ระยะต่างๆ ของทั้งสามระบบการเพาะพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ฮอร์โมนคอร์ติซอลของแม่ปลานิลพบว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 2, 5 และ 8 ของช่วงเวลาการเพาะพันธุ์ ตามลำดับ โดยระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าเฉลี่ยคอร์ติซอลสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 949.05 ± 397.06 นาโนกรัม/เดซิลิตร และเท่ากับ 742.83 ± 321.61 และ 435.95 ± 106.16 นาโนกรัม/เดซิลิตร ในสัปดาห์ที่ 5 และ 8 ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน ในขณะที่ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลของแม่ปลานิลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 5 และ 8 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $3,457.75 \pm 1,071.66$ พิโคกรัม/มิลลิลิตร และ $2,464.67 \pm 1,262.52$ พิโคกรัม/มิลลิลิตร ของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และในบ่อดินในสัปดาห์ที่ 5 และ 8 ตามลำดับ ในพ่อแม่ปลานิลพบฮอร์โมนคอร์ติซอลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 2 และ 5 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $1,272.61 \pm 409.78$ นาโนกรัม/เดซิลิตร และ 369.37 ± 152.37 นาโนกรัม/เดซิลิตร ของระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินและในบ่อดิน ตามลำดับ ขณะที่ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนของพ่อแม่ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าสูงกว่าของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตลอดการทดลอง อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำเชื้อโดยประเมินจากการย้อมสีเซลล์ที่มีชีวิตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ของทั้งสามระบบการเพาะพันธุ์

Thapanapun Surajit 2009: Comparison Study on Breeding Systems of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn) in Ponds, Tanks and Hapas Suspended in an Earthen Pond for Commercial Tilapia Fry Production. Master of Science (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Ruangvit Yoonpundh, D.Tech.Sc. 137 pages.

Breeding systems of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn.) in ponds, tanks and hapas suspended in an earthen pond were compared in terms of spawning efficiency, egg productivity, stress and survival rate of depleted yolk-sac fry for commercially tilapia fry production. Broodfish were stocked at the same density of 3 pairs/m² for all breeding systems and eggs were harvested at weekly intervals for 8-week period. Results were found that female broodfish of breeding system in hapas suspended in an earthen pond had statistically significant higher percentage of spawning/week and egg productivity than those of breeding systems in ponds and tanks ($P < 0.05$) where were 13.38±3.32% and 51.66±15.65 eggs m⁻² day⁻¹. Survival rates of depleted yolk-sac fry at all egg developmental stages were found non-significant differences ($P > 0.05$) among the three breeding systems.

Female broodfish were found significant differences in cortisol ($P < 0.05$) at the 2nd, 5th, and 8th week of breeding period respectively which breeding system in hapas suspended in an earthen pond had the highest average cortisol of 949.05±397.06 ng/dl at the 2nd week and were 742.83±321.61 and 435.95±106.16 ng/dl at the 5th and 8th of breeding system in ponds. Significant differences in 17β-estradiol of female broodfish ($P < 0.05$) were also found at the 5th and 8th week which the highest were 3,457.75±1,071.66 pg/ml and 2,464.67±1,262.52 pg/ml of breeding systems in tanks and in ponds at the 5th and 8th week respectively. In male broodfish, cortisol showed significantly different ($P < 0.05$) at the 2nd and 5th week which had the highest average cortisol of 1,272.61±409.78 ng/dl and 369.37±152.37 ng/dl of breeding systems in hapas suspended in an earthen pond and in ponds respectively. While testosterone of male broodfish of breeding system in ponds had significant ($P < 0.05$) higher than those of male broodfish of breeding systems in tanks and in hapas suspended in an earthen pond throughout the experiment. However, sperm quality evaluated by live cell staining found non-significantly different ($P > 0.05$) among the three breeding systems.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองวิชัย ชื่นพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร. ประพันธ์ศักดิ์ ศิริษะภูมิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าและสนับสนุนทุนในการวิจัย ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ ดร.ปิติ กันตังกุล ผู้แทนบัณฑิต และรองศาสตราจารย์ ดร. นนทวิทย์ อารีชัยชน ประธานสอบวิทยานิพนธ์ปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของท่านอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนี้ยังมีผู้ที่มีส่วนสำคัญอีกมากที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลงได้ ไม่ว่าจะเป็นเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยประมงกำแพงแสน เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่ให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อสถานที่ แรงงาน ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ตลอดจนพี่ ๆ น้อง ๆ ชาวมีนกร ทุกท่าน

ขอขอบคุณน้องกวาง พี่ก๊วง พี่นัท ต่าย น้องตึก น้องไก่อ น้องเตย น้องมิน น้องบอม และทุก ๆ ท่าน ในห้องปฏิบัติการการจัดการสุขภาพสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง ที่ช่วยเหลือ ทุ่มเทร่างกาย และแรงใจ ในการเก็บตัวอย่าง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสกล และคุณแม่ลำเจียร สุรจิต รวมถึงญาติพี่น้องของข้าพเจ้าที่คอยให้การสนับสนุนทุนการศึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

ฐาปนพันธ์ สุรจิต

ตุลาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	39
ผล	39
วิจารณ์	69
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ภาคผนวก	84
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	137

สารบัญญัตราง

ตารางที่		หน้า
1	เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำบางประการที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด	27
2	เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำบางประการที่เหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ปลานิล	28
3	ผลผลิต กำลังผลิต และการสืบพันธุ์ของปลานิล (<i>O. niloticus</i> , Linn) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	40
4	ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน และฮอร์โมน17เบต้า-เอสต้าไดออล ของปลานิล (<i>O. niloticus</i> , Linn) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	50
5	คุณภาพน้ำในระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า	
7	น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคืบหน้า (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 7	112
8	น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคืบหน้า (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 8	117
9	ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ฮอร์โมน17เบต้า-เอสตาไดออล ของปลานิล (<i>Oreochromis. Niloticus</i> , Linn) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ก่อนจับคู่ สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 8	125
10	คุณภาพน้ำในระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ที่ 1-8	129

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของไข่ม้วนปลาที่ 1	10
2	ลักษณะทั่วไปของไข่ม้วนปลาที่ 2	10
3	ลักษณะทั่วไปของไข่ม้วนปลาที่ 3	11
4	ลักษณะทั่วไปของไข่ม้วนปลาที่ 4	11
5	ลักษณะทั่วไปของไข่ม้วนปลาที่ 5	12
6	รูปแบบของฮอร์โมน Cortisol	14
7	รูปแบบของฮอร์โมน Testosterone	14
8	รูปแบบของฮอร์โมน Estradiol	15
9	รูปแบบการวางผังจัดการหน่วยทดลอง T1, T2, T3 และระบบการฟักไข่ม้วนปลา	34
10	เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่วางไข่ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	42
11	จำนวนไข่ที่แม่ปลาแต่ละตัววางไข่ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	43
12	ความคกไข่ (ฟอง/ กรัมแม่ปลา) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ทั้งหมดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์	44
13	เปอร์เซ็นต์ระยะของไข่ที่ได้จากระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน รวมทั้งหมดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	อัตราการรอดของสเปอร์มาโตซัว ของพ่อพันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	48
15	การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลของพ่อพันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน	52
16	การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ของพ่อพันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	54
17	การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลของแม่พันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน	55
18	การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลของแม่พันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	57
19	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	59
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	61
22	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	62
23	การเปลี่ยนแปลงพีเอช ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	63
24	การเปลี่ยนแปลงพีเอช ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	64
25	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	65
26	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	66
27	การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	67

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	การเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในปอซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	68

การศึกษาเปรียบเทียบระบบการเพาะพันธุ์ปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn) ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เพื่อผลิตลูกปลานิลเชิงพาณิชย์

Comparison Study on Breeding Systems of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn) in Ponds, Tanks and Hapas Suspended in an Earthen pond for Commercial Tilapia Fry Production.

คำนำ

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn.) เป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากสามารถเจริญเติบโต และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี จึงมีการเลี้ยงกันอย่างหนาแน่นแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงพ่อพันธุ์ปลานิลล้วน ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ในปี พ.ศ.2549 มีรายงานผลผลิตปลานิลของประเทศไทยรวมทั้งสิ้น 205,326 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 6,511,894,000 ล้านบาท หรือประมาณร้อยละ 33 ของมูลค่าของผลผลิตรวมของสัตว์น้ำจืดทั้งหมด (กรมประมง, 2552) และคาดว่าจะมีความต้องการผลผลิตปลานิลเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ทั้งเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก เกษตรกรจึงนิยมเลี้ยงปลานิลที่ความหนาแน่นสูงเพื่อเพิ่มผลผลิต

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้มีความต้องการลูกปลานิลโดยเฉพาะลูกพ่อพันธุ์ปลานิลล้วนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ทำให้ฟาร์มที่เพาะพันธุ์ลูกปลานิลที่มีคุณภาพซึ่งมีจำนวนจำกัดผลิตไม่เพียงพอ โดยมีระบบการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ซึ่งการผลิตลูกปลาได้ประสบปัญหาหลักเกี่ยวกับความสามารถในการผลิตของพ่อแม่พันธุ์ และอัตราการรอดของลูกปลา โดยสาเหตุหนึ่งน่าจะเกี่ยวข้องกับระบบการผลิตที่แตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับความเครียดของพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงในที่กักขังที่มีสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยมีรายงานว่าพ่อแม่ปลานิลที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ และในกระชังทำให้เกิดบาดแผลที่มุมปากได้ง่ายในขณะที่ทำการรวบรวมเก็บไข่ ส่งผลกระทบต่อความเครียดของปลา และมีผลต่อศักยภาพของกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ความตกไข่ การวางไข่ และอัตราการฟักในที่สุด (Ambali, 1990; Wedemeyer *et al.*, 1990)

รายงานการศึกษานี้จะบ่งชี้เปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 3 ระบบการผลิตดังกล่าว คือ การเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดินที่มีต่อผลผลิตและระดับฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลที่เหมาะสม โดยเน้นที่ผลกระทบต่อผลผลิตและฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะพันธุ์ปลานิล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ที่มีต่อปริมาณผลผลิต และต่อคุณภาพน้ำเชื้อ
2. เพื่อศึกษาผลของระบบการเพาะพันธุ์ต่าง ๆ ดังกล่าวต่อระบบฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ได้แก่ Cortisol, 17β -estradiol และ Testosterone
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำของการเพาะพันธุ์ปลานิลทั้ง 3 ระบบ

การตรวจเอกสาร

1. ชีววิทยาของปลานิล (*Oreochromis niloticus*, Linn)

1.1 ประวัติและความเป็นมา

ปลานิลมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอาฟริกา มักพบตามหนอง บึง และทะเลสาบของประเทศ ชูดาน ยูกันดา อเมริกากลางและใต้ ทั้งยังพบตามทะเลสาบและแม่น้ำแทบทุกสาย จัดเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของอาฟริกา นอกจากนี้ยังมีผู้นำไปเลี้ยงในประเทศต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย ใต้หวัน และญี่ปุ่น เป็นต้น (มานพ และคณะ, 2536)

ปลานิลเริ่มมีบทบาทในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2508 โดย สมเด็จพระจักรพรรดิอากิฮิโตะแห่งประเทศญี่ปุ่น ได้จัดส่งปลานิลจำนวน 50 ตัว ความยาวเฉลี่ย 9 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 14 กรัม เพื่อทูลเกล้าฯ ถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช และได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดินเนื้อที่ประมาณ 10 ตารางเมตร ในสวนจิตรลดาพระราชวังดุสิต ทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 1 ปี พบว่ามีการเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระราชทานปลานิลขนาดความยาว 3-5 เซนติเมตร จำนวน 10,000 ตัว ให้แก่อธิบดีกรมประมง เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2509 เพื่อเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ ที่แผนกทดลองและเพาะเลี้ยงในบริเวณเกษตรกลางบางเขน กรุงเทพฯ และสถานีประมงต่าง ๆ จำนวน 15 แห่งทั่วพระราชอาณาจักรเพื่อเป็นประโยชน์แก่พสกนิกรต่อไป และได้พระราชทานชื่อปลาชนิดนี้ว่า “ ปลานิล ” (สำราญ และประสิทธิ์, 2509)

1.2 ลำดับอนุกรมวิธาน

ปลานิล *Oreochromis niloticus* (Linn.) จัดอยู่ในวงศ์ Cichlidae ซึ่งมีหลายสกุล ทั้งนี้ ปลานิลจัดอยู่ในสกุล *Oreochromis* spp. และมีชื่อสามัญคือ Nile Tilapia (Nelson, 1994) ลำดับอนุกรมวิธานของปลานิลถูกจัดอันดับทางอนุกรมวิธานไว้ดังนี้

Kingdom Animalia

Phylum Chordata

Subphylum Vertebrata

Superclass Gnathostomata

Class Actinopterygii

Order Perciformes

Suborder Labbroidei

Family Cichlidae

Genus *Oreochromis*

Species *Oreochromis niloticus*

1.3 รูปร่างลักษณะทั่วไป

ปลานิลมีลักษณะคล้ายปลาหมอเทศ ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน บริเวณแก้มมีเกล็ดสี่แถว ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาลและมีลายพาดขวาง 9-10 แถบครีบหลัง ครีบกันและครีบหางมีจุดสีขาว และเส้นสีดำตัดขวาง ปลานิลมีเกล็ดสามแถวที่บริเวณแก้ม และอีกหนึ่งแถวตรงบริเวณเหนือเส้นข้างลำตัวเล็กน้อย ครีบหลังมีอันเดียวประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15-18 อัน และก้านครีบอ่อน 12-14 อัน ครีบกันมีก้านครีบแข็งสามอัน และก้านครีบอ่อน 9-10 อัน บนแถบเส้นข้างลำตัวมีเกล็ด 33 เกล็ด ทางด้านข้างมีเกล็ดตามแนวเฉียงจากตอนต้นของครีบหลังลงมาถึงเส้นข้างลำตัว 5 เกล็ด และจากเส้นข้างลำตัวลงมาถึงส่วนหน้าของ ครีบกัน 13 เกล็ด ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล ตรงกลางเกล็ดมีสีเข้ม ที่กระดูกแก้มมีจุดสีเข้มอีกหนึ่งจุด บริเวณปลายอ่อนของครีบหลัง ครีบกัน และครีบหาง มีจุดสีขาวและมีเส้นสีดำตัดขวางอยู่ทั่วไป มีซี่กรอง 15-17 อัน ลักษณะฟินบริเวณขากรรไกร และคอหอยจะมีหลายขนาด ตั้งแต่ค่อนข้างหยาบจนถึงละเอียด (มานพ และคณะ, 2536; กองส่งเสริมการประมง, 2544; กฤษณา และภีระ, 2545)

1.4 อุปนิสัยและคุณสมบัติบางประการ

ปลานิลชอบอยู่รวมกันเป็นฝูง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อย หรือแม้แต่บริเวณชายทะเลที่มีความเค็ม 20 ส่วนในพันส่วน ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์ ปลานิลมีคุณสมบัติพิเศษสามารถทนทานต่อสภาพ แวดล้อมได้ดี ทนอยู่ในสภาพน้ำที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำได้ดีตั้งแต่ 0.4-1

มีลลิกกรัมต่อลิตร และสามารถอยู่ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกว้างมาก ระหว่าง 11-42 องศาเซลเซียส เจริญเติบโตดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 19-30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส จะไม่กินอาหาร และจะตายที่อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 4.5 องศาเซลเซียสเพราะถิ่นกำเนิดเดิมของปลาชนิดนี้อยู่ในเขตร้อน ส่วนความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 6.5-8.3 ซึ่งปลานิลจะเริ่มตายในน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง 5.5-6.5 และตายหมดที่ค่าความเป็นกรดและด่าง 3.5-4.5 (ทักษิณี, 2524; มานพ และคณะ, 2536) พ่อพันธุ์ปลานิลเจริญเติบโตเร็วกว่าแม่พันธุ์ปลานิล 2-5 เท่า จึงทำให้มีการเลี้ยงปลานิลกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

1.5 ความแตกต่างระหว่างเพศ

ปกติรูปร่างลักษณะภายนอกของปลานิลตัวผู้และตัวเมียจะมีลักษณะรูปร่างภายนอกคล้ายคลึงกันมาก แต่จะมีลักษณะแตกต่างกันเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และอวัยวะที่ใช้จำแนกความแตกต่างของปลานิลตัวผู้และตัวเมีย คืออวัยวะเพศพ่อพันธุ์ปลานิลมักจะมีขนาดใหญ่กว่าและในฤดูผสมพันธุ์จะมีสีสดใสมากกว่าเพศเมีย พ่อพันธุ์ปลานิลมีอวัยวะเพศ หรือติ่งเพศ (genital papilla) ลักษณะเรียวยาวค่อนข้างแหลม ปลาเพศผู้จะมีรูเปิด 2 รู คือ รูก้น (anus) และรูเปิดรวมของน้ำอสุจิ และท่อปัสสาวะ (urogenital pore) สีของตัวปลาเข้มสดใส แถบขวางข้างตัวเห็นไม่ชัดเจน ครีบจะมีสีชมพูเข้มออกแดง และใต้คางจะมีสีแดง ส่วนในแม่พันธุ์ปลานิล อวัยวะเพศจะมี ลักษณะเป็นรูค่อนข้างใหญ่และกลม ปลาเพศเมียจะมีรูเปิด 3 รู คือ รูก้น รูน้ำไข (genital pore) และรูท่อปัสสาวะ (urinary pore) อวัยวะเพศมีลักษณะกลมใหญ่ และมีช่องเปิดเป็นจุดขวางตรงกลางของอวัยวะเพศ สีของตัวปลาจะซีดกว่าปลาเพศผู้ มองเห็นแถบขวางข้างตัวได้ชัดเจน ใต้คางมีสีเหลือง และขนาดตัวโดยทั่วไปจะเล็กกว่าปลาเพศผู้ (สถาบันการวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, 2536)

ปลานิลตัวผู้จะทำหน้าที่ขับถ่ายปัสสาวะ และน้ำเชื้อส่วนปลานิลตัวเมียจะมีอวัยวะยื่นยาวออกมาสั้นกว่า และใหญ่กว่าตัวผู้ ในปลาที่มีความยาวตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป บนอวัยวะจะมีช่องเปิด 2 ช่อง ช่องแรกอยู่ตรงส่วนปลายทำหน้าที่ขับถ่ายปัสสาวะ อีกช่องอยู่ถัดไปทางส่วนหน้าตรงบริเวณกลางซึ่งมีขนาดใหญ่ซึ่งมีสีชมพูเรื่อ ๆ หรือสีเนื้อทำหน้าที่เป็นช่องปล่อยไข่ นอกจากนี้ข้อแตกต่างระหว่างปลาตัวผู้และตัวเมียคือ สีบนลำตัวและใต้คางของตัวผู้จะเข้มกว่าปลาตัวเมีย โดยเฉพาะในฤดูผสมพันธุ์ (ศิริ, 2542)

2. ชีววิทยาการสืบพันธุ์

การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลาแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ช่วงแสง ฤดูกาล เป็นต้น (Nakamura, 1984) ในภาวะปกติปลาชนิดที่มีอายุประมาณ 4 เดือน ความยาวประมาณ 11 เซนติเมตร ก็มีรังไข่และพร้อมที่จะวางไข่ แต่อายุที่เหมาะสมที่พร้อมเจริญพันธุ์ อยู่ที่ประมาณ 6 เดือนการผสมพันธุ์และวางไข่ของปลานิลสามารถผสมพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี การวางไข่แต่ละครั้งมีช่วงเวลาห่างกันประมาณ 2-3 เดือน แต่ถ้าอาหารเพียงพอและเหมาะสม ระยะเวลา 1 ปี สามารถผสมได้ 5-6 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดอายุและช่วงการสืบพันธุ์ ซึ่งแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมและสภาพทางสรีรวิทยาของปลา การวิวัฒนาการของรังไข่ และถุงน้ำเชื้อของปลานิล พบว่าปลานิลจะมีไข่และน้ำเชื้อเมื่อความยาวประมาณ 6.5 เซนติเมตร โดยปกติปลานิลที่ยังโตไม่ได้ขนาดผสมพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเพื่อการวางไข่ ปลาจะอาศัยรวมกันเป็นฝูง แต่ภายหลังที่ปลานิลมีขนาดพอที่จะสืบพันธุ์ได้ ปลาเพศผู้จะแยกออกจากฝูงแล้วเริ่มสร้างรัง โคนเลือกเอาบริเวณเชิงลาดหรือก้นบ่อที่มีระดับความลึกระหว่าง 0.5-1 เมตร วิธีการสร้างรัง ปลาจะปักหัวลงโดยตัวมันอยู่ในระดับตื้นฉากกับดิน แล้วใช้ปากพร้อมกับการเคลื่อนไหวลำตัวเพื่อเขี่ยดินตะกอนออก จากนั้นจะอมดินตะกอน จับเศษสิ่งของต่าง ๆ ออกไปทิ้งนอกรัง ทำเช่นนี้จนได้รังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 35 เซนติเมตร ลึกประมาณ 3 เซนติเมตร ความกว้างและลึกของรังขึ้นอยู่กับขนาดของพ่อปลา หลังจากทีสร้างรังเสร็จ ปลาเพศผู้พยายามจะไล่ปลาตัวอื่น ๆ ให้ออกไปนอกรังของรังประมาณ 2-3 เมตร เมื่อมีปลาเพศเมียว่ายน้ำอยู่ใกล้ ๆ รัง ปลาเพศผู้จะแผ่ครีบทองและอ้าปาก กว้าง เมื่อเลือกปลาเพศเมียได้แล้ว จะแสดงอาการจับคู่โดยการว่ายน้ำเคล้าคู่กัน ใช้หางตีและกัดเบาๆ การเคล้าเคลียดังกล่าวใช้เวลาไม่นาน ปลาเพศผู้ก็จะใช้บริเวณหน้าผากคุนที่ใต้ท้องของเพศเมียเพื่อเป็นการกระตุ้นเร่งเร้าให้เพศเมียวางไข่ ปลาเพศเมียจะวางไข่ครั้งละ 10-15 ฟอง โดยเฉลี่ยแล้วแม่ปลาตัวหนึ่งจะสามารถวางไข่ได้ประมาณ 500-600 ฟอง ขึ้นกับขนาดของแม่ปลา เมื่อปลาเพศเมียวางไข่ ปลาเพศผู้จะว่ายน้ำไปเหนือไข่พร้อมกับปล่อยน้ำเชื้อลงไป และทำเช่นนี้จนกว่าการผสมพันธุ์เสร็จสิ้น ใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง ปลาเพศเมียเก็บไข่ที่ได้รับการผสมแล้วอมไว้ในปาก (oral incubation) และว่ายน้ำออกจากรังส่วนปลาเพศผู้ก็จะคอยหาโอกาสเคล้าเคลียกับปลาเพศเมียต่อไป การฟักไข่ ไข่ที่อมไว้ในปลาตัวเมียจะวิวัฒนาการขึ้นตามลำดับ แม่ปลาจะขยับปากให้น้ำไหลเข้าออกในช่องปากอยู่เสมอ เพื่อช่วยให้ไข่ได้รับน้ำที่สะอาด และเป็นการป้องกันศัตรูที่จะมากินไข่ ระยะเวลาในการฟักไข่ของปลาตัวเมียจะแตกต่างกันตามอุณหภูมิของน้ำ สำหรับน้ำที่มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ไข่จะฟักเป็นตัวภายในปากของแม่ปลาใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน ซึ่งถุงอาหารยังไม่ยุบ และจะยุบเมื่อลูกปลามีอายุครบ 13-14 วัน นับจากวันที่แม่ปลาวางไข่ ในช่วงระยะเวลาที่ลูกปลาฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ลูกปลานิลวัยอ่อนจะเกาะรวมตัวกันเป็นกลุ่ม โดยว่าย

วนเวียนอยู่บริเวณหัวของแม่ปลาและเข้าไปหลบซ่อนอยู่ในช่องปากเมื่อมีภัย หรือถูกรบกวนโดยปลานิลด้วยกันเอง เมื่อถูกอาหารขุบลง ลูกปลานิลจะเริ่มกินอาหารจำพวกพืชและไร่น้ำขนาดเล็ก หลังจากนั้นประมาณ 3 สัปดาห์ ลูกปลาก็จะกระจายแตกฝูงออกหากินเลี้ยงตัวเองได้โดยลำพัง (กองส่งเสริมการประมง, 2544; กฤษณาและ กิระ, 2545)

ศักดิ์ชัย (2536) รายงานว่าปลานิลที่มีขนาดความยาว 10 เซนติเมตร ขึ้นไป จึงจะดูแลได้ชัดเจน และสามารถสืบพันธุ์ได้เมื่อปลาอายุประมาณ 4 เดือน หรือสามารถสืบพันธุ์วางไข่ได้ภายใน 6 เดือน ปลานิลจะวางไข่แต่ละครั้งประมาณ 500 – 2000 ฟอง หลังจากวางไข่แม่ปลาจะฟักไข่โดยการอมไข่ไว้ในปาก (Oral incubation) ไข่ปลานิลจะใช้เวลาประมาณ 4 วัน ที่อุณหภูมิ น้ำ 28 องศาเซลเซียส ในระหว่างฟักไข่และดูแลไข่ แม่ปลาจะไม่กินอาหารซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แม่พันธุ์ปลานิลชงักการเติบโตเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ในระหว่างการฟักไข่พบว่า น้ำหนักแม่ปลานิลจะลดลง 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติวงจรการสืบพันธุ์วางไข่ของปลานิลจะใช้เวลาประมาณ 1 เดือน การผสมพันธุ์วางไข่ของปลานิลจะไม่ได้เกิดขึ้นทุกเดือน ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่ปลาและสภาพแวดล้อม

ปลานิลเริ่มมีไข่และถุงน้ำเชื้อเมื่อมีอายุประมาณ 110 วัน พัฒนาการจากการที่รังไข่และถุงน้ำเชื้อเริ่มก่อตัวจนกระทั่งรังไข่และถุงน้ำเชื้อแก่ใช้เวลาประมาณ 62 วัน (ทัศนีย์, 2524) ปลานิลมีรังไข่ 2 ฝัก ฝัก ไข่อ่อนมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกยาวกลมสีครีมเมื่อมีฝักไข่แก่มากขึ้น จะขยายขนาดใหญ่มากขึ้น สีเหลืองสด ขนาดเม็ดไข่ที่เจริญเติบโตเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.00-3.00 มิลลิเมตร รังไข่แก่จะถูกห่อหุ้มด้วย tunica allbuginea ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน แม่พันธุ์ปลานิลที่มีขนาดความยาว 11 เซนติเมตร มีไข่ประมาณ 142 ฟอง ขนาด 13-17 เซนติเมตร ไข่ไข่ระหว่าง 64-655 ฟอง และปลาที่มีความยาวประมาณ 27 เซนติเมตร มีไข่ประมาณ 1,440 ฟอง ปริมาณไข่หรือลูกปลาที่เกิดการวางไข่ครั้งแรกของแม่ปลาขนาด 13 เซนติเมตร วางไข่เฉลี่ย 89 ฟอง พ่อ-แม่ปลานิลที่ให้ลูกมากที่สุดมีความยาวระหว่าง 19.5-34.4 เซนติเมตร (ทัศนีย์, 2524; มานพ และคณะ, 2536)

เพ็ญพรรณ (2539) รายงานว่า ปลานิลทั้งเพศผู้และเพศเมียถึงวัยแรกรุ่น และมีความพร้อมที่จะสืบพันธุ์วางไข่ได้เมื่ออายุ 22 สัปดาห์ และในปลาเพศผู้ที่มีถุงน้ำเชื้อแก่มีความยาวลำตัวเฉลี่ย 14.7 เซนติเมตร (70.2 กรัม) เพศเมียมีความยาวลำตัว 14.1 เซนติเมตร (57.3 กรัม) เล็กกว่าปลาชนิดเดียวกันที่วางไข่ในแม่น้ำ คือปลาเพศผู้มีความยาวลำตัว 15.7 เซนติเมตร ส่วนปลาเพศเมียมีความยาวลำตัว 15 เซนติเมตร

2.1 การพัฒนาของไข่ และลูกปลานิลวัยอ่อน

การพัฒนาของไข่ปลานิลและลูกปลาวัยอ่อน มีขั้นตอนการพัฒนาตามลักษณะการเจริญของไข่ อาจจำแนกได้ 5 ระยะ Little (1989) ดังนี้

ระยะที่ 1 ไข่ยังไม่ปรากฏการพัฒนาใดๆให้เห็น ไข่มีสีเหลืองตลอดทั้งฟองไม่ปรากฏจุดสีดำซึ่งเป็นจุดที่พัฒนาเป็นตา (ภาพที่ 1)

ระยะที่ 2 ไข่มีการพัฒนาจนสังเกตเห็นจุดสีดำๆบริเวณรอบๆไข่ และสังเกตเห็นการพัฒนาของตา (Eyed) เป็นจุดสีดำ ๆ 2 จุด ชัดเจนสีของไข่เป็นสีเหลือง หรือเรียกว่า ระยะ Eyed egg ระยะที่ (ภาพที่ 2)

ระยะที่ 3 ไข่มีการพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางชัดเจน สีของไข่เป็นสีน้ำตาล (ขยับตัวไม่ได้) หรือเรียกว่า ระยะ Pre-hatched หรือ Head-tail egg ระยะที่ (ภาพที่ 3)

ระยะที่ 4 ลูกปลาที่ฟักออกเป็นตัวแล้วแต่ถุงไข่แดงยังขุ่นไม่หมด (เริ่มขยับตัวได้) หรือเรียกว่า Hatched fry หรือ Yolk sac fry (ภาพที่ 4)

ระยะที่ 5 ลูกปลาที่ฟักออกมาเป็นตัวจนถุงไข่แดงขุ่นแล้วและสามารถว่ายน้ำได้ หรือเรียกว่า Swim-up fry (ภาพที่ 5)



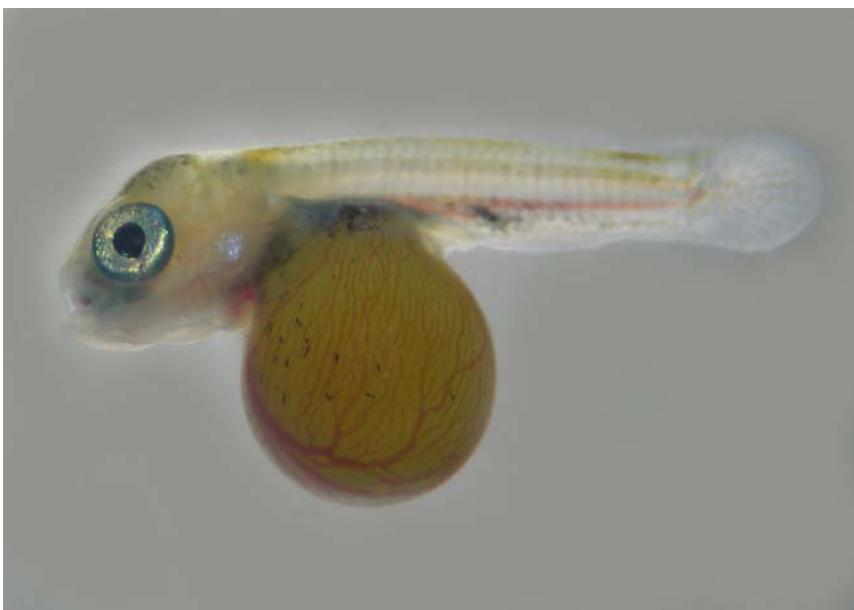
ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของไข่ปลานิลระยะที่ 1



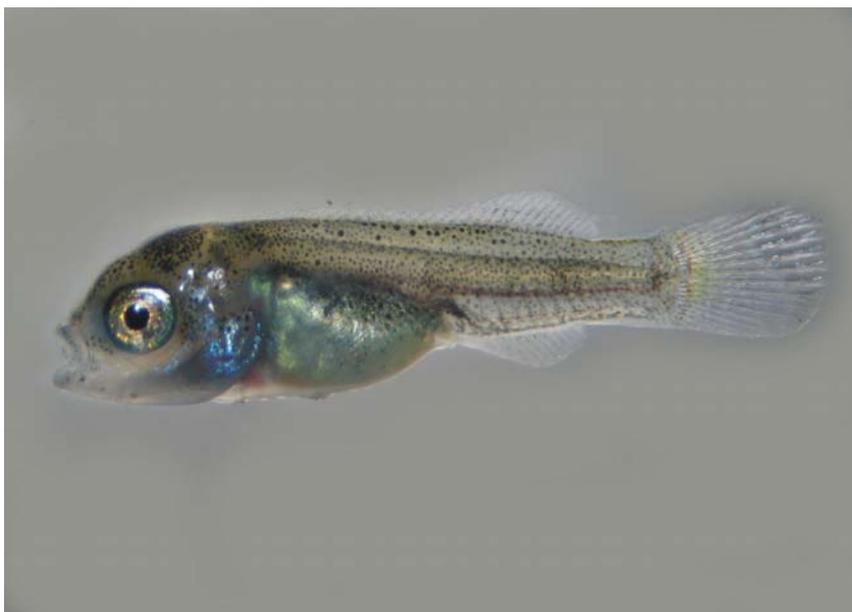
ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของไข่ปลานิลระยะที่ 2 (Eyed egg ระยะที่)



ภาพที่ 3 ลักษณะทั่วไปของไข่ปลาในระยะที่ 3 (Head-tail egg ระยะที่)



ภาพที่ 4 ลักษณะทั่วไปของไข่ปลาในระยะที่ 4 (Yolk sac fry)



ภาพที่ 5 ลักษณะทั่วไปของไข่ปลานิลระยะที่ 5 (Swim-up fry)

2.2 รูปแบบการเพาะพันธุ์ปลานิล

มานพ และคณะ (2536) รายงานว่าปลานิลเป็นปลาที่มีลูกตกและสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปีในบ่อที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมและอาหารอุดมสมบูรณ์ การเพาะพันธุ์ปลานิลสามารถทำได้ทั้งในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังในลอนตาถี้ ดังนี้

1. บ่อดิน บ่อเพาะปลานิลควรเป็นบ่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีเนื้อที่ตั้งแต่ 50-6,000 ตารางเมตร สามารถเก็บกักน้ำได้มีระดับความสูง 1 เมตร บ่อควรมีเชิงลาดตามความเหมาะสมเพื่อป้องกันดินพังทลาย ขนาดพ่อแม่ปลาที่พร้อมเจริญพันธุ์มีอายุประมาณ 6 เดือน มีความยาวประมาณ 23-28 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 250-450 กรัม อัตราการปล่อย เพศเมียต่อเพศผู้ 3:2 ในอัตราความหนาแน่น 2 ตัวต่อตารางเมตรหรือไร่ละ 800-1,000 ต่อไร่ ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2-3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักพ่อแม่พันธุ์ในตอนบ่าย

2. บ่อซีเมนต์ รูปร่างของบ่อจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือกลมก็ได้ มีความลึก 1 เมตร มีพื้นที่ผิวน้ำตั้งแต่ 10 ตารางเมตรขึ้นไป ให้มีระดับสูงประมาณ 80 เซนติเมตร ใช้เครื่องเป่าลมเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ ขนาดพ่อแม่ปลาที่พร้อมเจริญพันธุ์มีอายุประมาณ 6 เดือน มีความยาวประมาณ 23-28 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 250-450 กรัม อัตราการปล่อย เพศเมียต่อเพศผู้ 3:2 ในอัตรา

ความหนาแน่น 1 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักพ่อแม่พันธุ์

3. กระชังในลอนตาถึ กระชังขนาดที่ใช้ 5x8x0.9 เมตร วางกระชังในบ่อดินหรือหนอง บึง อ่างเก็บน้ำ โดยให้ก้นกระชังอยู่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำ 1 เมตร ใช้หลักไม้ 4 หลัก ผูกตรงมุม 4 มุม ยึดปากและก้นกระชังให้แน่นเพื่อให้กระชังตั้ง ขนาดพ่อแม่ปลาที่พร้อมเจริญพันธุ์มีอายุประมาณ 6 เดือน มีความยาวประมาณ 23-28 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 200-250 กรัม อัตราการปล่อย เพศเมียต่อเพศผู้ 2:1 ในอัตราความหนาแน่น 7 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง โปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2-3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักพ่อแม่พันธุ์

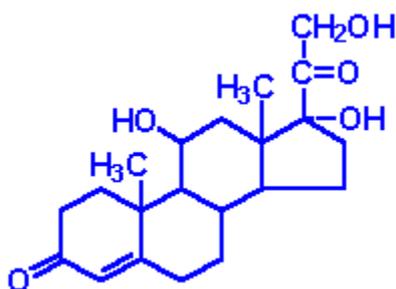
Little (1992) รายงานว่าอัตราการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลานิลเพื่อการผลิตเพื่อการผลิตลูกปลาเพศผู้เชิงพาณิชย์ คือ 6 ตัว/ตารางเมตร โดยมีอัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ต่างๆกัน เช่น 1:1 , 2:1 และ 3:1 และสามารถเก็บรวบรวมไข่จากปากปลาได้ทุก ๆ 5-7 วัน เนื่องจากเป็นปลาที่เพาะพันธุ์ได้ง่ายโดยวิธีธรรมชาติ ทำให้สามารถเพาะพันธุ์ได้ทั้งในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชัง อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของระบบเพาะพันธุ์ทั้ง 3 ระบบดังกล่าวซึ่งเป็นที่กักขังพ่อแม่พันธุ์ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน และจากการจับแม่ปลามาเก็บไข่ทุกๆสัปดาห์ จึงเป็นการรบกวนพ่อแม่พันธุ์ตลอดเวลาด้วย นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการบาดเจ็บของพ่อแม่ปลาได้ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อความเครียดของปลา

3. ฮอโมนในการสืบพันธุ์ของปลา

ฮอโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตและหลั่งจากกลุ่มเซลล์ทั้งในและนอกต่อมไร้ท่อในปริมาณที่เล็กน้อย สารเหล่านี้ออกฤทธิ์กระตุ้นและยับยั้งกระบวนการบางอย่างในเซลล์เป้าหมายที่อยู่ข้างเคียง เซลล์ที่ผลิตฮอโมนเองหรือถูกพาไปโดยกระแสเลือดไปออกฤทธิ์ที่เซลล์เป้าหมายที่ไกลออกไป นทีทิพย์ (2538) รายงานว่าโดยทั่วไประบบสืบพันธุ์ของปลาถูกควบคุมด้วยฮอโมนเพศ (กลุ่ม Steroid hormone)

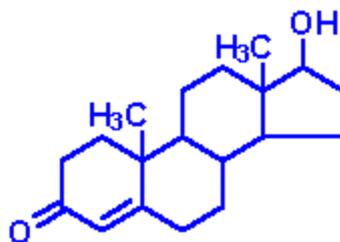
สเตียรอยด์ฮอโมน (Steroid hormone) เป็นฮอโมนที่ถูกสร้างขึ้นมาจาก โคลเลสเตอรอล (cholesterol) และมีโครงสร้างพื้นฐานเป็นวงแหวน 4 วง (A, B, C, D) เชื่อมติดกันเรียกว่า ไซโครเพนตาโนเพอไฮโดรฟีแนนทริน (Cyclopentanoperhydrophenanthrene ring) โดยสามวงแรก (A,B,C) เป็นวงละ 6 ด้าน (Cyclohexane) และวงที่สี่ (D) เป็นวง 5 ด้าน (Cyclopentane) จำนวน

คาร์บอนและอนุกรม (Group) ต่างๆเช่น แอลกอฮอล์ คีโตน และอัลดีไฮด์ ที่มีบนโครงสร้างพื้นฐานนี้เป็นตัว กำหนดถึงลักษณะจำเพาะของสเตียรอยด์ฮอร์โมนชนิดต่างๆโดยมีคาร์บอน และ ไฮโดรเจน เป็นองค์ ประกอบหลัก สเตียรอยด์ฮอร์โมนละลายในไขมันและมีโมเลกุลขนาดเล็ก ทำให้สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ จึงเข้าไปจับกับตัวรับสัญญาณที่อยู่ในไซโตพลาสซึม และนิวเคลียสของเซลล์เป้า หมายถึงตัวอย่างฮอร์โมนกลุ่มเช่น Cortisol, Testosterone, 17β -Estradiol



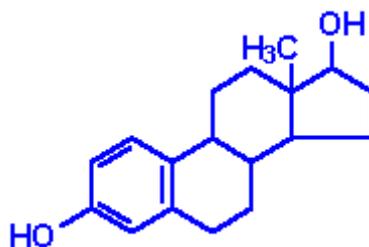
ภาพที่ 6 รูปแบบของฮอร์โมน Cortisol

ที่มา : ถนอมศรี (2536)



ภาพที่ 7 รูปแบบของฮอร์โมน Testosterone

ที่มา : ถนอมศรี (2536)



ภาพที่ 8 รูปแบบของฮอร์โมน Estradiol

ที่มา: ถนอมศรี (2536)

โดยทั่วไประบบสืบพันธุ์ของปลาถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนเพศ คือ เอสโตรเจน และเทสโทสเตอโรน โดยฮอร์โมนทั้งสองนี้จะควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ความพร้อมในการสืบพันธุ์ของปลา ในปลานิล (*Oreochromis aureus*) เอสโตรเจนจะควบคุมการสังเคราะห์ vitellogenin ในตับ (Katz and Eckstein, 1974) ในปลา trout, ปลาคาร์พ (*Cyprinus carpio*), ปลาทอง จะมีระดับเอสโตรเจนสูงเมื่อเริ่มไข่มีการพัฒนา (Santos *et al.*, 1986) ระดับของเอสโตรเจนจะต่ำลงในช่วง endogeneous vitellogenesis คือในช่วงการสร้าง Yolk vesicle ภายใน oocyte ระยะนี้ zona radiata ยังเจริญไม่เต็มที่ แต่เมื่อสร้าง Yolk vesicle เสร็จ ภายใน zona radiata จะเจริญเต็มที่ มีลักษณะคล้ายชั้น theca และ granulose เจริญเต็มที่ และเริ่มตอบสนอง gonadotropin (GtH) โดยสร้างฮอร์โมนเพศเมีย ซึ่งก็คือ เอสโตรเจน และเอสโตรเจนจะสูงขึ้นในช่วง exogeneous vitellogenesis คือช่วงที่ฮอร์โมนเอสโตรเจนจะถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดไปกระตุ้นให้ตับสร้าง vitellogenin ซึ่งสารนี้จะเข้าสู่กระแสเลือด จากนั้น oocyte จะรับสารนี้และเปลี่ยนเป็น Yolk granule เข้าสะสมเป็น oocyte และระดับเอสโตรเจน

4. ความเครียดและการสืบพันธุ์

Schreck *et al.* (2001) รายงานว่าความเครียดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของปลา โดยความเครียดอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อม โภชนาการ และอื่น ๆ เป็นต้น ทั้งนี้เมื่อเกิดการตอบสนองต่อความเครียดขึ้นต้น มีผลให้ระดับฮอร์โมน cortisol และ glucose ในกระแสน้ำเลือดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งฮอร์โมน cortisol ส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ โดยต่อมใต้สมองลดการหลั่งของฮอร์โมน Gonadotropin มีผลทำให้การหลั่งฮอร์โมน steroids ที่สร้างจากอวัยวะสืบพันธุ์ลดลงไปด้วย (Daniel *et al.*, 2005) ทั้งยังส่งผลกระทบต่อความไว ความคมชัด คุณภาพของไข่ที่มีขนาดลดลง และมีผลต่อคุณภาพของลูกพันธุ์ในที่สุด (Campbell *et al.*, 1992, 1994)

Selye (1950) ได้แบ่งระยะของการเกิดความเครียดออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. The alarm reaction เป็นระยะที่ปลารับรู้ถึงความผิดปกติ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การได้รับบาดเจ็บ การติดเชื้อ เป็นระบบ เป็นต้น
2. The ระยะที่ of resistance เป็นระบบที่ปลาตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอม หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น เพื่อปรับตัวให้เข้าสู่ภาวะปกติ หรือภาวะสมดุล
3. The ระยะที่ of exhaustion เป็นระยะที่ปลาไม่สามารถที่จะปรับตัวให้เข้าสู่ภาวะปกติได้ มีผลทำให้ปลาอ่อนแอ เนื่องจากการสูญเสียพลังงานอย่างมาก รวมทั้งการสูญเสียสมดุลของอวัยวะในร่างกายอีกด้วย

Mazeud *et al.* (1977) แบ่งขั้นตอนการตอบสนองต่อความเครียดของสัตว์น้ำได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. Primary effect เป็นการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในร่างกาย เมื่อร่างกายได้รับสิ่งกระตุ้นที่ก่อให้เกิดความเครียด ร่างกายจะมีการตอบสนองโดยการหลั่งสาร catecholamine และ corticosteroid ในพลาสมา รวมถึงปริมาณของ adrenaline และ noradrenaline หลังจากนั้น 2-3 นาที จะเกิดอาการขาดออกซิเจนในเลือด มีอาการกระวนกระวายในปลาปากกลม (cyclostoma) ปลากระดุกอ่อน และปลากระดุกแข็ง

ระดับของ adrenaline หรือ noradrenaline จะขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำ เช่น ในปลาคาร์พ (*Cyprinus carpio*) จะพบ noradrenaline สูงสุดเมื่อร่างกายมีบาดแผล และเมื่อปลาถูกย้ายจากน้ำเย็นไปอยู่ในน้ำอุ่น เช่นเดียวกัน หากปลาคาร์พเกิดอาการเครียดจะพบการไหลเวียนของ corticosteroid ในเลือดสูงขึ้น รวมถึงในปลากลุ่ม salmonid และปลาทอง (*Carassius auratus*) ส่วนในปลากลุ่ม Pacific salmon จะพบ catecholamine ในเลือด

2. Secondary effect เป็นการเปลี่ยนแปลงของสรีระ เพื่อตอบสนองกับปริมาณของฮอร์โมนที่เพิ่มขึ้นในร่างกาย โดยจะมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น มีการสลายไกลโคเจน (glycogen) ที่ตับ ทำให้มีระดับกลูโคสในเลือดสูง มีการสลายไข

มันในร่างกาย และมีผลต่อระบบสมดุลเกลือแร่ในร่างกาย นอกจากนี้ corticosteroid ยังมีผลต่อการกดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (immunosuppression) ทำให้ปลาอ่อนแอ เกิดการติดเชื้อได้ง่าย

3. Tertiary effect เป็นการเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เป็นผลจาก Secondary effect เช่น เกิดการตายของเนื้อเยื่อ หรือร่างกายอ่อนแอจนเกิดการติดเชื้อ

Eckstein and Spira (1965) รายงานว่าปลา *Tilapia aurea* รั้งไข่จะพัฒนาได้เร็วกว่าอันตะ 7-10 วัน ในปลาที่มีขนาดความยาว 8 – 11 เซนติเมตร และในปลาเพศผู้บางตัวที่ได้รับฮอร์โมนเพศเมียปรากฏว่า urogenital papillae เหมือนในเพศเมีย และในอันตะของปลาเพศผู้บางตัวจะปรากฏลักษณะคล้าย oocyte เรียกว่า pseudohermaphroditism มีรายงานในปลาเรนโบว์เทราท์ที่ได้รับฮอร์โมนในระดับที่สูงเกินไปจะพบลักษณะเป็นหมัน โดยอวัยวะสืบพันธุ์จะมีลักษณะสืบเรียว (filiform) และไม่มีเซลล์สืบพันธุ์ (Sathyanarayana, 1983) ในปลาสดเมื่อได้รับฮอร์โมนมากขึ้น จะถูกเปลี่ยนเป็นเพศเมีย และกะเทยเพิ่มมากขึ้น เพศผู้ลดลง และเมื่อได้รับ 17β -estradiol มากขึ้นปลาจะถูกเปลี่ยนเป็นเพศเมียมากขึ้น และค่า gonadosomatic index (GSI) ลดลง ผันแปรตามระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนที่เพิ่มขึ้น (บัญชา, 2538)

เรณู และคณะ (2536) ศึกษาระดับฮอร์โมนเพศในปลากระรัง (*Epinephelus malabaricus*) ได้แก่ Testosterone, 17β -Estradiol โดยวิธีเรดิโออิมมูโนเอสเสส (RIA) มีบทบาทต่อการพัฒนาของไข่ในระยะสะสมไข่แดง (Vitellogenesis) และการพัฒนาไข่ขั้นสุดท้าย (Oocyte final maturation) เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนสูงสุดในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ซึ่งแตกต่างจากช่วงอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ซึ่งคล้ายกับการศึกษาในระดับฮอร์โมนในปลากระพงแดง (*Lutianus argentimaculatus*) (สุพจน์, 2539) และการศึกษาปริมาณฮอร์โมนในปลาบึก (*Pangasianodon gigas*, Chevey) ในบ่อคิน (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2547)

Eckstein and Spira (1965) พบว่าในปลา *Tilapia aurea* การพัฒนาระบบสืบพันธุ์จนเกิดความแตกต่างขึ้นเมื่อปลาเมื่ออายุ 49-56 วัน มีความยาว 8-11 มิลลิเมตร ทั้งนี้รั้งไข่จะพัฒนาได้เร็วกว่าอันตะ 7-10 วัน Mirza and Shelton (1988) รายงานในปลา silver carp ลักษณะของระบบสืบพันธุ์เพศเมียจะมีลักษณะแบนคล้ายรีแบน และเพศผู้จะมีลักษณะกลมทรงกระบอก ในปลาขนาดความยาว 65-75 มิลลิเมตร รั้งไข่จะปรากฏ primary germ cell เพียงเล็กน้อย และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีความยาวระหว่าง 80-105 มิลลิเมตร oogonia จะพัฒนาเมื่อ ปลาที่มีความยาว 100-135

มิลลิเมตร ส่วนตัวผู้ที่มีขนาดความยาว 65-75 และ 135 มิลลิเมตร พบว่ามีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพียงเล็กน้อย

การทำงานของระบบสืบพันธุ์ของปลาจะขึ้นอยู่กับ สิ่งกระตุ้นที่มีทั้งภายในและภายนอก โดยสิ่งกระตุ้นเหล่านี้จะกระตุ้นไปที่ sensory structures เมื่อ sensory structures ถูกกระตุ้นจะส่งสัญญาณไปที่สมอง สมองจะส่งฮอร์โมนที่มีชื่อว่า neurohormones ไปที่สมองส่วนท้าย คือ hypothalamus ซึ่งฮอร์โมนตัวนี้จะส่งผลทั้งในด้านของการกระตุ้นการยับยั้ง hypothalamus จะสร้าง GnRH ซึ่งมีผลในการกระตุ้นให้ pituitary ทำงาน และสร้าง dopamine ซึ่งมีผลในการ ยับยั้งการทำงานของ pituitary โดย pituitary หยุดการสร้างฮอร์โมน GtHI และ GtHII นอกจากนี้ ยังมีการสร้างฮอร์โมนที่มาจาก pituitary อื่นๆอีก ซึ่ง GtHI และ GtHII จะส่งผลกระตุ้นให้ gonad คือ testis และ ovary สร้างฮอร์โมนเพศ (sex steroid) ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาของ sperm และ ovary นอกจากนี้ ฮอร์โมนที่ผลิตได้จาก gonad จะส่งผลย้อนกลับทั้งในทางยับยั้งและการกระตุ้นต่อม pituitary ต่อ hypothalamus และสมอง นอกจากนี้ฮอร์โมนเพศเองยังมีผลย้อนกลับสู่ testis และ ovary ทั้งในทางยับยั้งและการกระตุ้นด้วยเช่นกัน (อุทัยรัตน์, 2538)

ในการวัดการเจริญเติบโต หรือการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์จะศึกษาจากค่า gonadosomatic index (GSI) โดยค่านี้จะสามารถบอกได้ถึงความพร้อมในการสืบพันธุ์ของปลา ค่า GSI ของปลานิลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5 – 7 เปอร์เซ็นต์ (Babiker and Ibrahim, 1979) ค่า GSI ของปลาเทศจะมีค่าสูงในช่วงสัปดาห์ที่ 14 – 16 โดยมีค่าเท่ากับ 0.2 – 0.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปลาเทศเมียจะมีค่าสูงในช่วงสัปดาห์ที่ 18 โดยมีค่าเท่ากับ 0.5 เปอร์เซ็นต์และมีค่าสูงมากที่สุดในช่วงสัปดาห์ที่ 22 และ 24 โดยมีค่าเท่ากับ 2.9 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Srisakultiew, 1993)

4.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดและผลที่มีต่อการวางไข่ของปลา

ปลาจะวางไข่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมทั้งยังรวมถึงการมีอาหารอุดมสมบูรณ์เพื่อรองรับลูกปลาที่จะเจริญเติบโตหลังจากแม่ปลาวางไข่ ในระยะก่อนหน้านั้นปลาจะมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ตลอดเวลา แล้วจะรอให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงจะผสมพันธุ์วางไข่ อุทัยรัตน์ (2538) ได้สรุปว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมนี้ถ้าไม่เหมาะสมต่อสภาพความเป็นอยู่ของปลาแล้วจะทำให้ปลาเกิดความเครียด ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดดังกล่าวได้แก่ อุณหภูมิและช่วงแสง อาหาร คุณภาพน้ำ เป็นต้น

4.1.1 อุณหภูมิและช่วงแสง

อุทัยรัตน์ (2538) ได้จัดให้ปัจจัยทั้งสองมีอิทธิพลต่อการเจริญของไข่มากที่สุด อุณหภูมิจะกระตุ้นการเจริญของไข แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำจะยับยั้ง และปลาแต่ละชนิดต้องการช่วงอุณหภูมิต่างกัน ภาณุ และคณะ (2539) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอากาศ อุณหภูมิของน้ำ และปริมาณน้ำฝนในรอบปีที่มีบทบาทต่อวงจรสืบพันธุ์ของปลาคูกอูย พบว่าระดับฮอร์โมน 17β -estradiol ในปลาคูกอูยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำและสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน ซึ่ง 17β -estradiol มีบทบาทควบคุมการสุกของไขและเหนี่ยวนำให้ไขพัฒนาเข้าสู่ระยะสุดท้าย จากนั้น 17β -estradiol ก็ลดบทบาทลง กลไกการทำงานของฮอร์โมน 17β -estradiol ขึ้นอยู่กับการหลั่งฮอร์โมน gonadotropin และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

อุทัยรัตน์ (2538) ได้สรุปผลการศึกษานักวิชาการหลายท่านว่า ช่วงแสงมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิ โดยปลาที่ได้รับแสงนาน 6 ชั่วโมง จะทำให้ปลาที่เพิ่งวางไขเสร็จ เริ่มมีการสร้างและสะสม โยลด์ค แต่ถ้าได้รับแสงมากกว่าวันละ 12 ชั่วโมง จะทำให้การเจริญของไขชะงัก ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสม (12-17 องศาเซลเซียส) จะช่วยเสริมให้การเจริญของไขดีขึ้น สรุปได้ว่า ช่วงแสงจะมีผลกระทบต่อเจริญของเซลล์สืบพันธุ์มากกว่าอุณหภูมิถ้าหากอุณหภูมิคงที่ แต่ในธรรมชาติอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงกล่าวได้ว่า เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ อุณหภูมิจะมีอิทธิพลมากกว่าช่วงแสง

4.1.2 คุณสมบัติของน้ำ

น้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของไข อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า เมื่อน้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ก็จะมีผลยับยั้งการเจริญของไขและน้ำเชื้อ เช่น ถ้าหากน้ำเป็นกรด pH 4.5 ในปลาเทศเมียจะมีผลทำให้การสร้างไขลดลงร้อยละ 91.8 เมื่อน้ำเป็นกรดมีผลทำให้เลือดปลาเป็นกรด จึงรับออกซิเจนได้น้อยลง ซึ่งออกซิเจนจำเป็นในขบวนการสร้างพลังงาน เมื่อออกซิเจนไม่เพียงพอพลังงานก็จะไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น ความขุ่นใส ความเค็ม ฯลฯ ซึ่งคาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาบางชนิด เนื่องจากในปลาแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนต่อสภาพคุณสมบัติของน้ำแตกต่างกัน

4.1.3 อาหาร

อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า อาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญของไข่และน้ำเชื้อ ซึ่งก็สอดคล้องกับรายงานของ ศักดิ์ชัย (2536) กล่าวว่า อาหารที่ปลากินเข้าไปจะถูกย่อยสลายและดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าไปในระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อนำไปเลี้ยงร่างกาย และอาหารที่กินเข้าไปจะนำไปใช้ประโยชน์ 3 ประการใหญ่ๆ คือ ใช้ในการยังชีพและเคลื่อนไหว ใช้ในการเจริญเติบโตและสุดท้ายใช้ในการขยายพันธุ์หรือสืบพันธุ์ ดังนั้นหากปลาได้รับอาหารในปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ แล้วจะส่งผลให้การเจริญของไข่และน้ำเชื้อหยุดชะงัก

4.1.4 น้ำใหม่และน้ำท่วม

อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า ปัจจัยนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกระตุ้นการวางไข่ของปลาในเขตร้อน โดยมีอิทธิพลมากกว่าช่วงแสงและอุณหภูมิ ปลาในเขตร้อนทุกชนิดจะวางไข่ในฤดูน้ำหลากหรือที่เรียกว่าฤดูน้ำแดง โดยเมื่อถึงหน้าฝนระดับน้ำในแม่น้ำลำคลองจะสูงขึ้นจนเอ่อล้นท่วมท้องนาหนองน้ำ จนติดต่อกันจนหมด พ่อแม่ปลาจะว่ายน้ำออกจากหนองบึงไปวางไข่ตามท้องนาที่มีน้ำท่วม หรือวางไข่ในแหล่งน้ำเดิม เป็นไปได้ว่าน้ำในช่วงนี้จะมีความอุดมสมบูรณ์ของอาหารและแร่ธาตุ ปลาจึงปรับตัววางไข่ในฤดูนี้

4.1.5 กระแสน้ำ

วีรพงศ์ (2536) รายงานว่ากระแสน้ำสามารถกระตุ้นการวางไข่ของปลาบางชนิดได้ จากการสังเกตในธรรมชาติพบว่า ปลาบางชนิดต้องการแหล่งวางไข่ที่มีน้ำไหลแรงเป็นพิเศษ เช่น ปลายี่สก ปลาเงา ซึ่งมีไข่แบบครึ่งจมครึ่งลอย แม่ปลาเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีความคดของไข่มากและไม่ดูแลลูกปลาการวางไข่ในน้ำไหลจึงมีส่วนช่วยให้ลูกปลาที่มีอัตราการรอดสูงขึ้น เพราะน้ำจะมีความขุ่นและไหลตลอดเวลา ช่วยให้ลูกปลาหลบหนีศัตรูได้

4.1.6 ฝน

ปลาหลายชนิดวางไข่เมื่อฝนตก และพบว่าปลาตะเพียนขาวจะวางไข่ในช่วงต้นฤดูฝน หากมีฝนตกปรอยๆ ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ ปลาที่จะวางไข่ แม้ว่าในบ่อจะไม่มีปลาตัวผู้อยู่เลย อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า ปลาเงาจะวางไข่เต็มที่ภายหลังฝนตกหนักหลาย ๆ ครั้ง วีรพงศ์

(2536) รายงานว่าฝนที่ตกลงมาชะหน้าดินที่แห้งก็จะเกิดปัจจัยที่คล้ายน้ำมันที่เรียกว่า Petrichor ซึ่งมีกลิ่นกระตุ้นให้ปลาวางไข่ได้ ภาณุและคณะ (2539) รายงานว่าฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นการวางไข่ เขาพบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์สูงคือ เดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 272.7 มิลลิเมตร ทำให้ค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ (เปอร์เซ็นต์GSI) สูงสุดคือ 19.71เปอร์เซ็นต์ ตรงกันข้ามในเดือนธันวาคม ซึ่งไม่มีปริมาณน้ำฝนทำให้ค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ลดลงต่ำสุดคือ 1.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรัตน (2539) ที่รายงานว่าลมและฝนเป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลของปลา กะตักและปลาหลังเขียวในเขตร้อน และเป็นที่น่าสนใจว่า ฝนเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญในการควบคุมการสืบพันธุ์ของปลาเหล่านี้ เมื่อนำปัจจัยทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่าปลา กะตักหัวแหลมบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก มีการเจริญพันธุ์มากในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และสัดส่วนของการเจริญพันธุ์มีแนวโน้มตรงกันข้ามกับปริมาณฝน และเมื่อสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญพันธุ์และการวางไข่ของปลา คือ การเพิ่มจำนวนของไข่เสียที่ไม่สามารถเจริญต่อไปได้ และเกิดการสลายตัว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา พบว่าปริมาณฝนกับสัดส่วนของไข่เสียตลอดปีมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนการเจริญพันธุ์ จึงกล่าวได้ว่า ฝนเป็นสาเหตุให้เกิดปัจจัยที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญพันธุ์ของปลากะตักชนิดนี้

4.1.7 พันธุ์ไม้

พันธุ์ไม้น้ำมีทั้งประเภทลอยน้ำ จมน้ำ และกึ่งจมน้ำลอย เช่น สาหร่าย หญ้า ผักตบชวา จอกหูหนู เป็นต้น ปลาที่วางไข่ตามพันธุ์ไม้น้ำ เช่น ปลาทอง ปลาไน เป็นต้น ซึ่งปลาเหล่านี้มีความต้องการวัสดุวางไข่เฉพาะ ถ้าไม่มีวัสดุวางไข่ที่เหมาะสม ก็จะไม่วางไข่แม้จะมีไข่แก่เต็มที่จะก็ตาม แต่ถ้ามีวัสดุวางไข่ที่เหมาะสมก็จะวางไข่ทันที เช่น ปลาทองและปลาไนจะวางไข่ทันทีเมื่อมีสาหร่ายหางกระรอกหรือสาหร่ายพวงชะโด ปลาบางชนิดอาจนำเอาพันธุ์ไม้น้ำมาสร้างเป็นรังเพื่อกระตุ้นการวางไข่ เช่น ปลาแรด ปลาช่อน (วีรพงศ์, 2536)

4.1.8 ปัจจัยทางสังคม

วีรพงศ์ (2536) รายงานว่าหมายถึงการปรากฏของเพศตรงข้ามซึ่งการที่แม่ปลาจะวางไข่ได้ก็จะมีพ่อพันธุ์เข้ามาผสมพันธุ์ด้วย การผสมพันธุ์ของปลาทุกชนิด จะต้องมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ โดยก่อนที่แม่ปลาที่มีไข่แก่จะวางไข่นั้น จะต้องถูกเกี่ยวพาราสิจากพ่อปลา ปัจจัยทางสังคมทำให้แม่ปลารับความรู้สึกได้โดยการมองเห็น เมื่อปลาเพศผู้เข้ามาเกี่ยวพาราสิ

มีผลทำให้ส่งกระแสความรู้สึกจากตาไปยังระบบประสาท เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการวางไข่ เช่น การเพาะพันธุ์ปลากัด จะแยกปลาพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ไว้คนละขวด แล้วเอามาวางเทียบกันระยะหนึ่งพบว่า แม่ปลาเกิดมีท้องขนาดใหญ่ขึ้น และมีไข่แก่เต็มที่ แล้วสามารถนำพ่อแม่ปลากัดมาปล่อยรวมกันเพื่อเพาะขยายพันธุ์ได้ต่อไป

Tertiary effect ที่มีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ ทำให้ความต้านทานโรคของสัตว์น้ำลดลง และมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน เมื่อระดับของ cortisol ซึ่งเป็นสารที่พบเป็นส่วนใหญ่ของ corticosteroid เพิ่มขึ้น (Pickering, 1989) การเพิ่มขึ้นของ cortisol ในระบบหมุนเวียนเลือด มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของปลากระดูกแข็ง โดยจะทำให้จำนวนเม็ดเลือดขาวลดลง (Pickering and Pottinger, 1987) มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่เฉพาะเจาะจง (non - specific immune responses) คือ ยับยั้งกิจกรรม respiratory burst (Stave and Robertson, 1985) ยับยั้งกระบวนการ phagocytosis (Ainsworth *et al.*, 1991) ทำให้การเคลื่อนที่ของเม็ดเลือดขาวช้าลง เมื่อมีการฉีด cortisol เข้าสู่ร่างกาย (MacArthur and Fletcher, 1985) นอกจากนี้ คอร์ติซอลยังมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะเจาะจง (specific immune responses) คือ มีผลต่อการตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอม โดยการสร้างแอนติบอดีของร่างกายลดลงเมื่อปลาอยู่ในภาวะเกิดความเครียด (Ellsaesser and Clem, 1986) ผลกระทบจากการยับยั้งการทำงานของเม็ดเลือดขาว จะมีผลต่อการให้วัคซีนแก่ปลา โดยปลาที่ให้วัคซีนอย่างเดียวจะมีอัตราการตายน้อยกว่าปลากลุ่มที่ให้วัคซีนและทำให้เกิดความเครียด (Houghton and Matthews, 1986)

4.2 การวัดการตอบสนองต่อความเครียด

การวัดการตอบสนองต่อความเครียดนั้นเป็นการวัดการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ สามารถทำได้โดยการ challenge (Mason, 1975) โดยการเปรียบเทียบการตอบสนองในสภาวะปกติต่อสิ่งกระตุ้นหลาย ๆ แบบ ได้แก่

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนที่ก่อให้เกิดความเครียด ได้แก่

ฮอร์โมน catecholamine และ corticosteroid ซึ่งสามารถวัดในรูปของฮอร์โมน cortisol และ cortisone (Donalson, 1981) adrenalin และ noradrenalin (Mazeaud and Mazeaud, 1981) นอกจากนี้ยังสามารถวัดปริมาณฮอร์โมน adenocorticotropic (ACTH) ที่หลั่งมาจาก adenohypophysis ซึ่งเป็นตัวกระตุ้น hypothalamus ให้หลั่งฮอร์โมนที่ก่อให้เกิดความเครียดออกมา

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงในทางสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเลือด เช่น ภาวะการเกิด hyperglycemia, hyperlacticemia, hypochloremia, leucopenia และการแข็งตัวของเลือดซ้ำ
2. การเปลี่ยนแปลงในระดับของเนื้อเยื่อ เช่น ปริมาณไกลโคเจนในตับ ลดลงและปริมาณวิตามินซีในไตลดลง
3. การเปลี่ยนแปลงของ metabolic ต่างๆ ในร่างกาย เช่น สมดุลของ ไนโตรเจน และความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงระดับไอออนในเลือด

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับพฤติกรรมของสัตว์น้ำ เช่น การเจริญเติบโต การพัฒนารูปร่าง ความสามารถในการสืบพันธุ์ลดลง และความต้านทานโรคลดลง ตลอดจนทำให้อัตราการรอดตายต่ำ

วิจัยและคณะ (2539) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนคอร์ติซอลและองค์ประกอบไอออนในพลาสมาระหว่างการลำเลียงปลาพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งการลำเลียงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความเครียด พบว่าการเปลี่ยนแปลงของคอร์ติซอลและกลูโคสในพลาสมามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเวลา 15 - 90 นาที การขนส่งทำให้เกิดภาวะเครียดและเกิดขบวนการ glycolysis โดยไปสลาย glycogen ในตับมาเป็นกลูโคส เพื่อสลายมาเป็นพลังงานในการลดความเครียดที่เกิดขึ้น และพบว่าการลดลงของคอร์ติซอลและกลูโคสสู่ภาวะปกติในเวลา 1 - 2 วัน

Campbell *et al.* (1994) ทำการศึกษาพบว่าการขังปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) และปลา brown (*Salmo trutta*) ที่อยู่ในช่วงการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ระยะสุดท้ายเป็นเวลานานไม่มีผลต่อการสืบพันธุ์ของปลา rainbow trout แต่ทำให้ขนาดของไข่ปลา rainbow trout ลดลง และทำให้ลูกปลา brown และ rainbow trout ที่ได้จากปลาในกลุ่มทดลองมีความเครียดมีอัตราการรอดต่ำกว่าลูกปลาที่ได้จากกลุ่มควบคุม หลังขังปลา 2 สัปดาห์ วัดระดับ cortisol testosterone, 17β -estradiol และ vitellogenin ในพลาสมา พบว่า ในปลา trout ระดับ cortisol เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มทดลอง ขณะที่ระดับ testosterone ลดลง ความเครียดจากการกักขังไม่มีผลต่อ

ระดับ 17β - estradiol ขณะที่ระดับ vitellogenin ในปลา rainbow trout เพศเมียในกลุ่มทดลองลดลง ปลา rainbow trout เพศเมียที่เลี้ยงในที่กักขังเป็นเวลา 1 และ 3 เดือนให้ไข่ที่เล็กกว่าไข่ปลาควบคุม ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการรอดของลูกปลาที่ได้จากปลา brown และ rainbow trout กลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งบ่งชี้ได้ว่า ความเครียดมีผลต่อคุณภาพเซลล์สืบพันธุ์ของปลา trout

Cuesta *et al.* (2006) รายงานว่าปลา seabream (*Sparus aurata* L.) ที่ทำให้เครียดอย่างฉับพลัน ระดับคอร์ติซอล และกลูโคสในพลาสมาเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของคอร์ติซอล ในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง 70 - 140 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในการทดลองฉีดคอร์ติซอล 50 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กรัม พบว่าหลังจากฉีดเป็นเวลา 5 วัน ระดับคอร์ติซอลเพิ่มขึ้น 10 เท่า การย้ายปลาไปไว้ในน้ำความเค็มสูง (55 ppt) ทำให้คอร์ติซอลเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของคอร์ติซอล ในพลาสมาหลังจากเกิดความเครียดมีผลต่อการปรับตัวและระบบภูมิคุ้มกัน

Fast *et al.* (2008) ทำการศึกษาผลของความเครียดในช่วงสั้นและยาว ต่อระดับคอร์ติซอล และระบบภูมิคุ้มกัน ในปลา Atlantic salmon (*Salmo salar* Linnaeus) พบว่าในการศึกษาความเครียดระยะสั้น โดยนำปลาขึ้นจากน้ำ 15 วินาที ระดับคอร์ติซอลในพลาสมาเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านไปแล้ว 1 และ 3 ชั่วโมง ระดับของกลูโคสในพลาสมาในชั่วโมงที่ 1, 3 และ 6 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ interleukin - 1b (IL-1 β) ในชั่วโมงที่ 1 และ 3 ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ในการศึกษาความเครียดระยะยาวโดยการนำปลาขึ้นจากน้ำวันละ 15 วินาทีเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ระดับกลูโคสในพลาสมาของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 IL-1 β ในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 ในกลุ่มทดลองลดลง macrophages ของปลาในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการรอดของปลาลดลง

Lister *et al.* (2008) ทำการศึกษาผลของน้ำที่มีน้ำมันต่อการสืบพันธุ์และความเครียดในปลาทอง (*Carassius auratus*) พบว่าระดับของ testosterone และ 17β - estradiol ของปลาเพศผู้และเพศเมียในกลุ่มทดลองลดลง และระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในพลาสมาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Iwama *et al.* (1997) รายงานผลการทดลองฉีดคอร์ติซอลเข้าไปในแม่พันธุ์ปลานิล พบว่าทำให้เกิดภาวะเครียดขึ้นอย่างรุนแรงส่งผลให้ระดับ testosterone และ estradiol ในพลาสมาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุมและยังมีผลทำให้ขนาดของไข่และรังไข่ลดลง ผลจากการศึกษา

เบื้องต้นในปลาเรนโบว์เทราซ์ (*Oncorhynchus mykiss*) ได้แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของคอร์ติซอลต่อความเครียดอยู่ในระดับที่คงที่ตลอดเวลา (Pottinger *et al.*, 1992) ยิ่งไปกว่านั้นการเพาะพันธุ์จากพ่อ-แม่พันธุ์ที่คัดเลือกจากพ่อ-แม่พันธุ์ที่ตอบสนองต่อระดับคอร์ติซอลสูงและต่ำ มีผลต่อลูกพันธุ์เช่นเดียวกับในพ่อแม่พันธุ์ (Fevolden *et al.*, 1991; Pottinger and Carrick, 1999) ได้ชี้ให้เห็นว่าการตอบสนองต่อคอร์ติซอลเป็นการถ่ายทอดไปยังลูกได้ (Pottinger and Carrick, 1999; Tanck *et al.*, 2001; Fevolden *et al.*, 2002)

Naggar *et al.* (2006) ศึกษาผลของความหนาแน่นและระดับน้ำต่อการวางไข่ของปลา โดยทดสอบระดับน้ำ 3 ระดับคือ 25, 50 และ 75 เซนติเมตร และที่อัตราปล่อย 2, 4 และ 6 คู่ในแต่ละ hapa พบว่า ที่ความหนาแน่น 2 และ 4 คู่ และระดับน้ำ 25 และ 50 เซนติเมตร มีอัตราการวางไข่สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับน้ำ 25 และ 50 เซนติเมตร อัตราการวางไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระดับน้ำ 75 เซนติเมตรมีอัตราการวางไข่แตกต่างจากที่ระดับน้ำ 25 และ 50 เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Strange *et al.* (1977) รายงานว่าปลา chinook salmon ที่ถูกกักขังในกระชังขนาดเล็กเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะมีฮอร์โมน cortisol เพิ่มขึ้น และในปลา cutthroat trout ที่ถูกย้ายจากอุณหภูมิจาก 13 องศาเซลเซียส ไปอยู่ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส อย่างเฉียบพลันจะทำให้ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลเพิ่มขึ้นเช่นกัน

Tsadik and Bart (2007) รายงานผลของอัตราการให้อาหาร อัตราปล่อย และอัตราการถ่ายน้ำต่อความตกใจ ความถี่ในการวางไข่และคุณภาพของไข่ปลาชนิด (*Oreochromis niloticus*, L.) พบว่า ที่อัตราปล่อย 3 ตัวต่อตารางเมตร และอัตราการถ่ายน้ำ 0.06 ลิตรต่อวินาที ให้ไข่มากที่สุด (312 ± 36 ฟองต่อน้ำหนักแม่ปลา 1 กิโลกรัมต่อวัน) ที่อัตราปล่อย 10 ตัวต่อตารางเมตร แม่ปลามีความตกใจต่ำ อย่างไรก็ตามอัตราการให้อาหาร อัตราปล่อย และอัตราการถ่ายน้ำไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิ อัตราการฟัก หรือขนาดของไข่

ความเครียดก่อให้เกิดการลดระดับของ steroid ในพลาสมา ซึ่งส่งผลให้เกิดการเสื่อมสลายของรังไข่ ผลของความเครียดจะทำให้การวางไข่ช้าออกไป เนื่องจากการตกไข่ช้าและขนาดของไข่จะเล็กลง (Iwama *et al.*, 1997)

ในปลา Rainbow trout เพศเมีย เมื่อมีคอร์ติซอลเพิ่มขึ้นในระบบเลือด จะมีผลในการลดขนาดของโกแนดและลดระดับของ testosterone, estradiol และ vitellogenin ในพลาสมา Iwama *et al.* (1997) ได้รายงานผลการทดลองฉีดคอร์ติซอล เข้าไปในปลานิล พบว่า เกิดภาวะเครียดขึ้นอย่างรุนแรง ส่งผลให้ testosterone และ estradiol ในพลาสมาลดลง มีผลทำให้ขนาดของไข่และโกแนด ลดลงในปลาเพศเมีย

Heath (1995) ทำการศึกษาผลของน้ำเสียต่อระบบสืบพันธุ์ พบว่าสิ่งเจือปนในน้ำเสีย เช่น cadmium มีผลต่อการผลิตฮอร์โมน testosterone และจะยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนจากตับ copper จะไปเพิ่มผลของคอร์ติซอล โดยจะไปเพิ่มเมตาบอลิซึมในตับ และไปลด steroid hormone ในเลือด cadmium จะเป็นตัวกระตุ้นให้ปลาเกิดความเครียดทำให้ปลาตาย และ cyanide จะมีผลต่อการลดระดับของ estradiol, thyroid hormone, vitellogenin hormone และ vitellogenin และพบว่าระดับของ estradiol จะลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และ cyanide ยังมีผลต่อ pituitary ในการหลั่ง gonadotropin และ vitellogenin ความสัมพันธ์ของความเครียดกับฮอร์โมนระบบสืบพันธุ์ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดยังมีหลายกรณีที่ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่น การจับปลาจะทำให้ estradiol และ testosterone ในพลาสมาลดลง และในบางกรณีที่น่าสนใจ เช่น รายงานของ Iwama *et al.* (1997) กล่าวว่า คอร์ติซอล สูงในช่วงวางไข่จะไปกระตุ้นให้ gonadotropin หลั่งออกมาจาก pituitary

5. คุณสมบัติของน้ำต่อการเพาะพันธุ์ปลา

คุณภาพน้ำ คือ คุณสมบัติทางชีวเคมีและกายภาพของน้ำ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สีของน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความโปร่งแสง ปริมาณแอมโมเนีย เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ โดยตรงในด้านต่างๆ เช่น การหายใจ การกินอาหาร การสืบพันธุ์วางไข่ เป็นต้น คุณสมบัติของน้ำต้องอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม อยู่ตลอดเวลา เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำบางประการที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด (ประวิทย์, 2531)

นฤมล (2549) แบ่งคุณภาพน้ำเป็น 3 ด้านที่สำคัญต่อการเลี้ยงปลานิลได้แก่

1) คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ควรมีค่าอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ อุณหภูมิไม่ควรเปลี่ยนแปลงเกิน 3 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาสั้น ๆ เนื่องจากสัตว์น้ำอาจปรับตัวไม่ทัน และทำให้สัตว์น้ำตายได้ ความขุ่นของน้ำควรมีค่า 5-10 NTU ถ้าน้ำมีความขุ่นมากเกินไป

อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ เนื่องจากปริมาณสารละลายในน้ำ ได้แก่ อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ขัดขวางการส่องผ่านของแสง ทำให้พืชน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสง จนปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

2) คุณภาพน้ำทางด้านเคมี เช่น ความโปร่งแสงซึ่งใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำมีค่า 30-60 เซนติเมตร ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 6-9 ความเป็นด่าง (Alkalinity) 50-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง (Hardness) 150-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายควรมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ โดยปริมาณออกซิเจนต่ำสุดที่ทำให้ปลานิลตายเท่ากับ 0.8-1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมไม่ควรเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ ได้แก่ แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติของปลา ควรมีปริมาณเหมาะสม นอกจากนี้เชื้อรา และแบคทีเรีย ที่อาศัยอยู่ในน้ำ ทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์ และชนิดที่เป็นโทษควรมีปริมาณไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อปลา

ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำบางประการที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

คุณสมบัติของน้ำ	พิสัยที่เหมาะสม
ความเป็นด่าง (mg/l as CaCO ₃)	50-200
แอมโมเนียรวม (mg/l)	<0.02
ไนไตรท์ (mg/l)	<0.01
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	>4
ความเป็นกรดเป็นด่าง	6.5-9

ที่มา: ประวิทย์ (2531)

ตารางที่ 2 เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติของน้ำบางประการที่เหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ปลานิล

คุณสมบัติของน้ำ	พิสัยที่เหมาะสม
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28-32
แอมโมเนียรวม (mg/l)	<5
คลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	100-300
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l) เวลา 06.00 น.	>0.8
เวลา 15.00 น.	6-15
ความเป็นกรดเป็นด่าง	6-9

ที่มา: ดัดแปลงจาก Malcolm and Brendan (2000)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พ่อพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3 อายุประมาณ 5 เดือน จำนวน 1500 ตัว
2. แม่พันธุ์ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3 อายุประมาณ 5 เดือน จำนวน 1500 ตัว
3. บ่อดิน ขนาด 800 ตารางเมตร (20x40x1.2 เมตร) จำนวน 2 บ่อ
4. บ่อซีเมนต์ ขนาด 25 ตารางเมตร (5x5x1.2 เมตร) จำนวน 5 บ่อ
5. กระจกมุ้งฟ้า ขนาด 10x5x1.5 เมตร จำนวน 6 กระจก
6. กระจกมุ้งฟ้า ขนาด 5x5x1.5 เมตร จำนวน 3 กระจก
7. เครื่องให้อากาศพร้อมอุปกรณ์
8. อุปกรณ์เก็บไข่ปลานิล
 - 8.1 สวิงกลมมุ้งฟ้า
 - 8.2 สวิงเก็บไข่ปลานิล
 - 8.3 ถุงมือผ้า
 - 8.4 กะละมังพลาสติกกลม ขนาด 4 ลิตร
 - 8.5 ถังน้ำพลาสติก ขนาด 20 ลิตร
 - 8.6 ไม้ไผ่รูดกระจก
9. อุปกรณ์ฟักไข่ปลานิล
 - 9.1 ป้อน้ำไฟฟ้า ขนาดกำลัง 1 แรงม้า พร้อมระบบเปิด-ปิด อัตโนมัติ
 - 9.2 ถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร
 - 9.3 ชุดท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว
 - 9.3 ชุดสายยาง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร
 - 9.4 แก้วน้ำพลาสติกเจาะรูระบายน้ำด้านบน ขนาด 250 มิลลิลิตร
 - 9.5 ตะกร้าพลาสติกพร้อมอุปกรณ์กรองน้ำ
10. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ฮอร์โมน
 - 10.1 ฝ้ายขนหนู
 - 10.2 สำลี
 - 10.3 แอลกอฮอล์ 95เปอร์เซ็นต์
 - 10.4 กระจกบอกลีดยา ขนาด 3 มิลลิลิตร

- 10.5 เข็มฉีดยา ขนาด 24G x 1.5 นิ้ว
- 10.6 Eppendorf tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- 10.7 Microcentrifuge ความคมอุณหภูมิจาก Mikro (Tommy) mx-301
- 10.8 ตู้-20 องศาเซลเซียส (Whirlpool)
- 10.9 Vortex-2 Genic, Scientific Industries, USA
- 10.11 Automatic micropipette ขนาด 20, 200, 1000 ไมโครลิตรพร้อม tip
- 10.12 Shaker-waterbath, GFL 1083
- 10.13 เครื่องวัดรังสี (Gamma counter)
- 10.14 ชุดทดสอบฮอร์โมนคอร์ติซอล (Adaltis italia S. p. A.)
- 10.15 ชุดทดสอบฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Adaltis italia S. p. A.)
- 10.16 ชุดทดสอบฮอร์โมน 17-เบต้า เอสตราไดโอดอล (Adaltis italia S. p. A.)
11. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชื้อ
 - 11.1 เครื่องมือผ่าตัด
 - 11.2 ถุงมือปลอดเชื้อ
 - 11.3 สไลด์และแผ่นปิดสไลด์
 - 11.4 สไลด์หลุม
 - 11.5 กล้องกำลังขยายสูง (Compound microscope)
 - 11.6 สีย้อมน้ำเชื้อ Eosin – Nigrosin
 - a) Eosin B
 - b) Nigrosin
 - c) Sodium citrate (dihydrate)
 - d) น้ำกลั่น
 - 11.7 น้ำยารักษาคุณภาพน้ำเชื้อ Modified fish's Ringer solution
 - a) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
 - b) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)
 - c) แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl₂)
 - d) โซเดียมไบคาร์เนต (NaHCO₃)
 - e) น้ำกลั่น
 - 11.8 จานแก้ว (Petri dish)
12. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
 - 12.1 กระจบอดตัวอย่างเก็บน้ำ (Integrated column sampler)

- 12.2 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน DO Meter #550A-12 (YSI)
- 12.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ pH Meter #63/10FT (YSI)
- 12.4 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
- 12.5 กระดาษกรอง
- 12.6 อลูมิเนียมฟลอย
- 12.7 สารเคมี
 - a) Methyl orange indicator solution
 - b) Phenolphthalein indicator solution
 - c) Standard sodium carbonate
 - d) Standard sulfuric acid
 - e) Sodium hydroxide
 - f) Magnesium sulphate solution
 - g) Phenol reagent
 - h) Sodium hypochlorite stock solution
 - i) Hypochlorite reagent
 - j) Standard ammonia solution
 - k) Sulfanilamide reagent
 - l) N-(1-naphthyl)-ethylenediamine dihydrochloride solution
 - m) Standard nitrite solution

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) เพื่อเปรียบเทียบการเพาะพันธุ์ปลานิล 3 ระบบ ได้แก่ บ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เพื่อการผลิตลูกพ่อแม่พันธุ์ปลานิลเชิงพาณิชย์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 (T1) การเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน

ชุดการทดลองที่ 2 (T2) การเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อซีเมนต์

ชุดการทดลองที่ 3 (T3) การเพาะพันธุ์ปลานิลในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลานิล

พ่อแม่พันธุ์ปลานิลที่ใช้ในการทดลองอายุประมาณ 5 เดือน ปักกระชังเพื่อขุนและตำรอง พ่อ-แม่พันธุ์ก่อนการทดลอง ในบ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร โดยแยกเพศในแต่ละกระชัง น้ำหนักพ่อแม่พันธุ์เริ่มต้นเฉลี่ย 100 ± 50 กรัม ทำการแยกเพศเพื่อเลี้ยงปรับสภาพในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน กระชังมุ้งฟ้าขนาด 50 ตารางเมตร (5 ม. x 10 ม. x 1.5 ม.) เมตร ความหนาแน่นของพ่อแม่พันธุ์ปลานิลที่ 500 ตัวต่อกระชัง ก่อนเริ่มต้นการทดลอง 1 เดือน โดยให้อาหารเม็ดลอยน้ำเปอร์เซ็นต์โปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ กาก 4 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.30 เปอร์เซ็นต์ ให้กินอาหารวันละ 1 มื้อ เวลา 16.00-17.00 น. อัตราการให้ที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน ถ่ายเทน้ำสัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำในบ่อ มีการเติมอากาศตลอดเวลา (24 ชั่วโมง)

2.2 การเตรียมระบบเพาะพันธุ์

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้บ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร (20 ม. x 40 ม.) น้ำลึก 1.5 เมตร ใช้กระเบื้องลอนคู่กันเพื่อให้ได้ขนาดบ่อละ 25 ตารางเมตร (5ม. x 5ม.) ระดับน้ำลึกประมาณ 80 เซนติเมตร ใช้สแตนดีเขียวลดความเข้มแสงแดด 90 เปอร์เซ็นต์ คลุมบ่อทดลอง

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้บ่อซีเมนต์ขนาด 25 ตารางเมตร (5 ม. x 5 ม.) ระดับน้ำลึกประมาณ 80 เซนติเมตร ใช้สแตนดีเขียวลดความเข้มแสงแดด 90 เปอร์เซ็นต์ คลุมบ่อทดลอง

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้บ่อดินบ่อเดียวกันกับชุดการทดลองที่ 1 โดยใช้กระชังมุ้งเขียวเบอร์ 16 ขนาด 25 ตารางเมตร (5 ม. x 5 ม.) ระดับน้ำลึก 1.2 เมตร แขนงลอยในบ่อให้ตัวกระชังจมน้ำลึกประมาณ 80 เซนติเมตร โดยมีสแตนดีเขียวลดความเข้มแสงแดด 90 เปอร์เซ็นต์ คลุมบ่อทดลองการจัดชุดการทดลองและชำ ดำเนินการ โดยวิธีจับสลากแบบสุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 9

ในระหว่างดำเนินการทดลองทำการรักษาระดับน้ำในบ่อทดลองให้เท่ากันในทุกชุดการทดลองไม่ให้ต่ำกว่า 80 เซนติเมตร และจะทำการเปลี่ยนน้ำทุกๆสัปดาห์ ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของระดับน้ำในบ่อทดลอง

T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T1 male stock	T1 female stock	
บ่อดินขนาด 800 ตารางเมตรน้ำลึก						
T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	T3 male stock	T3 female stock	

T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	T2 male s tock	T2female stock	ระบบฟักไข่ปลานิล
------	------	------	------	-------------------	-------------------	------------------

ภาพที่ 9 รูปแบบการวางผังจัดการหน่วยทดลอง T1, T2, T3 และระบบการฟักไข่ปลานิล

2.3 การดำเนินการทดลอง

ทุกชุดการทดลองจะปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลานิลในอัตรา 6 ตัวต่อตารางเมตร สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ 1:1 หรือ 3 คู่ต่อตารางเมตร หรือ 75 คู่ต่อบ่อทดลองของแต่ละระบบ และชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ โดยทุกชุดการทดลองจะให้อาหารเม็ดลอยน้ำปลากินเนื้อ โปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ กาก 4 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.30 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว วันละ 1 มื้อ เวลา 15.00-16.00 น. และตลอดการทดลองจะมีการทดแทนพ่อแม่พันธุ์ให้คงอัตราส่วนเพศที่ 1:1 เสมอ และแต่ละชุดการทดลองจะมีการสำรองพ่อแม่พันธุ์ในสถานะแวดล้อมเดียวกันกับชุดการทดลอง

2.4 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมไข่จากปากแม่ปลาทุก ๆ สัปดาห์ ในแต่ละชุดการทดลอง วัดความยาวและชั่งน้ำหนักของแม่ปลาที่วางไข่ ชั่งน้ำหนักไข่ที่ได้จากปากแม่ปลาแต่ละตัว แล้วทำการสุ่มไข่จำนวน 100 ฟอง นำไปชั่งน้ำหนัก ก่อนชั่งน้ำหนักไข่จะทำโดยการชั่งน้ำให้แห้งก่อนแล้วนำไป

ใส่ภาชนะที่ใส่น้ำ จากนั้นจะรวบรวมไข่ปลาในแต่ละระยะของไข่ไว้ด้วยกัน แล้วสุ่มไข่ในแต่ละระยะ (ไข่ระยะ 1 – ไข่ระยะ 4) จำนวน 100 ฟองไปฟักเพื่อหาค่าอัตราฟักของแต่ละระยะของไข่ ทำการเพาะพันธุ์ทั้งสิ้นเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างระบบการเพาะพันธุ์ทั้ง 3 รูปแบบ ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์แม่ปลาที่เก็บรวบรวมไข่ได้ในแต่ละสัปดาห์ (เปอร์เซ็นต์การวางไข่ต่อสัปดาห์)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การวางไข่ต่อสัปดาห์} = \frac{\text{จำนวนแม่ปลาที่วางไข่} \times 100}{\text{จำนวนแม่ปลาทั้งหมด}}$$

2. เปอร์เซ็นต์แม่ปลาที่ให้ไข่ในระยะต่าง ๆ

$$\text{เปอร์เซ็นต์แม่ปลาที่ให้ไข่ในแต่ละระยะ} = \frac{\text{จำนวนแม่ปลาที่ให้ไข่แต่ละระยะ}}{\text{จำนวนแม่ที่ให้ไข่ทั้งหมด}}$$

3. ขนาดของไข่ (ระยะที่ 1-5) (กรัมต่อไข่ 100 ฟอง) ที่แม่ปลาแต่ละตัววางไข่

$$\text{ขนาดของไข่} = \frac{\text{น้ำหนักไข่รวม 100 ฟอง/ตัว}}$$

4. อัตราฟักของไข่ (ระยะที่ 1-4) และอัตรารอดของลูกปลา ระยะงูไข่แดงยุบ (ระยะที่ 5) (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{อัตราฟักของไข่} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่พัฒนาถึงระยะที่ 4} \times 100}{\text{จำนวนไข่ระยะ 1-4 (100 ฟอง)}}$$

$$\text{อัตรารอดของลูกปลา ระยะงูไข่แดงยุบ} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่พัฒนาถึงระยะที่ 5} \times 100}{\text{จำนวนไข่แต่ละระยะ 1-4 (100 ฟอง)}}$$

5. ความคกไข่ (ไข่ (ฟอง) ต่อน้ำหนักแม่ปลา (กรัม))

$$\text{ความคกไข่} = \frac{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักแม่พันธุ์ที่วางไข่ทั้งหมด}}$$

6. ผลผลิตไข่ (ฟอง)

ผลผลิตไข่ = ผลรวมของจำนวนไข่เฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

7. กำลังผลิต (ไข่ระยะที่ 1-3) (ฟองต่อตารางเมตรต่อวัน)

กำลังผลิต = $\frac{\text{ผลผลิตไข่เฉลี่ยรวมทุกสัปดาห์}}{\text{พื้นที่ของบ่อทดลอง} \times 7}$

8. กำลังผลิตของแม่ปลา [ฟองต่อน้ำหนักแม่ปลาทั้งหมด (กิโลกรัม) ต่อวัน]

กำลังผลิตของแม่ปลา = $\frac{\text{ผลผลิตไข่เฉลี่ยรวมทุกสัปดาห์}}{\text{น้ำหนักแม่พันธุ์ปลาทั้งหมดในหน่วยทดลอง}}$

2.5 การตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมน

เก็บตัวอย่างน้ำเลือดโดยสุ่มเลือดฟอ-แม่พันธุ์ปลานิลจำนวนเพศในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 3 ตัวของแต่ละชุดทดลอง โดยที่จะสุ่มคูดน้ำเลือดจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ให้ไข่ เก็บตัวอย่างน้ำเลือดจำนวน 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ก่อนเริ่มต้นการทดลอง และในระหว่างการทดลอง คือ ครั้งที่ 2 ในสัปดาห์ที่ 2 ครั้งที่ 3 ในสัปดาห์ที่ 5 และครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง

เก็บตัวอย่างน้ำเลือดตัวละ 1 มิลลิลิตร โดยคูดจากเส้นเลือดแดงบริเวณใต้แนวกระดูกสันหลังบริเวณคอดหาง ใส่ลงใน Eppendorf tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เลือดแข็งตัว ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงโดยใช้ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เหวี่ยงเป็นเวลาประมาณ 15 นาที แล้วแยกน้ำส่วนใสข้างบน (Plasma serum) ออกมาใส่ Eppendorf tube เก็บแช่แข็งไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนในน้ำเลือด โดยตัวอย่าง serum จะสกัดหาระดับ Cortisol, Testosterone และ 17β - Estradiol ตามวิธี Radioimmunoassay (Sufi *et al.*, 1986) โดยใช้ชุดวิเคราะห์ฮอร์โมนสำเร็จรูปของบริษัท Adaltis italia S. P. A. วัดปริมาณรังสีแกมมาด้วยเครื่อง gamma counter นำข้อมูลที่ได้ไปเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป GMS เวอร์ชัน 3.05:GAMMA-12 เพื่อแปลผล

2.6 การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อโดยการตรวจเซลล์ที่มีชีวิตด้วยการย้อมสีอีโอซิน-นิโกรซิน (Eosin-Nigrosin) น้ำเชื้อที่ตายจะดูดซับสี ในขณะที่ตัวเป็นไม่ดูดซับสี ทำให้สังเกตเห็นแตกต่างได้ชัดเจน (อุทัยรัตน์, 2538) ประเมินจำนวน 4 ครั้งในสัปดาห์เดียวกันที่ดูดน้ำเลือดปลาเก็บตัวอย่างพ่อปลาตัวเดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างน้ำเลือด ในปลานิลจำเป็นต้องฆ่าปลาเพื่อเก็บอัมชะและมีการทดแทนพ่อพันธุ์ ที่ความหนาแน่น 75 ตัวต่อบ่อทดลอง หลังจากการเก็บตัวอย่างเพื่อคงอัตราส่วนของพ่อพันธุ์ปลานิลต่อแม่พันธุ์ปลานิลอยู่ที่ระดับ 1:1 หรือที่ความหนาแน่น 6 ตัวต่อตารางเมตรต่อบ่อทดลอง

2.7 คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละครั้ง ในวันก่อนที่จะเก็บไข่จากปากแม่ปลานิล ในตอนเช้า (08.00 – 09.00 น.) โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร ตำแหน่งกึ่งกลางของชุดการทดลองโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (Integrated column sampler) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 500 ซีซี ถ่ายน้ำจากกระบอกใส่ในขวดพลาสติก ขนาดความจุ 500 ซีซี แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ดังนี้

1. ค่าความเป็นด่าง ใช้วิธี Titrimetric Method (APHA, 1998)
2. ค่าแอมโมเนียรวม ใช้วิธี Koroleff's Indophenol Blue Method (APHA, 1998)
3. ค่าไนโตรเจน ใช้วิธี Colorimetric Method (APHA, 1998)
4. ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ใช้วิธี Spectrophotometric Determination of Chlorophyll (APHA, 1998)

ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในบ่อทดลองโดยตรง ทุก ๆ วัน ในตอนเช้า (06.00 – 07.00 น.) และตอนเย็น (15.00 – 16.00 น.) จะทำการวัดที่กึ่งกลางระดับน้ำมีดังนี้

1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยเครื่อง DO Meter ของ YSI model 550A-12
2. อุณหภูมิในน้ำ โดยเครื่อง DO Meter ของ YSI model 550A-12
3. ความเป็นกรดด่างของน้ำ โดยเครื่อง Digital pH Meter ของ YSI model 63/10FT

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติโดยใช้ One-way Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 15.0

4. สถานที่ทำการศึกษา

ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถานีวิจัยประมง กำแพงแสน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

5. ระยะเวลาการทดลอง

ทำการวิจัยและเก็บข้อมูลใช้ระยะเวลา 4 เดือน โดยเริ่มจากเดือนมกราคม พศ. 2551 ถึง เดือนเมษายน พศ. 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลผลิต กำลังผลิตและการสืบพันธุ์ของปลานิล (*O. niloticus*, Linn.) ในระบบการเพาะพันธุ์ปลา นิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน

จากการเก็บรวบรวมไข่ของการเพาะพันธุ์ปลานิลใน 3 ระบบคือ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ละครั้งเป็นระยะเวลาต่อเนื่องติดต่อกัน 8 สัปดาห์ แม่พันธุ์ปลานิลมีความยาว และน้ำหนักตัวเริ่มต้นเป็น 19.55 ± 3.38 เซนติเมตร และ 169 ± 69 กรัม โดยแม่พันธุ์ปลานิลที่วางไข่มีความยาว น้ำหนักตัว เพอร์เซ็นต์การวางไข่ จำนวนไข่ต่อแม่ปลาแต่ละตัวที่วางไข่ ความตกไข่สัมพัทธ์ ผลผลิตไข่ทั้งหมด ผลผลิตไข่ต่อสัปดาห์ กำลังผลิตไข่ และกำลังผลิตของแม่ปลา ได้สรุปไว้ในตารางที่ 3

เปอร์เซ็นต์การวางไข่ในแต่ละสัปดาห์ตลอดการทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่า เพอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการวางไข่ต่อรอบของแม่ปลา ระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในกระชังแขวนลอยในบ่อดินสูงกว่า ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และในบ่อดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.38 ± 3.32 , 3.41 ± 1.37 และ 7.06 ± 4.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ของการเพาะพันธุ์ปลานิล ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดินได้แสดงไว้ในภาพที่ 10 โดยการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดินมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 1-8 ดังนี้ 2.26 ± 0.57 , 2.33 ± 1.28 , 3.11 ± 1.54 , 2.67 ± 1.89 , 5.78 ± 0.77 , 5.33 ± 3.77 , 2.67 ± 1.89 และ 3.11 ± 0.77 ตามลำดับ การเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อซีเมนต์มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 1-8 ดังนี้ 2.67 ± 0.00 , 5.78 ± 4.68 , 6.33 ± 4.13 , 2.67 ± 1.54 , 4.33 ± 2.00 , 7.33 ± 1.33 , 12.33 ± 4.41 และ 15.00 ± 4.41 ตามลำดับ การเพาะพันธุ์ปลานิลในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 1-8 ดังนี้ 7.33 ± 3.53 , 15.00 ± 1.28 , 12.33 ± 1.68 , 13.00 ± 6.29 , 13.33 ± 4.62 , 14.00 ± 4.42 , 13.00 ± 2.75 และ 19.00 ± 5.26 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลผลิต กำลังผลิต และการสืบพันธุ์ของปลานิล (*O. niloticus*, Linn) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ปัจจัย	ชุดการทดลอง		
	บ่อดิน	บ่อซีเมนต์	กระชังแขวนลอยในบ่อดิน
ความยาวของแม่ปลาที่ให้ไข่ (เซนติเมตร)	22.27±1.73 ^b	21.03±0.94 ^{ab}	20.44±0.77 ^a
น้ำหนักของแม่ปลาที่ให้ไข่ (กรัม)	238±37 ^b	191±23 ^{ab}	182±20 ^a
เปอร์เซ็นต์การวางไข่ (เปอร์เซ็นต์)	3.41±1.37 ^a	7.06±4.46 ^b	13.38±3.32 ^c
ผลผลิตไข่ทั้งหมด (ฟอง)	19,102±1,877 ^a	29,621±6,622 ^b	72,756±4,370 ^c
ผลผลิตไข่ต่อสัปดาห์ (ฟอง)	2,387±234 ^a	4,188±353 ^b	8,945±560 ^c
ปริมาณไข่เฉลี่ยที่แม่ปลาวางไข่ (ฟอง)	954.21±279.69	759.44±192.85	896.39±140.91
ความดกไข่ [ฟอง/น้ำหนักแม่ปลา(กรัม)]	4.22±0.99 ^{ab}	4.09±1.08 ^a	5.10±0.63 ^b
กำลังผลิตไข่ (ฟอง/ตารางเมตร/วัน)	14.33±5.29 ^a	22.73±13.76 ^a	51.66±15.65 ^b
กำลังผลิตของแม่ปลา [ฟอง/น้ำหนักแม่ปลาทั้งหมด (กิโลกรัม)/วัน]	32.56±12.02 ^a	51.66±31.27 ^a	117.42±35.58 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัปดาห์ที่ 1 เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาในในแต่ละระบบการเพาะพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 5 และสัปดาห์ที่ 6 เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าสูงกว่า ($P<0.05$) ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 8 เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินต่ำกว่า ($P<0.05$) เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์และในกระชังแขวนลอยในบ่อดินอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ภาพที่ 10)

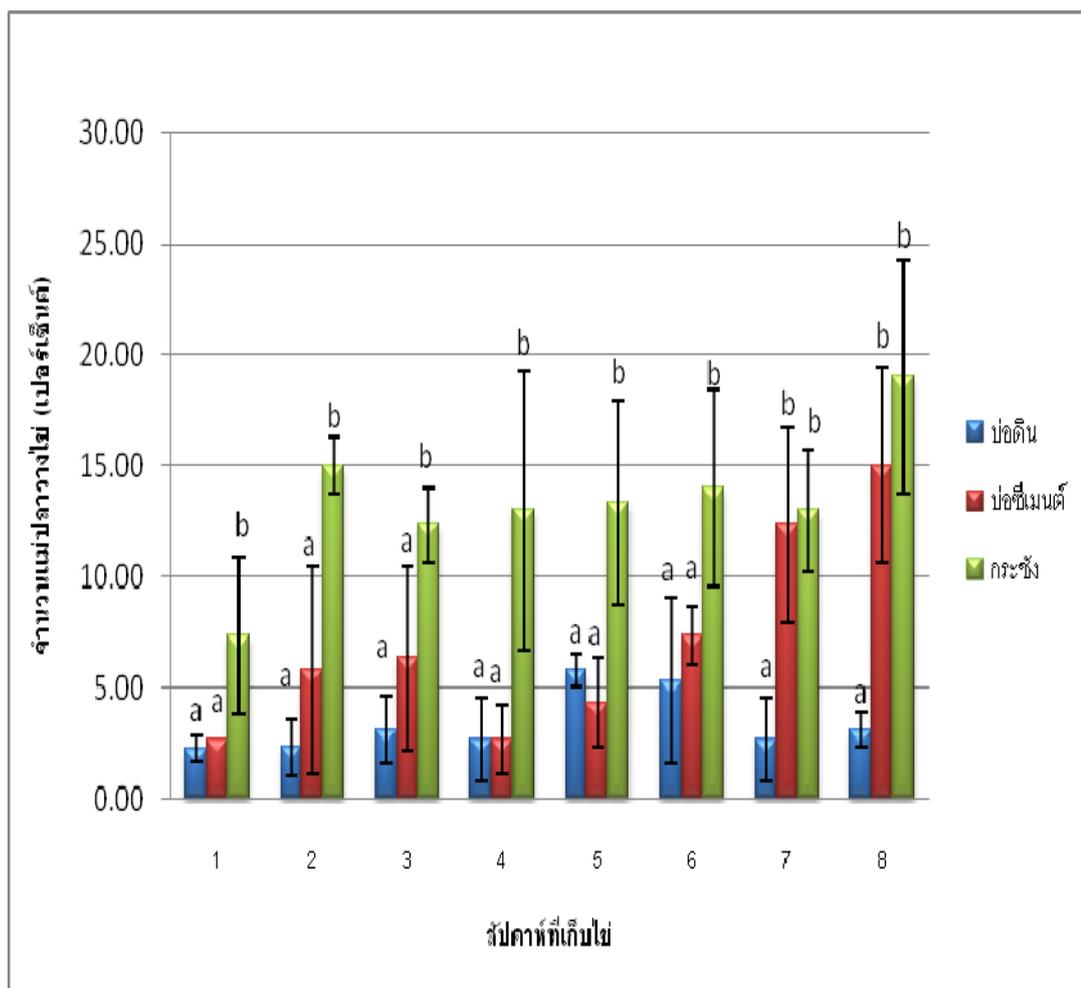
ปริมาณไข่ที่แม่ปลาแต่ละตัววางไข่ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทั้งสามระบบการเพาะพันธุ์ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ การเพาะพันธุ์ปลาในบ่อดิน กระชังแขวนลอยในบ่อดิน และบ่อซีเมนต์ เท่ากับ 954.21 ± 279.69 , 896.39 ± 140.91 และ 759.44 ± 192.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ความคอกไข่แต่ละระบบการเพาะพันธุ์ ตลอดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าความคอกไข่ของแม่ปลาในระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินให้ความคอกไข่สูงกว่าแม่ปลาที่วางไข่ในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่มีค่าคล้ายกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน (ตารางที่ 3)

ความคอกไข่เฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ของการเพาะพันธุ์ปลาในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดินในภาพที่ 12 โดยการเพาะพันธุ์ปลาในบ่อดินมีค่าความคอกไข่เฉลี่ยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-8 ดังนี้ 4.52 ± 1.47 , 3.92 ± 1.18 , 3.38 ± 0.75 , 4.97 ± 1.15 , 3.70 ± 1.46 , 5.97 ± 5.58 , 2.80 ± 0.30 และ 4.48 ± 1.25 ตามลำดับ การเพาะพันธุ์ปลาในบ่อซีเมนต์มีค่าความคอกไข่เฉลี่ยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-8 ดังนี้ 4.49 ± 1.79 , 3.55 ± 1.33 , 6.60 ± 3.91 , 3.65 ± 1.12 , 3.38 ± 0.93 , 3.40 ± 1.48 , 3.76 ± 1.70 และ 3.90 ± 1.93 ตามลำดับ การเพาะพันธุ์ปลาในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าความคอกไข่เฉลี่ยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-8 ดังนี้ 4.03 ± 1.09 , 5.96 ± 2.57 , 5.43 ± 2.35 , 5.26 ± 1.85 , 4.61 ± 2.06 , 4.59 ± 1.43 , 5.42 ± 1.62 และ 5.52 ± 2.96 ตามลำดับ

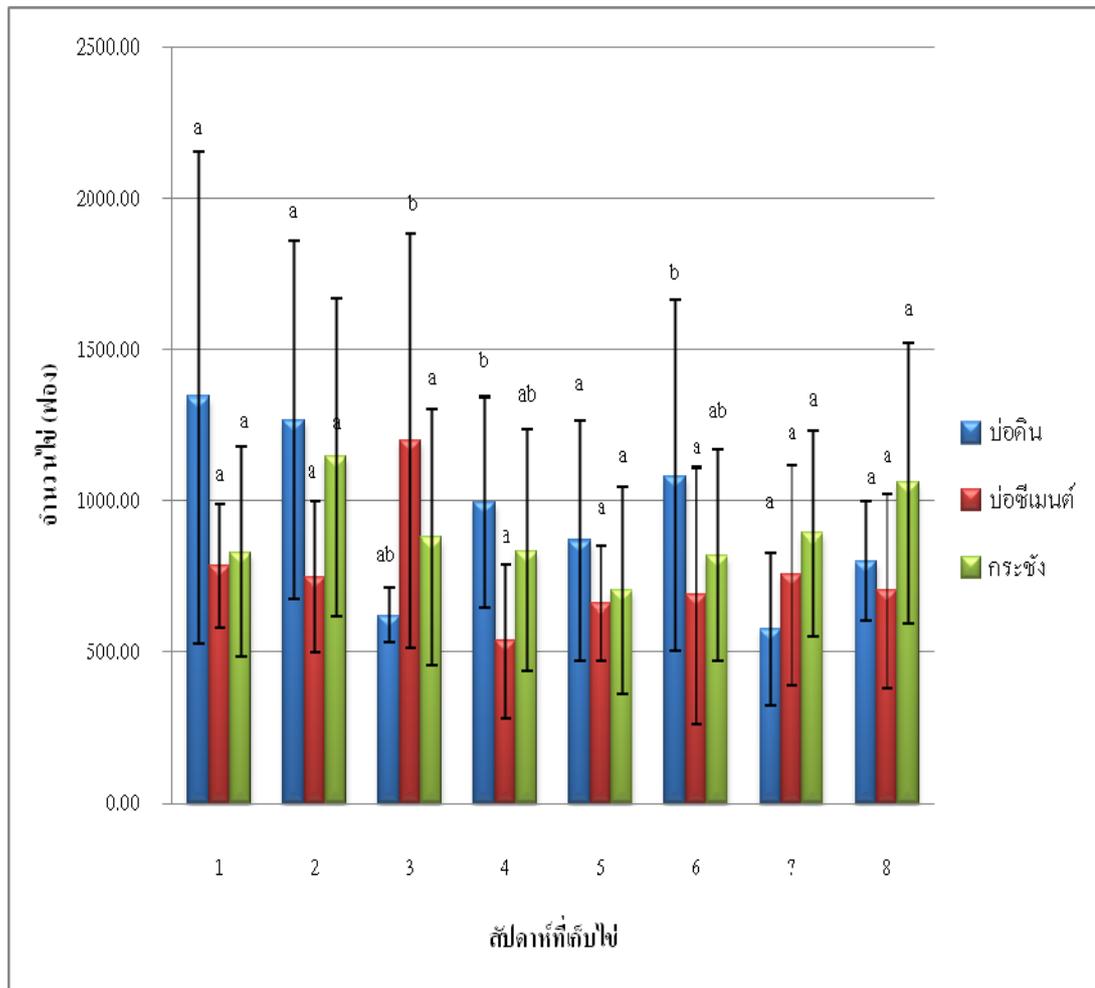
ในสัปดาห์ที่ 1, 2 และสัปดาห์ที่ 4 ความคอกไข่ของปลาในแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) สัปดาห์ที่ 3 ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าความคอกไข่สัมพันธ์ต่ำกว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ($P<0.05$) ขณะที่สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์

ที่ 8 ระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าสูงกว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน ($P < 0.05$) แต่มีค่าคล้ายคลึงกันกับการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ สัปดาห์ที่ 6 ระบบการพันธุ์ในบ่อดินมีค่าสูงกว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ ($P < 0.05$) แต่มีค่าคล้ายคลึงกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ที่ 7 ระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าสูงกว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์และในบ่อดิน ($P < 0.05$) (ภาพที่ 12)



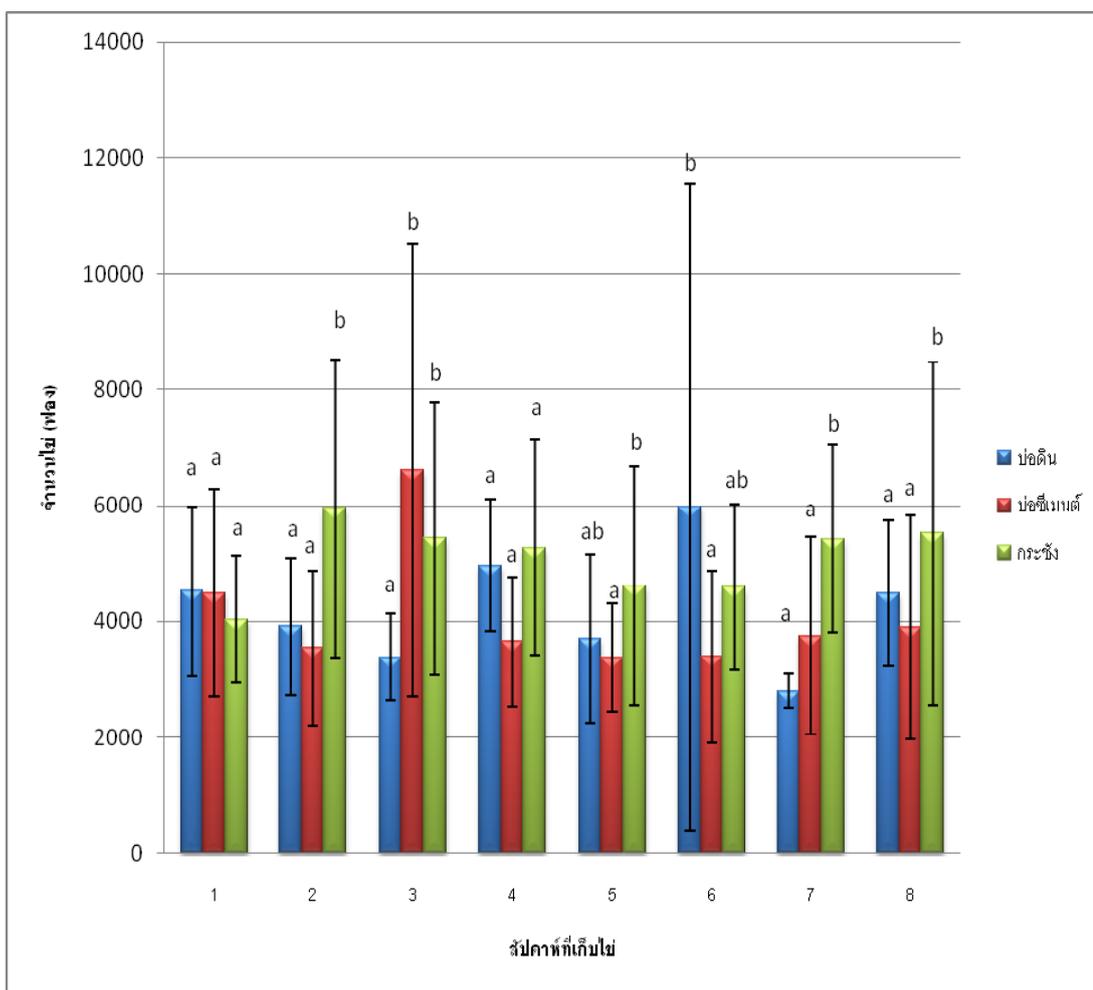
ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 11 ปริมาณไนโตรเจนที่แม่ปลาแต่ละตัววางไข่ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 12 ความดกไข่ (ฟอง/ กรัมแม่ปลา) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในป๋อดิน ป๋อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในป๋อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

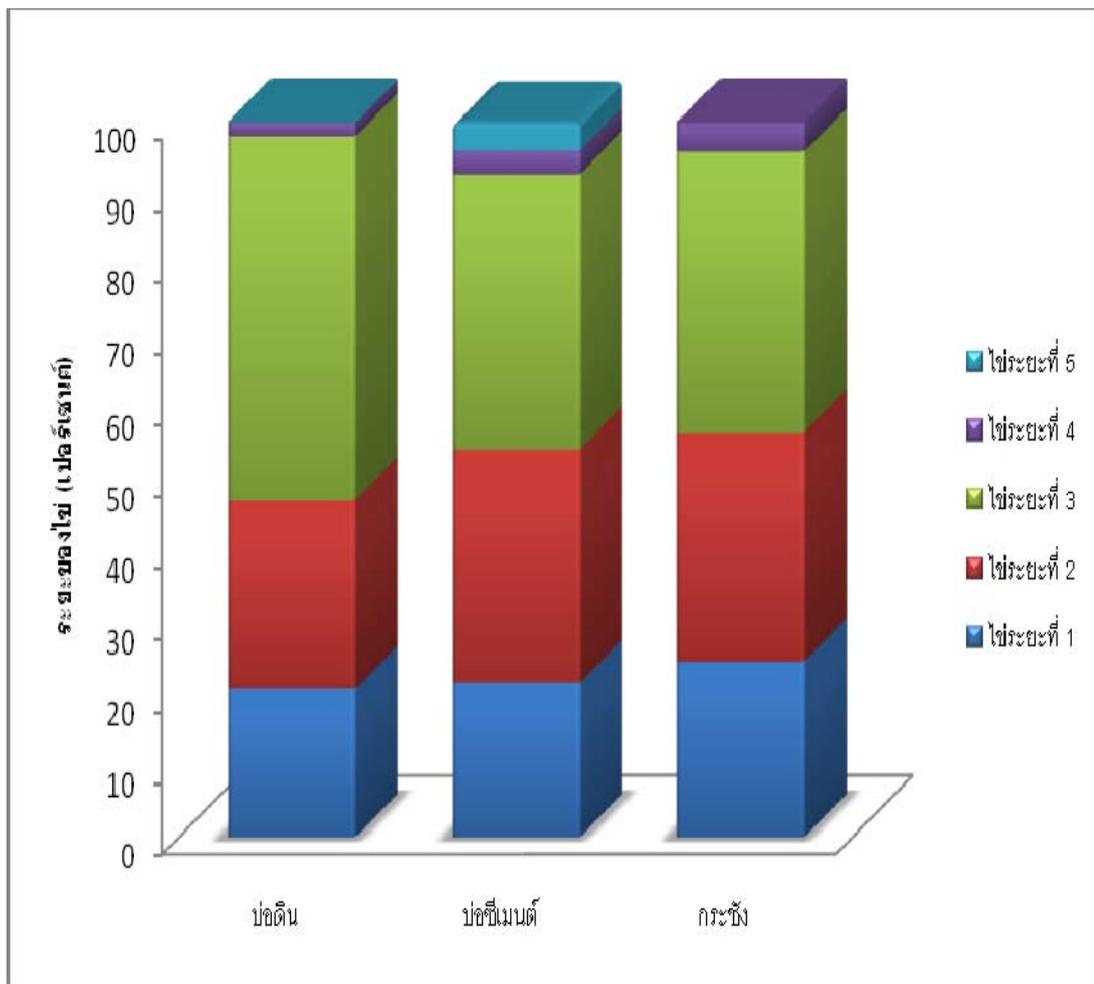
2. ผลของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ต่อระยะพัฒนาของไข่ ขนาดของไข่ อัตรารอด และคุณภาพน้ำเชื้อ

ระยะของไข่ที่รวบรวมได้ทั้งหมดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินระยะที่ 1 มีค่า 20.75 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 2 มีค่า 26.42 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 3 มีค่า 50.94 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 4 มีค่า 1.89 เปอร์เซ็นต์ และระยะที่ 5 ไม่พบ (ภาพที่ 13) ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ระยะที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 21.51 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 2 มีค่า 32.68 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 3 มีค่า 38.56 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 4 มีค่า 3.27 เปอร์เซ็นต์ และระยะที่ 5 มีค่า 3.92 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 13) ในระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าเฉลี่ยของระยะที่ 1 มีค่า 24.61 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 2 มีค่า 32.09 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 3 มีค่า 39.25 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 4 มีค่า 4.05 เปอร์เซ็นต์ และระยะที่ 5 ไม่พบ (ภาพที่ 13)

ขนาดของไข่ [น้ำหนัก (กรัม) ของไข่ปลานิลต่อไข่ 100 ฟอง] แม่ปลาแต่ละตัววางไข่รวมทั้งหมดของแต่ละระบบการเพาะพันธุ์ต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าในแต่ละระยะของไข่ของทุกระบบการเพาะพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน ไข่ระยะที่ 1 มีน้ำหนัก 0.63 ± 0.12 กรัม ไข่ระยะที่ 2 มีน้ำหนัก 0.64 ± 0.10 กรัม ไข่ระยะที่ 3 มีน้ำหนัก 0.69 ± 0.17 กรัม ไข่ระยะที่ 4 มีน้ำหนัก 0.86 ± 0 กรัม แต่ไม่พบไข่ระยะที่ 5 ส่วนระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ ไข่ระยะที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.74 ± 0.12 กรัม ไข่ระยะที่ 2 มีน้ำหนัก 0.69 ± 0.13 กรัม ไข่ระยะที่ 3 มีน้ำหนัก 0.69 ± 0.17 กรัม ไข่ระยะที่ 4 มีน้ำหนัก 1.10 ± 0.29 กรัม และไข่ระยะที่ 5 มีน้ำหนัก 0.96 ± 0.35 กรัม ในระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ไข่ระยะที่ 1 มีน้ำหนัก 0.50 ± 0.11 กรัม ไข่ระยะที่ 2 มีน้ำหนัก 0.53 ± 0.14 กรัม ไข่ระยะที่ 3 มีน้ำหนัก 0.60 ± 0.16 กรัม ไข่ระยะที่ 4 มีน้ำหนัก 0.82 ± 0.22 กรัม แต่ไม่พบไข่ระยะที่ 5

อัตราการรอดของลูกปลาจากไข่ระยะต่าง ๆ จนถึงระยะถุงไข่แดงยุบตลอดทั้ง 8 ครั้งของการเก็บรวบรวม พบว่าในแต่ละระยะของไข่ทุกระบบการเพาะพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินอัตราการรอดของลูกปลาจากไข่ระยะที่ 1 มีค่า 64.27 ± 5.50 เปอร์เซ็นต์ ไข่ระยะที่ 2 มีค่า 81.64 ± 5.69 เปอร์เซ็นต์ ไข่ระยะที่ 3 มีค่า 92.33 ± 4.27 เปอร์เซ็นต์ ไข่ระยะที่ 4 มีค่า 98.00 ± 0 เปอร์เซ็นต์ และไข่ระยะที่ 5 ไม่พบ ตามลำดับ



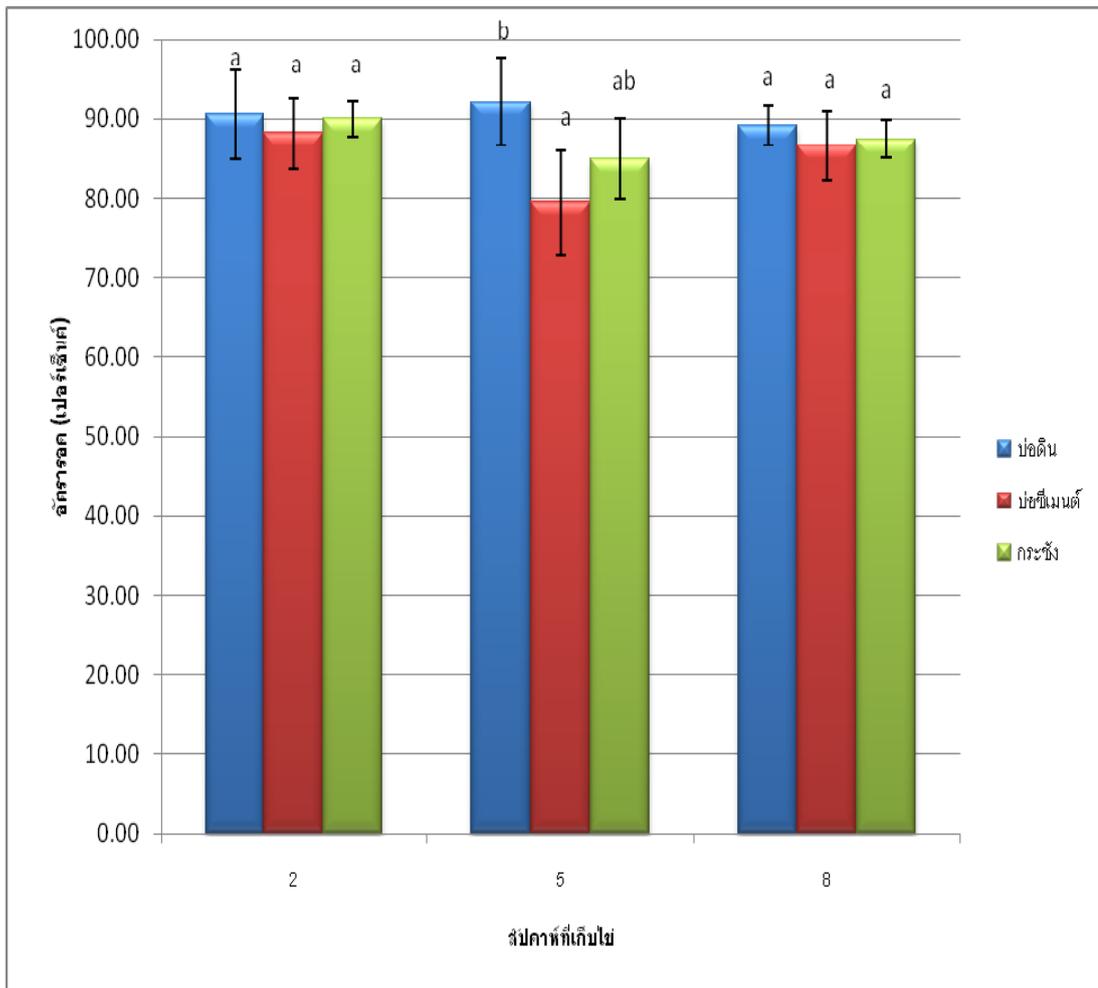
ภาพที่ 13 เปอร์เซ็นต์ระยะของไซที่ได้จากระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซิเมนต์ และกระชัง
แขวนลอยในบ่อดิน รวมทั้งหมดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์

ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซิเมนต์อัตราการรอดของลูกปลาจากไซระยะที่ 1 มีค่า 55.30 ± 8.76 เปอร์เซ็นต์ ไซระยะที่ 2 มีค่า 76.40 ± 7.08 เปอร์เซ็นต์ ไซระยะที่ 3 มีค่า 92.80 ± 3.34 เปอร์เซ็นต์ ไซระยะที่ 4 มีค่า 97.40 ± 1.82 เปอร์เซ็นต์ และไซระยะที่ 5 มีค่า 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินอัตราการรอดของลูกปลาจากไซระยะที่ 1 มีค่า 53.14 ± 15.50 เปอร์เซ็นต์ ไซระยะที่ 2 มีค่า 79.50 ± 6.84 เปอร์เซ็นต์ ไซระยะที่ 3 มีค่า 93.17 ± 3.92 เปอร์เซ็นต์ ไซระยะที่ 4 มีค่า 96.62 ± 1.80 เปอร์เซ็นต์ และไซระยะที่ 5 ไม่พบ ตามลำดับ

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ โดยศึกษาจากสภาพการมีชีวิตของสเปอร์มาโตซัว ของพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ก่อนการเพาะพันธุ์มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 82.54 ± 3.42 เปอร์เซ็นต์ และตลอดการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยที่ 90.62 ± 1.55 , 84.80 ± 4.66 และ 87.54 ± 2.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับอย่างไรก็ตามก็ไม่พบว่าคุณภาพน้ำเชื้อในทั้ง 3 ระบบมีค่าแตกต่างกัน ($P > 0.05$)

อัตราการรอดของสเปอร์มาโตซัว ของพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 90.54 ± 5.56 , 92.20 ± 5.52 และ 89.11 ± 2.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตรารอดของสเปอร์มาโตซัว ของพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ใน บ่อซีเมนต์ สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 88.23 ± 4.50 , 79.50 ± 6.53 และ 86.67 ± 4.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตรารอดของสเปอร์มาโตซัว ของพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ใน กระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 90.11 ± 2.24 , 85.00 ± 5.14 และ 87.50 ± 2.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 14)

จากการศึกษาผลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินต่อคุณภาพน้ำเชื้อพบว่า ในสัปดาห์ที่ 5 เท่านั้นที่ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีอัตราการรอดของสเปอร์มาโตซัว สูงกว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าไม่แตกต่างกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน และบ่อซีเมนต์ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 อัตราการออกของสเปอรมาโตซัว ของพ่อพันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล, เทสโทสเทโรน และ 17 เบต้า-เอสต้าไดออล ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน

จากการเก็บรวบรวมไข่ สัปดาห์ละครั้งเป็นระยะเวลาติดต่อกัน 8 สัปดาห์ มีระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล, เทสโทสเทโรน และ 17 เบต้า-เอสต้าไดออล ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ดังแสดงในตารางที่ 4

ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ของทุกระบบก่อนจับคู่ผสมพันธุ์มีค่าเท่ากับ 413.04 ± 192.69 นาโนโมลต่อเดซิลิตรดังแสดงในตารางที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 2 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าสูงแตกต่างกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและบ่อซีเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกับระบบการพันธุ์ในบ่อดินโดยมีค่าเท่ากับ 257.75 ± 201.38 , 278.04 ± 128.73 และ 1272.61 ± 409.78 นาโนโมลต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สัปดาห์ที่ 5 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล ของระบบการเพาะพันธุ์บ่อดินมีค่าสูงแตกต่างระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกับระบบการพันธุ์ในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดิน โดยมีค่าเท่ากับ 369.37 ± 152.37 , 267.24 ± 121.71 และ 174.96 ± 74.17 นาโนโมลต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และในสัปดาห์ที่ 8 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลทุกระบบการเพาะพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 201.05 ± 104.98 , 282.70 ± 87.65 และ 282.17 ± 79.22 นาโนโมลต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการศึกษาระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลตลอดการทดลองพบว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีระดับระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลไม่คงที่สูงต่ำสลับกันไป ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีระดับระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง และระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าสูงในสัปดาห์เริ่มทำการทดลองและลดลงแล้วค่อนข้างคงที่ในสัปดาห์ถัดมา (ภาพที่ 15)

ตารางที่ 4 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล สอร์โมนเทสโทสเตอโรน และสอร์โมน17เบต้า-เอสต้าไดออล ของปลานิล (*O. niloticus*, Linn) ของระบบการเพาะพันธุ์ ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

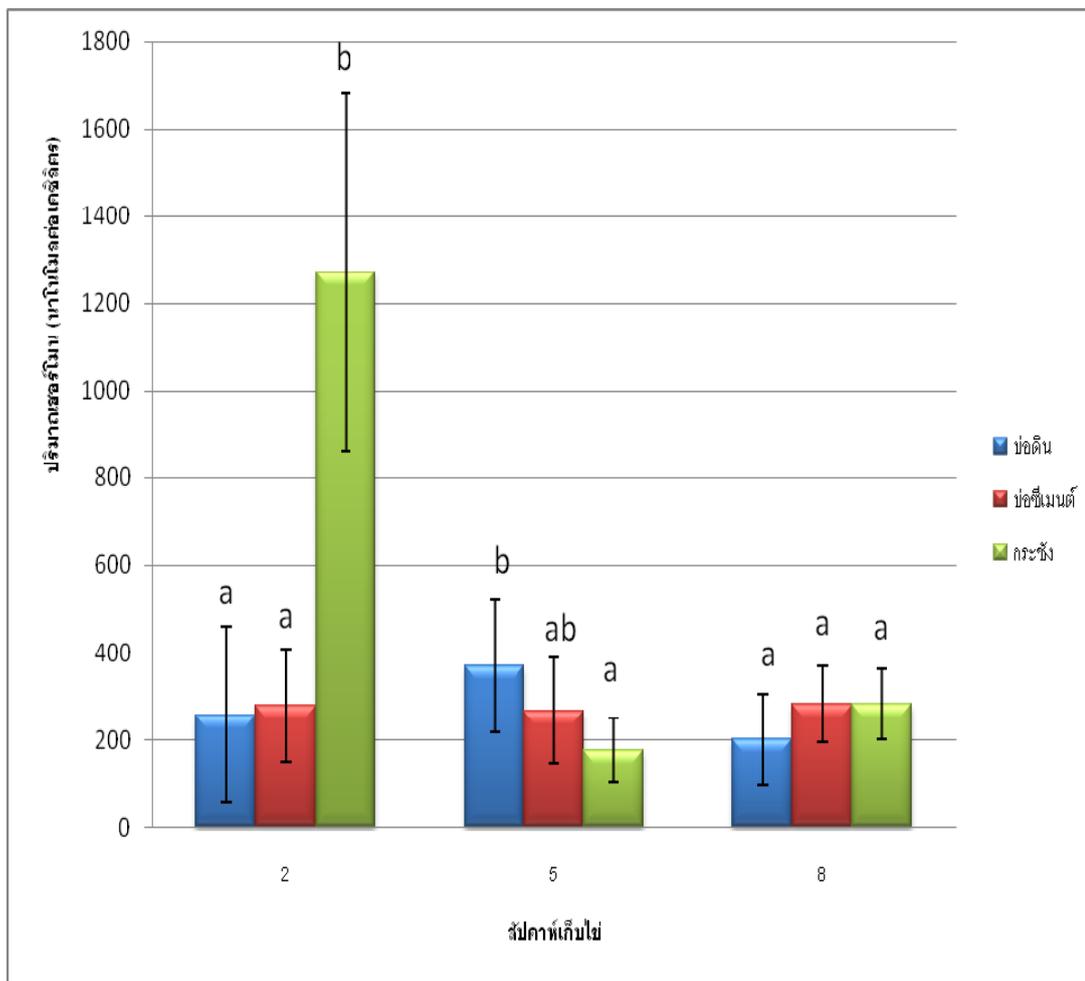
ปัจจัย	ชุดการทดลอง		
	บ่อดิน	บ่อซีเมนต์	กระชังแขวนลอยในบ่อดิน
พ่อพันธุ์ปลานิล			
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ก่อนเพาะพันธุ์	413.04±192.69	413.04±192.69	413.04±192.69
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ที่ 2	257.75±201.38 ^a	278.04±128.7 ^a	1272.61±409.78 ^b
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ที่ 5	369.37±152.37 ^b	267.24±121.71 ^{ab}	174.96±74.17 ^a
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ที่ 8	201.05±104.98 ^a	282.70±87.65 ^a	282.17±79.22 ^a
แม่พันธุ์ปลานิล			
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ก่อนเพาะพันธุ์	415.10±218.76	415.10±218.76	415.10±218.76
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ที่ 2	422.73±229.44 ^a	352.65±210.77 ^a	949.05±397.06 ^b
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ที่ 5	742.83±231.62 ^b	572.65±253.08 ^{ab}	402.31±81.08 ^a
สอร์โมนคอร์ติซอล สัปดาห์ที่ 8	453.95±106.16 ^b	305.60±154.48 ^a	242.33±90.96 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ตามด้วยอักษร a, b, c ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความหมาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ปัจจัย	ชุดการทดลอง		
	บ่อดิน	บ่อซีเมนต์	กระชังแขวนลอยในบ่อดิน
พ่อพันธุ์ปลานิล			
เทสโทสเทอโรน สัปดาห์ก่อนเพาะพันธุ์	34.35±10.57	34.35±10.57	34.35±10.57
เทสโทสเทอโรน สัปดาห์ที่ 2	30.25±27.66 ^b	5.82±3.59 ^a	14.95±11.08 ^{ab}
เทสโทสเทอโรน สัปดาห์ที่ 5	24.83±22.12 ^b	4.91±2.43 ^a	8.43±5.22 ^{ab}
เทสโทสเทอโรน สัปดาห์ที่ 8	23.03±20.14 ^b	6.03±4.37 ^a	10.66± 7.88 ^{ab}
แม่พันธุ์ปลานิล			
ฮอร์โมน17เบต้า-เอสตาไดออล สัปดาห์ก่อนเพาะพันธุ์	1838.32±809.55	1838.32±809.55	1838.32±809.55
ฮอร์โมน17เบต้า-เอสตาไดออล สัปดาห์ที่ 2	750.32±290.32 ^a	887.17±573.71 ^a	594.23±414.50 ^a
ฮอร์โมน17เบต้า-เอสตาไดออล สัปดาห์ที่ 5	1990.67±1103.23 ^a	3457.75±1072.66 ^b	1574.33±415.65 ^a
ฮอร์โมน17เบต้า-เอสตาไดออล สัปดาห์ที่ 8	2464.67±1262.52 ^b	1602.85±1072.66 ^a	2237.00±1523.00 ^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างในแนวนอนหมายถึงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลของพ่อพันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน

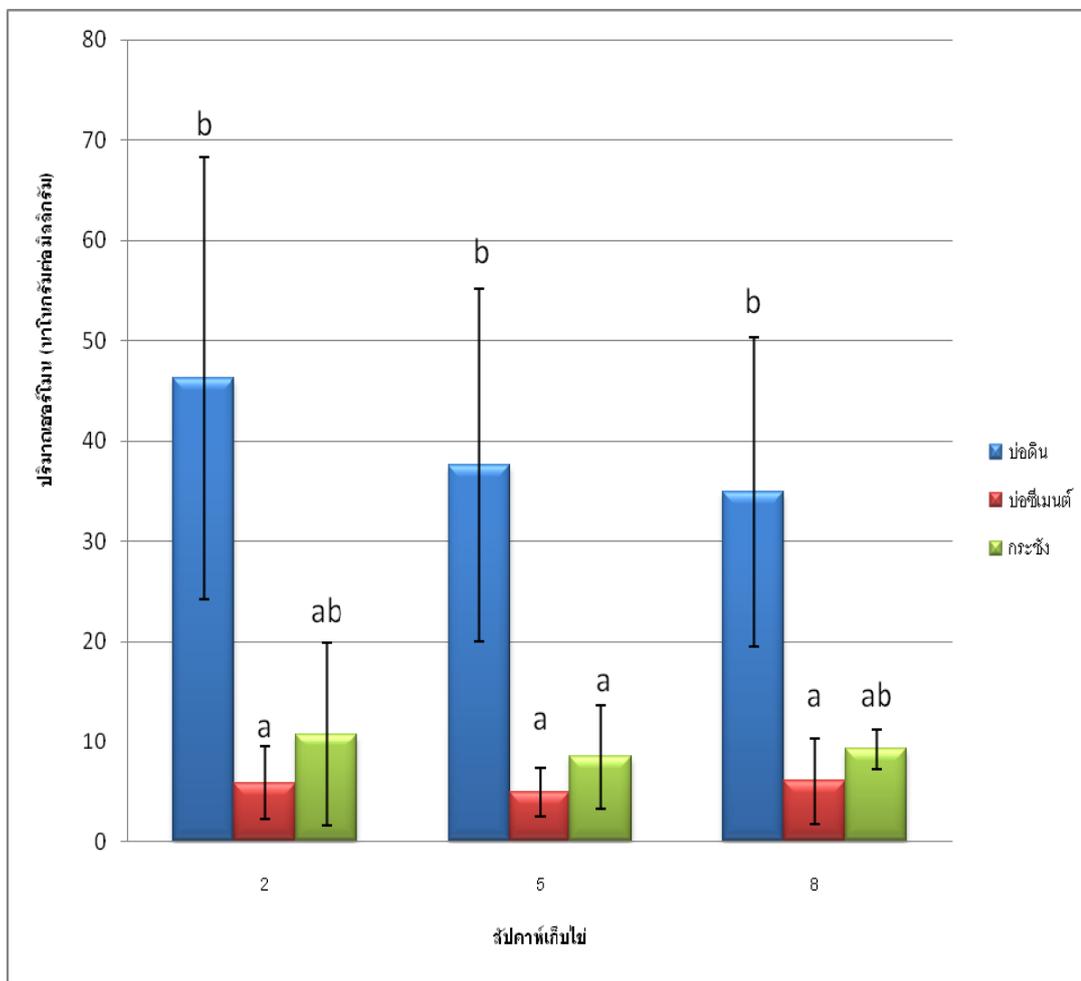
หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลจากการเพาะพันธุ์ในทุกระบบ ก่อนจับคู่ผสมพันธุ์มีค่าเท่ากับ 34.36 ± 10.58 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4) ในสัปดาห์ที่ 2 ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าแตกต่างกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกับระบบการพันธุ์ในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดิน โดยมีค่าเท่ากับ

30.25±27.66, 5.82±3.59 และ 14.95±11.08 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สัปดาห์ที่ 5 ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าสูงแตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าที่ 24.83±22.12, 4.91±2.43 และ 8.43±5.22 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และในสัปดาห์ที่ 8 ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าสูงแตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในน้ำเลือดพ่อพันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดิน โดยมีค่าเท่ากับ 23.03±20.14, 6.03±4.37 และ 10.66± 7.88 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการศึกษาในระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในพ่อพันธุ์ปลานิลตลอดการทดลอง พบว่า ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในพ่อพันธุ์ปลานิลสูงกว่าทุกระบบในการทดลองนี้แต่มีค่าแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 16 ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนสูงต่ำสลับกันไปในสัปดาห์ที่ทำการทดลองแต่มีค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักอยู่ในระดับคงที่ดังภาพที่ 16 และในระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าแนวโน้มลดลงคล้ายๆกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน

ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลทุกระบบการเพาะพันธุ์ก่อนจับคู่ผสมพันธุ์มีค่าเท่ากับ 450.10±218.77 นาโนโมลต่อเดซิลิตร (ตารางที่ 4) สัปดาห์ที่ 2 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าสูงแตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและบ่อซีเมนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและบ่อซีเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 422.73±229.44, 352.65±210.77 และ 949.05±397.06 นาโนโมลต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สัปดาห์ที่ 5 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าสูงแตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ มีค่าไม่แตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดิน โดยมีค่าเท่ากับ 742.83±231.62, 572.65±253.08 และ 402.31±81.08 นาโนโมลต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และในสัปดาห์ที่ 8 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือด

แม่พันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีค่าสูงแตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

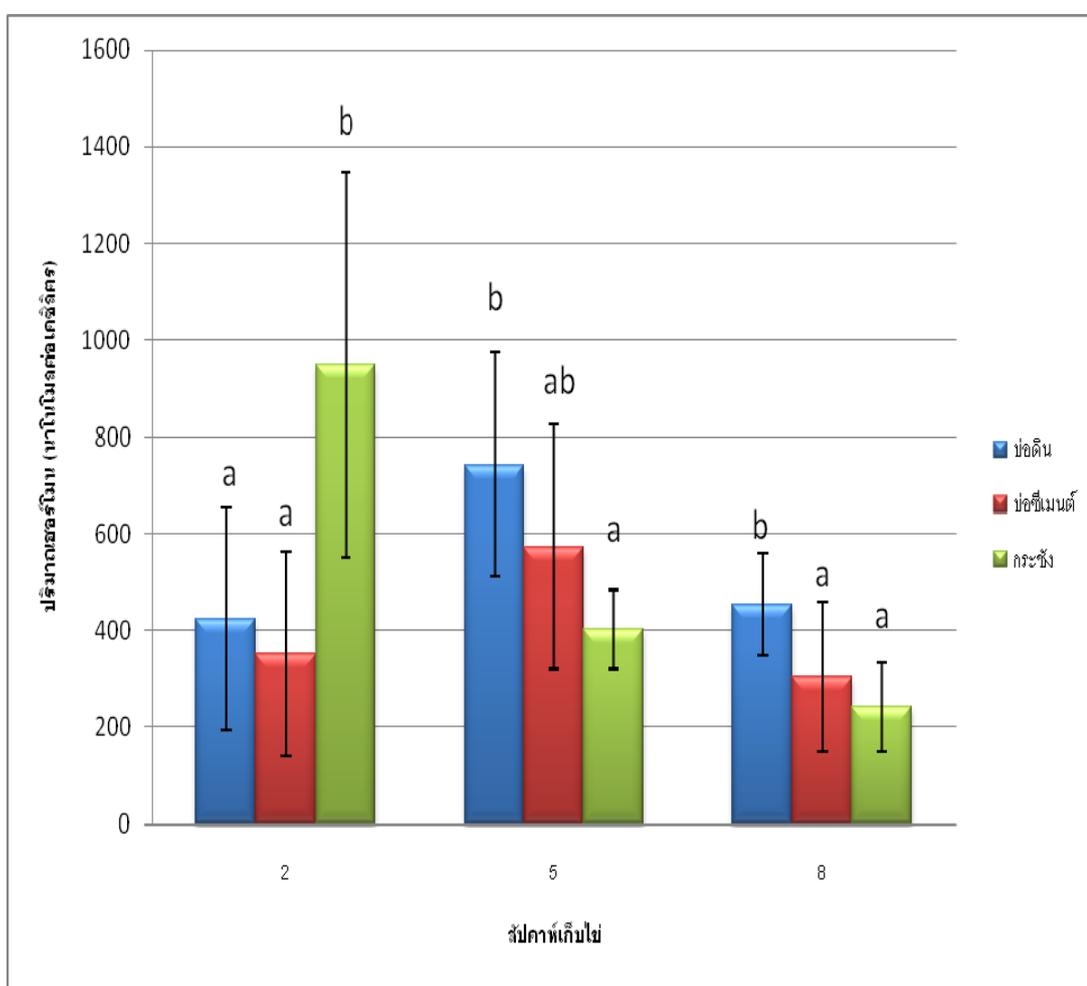


ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ของพ่อพันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ในขณะที่ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 453.95 ± 106.16 , 305.60 ± 154.48 และ 242.33 ± 90.96 นาโนโมลต่อเดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการศึกษา

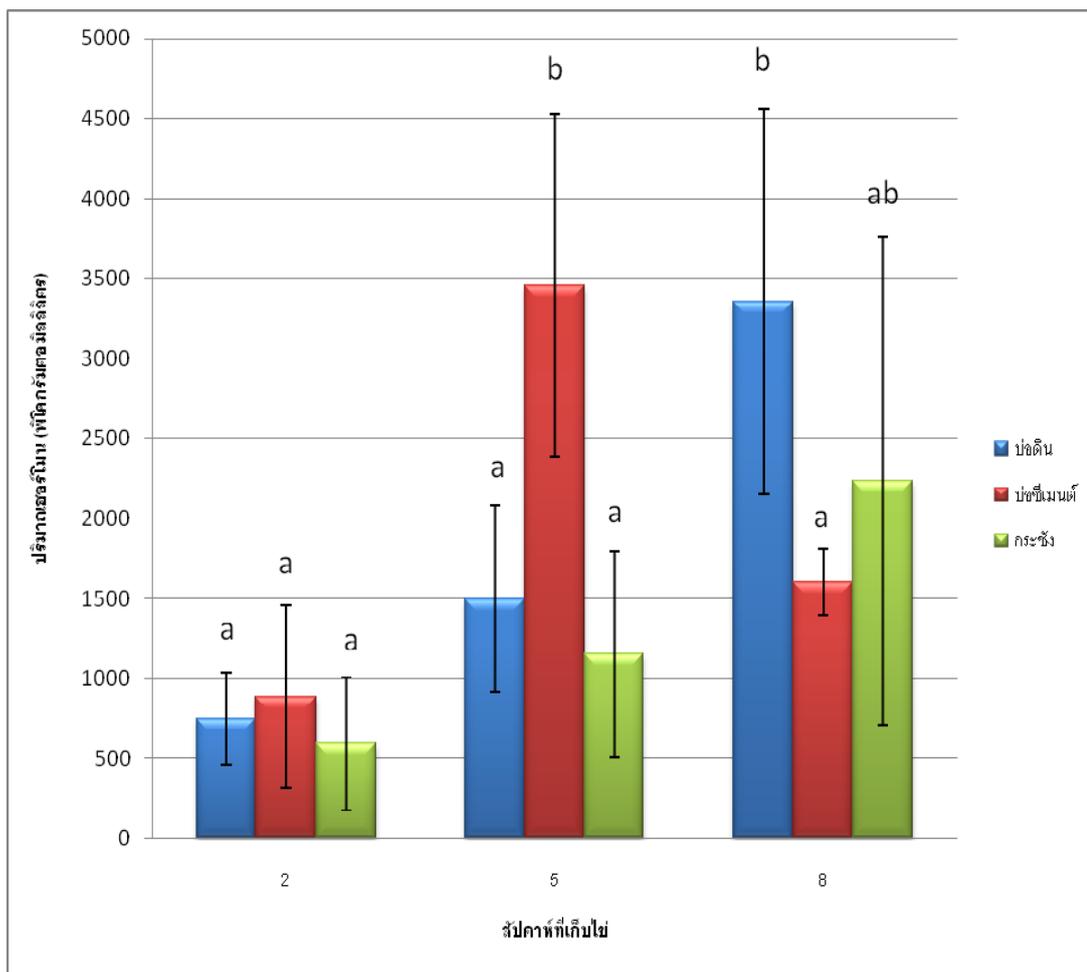
ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในแม่พันธุ์ปลานิลตลอดการทดลอง พบว่าในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในแม่พันธุ์ปลานิลมีแนวโน้มต่ำและสูงสลับกันและมีระดับการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในแม่พันธุ์ปลานิลมีแนวโน้มต่ำและสูงสลับกันคล้ายกับระบบการเพาะพันธุ์บ่อดินและมีระดับการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก และในระบบเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในแม่พันธุ์ปลานิลสูงในสัปดาห์ที่ทำการทดลองและมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการทดลองในสัปดาห์ต่อมา (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลของแม่พันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลทุกระบบการเพาะพันธุ์ ก่อนจับคู่ผสมพันธุ์มีค่าเท่ากับ 1838.32 ± 809.55 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4) สัปดาห์ที่ 2 ระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลของทุกระบบการเพาะพันธุ์มีค่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 750.32 ± 290.32 , 887.1775 ± 573.71 และ 594.23 ± 414.50 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สัปดาห์ที่ 5 ระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีค่าสูงแตกต่างกัน กับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในสัปดาห์ที่ 8 ระดับฮอร์โมน 17 เบต้า- เอสตราไดออล ในน้ำเลือดแม่พันธุ์ปลานิล ของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินค่าสูงแตกต่างกันกับระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับฮอร์โมน 17 เบต้า- เอสตราไดออล ในน้ำเลือดแม่พันธุ์ ปลานิลของระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าไม่แตกต่างกันกับระบบการ เพาะพันธุ์ในบ่อดิน และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน โดยมีค่าเท่ากับ 2464.67 ± 1262.52 , 1602.85 ± 1072.66 และ 2237.00 ± 1523.00 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จาก การศึกษาระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลในแม่พันธุ์ปลานิลตลอดการทดลอง พบว่า ระบบ การเพาะพันธุ์ในบ่อดินมีระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลในแม่พันธุ์ปลานิลมีแนวโน้มเพิ่ม มากขึ้นเรื่อย ๆ แบบก้าวกระโดด ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตรา ไดออลในแม่พันธุ์ปลานิลมีแนวโน้มสูงสุดในช่วงกลางของการทดลองและลดลงในสัปดาห์ต่อมา และในระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีแนวโน้มของระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอ สตราไดออลในแม่พันธุ์ปลา-นิลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตลอดการทดลอง (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลของแม่พันธุ์ปลานิลในช่วงการเพาะพันธุ์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

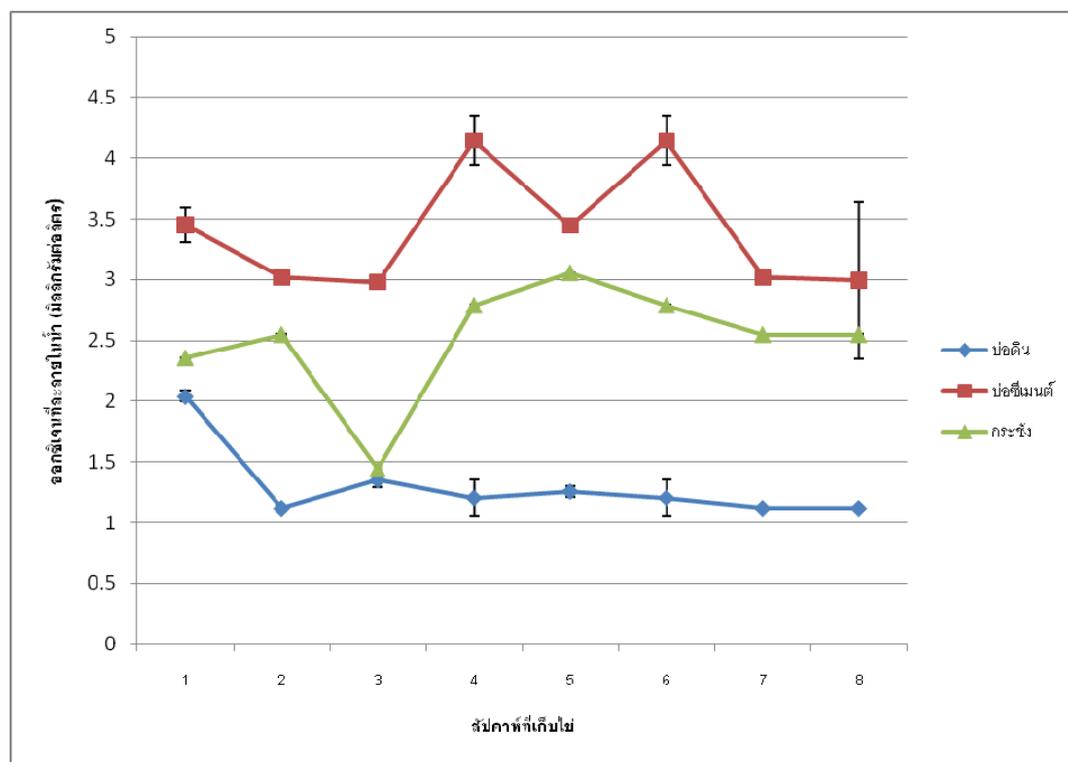
4. คุณภาพน้ำในระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

จากการศึกษาคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาเพาะพันธุ์ปลานิลในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ละครั้ง เป็นระยะเวลาต่อเนื่องติดต่อกัน 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ พีเอช ความเป็นด่าง แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ และคลอโรฟิลล์เอ มีค่าดังที่สรุปไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำในระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอย ในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

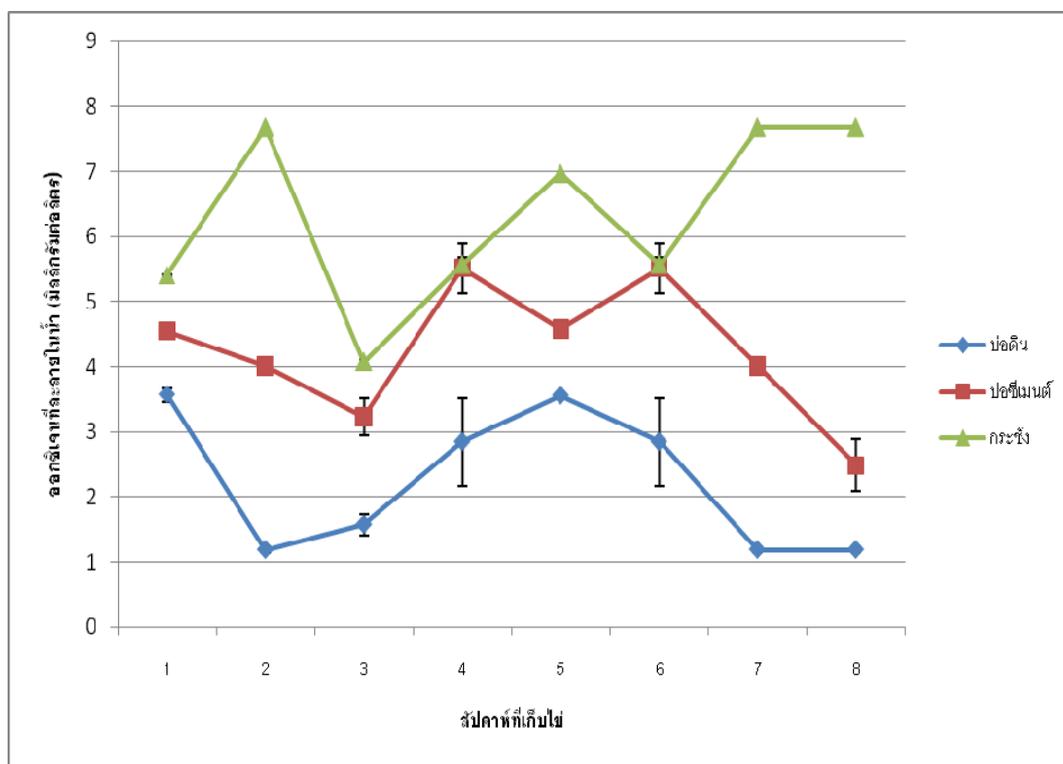
ปัจจัย	ชุดการทดลอง		
	บ่อดิน	บ่อซีเมนต์	กระชังแขวนลอย ในบ่อดิน
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)			
06.00-07.00 น.	0.99-1.61	2.90-3.90	1.53-3.40
15.00-16.00 น.	1.17-3.31	3.19-5.29	4.97-7.69
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
06.00-07.00 น.	26.11-28.97	23.62-26.04	28.27-28.73
15.00-16.00 น.	29.16-30.46	25.41-26.65	30.18-31.42
พีเอช			
06.00-07.00 น.	6.88-7.46	7.17-7.75	7.19-7.69
15.00-16.00 น.	7.04-7.48	7.13-7.58	7.47-8.01
ความเป็นด่าง (mg/l ของ CaCO ₃)	151.45-168.99	122.33-175.23	132.22-158.29
แอมโมเนียรวม (mg/l)	0.1-1.42	0.07-0.73	0.02-1.14
ไนไตรท์ (mg/l)	0.01-0.05	0.02-0.24	0.001-0.019
คลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	1.4-9.2	2.1-5.6	0.4-15.2

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ของระบบการพืชน้ำในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ตลอดจนการทดลอง พบว่าระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อดินมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้า ต่ำกว่าระบบการเพาะพืชน้ำอื่นๆ และมีแนวโน้มลดลงแล้วค่อนข้างคงที่ ระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อซีเมนต์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในสัปดาห์แรกๆของการทดลองและมีแนวโน้มคงที่ในช่วงสัปดาห์กลางการทดลอง ในขณะที่ระบบการเพาะพืชน้ำในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าสูงกว่าทุกระบบการทดลองและมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ต้นและปลายส่วนช่วงกลางของการทดลองมีค่าขึ้นลงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในช่วงเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 19



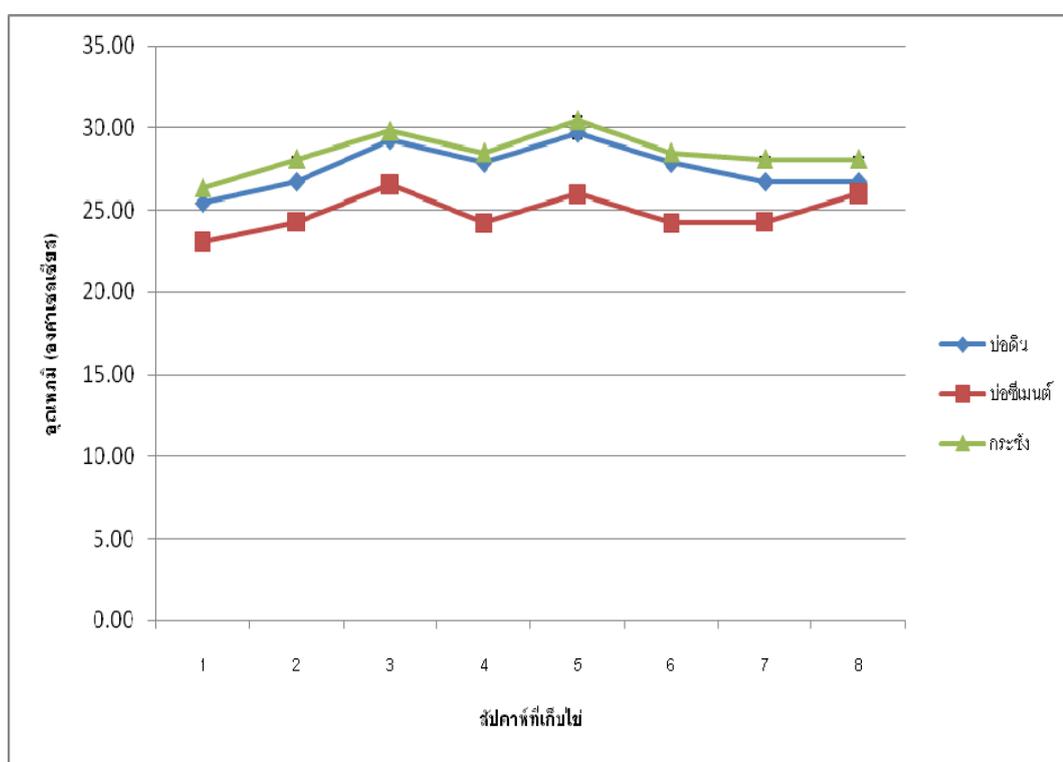
ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ช่วงเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ภายในระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ของระบบการพืชน้ำในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ตลอดจนการทดลอง พบว่าระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อดินมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงบ่ายต่ำกว่าทุกระบบของการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่าขึ้นลงในช่วงกลางของการทดลอง ระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อซีเมนต์มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงบ่ายลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่ระบบการเพาะพืชน้ำในกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงบ่าย เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในช่วงบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 20



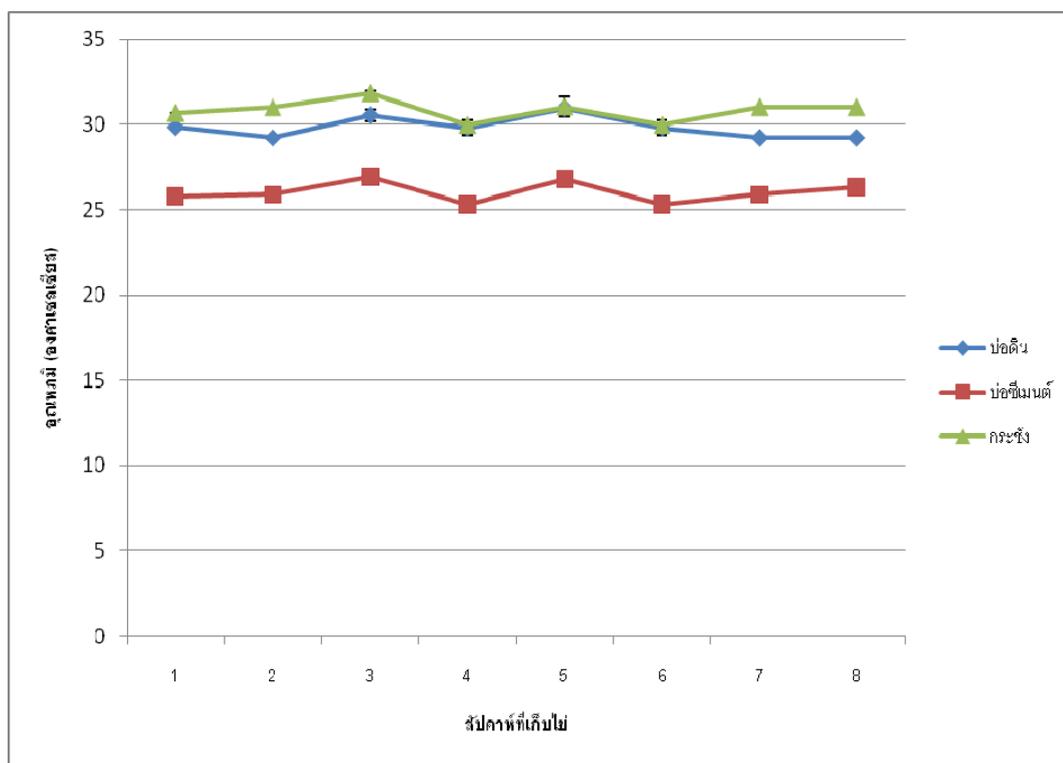
ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ค่าของระดับอุณหภูมิในน้ำช่วงเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ของระบบการพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ตลอดจนการทดลอง พบว่า ทุกระบบในการทดลองนี้มี ค่าของระดับอุณหภูมิในน้ำช่วงเช้า ค่อนข้างคงที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยที่ระบบการ เพาะพันธุ์ในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ระบบการเพาะพันธุ์ ในบ่อซีเมนต์มีค่าของระดับอุณหภูมิในน้ำช่วงเช้า ต่ำกว่าทุกระบบการเพาะพันธุ์ การเปลี่ยนแปลง ของปริมาณเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำในช่วงเช้า ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ได้แสดง ไว้ในภาพที่ 21



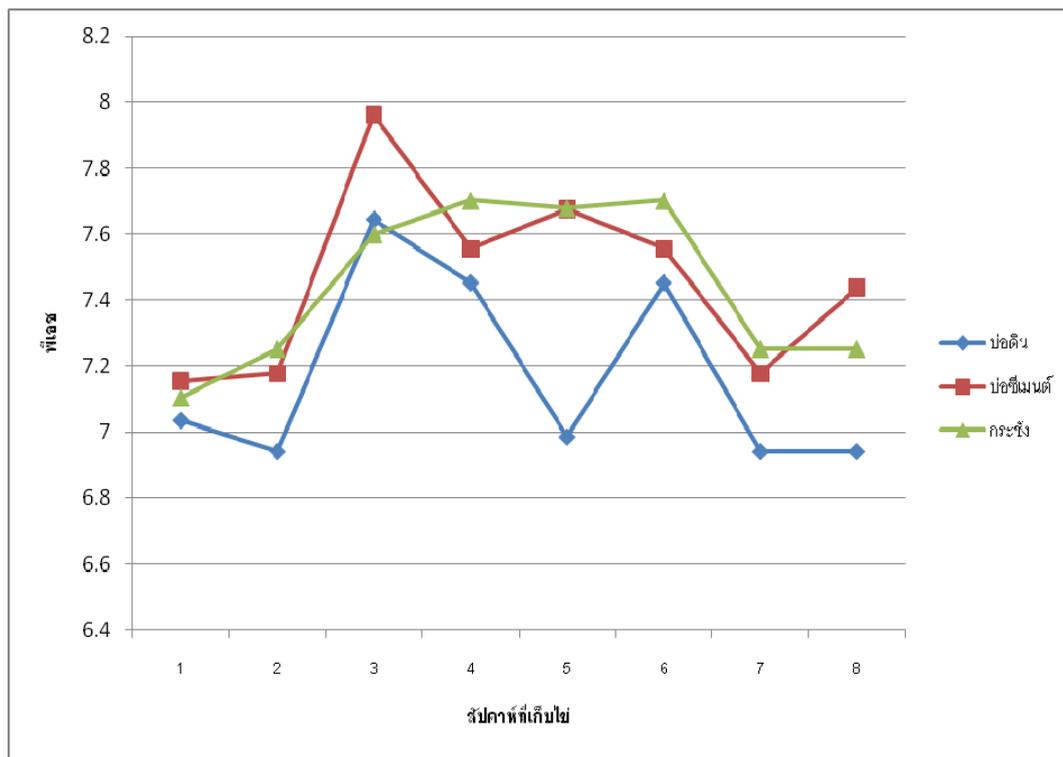
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ภายใน ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ในน้ำช่วงบ่ายช่วงเวลา 15.00-16.00 น.ของระบบการพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ตลอดจนการทดลอง พบว่า ทุกะบบในการทดลองนี้มีค่าของระดับอุณหภูมิในน้ำช่วงเช้า ก่อนช่วงคงที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยที่ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีค่าของระดับอุณหภูมิในน้ำช่วงเช้า ต่ำกว่าทุกระบบการเพาะพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำช่วงบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 22



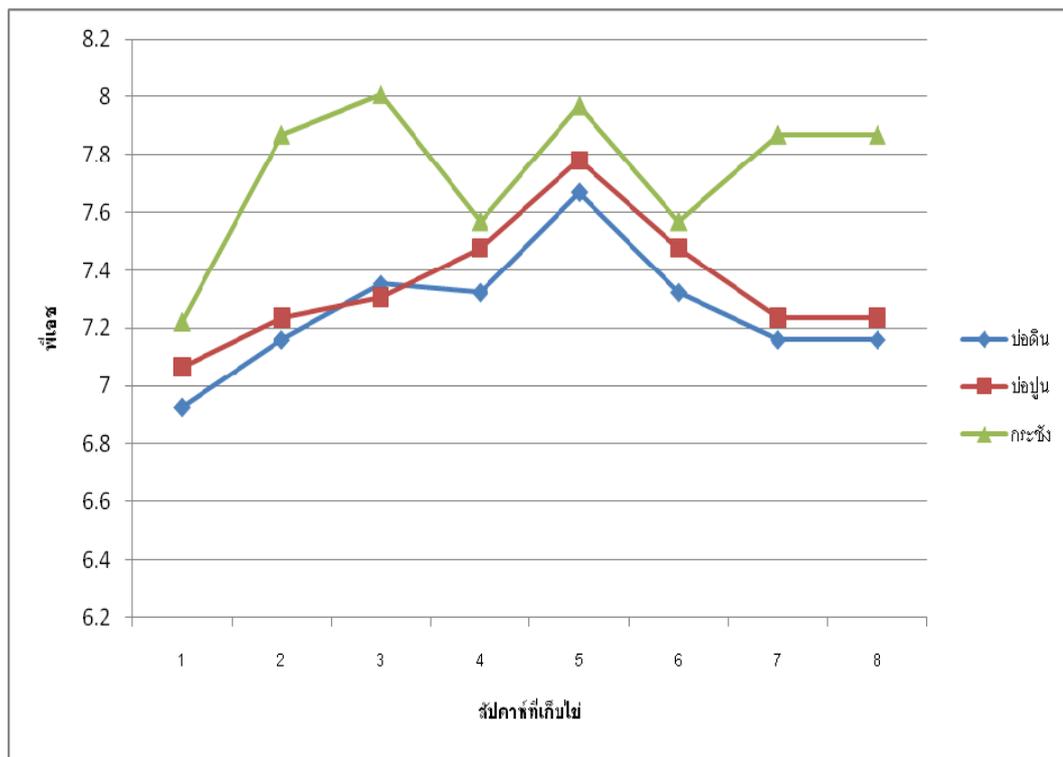
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำ (องศาเซลเซียส) ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ค่าพีเอชในน้ำช่วงเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ของระบบการพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ตลอดการทดลอง พบว่า ทุกระบบการเพาะพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปลี่ยนแปลงพีเอชในช่วงเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 23



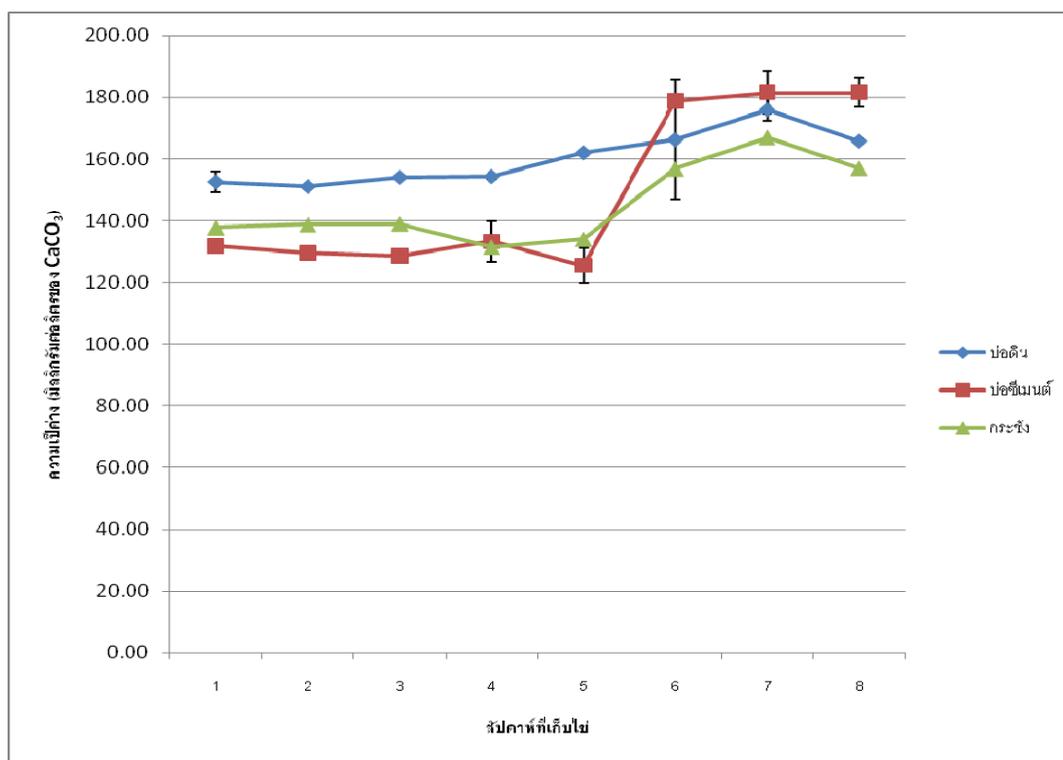
ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในตอนเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ภายในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ค่าพีเอชในน้ำช่วงบ่ายช่วงเวลา 15.00-16.00 น.ของระบบการพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน ตลอดการทดลอง พบว่า ทุกระบบการเพาะพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปลี่ยนแปลงพีเอชในตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 24



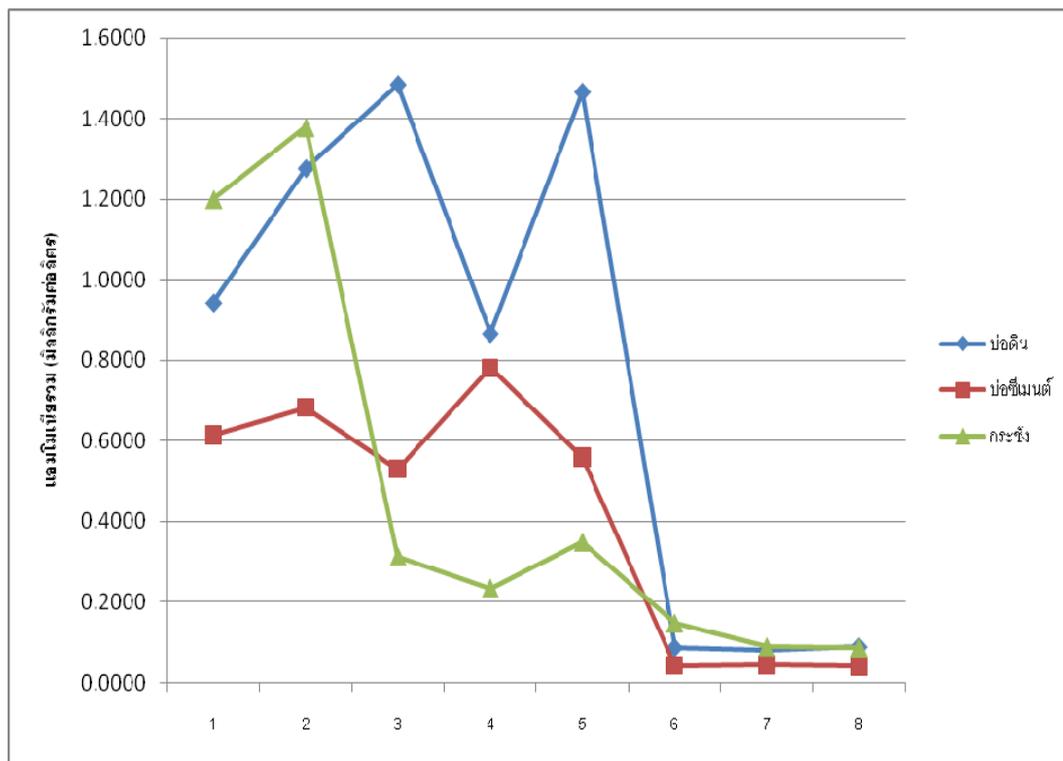
ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงพีเอช ตอนบ่าย ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ภายในระบบการเพาะ พันธุ์ ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปริมาณความเป็นด่างในน้ำ ของระบบการพ่นฐูในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชัง
 แขนงลอยในบ่อดิน ตลอดการทดลอง พบว่าทุกระบบการเพาะพันธุ์มีแนวโน้มของปริมาณความ
 เป็นด่างในน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาของการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ
 เปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็น ด่าง ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 25



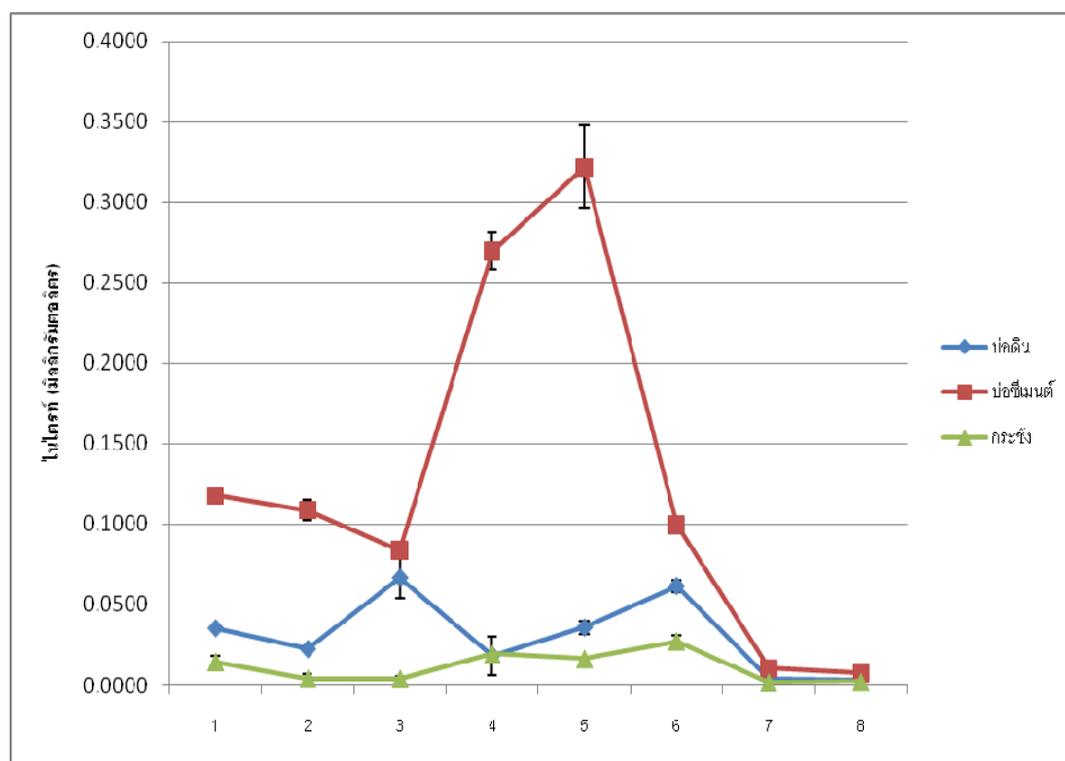
ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃) ภายในระบบการ
 เพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์
 (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ ของระบบการพันธุ์ในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชัง
 แขนงลอยในบ่อดิน ตลอดการทดลอง พบว่าทุกระบบการเพาะพันธุ์มีแนวโน้มของปริมาณความ
 เป็นต่างในน้ำลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาของการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปลี่ยนแปลง
 ปริมาณแอมโมเนียรวม ในตอนเช้า ช่วงเวลา 06.00-07.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8
 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 26



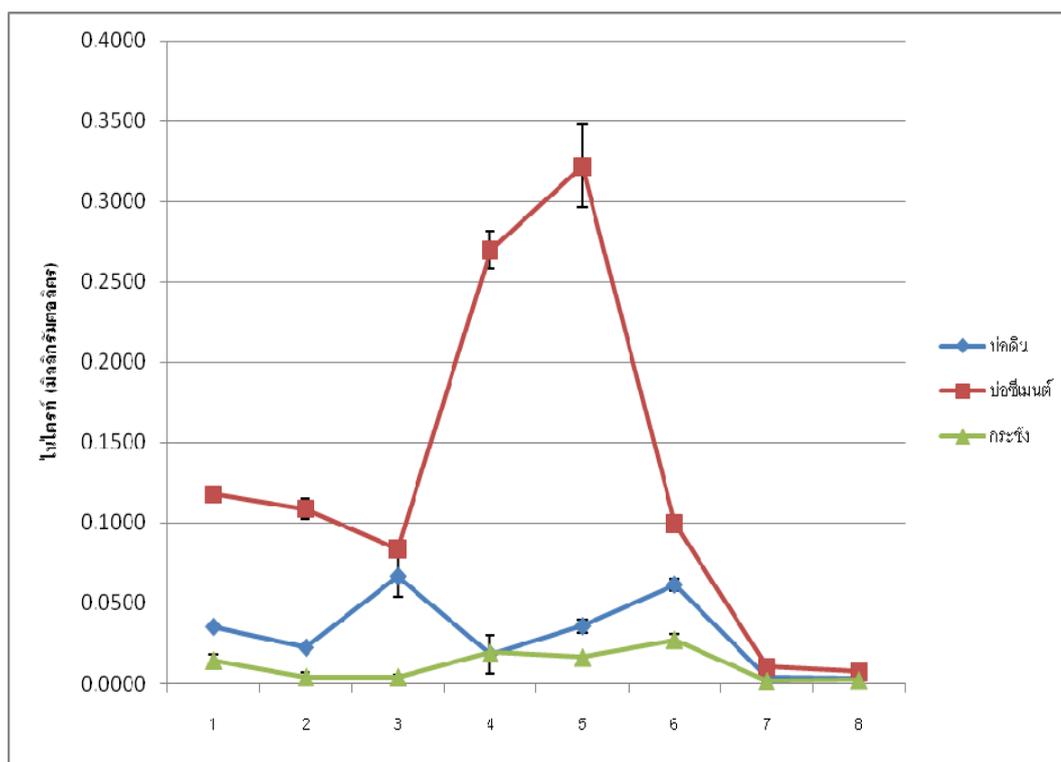
ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในระบบการเพาะพันธุ์
 ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย+
 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ ของระบบการพืชน้ำในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ตลอดจนการทดลอง พบว่าระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินมีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนในน้ำค่อนข้างคงที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาของการทดลอง ในขณะที่ระบบการเพาะพืชน้ำในบ่อซีเมนต์มีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนในน้ำลดลง แต่ในช่วงกลางของการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนในน้ำสูงมาก การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 27



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในระบบการเพาะ พืชน้ำในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ ของระบบการฟื้นฟูในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชัง แวนลอยในบ่อดิน ตลอดการทดลอง พบว่าทุกระบบมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ ขึ้นและลงสลับกันตลอดระยะเวลาการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปลี่ยนแปลง ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ได้แสดงไว้ในภาพที่ 28



ภาพที่ 28 การเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ภายในระบบการเพาะพันธุ์ ในบ่อซีเมนต์ บ่อดินและกระชังแวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

วิจารณ์

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในกระชังแขวนลอยในบ่อดินเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ให้ผลผลิตไข่ กำลังผลิตของไข่ และกำลังผลิตของแม่ปลาสูงกว่าของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยที่ $72,756 \pm 4,370$ ฟอง, 51.66 ± 15.65 ฟองต่อตารางเมตรต่อวัน และ 117.43 ± 35.58 ฟอง/กิโลกรัมแม่ปลาที่ปล่อย/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องมาจากมีเปอร์เซ็นต์การวางไข่เฉลี่ยต่อรอบ ($13.38\% \pm 3.32$) สูงกว่าของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยที่ระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่ที่คงที่ ในขณะที่ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอยในบ่อดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลานิลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในสัปดาห์ที่ 6 ระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาเพิ่มขึ้นตั้งแต่ในสัปดาห์ที่ 2 และมีแนวโน้มคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 8 นอกจากนี้ ยังพบว่าความดกไข่สัมพันธ์ของระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินยังมีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.10 ± 0.63 ฟอง/กรัม แม่ปลา ขณะที่ในทุกกระชังเพาะพันธุ์มีอัตราการรอดตายของลูกปลาในระยะไข่แดงยังไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ทั้งนี้พบว่าไข่ส่วนใหญ่ที่รวบรวมได้จากทั้ง 3 ระบบเพาะพันธุ์เป็นไข่ระยะที่ 2 (eyed egg ระยะที่) และไข่ระยะที่ 3 (head-tail egg ระยะที่) ซึ่งทั้งสองระยะนี้พบว่ามีอัตราการฟักที่ดีและสม่ำเสมอ และผลจากน้ำเชื้อที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการวางไข่ของการเพาะพันธุ์ทั้ง 3 ระบบนี้มีเปอร์เซ็นต์ก่อนข้างต่ำทำให้มีผลผลิต และกำลังผลิตต่ำ Little and Hulata (2000) รายงานการเพาะพันธุ์ปลานิลในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน โดยใช้พ่อ-แม่พันธุ์อายุประมาณ 150 วัน น้ำหนักเฉลี่ยที่ 50 กรัม เก็บรวบรวมไข่สัปดาห์ละครั้งมีเปอร์เซ็นต์วางไข่ที่ 11-18% กำลังผลิตของไข่ 64 ฟองต่อตารางเมตรต่อวัน และกำลังผลิตของแม่ปลาที่ 150-300 ฟองต่อกิโลกรัมแม่ปลาที่ปล่อยต่อวัน ขณะที่ Getinet and Bart (2007) ทดลองเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อซีเมนต์ระบบปิดหมุนเวียน (recirculating concrete tanks) โดยใช้พ่อ-แม่พันธุ์อายุประมาณ 125 วัน น้ำหนักเฉลี่ย ที่ 50 กรัม โดยมีกำลังผลิตไข่ที่ 63 ± 12 ฟองต่อตารางเมตรต่อวัน และกำลังผลิตของแม่ปลาที่ 312 ± 36 ฟองต่อ น้ำหนักแม่ปลาทั้งหมด (กิโลกรัม) ต่อวัน ซึ่ง Srisakultiew (1993) ได้ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นปลาที่วางไข่ได้ตลอดทั้งปี โดยมีรอบของการวางไข่ของปลานิลใช้เวลาเร็วที่สุดประมาณ 9-15 วัน และเวลานานประมาณ 22-45 วัน แต่ระยะเวลาปกติที่ควรจะเป็นคือ วางไข่ทุก 13-15 วัน โดยที่พ่อพันธุ์จะสร้างรัง และรอแม่พันธุ์ที่พร้อมวางไข่ การผสมพันธุ์จึงเกิดตามมา การเก็บไข่ออกจากปากแม่ปลานิลในการเพาะพันธุ์เชิงพาณิชย์ทุก ๆ 5-7 วัน จะช่วยให้แม่ปลามีเปอร์เซ็นต์การวางไข่ที่พร้อมกันสูงขึ้น (Little, 1989)

ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) ของพ่อ-แม่พันธุ์ปลาชนิดก่อนจับคู่ผสมพันธุ์ของทั้ง 3 ระบบ พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน หลังจากจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว ระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน พ่อ-แม่พันธุ์ปลาชนิดมีค่าเฉลี่ยของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลสูงกว่าก่อนจับคู่ผสมพันธุ์ แต่ในระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินและบ่อซีเมนต์ พ่อพันธุ์ปลาชนิดมีค่าเฉลี่ยของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลต่ำกว่า ก่อนจับคู่ผสมพันธุ์ และแม่พันธุ์ปลาชนิดมีค่าเฉลี่ยหลังจับคู่ผสมพันธุ์แล้วไม่แตกต่างก่อนจับคู่ผสมพันธุ์ ความแตกต่างของระดับฮอร์โมนนี้อาจเนื่องมาจากปลาชนิดเป็นปลาที่สามารถปรับตัวเข้ากับทุกสภาพแวดล้อมได้คืออาจทำให้มีระดับความเครียดที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลที่สูงน่าจะเกิดจากผลกระทบโดยตรงในช่วงการจับ (handling stress) Foo and Lam (1993) รายงานในปลาชนิด *Oreochromis mossambicus* ว่าจะมีฮอร์โมนคอร์ติซอลในสภาวะปกติจะต่ำกว่า 10 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร และเพิ่มเป็น 64 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่รวบรวม และสูงสุดถึง 119 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่จับปลาในซึ่งใกล้เคียงกับการการทดลองนี้ ในระหว่างการเก็บไข่ เพราะในแต่ละระบบการเพาะพันธุ์ต่างกันการเก็บรวบรวมไข่ปลาชนิดมีความยากง่ายต่างกัน ในบ่อดินมีความยากกว่าระบบอื่นเพราะปลาชนิดจะขุดหลุมเพื่อวางไข่ในการเก็บรวบรวมแต่ละครั้งต้องทำการลากอวนหลายครั้งเพื่อเก็บรวบรวมไข่จากแม่ปลาชนิด เกิดความเครียดซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการปรับตัวในระยะสั้นของกลไกป้องกันตัวเองของพ่อ-แม่พันธุ์ปลาชนิด และอาจส่งผลในระยะยาว ดังการทดลองฝังฮอร์โมนคอร์ติซอลในปลาชนิดทำให้เกิดการเครียดเรื้อรังส่งผลให้การพัฒนารังไข่ ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน และระดับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลของแม่พันธุ์ปลาชนิด ลดลงทำให้การผสมพันธุ์ช้ากว่าปกติในระยะยาวได้ (Foo and Lam, 1993) อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่ความเครียดอาจส่งผลต่อการสังเคราะห์ของฮอร์โมนเพศได้ ความเครียดก่อให้เกิดการลดระดับของ steroid ในพลาสมา ซึ่งส่งผลให้เกิดการเสื่อมสลายของรังไข่ ผลของความเครียดจะทำให้การวางไข่ช้าออกไป เนื่องจากการตกไข่ช้าและขนาดของไข่จะเล็กลง (Iwama *et al.*, 1997) นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลเฉลี่ยในน้ำเลือดของแม่พันธุ์ปลาชนิดสูงกว่าของพ่อพันธุ์ในทุกะบบ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่แม่ปลาต้องอมไข่ฟักในปากทำให้มีความเครียดที่สูงกว่าได้ เมื่อพิจารณาจากปริมาณฮอร์โมนเพศผู้ (testosterone) ในพ่อพันธุ์ปลาชนิดของระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินตลอดการทดลองมีปริมาณสูงกว่าระบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากมีปริมาณคอร์ติซอลเฉลี่ยที่ค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน พบว่ามีปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลเฉลี่ยและความแปรปรวนสูง ในทางกลับกันมีปริมาณฮอร์โมนเพศผู้เฉลี่ยที่ลดต่ำลงสาเหตุหนึ่งน่าจะมาจากที่ฮอร์โมนสองชนิดนี้อาจแปรผกผันกันเนื่องจากมีสารตั้งต้นเดียวกัน ดังรายงานขั้นตอนการสังเคราะห์สเตียรอยด์ฮอร์โมน (นทีทิพย์, 2538) ในทำนองเดียวกันกับที่พบในแม่ปลาของระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินที่มีปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอลเฉลี่ยสูงสุด

และมีปริมาณฮอร์โมนเพศเมีย (17β -estradiol) เฉลี่ยต่ำสุด อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณฮอร์โมนเพศเมีย (17β -estradiol) ในแม่ปลาไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ของทุกระบบ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจาก การเก็บตัวอย่างจากน้ำเลือดของแม่ปลาที่อมไข่ที่อยู่ในระยะเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เพราะระดับฮอร์โมน 17β -estradiol จะเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการพัฒนารังไข่เนื่องจากฮอร์โมนที่ผลิตออกมาเพื่อกระตุ้นให้ตับสะสม vitellogenin ส่งมาตามกระแสเลือดมาเก็บสะสมไว้ในรังไข่จึงทำให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อไข่สะสม vitellogenin ได้เต็มที่แล้ว ระดับฮอร์โมน Estradiol จะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วพร้อมกับไข่ที่พัฒนาต่อไปจนแม่ปลาวางไข่แล้วเก็บไข้อมไว้ในปากเพื่อฟักไข่ออกเป็นตัวเมื่อลูกปลาเจริญเติบโตแข็งแรงออกจากปากแม่ปลาแล้ว รังไข่ก็จะพัฒนาขึ้นมาใหม่พร้อมกับระดับฮอร์โมน Estradiol ที่เพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวงรอบต่อไป (วัตนะ และคณะ, 2551; Tacon *et al.*, 2000; Srisakultiew, 1993) อัตรารอดของสปอร์มาโตซัวนั้นทุกระบบการเพาะพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่าในการผสมพันธุ์แต่ละครั้ง เพศผู้มีความพร้อมผสมพันธุ์อยู่ตลอดเวลา

เมื่อพิจารณาคูณภาพน้ำในแต่ละระบบการเพาะพันธุ์แล้วมีความเป็นไปได้ที่คุณภาพน้ำอาจส่งผลกระทบต่อ การสืบพันธุ์ของปลาได้ เพราะว่ามีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะในบ่อดินที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในตอนเช้าต่ำสุด (1.30 ± 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร) การถ่ายเปลี่ยนน้ำสัปดาห์ละครั้งจึงไม่เพียงพอและมีผลโดยตรงต่อเปอร์เซ็นต์การวางไข่ที่ต่ำในทุกระบบเพาะพันธุ์ ในขณะที่ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในตอนเช้า ($24.83\pm 1.21^{\circ}\text{C}$) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อ การสืบพันธุ์ที่ลดลงของปลาได้ ซึ่ง Boyd (1990) รายงานว่าโดยทั่วไประดับออกซิเจนละลายน้ำไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีควรมีอย่างน้อย 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สัตว์น้ำจึงจะมีชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25-32 องศาเซลเซียส ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิที่เฉลี่ยที่สูงในระบบการเพาะพันธุ์ในกระชังแขวนลอยในบ่อดินอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่สูงสุด เนื่องจากแขวนลอยกระชังในบ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร ทำให้มีปริมาณน้ำมากกว่าและทำให้คุณภาพน้ำที่ดีกว่าในระบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังสังเกตพบว่าน้ำในบ่อดินมีความขุ่นสูงที่เกิดจากตะกอนดิน อาจส่งผลกระทบต่อ ขาดช่วงการผสมพันธุ์วางไข่ของปลาได้ นอกจากนี้ การเก็บรวบรวมพ่อแม่ปลาในช่วงเก็บไข่ในบ่อดินยังทำได้ไม่ค่อยสะดวกมากนัก ดังนั้น จึงไม่ค่อยนิยมนำบ่อดินมาเพาะพันธุ์ปลาชนิดเพื่อการผลิตลูกพ่อแม่พันธุ์ปลาในเชิงพาณิชย์ ในขณะที่ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีความจำกัดทางด้านปัจจัยการผลิต เช่น สภาพพื้นที่ไม่อุ้มน้ำ ขาดแคลนน้ำ หรือมีสภาพแวดล้อมที่ความเสี่ยงต่อโรค ปริมาณความเป็นด่าง ในแต่ละระบบการเพาะพันธุ์อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ปลา ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเบื้องต้น ควรมีค่าความเป็นด่างประมาณ

50-200 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ประวิทย์, 2531) ปริมาณไนโตรเจนในแต่ละระบบการเพาะพันธุ์อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ปลา ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเบื้องต้น ควรมีค่าไนโตรเจนไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (Boyd, 1990) ปริมาณแอมโมเนีย เหลือในแต่ละระบบการเพาะพันธุ์อยู่ในเกณฑ์ที่ระดับเหมาะสมต่อการเพาะพันธุ์ปลานิล ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเบื้องต้น ปริมาณแอมโมเนียรวม ไม่ควรเกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Malcolm and Brendan, 2000) ปริมาณแอมโมเนียรวมมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เพราะเป็นแหล่งอาหารของแพลงก์ตอน แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มันสิน 2539) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เหลือของแต่ละระบบการเพาะพันธุ์อยู่ในระดับที่น้อยกว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเบื้องต้นที่ไม่ให้อาหารสมทบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ควรอยู่ในช่วง 20-150 ไมโครกรัมต่อลิตร (วิรัช, 2544) ในภาพรวมของทุกระบบการเพาะพันธุ์นั้น คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถทำการเพาะพันธุ์ปลานิลได้ (Malcolm and Brendan, 2000)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ระบบการเพาะพันธุ์ปลาในกระชังแขวนลอยในบ่อดินที่ความหนาแน่นของพ่อแม่พันธุ์ 6 ตัวต่อตารางเมตร ขนาดที่กักขัง 25 ตารางเมตร มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ที่วางไข่ของแม่ปลาต่อรอบ ผลผลิตและกำลังผลิตสูงกว่าระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์และในบ่อดิน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)
2. ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อดินไม่เหมาะสมที่จะเพาะพันธุ์ปลาที่ความหนาแน่นของพ่อแม่พันธุ์ 6 ตัวต่อตารางเมตรที่ขนาดที่กักขัง 25 ตารางเมตร แต่ถ้าจำเป็นต้องทำการเพาะพันธุ์ ควรปล่อยพ่อแม่พันธุ์ที่ความหนาแน่นที่ต่ำกว่า 6 ตัวต่อตารางเมตรและควรอัดดินพื้นบ่อให้แน่น เพื่อให้การเก็บรวบรวมไข่ทำได้สะดวกยิ่งขึ้น
3. ระบบการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์เหมาะสำหรับการเพาะพันธุ์ปลาในเชิงพาณิชย์ เพราะควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ความสะอาด และเก็บเกี่ยวผลผลิตสะดวกกว่าระบบอื่น สามารถทำการเพาะพันธุ์ได้ทุกพื้นที่ แม้แต่พื้นที่ ที่มีความจำกัดทางด้านปัจจัยการผลิต เช่น ปริมาณน้ำ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงผันผวน และการผลิตเพื่อส่งออกในอนาคต
4. ความสัมพันธ์ของระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล ระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน และระดับฮอร์โมน 17-β-เอสตราไดออล จากการจับ และการกักขังที่หนาแน่นตลอดจนคุณภาพน้ำในบ่อ ส่งผลต่อผลผลิตโดยตรงและส่งผลกระทบต่อรอบของระยะเวลาการวางไข่ผสมพันธุ์ของปลาแต่ละตัว เลื่อนออกไปทำให้ในรอบของการเก็บไข่มีระยะยาวนานมากกว่าปกติ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ควรมีการเก็บข้อมูลต่อเนื่องในระยะยาวตลอดทั้งปี เพื่อดูผลของฤดูกาลด้วย การเก็บฮอร์โมนควรเก็บจากแม่ปลาที่ไข่ในระยะเดียวกัน และศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น ปริมาณความเข้มแสง ด้านพันธุกรรม และด้านต้นทุนต่อหน่วยการผลิตลูกปลา เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2552. **สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ประจำปี 2549**. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองส่งเสริมการประมง. 2544. **การเลี้ยงปลานิลเอกสารคำแนะนำ**. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 31 น.

กฤษณา แก้วชะอุ่ม และภีระ ไกรศรีแสง. 2545. **การเพาะเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ**. สำนักพิมพ์เวิร์คออฟเซ็ท. กรุงเทพฯ. 56 น.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, จงกล พรหมยะ, อานุภาพ วรรณคนาผล, รัชต์ ชัดติยะ, จีระเดช มโนสร้อย และอนันต์อรุญา มโนสร้อย. 2547. **วารสารกรมประมง**. 57(5) : ก.ย.-ค.ค.

ศิริ กอนันตกุล. 2542. **การเพาะเลี้ยงปลานิล**. กองประมงน้ำจืด. กรมประมง.

ถนอมศรี วงศ์รัตนาศิตย์. 2536. **เภสัชวินิจฉัยยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ทัศนีย์ ภูมิพิศน์. 2524. **ชีวประวัติของปลานิล**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2524. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. กรุงเทพฯ. 34 น.

นฤมล อัสวเกษตรณี. 2549. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

นทีทิพย์ กฤษณามระ. 2538. **ฮอร์โมนกลไกและการออกฤทธิ์ร่วม**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล.

บัญชา ทองมี. 2538. **ผลของ 17β-เอสตราไดออลในการเปลี่ยนเพศปลาสด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

- ประวิทย์ สุรนิรนาถ. 2531. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 212 น.
- เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดียว. 2539. พัฒนาการทางเพศของแม่พันธุ์ปลานิลระหว่างวัยเจริญพันธุ์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2539. กองประมงน้ำจืด กรมประมง.
- ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ และกำชัย ลาวัณยวุฒิ. 2539. การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ในช่วงรอบปีของปลาคูอุยและปลาตะเพียนขาวเทศเมีย, น. 55 - 76. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- มันสิน ตันทุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, พรรณศรี จริโมภาส, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณยวุฒิ และวิมล จันทรโรทัย. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 23. สถาบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. กรมประมง. กรุงเทพฯ. 96 น.
- รัตนา มั่นประสิทธิ์. 2539. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ปลากะตักหัวแหลมบริเวณอ่าวไทยตะวันออก, น. 517 – 526. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- วิชัย วัฒนกุล, เรณู ยาชิโร และพิชญ์ นานันต์. 2539. การเปลี่ยนแปลงคอร์ติซอลและองค์ประกอบไอออนในพลาสมาระหว่างการลำเลียงพ่อแม่พันธุ์ปลาทะเล 4 ชนิด, น. 153 - 156. ในรายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. การเพาะพันธุ์ปลา. โอ.เอส.พรินต์ติ้งเฮาส์. กรุงเทพฯ.

วัฒนะ ติลาภัทร, พลชาติ ผิวฉนร และเบญจพร สัมฤทธิ์เวช. 2551. ผลของฮอร์โมนชนิดออกฤทธิ์
เนิ่นนานต่อพัฒนาการของรังไข่และการวางไข่ของปลานิลและปลานิลแดง. เอกสาร
วิชาการ. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันการวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด. กรมประมง.
กรุงเทพฯ.

สุพจน์ จิงแย้มปิ่น. 2539. การศึกษาระดับฮอร์โมนในปลากระพงแดง. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ชายฝั่งจังหวัดตรัง, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง.

ลำราญ ดำรงรัตน์ และประสิทธิ์ เกษสัญชัย. 2509. ปลานิล. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการ
เกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เรณู ยาชิโร, เจนจิตต์ คงกำเนิด, วิชัย วัฒนกุลและนิเวศน์ เรืองพานิช. 2536. การเปลี่ยนแปลงของ
ระดับฮอร์โมนเพศในเลือดปลากระพงอายุ 3-4 ปี. เอกสารวิชาการสถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์
น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา ฉบับที่ 11/2536 . กรมประมง.

อนันต์ชัย เชื้ออนรรรม. 2542. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ. คณะวิทยาศาสตร์.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. การเพาะขยายพันธุ์ปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Ainsworth, J.A., C. Dexiang and P.R. Waterstrat. 1991. High physiological concentrations of
cortisol in vivo can initiate phagocyte suppression. **J. Aquat. Anim. Health.** 3: 41-47.

Ambali , A.J.D., 1990. **Effect of hapa size on conditioning of broodstock, (Oreochromis niloticus) in fertilized earthen ponds.** M. Sc. Thesis. Asian Institute of Technology, 101 pp.

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 1998. **Standard Methods for The Examination of Wastewater.** 20th ed. Washington, D.C. 20005-2605.

Babiker, M. M. and H. Ibrahim. 1979. Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica* (L) : gonadal maturation and fecundity. **J. Fish. Biol.** 14: 437 – 448.

Boyd, C.E. 1979. **Water Quality in Warm water Fish Pond.** Craftmaster Printers, Inc., Alabama. 359 P.

_____. 1990 . **Water quality management for pond fish culture.** Alabama Agricultural Experimental Station. Auburn University. 482 pp.

Campbell, P.M., T.G. Pottinger and J.P. Sumpter. 1992. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout. **Biol. Reprod.** 47: 1140-1150.

_____. 1994. Priliminary evidence that chronic confine ment stress quality of gametes produced by brown and rainbow trout . **Aquaculture** 120: 151-169.

Cuesta, A., R.L. Carrio, F. Arjona, M.P. Rio, J. Meseguer, J. M. Mancera and M.A. Esteban. 2006. Effect of PRL, GH and cortisol on the serum complement and IgM levels in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). **Fish & Shellfish Immunology** 20: 427-432.

- Daniel, A.C., K.V. William and W.L. Curry. 2005. The effect of stress on androgen production, spermiation response and sperm quality in high and low cortisol responsive domesticated male striped bass. **Aquaculture** 246: 413-422.
- Donalson, E.M. 1981. The pituitary-interrenal axis as an indicator of stress in fish, pp. 11-48. *In* A.D. Pickering (ed.). **Stress and Fish**. Academic Press Inc., London.
- Eckstein, B and M. Spira. 1965. Effect of sex hormones on gonadal differentiation in cichlid, *Tilapia aurea*. **Biol. Bull. (Woods Hole)**. 129(3): 482 – 489.
- Ellsaesser, C.E. and L.W. Clem. 1986. Haematological and immunological changes in channel catfish stressed by hand ling and transport. **J. Fish. Biol.** 288: 511-521.
- Fast, M.D., S. Hosoya, S.C. Johnson and L.O.B. Afonso. 2008. Cortisol response and immune-related effects of Atlantic salmon (*Salmo salar* Linnaeus) subjected to short- and long-term stress. **Fish & Shellfish Immunology** 24: 194-204.
- Fevolden, S.E., K.H. Roed and K.T. Fjalestad. 2002. Selection response of cortisol and lysozyme in rainbow trout and correlation to growth. **Aquaculture** 205: 61– 75.
- Fevolden, S.E., T. Refstie and K.H. Roed. 1991. Selection for high and low cortisol stress response in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture** 95: 53–65.
- Foo, J.T.W. and T.J. Lam. 1993. Serum cortisol response to handling stresses and the effect of cortisol implantation on testosterone level in the tilapia *Oreochromis mossambicus*. **Aquaculture** 115(1-2): 145-158.
- Foo, J.T.W. and T.J. Lam. 1993. Retardation of ovarian growth and depression of serum steroid levels in the tilapia, *Oreochromis mossambicus*, by cortisol implantation. **Aquaculture** 115(1-2): 133-143

- Getinet, G.T. and A.N. Bart. 2007. Effect of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture** 272(1-4): 380-388.
- Heath, Alan G. 1995. **Water pollution and Fish physiology**. pp. 299-305. CRC. Press.
- Houghton, G. and R.A. Matthews. 1986. Immunosuppression of carp (*Cyprinus carpio* L.) to ichthyophthiriasis using the corticosteroid triaminolone acetonide. **Vet Immunol. Immunopathol.** 12: 413-419.
- Iwama, G.K., A.D. Pickering, J.P. Sumpter, and C.B. Schreck. 1997. Fish stress and health in Aquaculture. **Society for experimental biology** series 62. pp. 73- 80.
- Katz, Y. and Eckstein. 1974. Changes in steroid concentration in blood of female *Tilapia aurea* (teleostei, Cichlidae) during initiation of spawning. **Endo.** 95(4): 963 – 967.
- Lister, A., V. Nero, A. Farwell, D.G. Dixon and G. Van Der Kraak. 2008. Reproductive and stress hormone levels in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to oil sands process-affected water. **Aquatic Toxicology** 87: 170–177.
- Little, D.C. 1992. **The development of fry production and nursing stages for the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** Final Report. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. 24 pp.
- . 1989. **An evaluation of strategies for production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry suitable for hormone treatment.** PhD thesis, University of Stirling, Scotland.
- and G. Hulata. 2000. **Tilapias: Biology and Exploitation.** 267-326 pp.

- MacArthur, J.I. and T.C. Fletcher. 1985. Phagocytosis in fish, pp. 29-46. *In* M.J. Manning and M.F. Tatner (eds.). **Fish Immunology**. Academic Press, London.
- Malcolm C.M. Beveride and Brendan J. McAndrew. 2000. **Tilapia : Biology and Exploitation**. Kluwer academic publishers. Fish and Fisheries Series 25. Boston. London.
- Mason, J.W. 1975. A historical view of the stress field. Part I. **J. Human Stress** 1: 6-12.
- Mazeaud, M.M. and F. Mazeaud. 1981. Adrenergic response to stress in fish, pp 49-75. *In* A.D. Pickering (ed.). **Stress and Fish**. Academic Press Inc., London.
- Mazeaud, M.M., F.Mazeaud and E.M. Donaldson. 1977. Primary and secondary effect of stress in fish: some new data with a general review. **Trans. Am. Fish. Soc.** 160: 201-202.
- Mirza, J. A. and W .L. Shelton. 1988. Induction of gynogenetic and sex reversal in silver carp. **Aquaculture** 68 : 1-14.
- Naggar, G.O.E., G. John, M.A. Rezk, W. Elwan and M. Yehia. 2006. Effect of varying density and water. **Aquaculture** 261: 904-907.
- Nakamura, M. 1984. Effect of estradiol - 17β on gonadol sex differentiation in two species of salmonids, the masu salmon, *Oncorhynchus masou* and the chum salmon, *O.Keta*. **Aquaculture** 43: 83 – 90.
- Nelson, J.S. 1994. **Fishes of the World**. 3rd ed. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Pickering, A.D. and T.G. Pottinger. 1987. Crowding produces prolonged leucopennia in salmonid fish, despite interregnal acclimation. **J. Fish Biol.** 30: 701-712.
- Pottinger, T.G., and Carrick, T.R. 1999. Modification of the plasma cortisol response to stress in rainbow trout by selective breeding. **Gen. Comp. Endocrinol.** 116: 122– 132.

- Pottinger, T.G., A.D. Pickering and M.A. Hurley. 1992. Consistency in the stress response of individuals of two strains of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture** 103: 275–289.
- Santos, A.J.G., K. Furukawa, M. Kobayashi, K. Bando, K. Aida and I. Hanyu. 1986. Plasma gonadotropin and steroid hormone profiles during ovulation in the carp *Cyprinus carpio*. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.** 52: 1159 – 1166.
- Sathyanarayana Rao. 1983. Hormonal manipulation of sex in the common carp, *Cyprinus carpio* var. *communis* Linnaeus). **Aquaculture** 35: 83 – 88.
- Schreck, C. B., C-S. Wilfrido and S.F. Martin. 2001. Effect of stress on reproduction , gamete quality and progeny. **Aquaculture** 197: 3-24.
- Selye, H. 1950. **Stress : The Physiology and Pathology of Exposure to Systemic Stress**. Acta Inc., Montreal. 822 p.
- SrisaKultiew, P. 1993. **Studies on the reproductive biology of *Oreochromis niloticus* L.** **Ph.D.thesis**, Stirling, University of Stirling.
- Stave, J.W. and B.S. Robertson. 1985. Hydrocortisone suppresses the chemiluminescent response of striped bass phagocytes. **Dev. Comp. Immunol.** 9: 77-84.
- Strange, R.J., C.B. Schreck and J.T. Golden. 1977. Corticoid stress responses to handling and tempera ture in salmonids. **Trans. Am. Fish. Soc.** 106:213-218.
- Sufi, S.B, A. Donaldson and S.L. Jefcoste. 1986. **Method manual of W.H.O. special programme of research development and research training in human reproduction.** 10 th Ed. W.H.O. Coollabaration Center for Research and Refereance Service in Immunoassay of Hormonees in Human Reproduction. 57-95 pp.

- Tacon, P., J. F. Baroiller, P.Y. Le Bail, P. Prunet and B. Jalabert. 2000. effect of eggs deprivation on sex steroids, gonadotropin, prolactin, and growth hormone profiles during the reproductive cycle of the mouthbrooding cichlid fish *Oreochromis niloticus*. **General and Comparative Endocrinology** 117: 54-65.
- Tanck, M.W.T., K.Vermeulen, H. Bovenhuis and H.Komen. 2001. Heredity of stress related cortisol response in androgenetic common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture** 199: 283–294.
- Tsadik, G.G. and A.N. Bart. 2007. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture** 272: 380-388.
- Wedemeyer, G.A., A.B. Barton, D.J. McLeay. 1990. Stress and acclimatization. 451-489 pp. *In*: Shreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds.), **Methods for fish biology**. American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดินบ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดินในสัปดาห์ที่ 1

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักXไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อดิน 2								
1	220	22	3	4.83	0.63	767	89	3.48
2	345	25	2	8.63	0.45	1918	88	5.56
บ่อดิน 3	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อดิน 4	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อปูน 1								
1	180	21	3	7.85	0.58	1353	88	7.52
2	200	22	3	4.79	0.61	785	88	3.93
บ่อปูน 2								
1	125	18	2	3.26	0.64	509	78	4.08
2	190	21	4	4.81	0.97	496	95	2.61
บ่อปูน 3	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อปูน 4	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักXไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
กระชัง 1								
1	220	22	3	6.17	0.66	935	100	4.25
2	125	17	3	1.76	0.31	568	100	4.54
3	240	23	2	5.52	0.5	1104	80	4.60
4	100	15	3	2.16	0.43	502	100	5.02
กระชัง 2								
1	75	15	3	1.47	0.65	226	94	3.02
2	160	20	3	6.38	0.66	967	94	6.04
3	250	22	2	4.41	0.59	747	85	2.99
กระชัง 3								
1	300	24	3	8.05	0.68	1184	88	3.95
2	260	23	3	4.71	0.71	663	88	2.55
3	150	19	3	4.44	0.64	694	88	4.63
4	260	22	3	4.1	0.6	683	88	2.63
5	160	20	3	3.86	0.54	715	88	4.47
6	360	27	3	8.18	0.75	1091	88	3.03

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 4								
1	270	24	2	9.94	0.7	1420	78	5.26
2	280	22	1	7.37	0.47	1568	40	5.60
3	250	22	2	6.06	0.56	1082	78	4.33
4	300	24	3	3.24	0.83	390	90	1.30
5	320	24	3	7.14	0.69	1035	90	3.23
6	250	23	3	6.41	0.78	822	90	3.29
7	200	18	2	3.61	0.53	681	78	3.41
8	360	28	1	8.98	0.48	1871	50	5.20
9	150	17	3	3.84	0.54	711	90	4.74

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 2

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1								
1	400	28	3	5.45	0.56	973	100	2.43
2	250	24	3	4.67	0.65	718	100	2.87
บ่อดิน 2								
1	320	25.5	3	6.46	0.3	2153	95	6.73
บ่อดิน 3								
1	270	24.5	3	10.25	0.66	1553	96	5.75
2	400	26.5	3	7.16	0.26	2754	96	6.88
3	260	24	3	6.42	0.85	755	96	2.90
บ่อดิน 4								
1	210	22.5	2	4.76	0.62	768	78	3.66
บ่อปูน 1								
1	180	18	4	7.5	0.91	824	99	4.58
2	260	25	3	5.67	0.78	727	88	2.80
3	325	25	3	4.44	0.76	584	88	1.80

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อปูน 2								
1	270	27	1	6.32	0.73	866	45	3.21
2	250	25	3	9.5	0.73	1301	90	5.21
3	125	18	1	3.12	0.72	433	45	3.47
4	130	19.5	3	3.85	0.51	755	90	5.81
บ่อปูน 3	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อปูน 4								
1	250	23	3	6.84	0.6	1140	95	4.56
กระชัง 1								
1	200	22	4	6.06	0.64	947	98	4.73
2	210	21	3	4.99	0.67	745	95	3.55
3	150	18	3	2.64	0.71	372	95	2.48
4	230	23	3	7.21	0.51	1414	95	6.15
5	100	17.5	1	3.16	0.51	620	45	6.20
6	210	22	3	2.95	0.39	756	95	3.60
7	90	16.5	4	3.65	0.42	869	98	9.66
8	150	19.5	1	4.89	0.59	829	15	5.53

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 1								
9	140	18.5	2	3.1	0.49	633	70	4.52
10	150	20.5	4	5.25	0.96	547	98	3.65
11	140	19	2	5.05	0.31	1629	70	11.64
12	150	19	2	2.74	0.42	652	70	4.35
กระชัง 2								
1	100	17	3	2.38	0.62	384	98	3.84
5	320	25	3	7.2	0.74	973	94	3.04
6	140	19	1	3.52	0.45	782	60	5.59
7	180	21	2	3.19	0.33	967	65	5.37
8	350	26.5	4	11.26	0.92	1224	94	3.50
9	150	20	1	3.4	0.27	1259	60	8.40
10	350	27	3	7.6	0.27	2815	94	8.04
กระชัง 4								
1	335	25.5	3	8.42	0.52	1619	99	4.83
2	260	24	3	7.06	0.68	1038	99	3.99
3	140	19.5	3	6.09	0.51	1194	99	8.53
4	200	22	3	7.77	0.56	1388	99	6.94

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 4								
5	150	19.5	3	5.29	0.54	980	99	6.53
6	200	22	3	3.81	0.59	646	99	3.23
7	140	18	3	7.86	0.54	1456	99	10.40
8	240	23.5	3	4.9	0.55	891	99	3.71
9	350	26	2	5.19	0.23	2257	75	6.45
10	200	21	3	4.73	0.49	965	99	4.83
11	260	24	3	10.4	0.55	1891	99	7.27

ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อ ดิน ในสัปดาห์ที่ 3

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1								
1	220	21	4	5.37	0.86	624	98	2.84
2	150	19	3	3	0.54	556	94	3.70
3	150	18	3	3.67	0.64	573	94	3.82
บ่อดิน 2	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อดิน 3								
1	130	16	3	4.32	0.78	554	88	4.26
2	250	18	3	3.26	0.54	604	88	2.41
บ่อดิน 4								
1	250	19	3	2.17	0.76	286	94	1.14
บ่อปูน 1								
1	220	25	5	5.36	0.86	623	100	2.83
2	170	18	2	4.91	0.47	1045	70	6.15
3	160	20	5	8.59	0.96	895	100	5.59
4	260	24	3	6.98	0.4	1745	95	6.71

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 1								
5	150	20	2	10.66	0.48	2221	70	14.81
6	130	18	5	5.84	0.94	621	100	4.78
7	200	21	5	9.14	0.72	1269	100	6.35
บ่อปูน 2								
1	180	22	3	7.54	0.39	1933	95	10.74
2	200	21	5	5.07	0.65	780	100	3.90
บ่อปูน 3								
1	220	22	2	7.41	0.28	2646	74	12.03
2	140	19	3	3.35	0.27	1241	89	8.86
3	210	23	3	3.04	0.51	596	89	2.84
บ่อปูน 4								
1	250	23	3	6.17	0.51	1210	95	4.84
2	160	18	3	2.71	0.68	399	95	2.49
3	110	18	3	2.77	0.27	1026	95	9.33
4	290	24	3	5.7	0.65	877	95	3.02

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 1								
1	270	24	4	14.71	0.97	1516	96	5.62
2	190	25	3	5.98	0.75	797	90	4.20
3	220	22	3	10	0.85	1176	90	5.35
4	100	18	2	4.58	0.45	1018	66	10.18
5	220	21	3	9.12	0.55	1658	90	7.54
6	75	16	2	2.58	0.45	573	66	7.64
7	170	19	3	4.19	0.65	645	90	3.79
8	160	20	3	5.2	0.55	945	90	5.91
9	90	17	3	3.16	0.56	564	90	6.27
10	150	19.5	3	5.79	0.58	998	90	6.66
11	120	16.5	2	2.75	0.43	640	66	5.33
กระชัง 2								
1	230	22	3	3.36	0.63	533	89	2.32
2	110	18	3	1.5		30	89	0.27
3	60	16	2	0.85	0.51	167	77	2.78
4	100	17	2	3.65	0.47	777	77	7.77
5	100	17	2	3.41	0.26	1312	77	13.12

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 1								
6	220	22	3	6.01	0.35	1717	89	7.81
7	155	19	1	2.65	0.28	946	60	6.11
8	80	17	2	2.91	0.45	647	77	8.08
9	90	16.5	2	1.66	0.38	437	77	4.85
กระชัง 3								
1	310	25	3	4.55	0.8	569	97	1.83
2	140	18.5	3	5.96	0.78	764	97	5.46
3	300	24	3	3.95	0.58	681	97	2.27
4	100	22	2	5.09	0.59	863	68	8.63
5	150	15	3	3.99	0.3	1330	97	8.87
6	240	23	3	8.56	0.87	984	97	4.10
7	100	17	2	2.36	0.5	472	68	4.72
8	250	21	3	7.6	0.57	1333	97	5.33
กระชัง 4								
1	350	27	3	7.79	0.5	1558	98	4.45
2	260	24	3	5.42	0.36	1506	98	5.79
3	130	18	3	1.72	0.45	382	98	2.94

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 4								
4	280	21	3	3.97	0.38	1045	98	3.73
5	150	20	1	3.42	0.56	611	48	4.07
6	220	23.5	3	4.07	0.62	656	98	2.98
7	160	18.5	2	5.78	0.61	948	78	5.92
8	100	17	2	2.46	0.57	432	78	4.32

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 4

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1								
1	230	23	2	7.97	0.57	1398	89	6.08
2	150	20.5	1	4.77	0.63	757	67	5.05
3	220	21	2	6.58	0.79	833	89	3.79
บ่อดิน 2								
1	320	27	2	8.33	0.7	1190	85	3.72
บ่อดิน 3	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อดิน 4	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อปูน 1								
1	150	20.5	1	4.79	0.82	584	60	3.89
บ่อปูน 2								
1	175	21	1	4.93	0.66	747	65	4.27
บ่อปูน 3								
1	210	24	2	6.35	0.7	907	88	4.32
2	100	18	2	1.61	0.61	264	88	2.64

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 4								
1	150	20	1	4.84	0.68	712	70	4.75
2	170	22	2	3.38	0.67	504	84	2.97
3	130	18.5	1	4.46	0.68	656	70	5.05
กระชัง 1								
1	110	11.5	1	3.75	0.49	765	66	6.96
2	125	20	1	4.51	0.47	960	66	7.68
3	140	19.5	1	0.38	0.26	146	66	1.04
4	110	13	2	5.09	0.66	771	80	7.01
กระชัง 2								
1	130	20	1	5.04	0.53	951	38	7.31
2	190	21	1	4.14	0.51	812	38	4.27
3	230	26	1	7.4	0.55	1345	38	5.85
4	310	25	1	9.25	0.5	1850	38	5.97
5	150	21	1	5.92	0.48	1233	38	8.22
6	60	16.5	1	1.37	0.51	269	38	4.48
7	80	17	1	2.2	0.5	440	38	5.50
8	70	17	1	2.06	0.5	412	38	5.89

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 2								
10	60	15.5	2	3.08	0.63	489	62	8.15
กระชัง 3								
1	250	24	2	4.35	0.62	702	78	2.81
2	270	26	3	4.99	0.93	537	89	1.99
3	260	25	2	8.43	0.6	1405	78	5.40
4	220	23	2	7.25	0.64	1133	78	5.15
5	180	20	2	8.24	0.79	1043	78	5.79
6	380	28	3	8.1	0.78	1038	89	2.73
7	120	19	1	2.98	0.47	634	37	5.28
8	100	18	3	3.9	0.82	476	89	4.76
9	190	20	2	1.51	0.55	275	78	1.44
10	210	23.5	2	3.54	0.67	528	78	2.52
11	190	21.5	2	2.81	0.54	520	78	2.74
12	110	18	1	3.37	0.58	581	37	5.28
13	190	21	1	1.45	0.58	250	37	1.32

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 4								
1	210	23	3	10.38	0.77	1348	88	6.42
2	150	23	1	3.83	0.49	782	76	5.21
3	260	23	3	12.36	0.82	1507	88	5.80
4	270	25	1	5.77	0.51	1131	76	4.19
5	150	21	1	5.14	0.54	952	76	6.35
6	110	20	1	4.91	0.55	893	76	8.12
7	300	25	1	7.94	0.45	1764	76	5.88
8	220	24	4	11.89	0.92	1292	95	5.87
9	360	27	3	14.7	0.79	1861	88	5.17
10	240	23	3	7.67	0.69	1112	88	4.63
11	220	22	2	7.46	0.63	1184	79	5.38
12	260	24	1	3.72	0.49	759	76	2.92
13	80	17	2	3.76	0.68	553	79	6.91

ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 5

บ่อดิน 1	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
1	160	23.5	3	8.74	0.75	1165	98	7.28
2	150	19	3	3.15	0.71	444	98	2.96
3	200	20	2	3.64	0.64	569	86	2.84
4	180	19.5	3	4.19	0.74	566	98	3.15
บ่อดิน 2								
1	350	25	2	10	0.68	1471	76	4.20
2	280	23.5	3	7.95	0.73	1089	89	3.89
3	240	21	2	2.53	0.69	367	76	1.53
4	330	25	3	9	0.78	1154	89	3.50
5	150	18.5	2	3.61	0.69	523	76	3.49
บ่อดิน 3								
1	250	22	2	2.61	0.5	522	75	2.09
2	310	24	2	9.39	0.64	1467	75	4.73
3	270	25	3	8.47	0.72	1176	88	4.36
4	230	22	3	6.84	0.81	844	88	3.67

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 1								
1	350	26.5	3	12.71	0.71	1790	95	5.11
2	200	22.5	3	8.15	0.73	1116	95	5.58
3	280	27	3	5.14	0.72	714	95	2.55
4	310	26.5	4	8.06	0.81	995	99	3.21
5	200	21.5	3	7.01	0.77	910	95	4.55
บ่อปูน 2								
1	210	23	2	5.41	0.85	636	87	3.03
2	180	20.8	3	3.58	0.6	597	96	3.31
บ่อปูน 3								
1	170	20.7	3	3.37	0.79	427	94	2.51
2	130	18	3	5.99	0.72	832	94	6.40
3	180	16	3	2.91	0.78	373	94	2.07
4	110	17	2	0.81	0.47	172	83	1.57
บ่อปูน 4								
1	170	20.6	3	3.2	0.63	508	96	2.99
2	145	19.3	3	2.6	0.59	441	96	3.04

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 1								
1	130	16	2	1.73	0.53	326	75	2.51
2	300	25	3	9.95	0.92	1082	89	3.61
3	80	16.5	1	0.8	0.55	145	64	1.82
4	150	19.5	1	4.28	0.61	702	64	4.68
5	200	21	1	6.31	0.58	1088	64	5.44
6	120	18	2	4.51	0.63	716	75	5.97
7	100	16	1	2.85	0.54	528	64	5.28
8	230	22	3	7.68	0.82	937	89	4.07
9	100	16.5	2	3.51	0.41	856	75	8.56
10	130	17.5	1	6.31	0.49	1288	64	9.91
11	130	17.5	2	3.19	0.69	462	75	3.56
กระชัง 2								
1	160	19	3	5.91	0.49	1206	86	7.54
2	190	21	2	5.6	0.72	778	75	4.09
3	130	17	2	4.9	0.6	817	75	6.28
4	200	21	3	3.05	0.81	377	86	1.88

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 2								
5	120	17	2	3.51	0.62	566	75	4.72
6	200	23	3	7.27	0.75	969	86	4.85
7	130	18	2	2.55	0.46	554	75	4.26
8	230	23	2	6.86	0.66	1039	75	4.52
9	145	18.5	1	2.59	0.57	454	45	3.13
10	130	18	2	3.11	0.78	399	75	3.07
11	100	16	2	2.54	0.58	438	75	4.38
กระชัง 3								
1	150	19	2	3.46	0.57	607	76	4.05
2	200	21	2	4.91	0.5	982	76	4.91
3	140	17.5	3	5.3	0.6	883	88	6.31
4	110	16	2	1.69	0.52	325	76	2.95
5	130	18	4	0.45	1.02	44	95	0.34
กระชัง 4								
1	230	22.5	3	9.77	0.86	1136	89	4.94
2	300	24	2	9.85	0.67	1470	76	4.90

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 4								
3	60	16.5	2	3.54	0.62	571	76	9.52
4	60	15	3	3.41	0.73	467	89	7.79
5	130	19	2	3.49	0.62	563	76	4.33
6	150	18	1	4.74	0.54	878	45	5.85
7	200	21	2	2.44	0.65	375	76	1.88
8	180	20	1	5.59	0.5	1118	45	6.21
9	180	19	2	4.04	0.57	709	76	3.94
10	150	18	1	1.58	0.4	395	45	2.63
11	250	23	2	6.82	0.65	1049	76	4.20
12	130	17.5	2	4.96	0.6	827	76	6.36
13	180	20	1	5.63	0.51	1104	45	6.13

ตารางผนวกที่ 6 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 6

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1								
1	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อดิน 2								
1	228	24	3	6.84	0.86	795	88	3.49
2	264	18	2	8.58	0.61	1407	75	5.33
บ่อดิน 3								
1	130	18.5	3	3.08	0.7	440	89	3.38
2	182	22.5	1	15	0.81	1852	56	10.18
3	160	30	3	1.69	0.79	214	89	1.34
4	318	25.5	3	7.77	0.76	1022	89	3.21
5	400	27.5	2	14.54	0.73	1992	85	4.98
6	184	21.4	1	5.29	0.6	882	56	4.79
บ่อดิน 4								
1	198	21.9	2	6.42	0.7	917	78	4.63
2	120	18	2	4.09	0.78	524	78	4.37

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 1								
1	280	25	1	5.47	1.07	511	55	1.83
2	130	19	2	1.84	0.62	297	78	2.28
3	142	20	2	1.01	0.54	187	78	1.32
4	212	23	2	5.41	0.75	721	78	3.40
5	188	20.5	1	6.15	0.68	904	55	4.81
6	150	20	2	3.26	0.79	413	78	2.75
บ่อปูน 2								
1	190	21.8	1	6.86	0.89	771	56	4.06
2	162	21	4	5.89	1.43	412	96	2.54
3	144	19	2	5.34	0.77	694	80	4.82
4	112	17.7	4	1.03			96	
5	294	24.3	2	12.73	0.68	1872	80	6.37
6	242	23.5	2	6.72	0.79	851	80	3.52

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 3								
1	142	19	1	2.07	0.76	272	40	1.92
2	340	27	2	6.49	0.65	998	78	2.94
3	118	17.5	1	2.74	0.66	415	40	3.52
4	150	19.5	1	6.03	0.71	849	40	5.66
5	198	21.9	2	6.42	0.7	917	78	4.63
6	120	18	2	4.09	0.78	524	78	4.37
บ่อปูน 4								
1	218	22.8	3	5.48	0.69	794	94	3.64
2	280	25	3	9	0.64	1406	94	5.02
3	164	21	1	1.83	0.76	241	45	1.47
4	216	23.5	3	1.6	0.83	193	94	0.89
กระชัง 1								
1	104	17.7	2	2.9	0.57	509	78	4.89
2	222	23.5	3	7.96	0.69	1154	97	5.20
3	191	22.5	1	4.63	0.63	735	48	3.85
4	119	17.7	2	2.91	0.39	746	78	6.27
5	134	17.9	1	3.99	0.65	614	48	4.58

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระซัง 1								
6	239	24	1	6.7	0.74	905	48	3.79
7	148	18.6	1	4.9	0.54	907	48	6.13
8	82	17.5	3	3.01	0.59	510	97	6.22
9	162	19.9	1	4.94	0.6	823	48	5.08
10	86	17.5	3	0.95	0.64	148	97	1.73
11	182	22.7	1	4.98	0.59	844	48	4.64
กระซัง 2								
1	130	20.2	3	5.06	0.65	778	89	5.99
2	194	21.7	1	3.64	0.49	743	70	3.83
3	130	20	2	1.74	0.45	387	89	2.97
4	236	23.5	3	6.54	0.64	1022	89	4.33
5	88	17.4	1	2.65	0.48	552	70	6.27
6	76	16	3	2.13	0.49	435	89	5.72
7	102	17.6	2	4.13	0.57	725	89	7.10

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระหัง 3								
1	216	23.7	3	8.46	0.46	1839	97	8.51
2	228	23	3	5.45	0.53	1028	97	4.51
3	228	23.5	2	9.62	0.73	1318	83	5.78
4	118	19	2	3.58	0.57	628	83	5.32
5	360	27.5	1	7.52	0.57	1319	60	3.66
6	306	25.8	2	8.15	0.81	1006	83	3.29
7	114	18.5	2	4.02	0.64	628	83	5.51
8	350	24.7	2	8.99	0.76	1183	83	3.38
9	132	18.7	3	4.22	0.89	474	97	3.59
10	220	25	3	4.62	0.82	563	97	2.56
11	180	21.8	4	6.41	1.14	562	100	3.12
12	140	20	1	3.66	0.57	642	60	4.59
13	216	22	1	5.78	0.52	1112	60	5.15
14	148	20.6	1	6	0.63	952	60	6.44
15	80	15.6	2	1.77	0.54	328	83	4.10

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระซัง 4								
1	266	25.4	3	5.1	0.63	810	96	3.04
2	190	23.5	2	5.22	0.65	803	85	4.23
3	310	27	2	9.03	0.49	1843	85	5.94
4	382	28	3	8.84	0.66	1339	96	3.51
5	242	24	2	8.02	0.68	1179	85	4.87
6	358	27	2	2.03	0.55	369	85	1.03
7	130	17.6	1	3.67	0.68	540	50	4.15
8	226	23.5	1	5.24	0.74	708	50	3.13

ตารางผนวกที่ 7 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 7

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1								
1	224	22	3	4.65	0.7	664	89	2.97
2	260	24	3	5.11	0.66	774	89	2.98
3	120	18	1	1.74	0.59	295	56	2.46
บ่อดิน 2								
1	220	21	3	4.86	0.59	824	94	3.74
บ่อดิน 3	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อดิน 4	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อปูน 1								
1	160	21	1	6.54	0.72	908	45	5.68
2	210	22	1	3.06	0.75	408	45	1.94
3	150	21	3	6.31	0.79	799	89	5.32
4	212	24	3	2.16	1.11	195	89	0.92
5	212	23.2	1	11.06	0.74	1495	45	7.05

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อปูน 2								
1	520	29	1	14.91	1.09	1368	65	2.63
2	182	20.7	2	2.21	0.81	273	78	1.50
3	190	22.5	3	9.39	0.69	1361	96	7.16
4	380	27.3	2	13.43	0.85	1580	78	4.16
5	248	23.8	1	6.77	0.68	996	65	4.01
6	230	22.7	3	4.71	0.69	683	96	2.97
7	226	23.6	3	8.24	1.01	816	96	3.61
8	160	19.5	2	4.61	0.68	678	78	4.24
บ่อปูน 3								
1	166	19.5	3	3.53	0.59	598	97	3.60
2	300	24.7	3	6.17	1.02	605	97	2.02
3	200	21.4	1	3.79	0.67	566	64	2.83
4	200	19	1	3.89	0.72	540	64	2.70
5	320	21.2	3	7.62	0.85	896	97	2.80
6	250	21	1	6.76	0.74	914	64	3.65
7	190	16.8	4	3.46	1.4	247	98	1.30
8	160	21	3	5.62	0.81	694	97	4.34

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 4								
1	310	25.4	1	10.06	0.77	1306	55	4.21
3	186	20.9	1	6.28	0.72	872	55	4.69
4	205	21.9	2	3.75	0.62	605	78	2.95
5	150	18.5	3		0.37	0		0.00
6	200	22.1	1	6.31	0.68	928	55	4.64
7	160	19.4	1	4.61	0.56	823	55	5.15
8	130	18.8	3	4.2	0.62	677	95	5.21
9	130	19.2	2	5.07	0.87	583	78	4.48
10	140	18.8	2	3.99	0.65	614	78	4.38
11	142	18	1	2.54	0.74	343	55	2.42
12	130	18.9	2	4.47	0.66	677	78	5.21
กระชัง 1								
1	119	18.5	1	4.17	0.49	851	77	7.15
2	248	25	3	7.04	0.51	1380	92	5.57
3	140	20	1	3.47	0.52	667	77	4.77
4	159	10.5	3	3.3	0.82	402	92	2.53
5	100	17	2	3.9	0.65	600	80	6.00

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
กระชัง 1								
6	111	17	3	4.07	0.54	754	92	6.79
7	126	19	2	3.98	0.54	737	80	5.85
8	152	21.2	3	3.75	0.72	521	92	3.43
9	122	17.6	3	5.13	0.65	789	92	6.47
10	116	18	1	3.81	0.47	811	77	6.99
11	122	17.7	1	2.38	0.46	517	77	4.24
12	140	19	2	2.46	0.51	482	80	3.45
กระชัง 2								
1	130	19	1	3.33	0.5	666	55	5.12
2	294	26.5	2	11.65	0.52	2240	73	7.62
3	166	20	4	9.14	0.87	1051	98	6.33
4	178	21	3	6	0.85	706	94	3.97
5	130	19	2	3.95	0.54	731	73	5.63
6	112	17	2	4.03	0.55	733	73	6.54
7	200	22	3	8.97	0.67	1339	94	6.69
8	170	20	2	4.69	0.57	823	73	4.84
9	120	18.5	1	5.7	0.5	1140	55	9.50

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 3								
1	150	17	2	3.75	0.71	528	80	3.52
2	110	19	2	2.94	0.68	432	80	3.93
3	210	23	1	6.42	0.65	988	70	4.70
4	160	21	2	5.24	0.52	1008	80	6.30
5	250	22	3	5.85	0.75	780	90	3.12
6	165	24	3	7.18	0.66	1088	90	6.59
7	190	26	3	12.67	0.85	1491	90	7.85
8	130	19	3	1.56	0.56	279	90	2.14
9	165	20	2	5.08	0.65	782	80	4.74
10	150	19	3	4.83	0.68	710	90	4.74
กระชัง 4								
1	220	23	2	5.57	0.75	743	86	3.38
2	220	24	3	11.4	0.85	1341	95	6.10
3	220	23.5	3	5.9	0.57	1035	95	4.70
4	145	20	3	3.9	0.46	848	95	5.85
5	125	18.5	1	4.38	0.41	1068	52	8.55
6	265	25	1	8.02	0.57	1407	52	5.31

ตารางผนวกที่ 8 น้ำหนักแม่ที่ไข่ (กรัม) ความยาว (เซนติเมตร) ระยะไข่ (1-5) น้ำหนักไข่ (กรัม) น้ำหนักไข่ 100 ฟอง (กรัม) จำนวนไข่ (ฟอง) อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์) และความคกไข่ (จำนวนไข่ (ฟอง) ต่อ กรัมแม่ปลา) ของการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชังแขวนลอย ในบ่อดิน ในสัปดาห์ที่ 8

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความคกไข่
บ่อดิน 1								
1	160	20	2	5.07	0.75	676	80	4.23
2	132	18.5	1	5.35	0.64	836	70	6.33
บ่อดิน 2								
1	250	23	1	5.68	0.8	710	65	2.84
2	176	21	1	3.74	0.59	634	65	3.60
บ่อดิน 3								
1	230	22.5	1	7.37	0.43	1714	68	7.45
2	160	21	2	5.32	0.57	933	86	5.83
3	168	20.5	1	4.18	0.6	697	68	4.15
4	186	22	1	3.96	0.49	808	68	4.34
5	250	25	1	5.31	0.72	738	68	2.95
บ่อดิน 4	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่	ไม่ให้ไข่
บ่อปูน 1								
1	290	24	2	5.17	0.65	795	67	2.74

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อดิน 1								
2	240	21.5	2	7.06	0.78	905	67	3.77
3	140	17	1	4.01	0.74	542	62	3.87
4	150	19	3	6.05	0.59	1025	88	6.84
5	230	21.5	3	5.41	0.55	983.64	88	4.28
บ่อปูน 2								
1	170	20	2	5.76	0.68	847	66	4.98
2	440	27.5	1	11.89	0.52	2287	55	5.20
3	300	27.05	2	3.41	0.82	416	66	1.39
4	200	21.5	2	8.49	0.71	1196	66	5.98
5	220	24	1	7.77	0.85	914	55	4.16
6	150	20	3	1.04	0.59	176	88	1.18
7	300	24	1	6.59	0.67	984	55	3.28
8	190	21.5	3	2.89	0.64	452	88	2.38
9	180	20	2	6.14	0.84	731	66	4.06
10	440	28	2	3.79	0.95	399	66	0.91
11	160	19	1	1.65	0.63	262	55	1.64
12	130	17	3	2.5	0.71	352	88	2.71

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 2								
14	200	22	2	8.42	0.84	1002	66	5.01
บ่อปูน 3								
1	280	24	3	1.26	0.98	129	89	0.46
2	270	23.5	3	6.32	0.81	780	89	2.89
3	170	19	3	4.23	0.74	572	89	3.36
4	160	19	2	4.75	0.66	720	76	4.50
5	200	24	3	10.49	0.8	1311	89	6.56
6	180	21	2	4.97	0.64	777	76	4.31
7	160	20	3	4.76	0.85	560	89	3.50
8	160	18	2	3.65	0.72	507	76	3.17
9	140	20.5	2	5.6	0.65	862	76	6.15
10	120	18	2	3.1	0.65	477	76	3.97
11	80	16	3	2.99	0.65	460	89	5.75
บ่อปูน 4								
1	110	17.5	3	4.82	0.49	984	95	8.94
2	210	19	3	2.64	1.08	244	95	1.16
3	160	18.5	3	4.77	0.59	808	95	5.05

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
บ่อปูน 4								
4	190	19	2	3.55	0.62	573	87	3.01
5	150	18	3	2.23	0.68	328	95	2.19
6	150	19.5	1	4.99	0.88	567	61	3.78
7	230	23	2	4.51	0.67	673	87	2.93
8	170	19	3	4.93	0.86	573	95	3.37
9	160	17.5	2	2.39	0.86	278	87	1.74
10	190	20.5	3	3.84	0.8	480	95	2.53
11	100	17	3	3.01	0.61	493	95	4.93
12	120	16	2	3.5	0.57	614	87	5.12
กระชัง 1								
1	218	23.5	3	0.66	0.53	125	92	0.57
2	184	22	2	5.93	0.58	1022	89	5.56
3	162	21	2	6.27	0.58	1081	89	6.67
4	170	21.5	2	4.22	0.51	827	89	4.87
5	150	21	2	4.09	0.42	974	89	6.49

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 1								
6	240	23	1	6.24	0.62	1006	66	4.19
7	122	18.5	2	5.14	0.47	1094	89	8.96
8	160	20.5	3	4.98	0.7	711	92	4.45
9	150	20	2	4.67	0.48	973	89	6.49
10	184	20	3	4.29	0.44	975	92	5.30
11	138	19	4	0.85	0.47	1094	89	8.96
12	140	18	3	3.42	0.71	482	92	3.44
13	158	18.5	1	4.43	0.7	633	66	4.01
14	140	18.5	3	4.52	0.43	1051	92	7.51
15	200	23	3	8.7	0.68	1279	92	6.40
16	148	17.6	1	2.42	0.38	637	66	4.30
17	180	19.5	3	3.35	0.25	1340	92	7.44
18	148	17	2	4.91	0.43	1142	89	7.72

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 2								
1	130	18	4	4.05	0.79	513	97	3.94
2	178	20.5	3	1.33	0.32	416	94	2.33
3	150	19	3	2.11	0.31	681	94	4.54
4	182	21	1	5.5	0.34	1618	48	8.89
5	200	22.5	1	1.99	0.2	995	48	4.98
6	158	19.5	3	2.42	0.25	968	94	6.13
7	190	19.5	2	2.13	0.22	968	87	5.10
8	240	24	4	9.68	0.7	1383	97	5.76
9	120	17.5	2	1.09	0.79	138	87	1.15
10	200	21	3	3.41	0.34	1003	94	5.01
11	176	20.5	2	2.01	0.15	1340	87	7.61
12	94	16.5	3	2.09	0.34	615	94	6.54
13	100	16.5	2	3.37	0.16	2106	87	21.06
14	210	22.5	2	3.66	0.37	989	87	4.71
15	140	17.5	2	0.69	0.4	173	87	1.23
16	130	17	1	2.4	0.49	490	48	3.77

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 3								
1	220	22	2	4.57	0.25	1828	86	8.31
2	400	25	1	7.52	0.29	2593	67	6.48
3	282	25	3	6.83	0.42	1626	94	5.77
4	318	25	3	6.85	0.64	1070	94	3.37
5	220	21.5	1	2.24	0.12	1867	67	8.48
6	218	22	2	2.34	0.39	600	86	2.75
7	384	27	1	7.02	0.37	1897	67	4.94
8	252	25	2	8.31	0.31	2681	86	10.64
9	180	20	2	4.61	0.59	781	86	4.34
10	160	20	2	3.47	0.29	1197	86	7.48
11	150	17.5	2	4.54	0.26	1746	86	11.64
กระชัง 4								
1	168	19.5	1	4.96	0.51	973	25	5.79
2	150	18	3	1.58	0.4	395	91	2.63
3	250	23	3	6.82	0.65	1049	91	4.20

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	น้ำหนักแม่ที่ไข่	ความยาว	ระยะไข่	น้ำหนักรวมไข่	น้ำหนักไข่ 100 ฟอง	จำนวนไข่ ฟอง	อัตราฟัก/100	ความดกไข่
กระชัง 4								
4	130	18	3	1.72	0.45	382	91	2.94
5	280	21	3	3.97	0.38	1045	91	3.73
6	300	24	3	3.24	0.83	390	91	1.30
7	320	24	3	7.14	0.69	1035	91	3.23
8	350	26.5	4	11.26	0.92	1224	96	3.50
9	150	20	1	3.4	0.27	1259	25	8.40
10	119	17.7	2	2.91	0.39	746	83	6.27

ตารางผนวกที่ 9 ระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล (นาโนโมลต่อเดซิลิตรหรือ nmol/dl) เทสโทสเตอโรน (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรหรือ ng/ml) และ 17 เบต้า-เอสตาได-
 ออล (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรหรือ ng/ml) ของปลานิล (*O. niloticus*, Linn) ของระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และกระชัง
 แวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ก่อนจับคู่ สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 8

ก่อนจับคู่	Cortisol (nmol/dl)			Cortisol (nmol/dl)			Testosterone (ng/ml)			17 β -Estradiol (ng/ml)		
	ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย			ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย		
	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง
1	380.07	167.49	668.35	275.05	273.98	509.02	38.81	33.77	33.77	1913.86	1648.27	400.41
2	310.77	481.62	814.82	165.08	438.08	239.71	33.77	16.41	33.77	826.28	1888.46	689.67
3	460.39	443.65	767.01	302.07	223.64	729.62	33.77	33.77	33.77	1759.55	1513.89	1296.19
4	199.36	236.73	369.66	212.97	889.82	878.66	63.78	33.77	33.77	433.14	3813.66	615.65
5	298.15	235.81	748.29	261.55	555.19	1204.13	38.81	33.77	33.77	2994.36	5953.68	941.18
6	262.33	416.59	322.13	319.41	438.32	774.11	0.13	33.77	52.26	1129.92	273.44	1482.01
7	529.65	83.66	403.65	289.53	146.23	508.73	33.77	33.77	33.77	2103.79	1567.27	1998.76
8	321.13	571.45	420.37	235.32	348.98	533.63	33.77	4.52	33.77	3871.71	4355.18	649.43

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

	Cortisol (nmol/dl)			Cortisol (nmol/dl)			Testosterone (ng/ml)			17 β -Estradiol (ng/ml)		
	ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย			ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย		
สัปดาห์ที่ 2	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง
1	3.17	125.37	1243.84	301.94	654.21	1316.47	45.37	12.05	12.61	939.86	722.16	747.26
2	272.66	458.68	1341.29	328.08	311.42	583.44	9.54	7.8	7.68	1172.47	698.41	315.22
3	621.3	435.66	973.25	837.7	555.32	361.52	34.36	6.15	13.43	1096.13	151.85	1364.48
4	256.58	396.42	894.49	648.58	254.63	1026.75	65.59	4.86	33.77	436.33	762.82	993.82
5	297.42	211.35	831.49	297.22	717.14	1285.82	60.54	2.08	10.12	404.48	643.53	370.02
6	214.39	186.76	2118.54	337.75	287.65	1286.32	45.32	8.52	1.57	714.54	2004.9	524.88
7	393.38	289.68	1393.26	333.76	170.68	1214.45	39.56	1.18	29.9	654.94	1456.1	296.22
8	3.1	444.33	1384.75	207.9	276.37	517.65	50.02	3.92	10.55	583.81	657.65	141.94

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

	Cortisol (nmol/dl)			Cortisol (nmol/dl)			Testosterone (ng/ml)			17 β -Estradiol (ng/ml)		
	ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย			ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย		
สัปดาห์ที่	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง
1	480.58	381.64	125.97	747.98	672.92	419.01	51.66	2.4	12.64	1254.32	12728.42	1423.89
2	383.31	85.4	149.92	883.81	150.26	364.35	47.07	4	10.35	1083.88	8020.05	1553.32
3	449.61	157.99	117.75	911.03	606.78	511.78	33.23	8.5	1.49	2412.95	4195.61	987.32
4	348.34	219.76	278.66	978.52	756.66	523.78	54.62	7.29	8.04	1495.49	9877.32	1523.56
5	419.94	346.75	112.77	922.35	366.43	370.61	15.63	1.31	16.67	1200.32	8883.59	1808.61
6	234.83	228.2	159.3	698.82	489.66	320.26	7.18	5.78	10	911.29	9856.71	300.88
7	561.44	262.61	150.89	436.78	990.77	405.45	40.46	4.01	6.71	1386.12	10748.56	542.32
8	76.92	455.63	304.46	363.37	547.79	303.25	41.77	6.01	1.52	1591.88	3220.28	1064.82

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

	Cortisol (nmol/dl)			Cortisol (nmol/dl)			Testosterone (ng/ml)			17 β -Estradiol (ng/ml)		
	ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย			ปลานิลตัวผู้			ปลานิลตัวเมีย		
สัปดาห์ที่ 8	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง	บ่อดิน	บ่อปูน	กระชัง
1	414.08	412.84	416.91	301.9	365.04	213.09	35.5	14.91	12.69	3356.32	1543.23	987.32
2	143.95	233.86	376.93	331.19	492.86	119.69	46.29	2.38	8.66	4195.61	1797.17	2598.36
3	164.95	243.1	207.45	410.48	147.24	323.97	8.41	7.82	6.75	1978.23	1748.98	3063.17
4	136.5	346.36	232.04	416.91	501.82	304.98	33.32	8.5	10.21	3223.32	1654.32	768.87
5	295.13	324.39	295.75	587.1	276.85	323.71	25.32	5.12	10.26	4314.34	1286.29	606.69
6	90.17	274.78	201.73	543.26	387.91	140.51	20.22	1.09	9.65	2095.19	1692.62	4147.95
7	205.93	143.58	237.47	558.58	144.73	340.2	44.19	4.48	8.38	4195.61	1685.79	1125.32
8	157.76	10.36*	289.13	482.18	128.4	172.53	40.25	3.93	8.51	3612.32	1406.28	2356.23

ตารางผนวกที่ 10 คุณภาพน้ำในระบบการเพาะพันธุ์ปลานิลในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน สัปดาห์ที่ 1-8

สัปดาห์ที่ 1										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 1500-16.00 น.			เวลา 0900 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	2.07	25.43	7	3.56	29.8	6.67	153	0.02798	1.22741	1.80000
ดิน 2	2.08	25.44	7.11	3.66	29.82	6.99	152	0.04253	1.17309	1.55556
ดิน 3	1.98	25.38	7.05	3.42	29.82	7.01	153	0.03860	0.62415	1.81250
ดิน 4	2.03	25.45	6.98	3.63	29.9	7.03	152	0.03227	0.74793	1.61538
ปูน 1	3.5	22.98	7.15	4.55	25.8	7	132	0.11686	0.58095	2.00000
ปูน 2	3.55	23.1	7.15	4.54	25.75	7.1	131	0.11817	0.68526	2.00000
ปูน 3	3.24	22.99	7.16	4.55	25.75	7.08	132	0.11829	0.59751	1.00000
ปูน 4	3.51	23.12	7.16	4.56	25.78	7.08	132	0.11793	0.59803	3.00000
กระชัง 1	2.35	26.35	7.1	5.4	30.65	7.22	137	0.01342	1.16786	1.25000
กระชัง 2	2.35	26.35	7.1	5.42	30.65	7.23	138	0.01509	1.22949	1.11111
กระชัง 3	2.36	26.35	7.1	5.41	30.65	7.22	138	0.01497	1.22479	2.42857
กระชัง 4	2.36	26.35	7.12	5.4	30.7	7.22	138	0.01521	1.17935	1.66667

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 2										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 15.00-16.00 น.			เวลา 09.00 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1.11	26.8	6.89	1.15	29.2	7.17	143	0.02511	1.18771	1.80000
ดิน 2	1.12	26.7	6.95	1.26	29.2	7.15	152	0.01247	1.75545	1.55556
ดิน 3	1.13	26.7	6.96	1.18	29.2	7.16	156	0.00949	1.30575	1.81250
ดิน 4	1.12	26.7	6.96	1.16	29.2	7.16	153	0.00710	0.85918	1.61538
ปูน 1	3.01	24.3	7.17	4.12	25.9	7.23	131	0.11757	0.70145	2.00000
ปูน 2	3.02	24.28	7.18	3.98	25.9	7.24	121	0.11829	0.71921	2.00000
ปูน 3	3.02	24.28	7.18	3.98	25.9	7.24	137	0.09407	0.60848	1.00000
ปูน 4	3.02	24.28	7.18	3.98	25.9	7.24	129	0.10516	0.70197	3.00000
กระชัง 1	2.54	28.06	7.26	7.68	31	7.87	138	0.00412	1.43580	1.25000
กระชัง 2	2.55	28.26	7.25	7.68	31	7.87	138	0.00448	1.36425	1.11111
กระชัง 3	2.55	28.06	7.25	7.68	31	7.87	142	0.00471	1.34022	2.42857
กระชัง 4	2.55	28.07	7.25	7.68	31	7.87	137	0.00388	1.37678	1.66667

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll, X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 3										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 15.00-16.00 น.			เวลา 09.00 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1.27	29.2	7.67	1.51	30.23	7.3	151	0.07391	1.48124	1.56000
ดิน 2	1.4	29.3	7.67	1.62	30.34	7.34	152	0.06138	1.58779	2.04762
ดิน 3	1.38	29.4	7.67	1.78	30.56	7.39	161	0.06890	1.55228	2.11765
ดิน 4	1.35	29.25	7.57	1.39	31.01	7.38	152	0.06269	1.32142	3.00000
ปูน 1	3	26.7	7.93	3.5	27.1	7.29	134	0.11698	0.47738	1.08333
ปูน 2	2.92	26.6	7.97	2.89	26.89	7.32	119	0.07952	0.76151	1.66667
ปูน 3	2.95	26.5	7.97	3.12	26.87	7.46	133	0.07844	0.29405	1.50000
ปูน 4	3.05	26.5	7.98	3.43	26.88	7.15	128	0.06102	0.58968	1.12500
กระชัง 1	1.44	29.8	7.6	4.07	31.95	7.89	138	0.00436	0.29353	1.16667
กระชัง 2	1.44	29.8	7.6	4.05	31.67	7.93	138	0.00388	0.31181	1.00000
กระชัง 3	1.44	29.8	7.6	4.05	31.67	7.97	142	0.00436	0.31965	9.37500
กระชัง 4	1.44	29.8	7.6	4.13	32	8.25	138	0.00424	0.32435	1.07692

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 4										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 15.00-16.00 น.			เวลา 09.00 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1	27.82	7.45	2.09	29.25	7.29	146	0.03693	0.78763	1.56000
ดิน 2	1.2	27.9	7.62	2.55	29.65	7.45	161	0.01080	0.78763	2.04762
ดิน 3	1.34	27.89	7.3	3.66	30.1	7.25	162	0.01509	0.55050	2.11765
ดิน 4	1.28	27.9	7.44	3.08	30.2	7.3	148	0.01128	1.34074	3.00000
ปูน 1	3.85	24.23	7.45	4.95	25.5	7.24	146	0.37693	0.30816	1.08333
ปูน 2	4.25	24.22	7.5	5.75	25.22	7.61	133	0.28137	0.63459	1.66667
ปูน 3	4.18	24.22	7.62	5.69	25.18	7.48	128	0.04182	1.47027	1.50000
ปูน 4	4.3	24.22	7.65	5.67	25.25	7.58	126	0.37896	0.71189	1.12500
กระชัง 1	2.79	28.5	7.68	5.5	29.8	7.45	133	0.01366	0.23504	1.16667
กระชัง 2	2.78	28.5	7.72	5.61	29.9	7.63	132	0.03728	0.26428	1.00000
กระชัง 3	2.78	28.5	7.58	5.47	30.1	7.51	132	0.01366	0.25123	9.37500
กระชัง 4	2.8	28.5	7.83	5.71	30	7.69	129	0.01283	0.18751	1.07692

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 5										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 15.00-16.00 น.			เวลา 09.00 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1	27.82	7.45	2.09	29.25	7.29	156	0.04003	1.47080	0.80000
ดิน 2	1.2	27.9	7.62	2.55	29.65	7.45	164	0.03120	1.45669	1.14286
ดิน 3	1.34	27.89	7.3	3.66	30.1	7.25	163	0.03478	1.55541	1.50000
ดิน 4	1.28	27.9	7.44	3.08	30.2	7.3	165	0.03704	1.38514	0.35000
ปูน 1	3.85	24.23	7.45	4.95	25.5	7.24	123	0.28113	0.49357	2.30000
ปูน 2	4.25	24.22	7.5	5.75	25.22	7.61	125	0.31692	0.64504	5.00000
ปูน 3	4.18	24.22	7.62	5.69	25.18	7.48	128	0.31704	0.51499	2.75000
ปูน 4	4.3	24.22	7.65	5.67	25.25	7.58	126	0.37264	0.58759	1.42857
กระชัง 1	2.79	28.5	7.68	5.5	29.8	7.45	133	0.01354	0.34158	1.15000
กระชัง 2	2.78	28.5	7.72	5.61	29.9	7.63	134	0.01915	0.35830	1.50000
กระชัง 3	2.78	28.5	7.58	5.47	30.1	7.51	134	0.01998	0.35934	2.00000
กระชัง 4	2.8	28.5	7.83	5.71	30	7.69	135	0.01307	0.33688	2.16667

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 6										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 15.00-16.00 น.			เวลา 09.00 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1.2	29.2	7.01	3.55	30.98	7.67	171	0.06377	0.00841	0.80000
ดิน 2	1.25	30	6.97	3.54	30.89	7.66	164	0.06389	0.00815	1.14286
ดิน 3	1.3	30	6.99	3.55	30.95	7.67	164	0.05709	0.00924	1.50000
ดิน 4	1.28	29.6	6.97	3.58	30.96	7.68	166	0.06138	0.00877	0.35000
ปูน 1	3.44	25.9	7.67	4.58	26.8	7.78	182	0.10755	0.00460	2.30000
ปูน 2	3.45	26	7.67	4.59	26.78	7.78	179	0.10493	0.00413	5.00000
ปูน 3	3.44	26	7.68	4.58	26.8	7.78	175	0.09049	0.00355	2.75000
ปูน 4	3.45	26	7.68	4.58	26.8	7.78	179	0.09502	0.00454	1.42857
กระชัง 1	3.05	30.1	7.68	6.97	31.55	7.97	157	0.02869	0.01854	1.15000
กระชัง 2	3.05	30.6	7.68	6.97	31.52	7.97	156	0.02953	0.01556	1.50000
กระชัง 3	3.06	30.6	7.68	6.97	30.55	7.97	157	0.02380	0.01499	2.00000
กระชัง 4	3.06	30.6	7.68	6.97	30.55	7.97	157	0.02786	0.00987	2.16667

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 7										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 1500-16.00 น.			เวลา 0900 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1	27.82	7.45	2.09	29.25	7.29	176	0.00442	0.00752	1.24000
ดิน 2	1.2	27.9	7.62	2.55	29.65	7.45	177	0.00455	0.00815	1.48780
ดิน 3	1.34	27.89	7.3	3.66	30.1	7.25	175	0.00413	0.00872	1.46875
ดิน 4	1.28	27.9	7.44	3.08	30.2	7.3	176	0.00363	0.00757	1.44444
ปูน 1	3.85	24.23	7.45	4.95	25.5	7.24	182	0.01200	0.00517	5.88889
ปูน 2	4.25	24.22	7.5	5.75	25.22	7.61	181	0.01100	0.00454	2.10000
ปูน 3	4.18	24.22	7.62	5.69	25.18	7.48	181	0.00815	0.00355	4.87500
ปูน 4	4.3	24.22	7.65	5.67	25.25	7.58	182	0.01073	0.00407	1.75000
กระชัง 1	2.79	28.5	7.68	5.5	29.8	7.45	168	0.00177	0.00956	1.42000
กระชัง 2	2.78	28.5	7.72	5.61	29.9	7.63	167	0.00176	0.00930	1.90476
กระชัง 3	2.78	28.5	7.58	5.47	30.1	7.51	166	0.00210	0.00872	1.70833
กระชัง 4	2.8	28.5	7.83	5.71	30	7.69	167	0.00167	0.00778	17.20000

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สัปดาห์ที่ 8										
	เวลา 06.00-07.00 น.			เวลา 15.00-16.00 น.			เวลา 09.00 น.			
บ่อ	DO	Temp	pH	DO	Temp	pH	Alkaline	Nitrite	NH3+	chlorophyll
ดิน 1	1.11	26.8	6.89	1.15	29.2	7.17	171	0.00419	0.01018	1.24000
ดิน 2	1.12	26.7	6.95	1.26	29.2	7.15	164	0.00308	0.00815	1.48780
ดิน 3	1.13	26.7	6.96	1.18	29.2	7.16	164	0.00264	0.00841	1.46875
ดิน 4	1.12	26.7	6.96	1.16	29.2	7.16	164	0.00266	0.00867	1.44444
ปูน 1	3.01	24.3	7.17	4.12	25.9	7.23	156	0.00260	0.00465	2.30000
ปูน 2	3.02	24.28	7.18	3.98	25.9	7.24	200	0.00933	0.00407	5.00000
ปูน 3	3.02	24.28	7.18	3.98	25.9	7.24	192	0.00993	0.00402	2.75000
ปูน 4	3.02	24.28	7.18	3.98	25.9	7.24	178	0.00881	0.00397	1.42857
กระชัง 1	2.54	28.06	7.26	7.68	31	7.87	157	0.00242	0.00966	1.15000
กระชัง 2	2.55	28.26	7.25	7.68	31	7.87	157	0.00222	0.00924	1.50000
กระชัง 3	2.55	28.06	7.25	7.68	31	7.87	156	0.00198	0.00804	2.00000
กระชัง 4	2.55	28.07	7.25	7.68	31	7.87	158	0.00226	0.00742	2.16667

หมายเหตุ ตัวอักษร DO, Temp, pH, Alkaline, Nitrite, NH3+, Chlorophyll , X และ SD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พีเอช ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ตามลำดับ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายฐาปนพันธ์ สุรจิต
เกิดวันที่	วันที่ 11 มิถุนายน 2523
สถานที่เกิด	อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	นักวิชาการประมง สถานีวิจัยประมงกำแพงแสน (พศ. 2546-2549)
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการประมง
ผลงานดีเด่น	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-