



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ปริญญญา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สาขา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ภาควิชา

เรื่อง ผลของความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุย
(*Clarias macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ต่อความเครียดและการสืบพันธุ์

Effect of Stocking Density and Water Management System in Female Broodfish Pond of
Walking Catfish (*Clarias macrocephalus*) after Synthetic Hormone Injection on Stress
and Reproduction

นามผู้วิจัย นางสาวเมธาวี รอดมงคลดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิทย์ ยืนพันธ์, D.Tech.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สงศรี มหาสวัสดิ์, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ณ นคร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุย (*Clarias macrocephalus*)
ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ต่อความเครียดและการสืบพันธุ์

Effect of Stocking Density and Water Management System in Female Broodfish Pond of
Walking Catfish (*Clarias macrocephalus*) after Synthetic Hormone Injection
on Stress and Reproduction

โดย

นางสาวเมธาวิ รอดมงคลดี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

พ.ศ. 2552

เมธาวี รอดมมงคลดี 2552: ผลของความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพัก
แม่ปลาอุกอุย (*Clarias macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ต่อความเครียด
และการสืบพันธุ์ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิทย์ ชื่นพันธ์, D.Tech.Sc. 82 หน้า

การศึกษาผลของความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุย
(*Clarias macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ต่อความเครียดและการสืบพันธุ์ โดยพัก
แม่ปลาอุกอุยที่ความหนาแน่น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ในบ่อระบบน้ำ
แบบเปิดที่มีการถ่ายเทน้ำตลอดเวลาและระบบน้ำแบบปิดที่ไม่มีการถ่ายเทน้ำ ผลการศึกษาพบว่า
ปริมาณฮอร์โมน cortisol และ 17β -estradiol ของแม่ปลา ณ ช่วงเวลาเดียวกันในทุกชุดการ
ทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น
20 ตัวต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่สูงสุด (90 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่
ปลาในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำ
แบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักสูงสุด (84.4 เปอร์เซ็นต์) และไข่ที่
ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดของทุกความหนาแน่น มีอัตราการฟักสูงกว่าไข่ที่ได้
จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ลูกปลาอุกอุย
(ระยะถุงไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำเปิด ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตาราง
เมตรมีอัตราการรอดสูงสุด (84.3 เปอร์เซ็นต์) และลูกปลาอุกอุยที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อ
ระบบน้ำแบบเปิดของทุกความหนาแน่นมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกปลาอุกอุยที่ได้จากแม่ปลาที่
พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แม่ปลา ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบ
เปิดและแบบปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตรมีอัตราการรอดสูงสุด (95 เปอร์เซ็นต์) และ
แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดต่ำสุด
(60 เปอร์เซ็นต์) และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากการศึกษา
เห็นควรแนะนำให้พักแม่ปลาอุกอุยภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ความหนาแน่น 20 ตัว
ต่อตารางเมตรในบ่อระบบน้ำแบบเปิดเหมาะสมมากที่สุดเพื่อลดการสูญเสียแม่ปลา

Methawee Rodmongkoldee 2009: Effect of Stocking Density and Water Management System in Female Broodfish Pond of Walking Catfish (*Clarias macrocephalus*) after Synthetic Hormone Injection on Stress and Reproduction. Master of Science (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Ruangvit Yoonpundh, D.Tech.Sc. 82 pages.

The effects of stocking density and water management system in female broodfish pond of walking catfish (*Clarias macrocephalus*) after synthetic hormone injection on stress and reproduction were studied. Walking catfish were stocked at 5, 10, 15 and 20 female m^{-2} in water flow - through and no water exchange system. The results of the experiments showed that the cortisol and 17β - estradiol level were not significant differences ($p>0.05$) between treatments. The percentage of spawning females was the highest (90 %) when broodfish stocked at 20 female m^{-2} in water flow - through system but no significant differences ($p>0.05$) between treatments. The hatching rate of eggs was the highest (84.4 %) when broodfish stocked at 20 female m^{-2} in water flow - through system. The hatching rate of eggs when broodfish stocked in water flow - through system was significantly higher ($p<0.05$) than no water exchange system. The yolk - absorbed fry was the highest (84.3 %) when broodfish stocked at 10 female m^{-2} in water flow - through system. The yolk - absorbed fry when broodfish stocked in water flow - through system was significantly higher ($p<0.05$) than no water exchange system. The survival rate of broodfish was the highest (95%) when broodfish stocked at 20 female m^{-2} in water flow - through and no water exchange system and the lowest (60%) when broodfish stocked at 5 female m^{-2} in water flow - through system and significantly lower than other treatments. The results of this study were demonstrated that the stocking density at 20 female m^{-2} in water flow - through system after synthetic hormone injection was suitable for reducing the mortality of broodfish.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. เรืองวิทย์ ยืนพันธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา
รศ. ส่องศรี มหาสวัสดิ์ กรรมการร่วม ดร. ประพันธ์ศักดิ์ ศิริชะทามิ ประธานการสอบ และ
ผศ. ดร. อัจฉริ เรืองเดช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จ
สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบ
ความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอบพระคุณคุณฉัตรชัย
ไทยทุ่งเงิน และคุณสุบรรณ เสงี่ยมจิตร นักวิชาการภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเจ้าหน้าที่ทุกท่าน
ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณคุณบุญสมใจ สวัสดิ์พานิช ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ พ่อแม่พันธุ์ปลา และให้
คำแนะนำต่าง ๆ

ขอขอบคุณความช่วยเหลือที่มีให้อย่างล้นเหลือทั้งร่างกายและแรงใจจากพี่ ๆ เพื่อน ๆ
น้อง ๆ และบุคลากรในภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ได้มีส่วนช่วยในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่ชาย ที่ให้ความรักและเป็นกำลังใจให้
ตลอดมา

เมธาวิ รอดมงคลดี

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	30
อุปกรณ์	30
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์	35
ผล	35
วิจารณ์	55
สรุปผลการทดลอง	59
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	61
ภาคผนวก	72
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่	36
2 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่	39
3 ระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	42
4 อัตราการฟักไข่ปลาดุกบักอุยที่ได้จากแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	44
5 อัตราการรอดของลูกปลาดุกบักอุย (ระยะงูไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	46
6 อัตราการรอดของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	48
7 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในบ่อพักแม่ปลาดุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่	51
8 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาดุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่	52
9 อุณหภูมิของน้ำในบ่อพักแม่ปลาดุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
10 ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่	54
 ตารางผนวกที่	
1 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน	73
2 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาหลังการฉีดฮอร์โมน 7 ชั่วโมง	73
3 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่	74
4 ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน	74
5 ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาหลังการฉีดฮอร์โมน 7 ชั่วโมง	75
6 ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่	75
7 จำนวนแม่ปลาอุกอุยที่วางไข่และเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
8 จำนวนไข่เริ่มต้น จำนวนไข่ที่ฟัก และอัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอุยที่ได้จากแม่ปลาอุกอุยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	76
9 จำนวนไข่ที่ฟัก จำนวนลูกปลาระยะไข่แดงยุบ และอัตราการรอดของปลาอุกบึกอุยที่ได้จากแม่ปลาอุกอุยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	77
10 จำนวนแม่ปลาอุกอุยที่รอดและอัตราการรอดของแม่ปลาอุกอุยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	77
11 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในบ่อฟักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการฟักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	78
12 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในบ่อฟักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่	78
13 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อฟักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการฟักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	79
14 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อฟักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่	79
15 อุณหภูมิของน้ำในบ่อฟักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิดที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการฟักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	80
16 อุณหภูมิ ของน้ำในบ่อฟักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
17 ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิด และปิดที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	81
18 ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิด และปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่	81

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 รูปแบบของฮอร์โมนเอสโตรเจน	9
2 โครงสร้างของฮอร์โมน cortisol	14
3 การควบคุมการหลั่ง cortisol	15
4 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังจากฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการปักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วง การวางไข่	37
5 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังจากฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการปักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วง การวางไข่	37
6 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังจากฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการปักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วง การวางไข่	40
7 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังจากฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการปักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วง การวางไข่	40
8 เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาอุกอยู่ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความ หนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	42
9 อัตราการฟักไข่ปลาอุกบักอยู่ที่ได้จากแม่ปลาอุกอยู่ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและ ปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	44
10 อัตราการรอดของลูกปลาอุกบักอยู่ (ระยะถุงไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาอุกอยู่ที่ปัก ในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
11 อัตราอดของแม่ปลาอุกอุยที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร	49
12 คุณภาพน้ำเชื้อของปลาอุกยักษ์ที่ผสมกับไข่ของแม่ปลาอุกอุยที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด	50

ผลของความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาดุกอุย

(*Clarias macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์

ต่อความเครียดและการสืบพันธุ์

Effect of Stocking Density and Water Management System in Female Broodfish

Pond of Walking Catfish (*Clarias macrocephalus*) after Synthetic Hormone

Injection on Stress and Reproduction

คำนำ

ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) เป็นปลาน้ำจืดพื้นบ้านที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นปลาที่ประชาชนนิยมบริโภคเนื่องจากเนื้อีคุณภาพและรสชาติดี อย่างไรก็ตามผลผลิตปลาดุกเกือบทั้งหมดเป็นปลาดุกลูกผสม หรือบักอูย ที่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างแม่พันธุ์ปลาดุกอุยกับพ่อพันธุ์ปลาดุกยักษ์ (*Clarias gariepinus*) เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว มีความต้านทานโรค และเนื้อีรสชาติใกล้เคียงกับปลาดุกอุย ในปี พ.ศ. 2549 มีผลผลิตปลาดุกที่ผลิตได้จากการเพาะเลี้ยงสูงถึงกว่า 146,500 ตัน (กรมประมง, 2549) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มปริมาณผลผลิตอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการปริมาณแม่พันธุ์ปลาดุกอุยสูงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

ในการเพาะพันธุ์ปลาดุกลูกผสมจะใช้วิธีฉีดฮอร์โมนกระตุ้นแม่ปลาดุกอุยให้ตกไข่เพื่อรีดไข่ผสมเทียมกับน้ำเชื้อซึ่งได้จากการเก็บถุงอันทะจากพ่อปลาดุกยักษ์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำฮอร์โมนสังเคราะห์ (LHRHa) ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ (Domperidone) ฉีดเพียงเข็มเดียวทำให้แม่ปลาดุกอุยตกไข่และสามารถรีดไข่เพื่อผสมเทียมได้ภายหลังการฉีดภายใน 14 - 16 ชั่วโมง (อุทัยรัตน์, 2540) อย่างไรก็ตาม ในช่วงเวลาที่พักแม่ปลาเพื่อรอการตกไข่พบว่าเกษตรกรมีวิธีปฏิบัติต่อแม่ปลาที่ไม่ถูกต้อง กล่าวคือ จะนิยมพักแม่ปลาในสภาพที่หนาแน่นและมีน้ำน้อยมาก ทั้งนี้ด้วยเหตุผลเพื่อป้องกันการทำร้ายกันเองของแม่ปลา อย่างไรก็ตาม ยังคงพบว่า แม่ปลามีบาดแผลและบอบช้ำง่าย เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แม่ปลาตายภายหลังการรีดไข่ ทำให้เกิดความสูญเสียต้นทุนแม่พันธุ์ปลาที่ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มศักยภาพ นอกจากนี้ยังพบเมือกเกิดขึ้นเป็นปริมาณมากในน้ำที่ใช้พักแม่ปลา จากสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้ได้แสดงให้เห็นว่า การพักแม่ปลาภายหลังการฉีดฮอร์โมนในสภาพที่ไม่เหมาะสมทำให้แม่ปลาอยู่ในสภาวะที่มีความเครียดสูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ

ต่อกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ คุณภาพของเซลล์สืบพันธุ์ และการสืบพันธุ์ได้ในท้ายที่สุด จาก รายงานการศึกษาต่าง ๆ พบว่าสถานะที่ทำให้ปลาเกิดความเครียดจากการรบกวน เช่น การกักขังอยู่ รวมกันอย่างหนาแน่น การรวบรวมในระหว่างการจับ จะทำให้ปลาเกิดการตอบสนองต่อ ความเครียด โดยการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) ในกระแสเลือด (Wendelaar Bonga, 1997; Barton, 2002) โดยทั่วไป การตอบสนองต่อความเครียดจะสามารถ ตอบสนองในระยะเวลาอันสั้น ส่วนการตอบสนองต่อความเครียดในระยะยาวจะตอบสนองได้ยาก กว่าและอาจนำไปสู่ผลเสียอย่างมาก เช่น ต่อการเจริญเติบโต (McCormick *et al.*, 1998; Procarione *et al.*, 1999) การลดความต้านทานต่อโรค (Maule *et al.*, 1989; Davis *et al.*, 2002) หรือตายในที่สุด (Noga *et al.*, 1994) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเครียดทำให้เกิดการยับยั้งกระบวนการสืบพันธุ์ โดยการ ลดระดับฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน (gonadotropin) ในต่อมใต้สมองและในพลาสมา (Carragher *et al.*, 1989) การลดระดับฮอร์โมนสเตอรอยด์ (steroid hormone) ที่สร้างจากรังไข่ (Kubokawa *et al.*, 1999) มีผลให้ขนาดของไข่เล็กลงและส่งผลต่อคุณภาพของตัวอ่อนในท้ายที่สุด (Campbell *et al.*, 1992, 1994) เป็นต้น

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมในการฟักแม่พันธุ์ปลาอุก อยู่ในที่กักขังภายหลังการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่ โดยเน้นผลกระทบของความเครียดและ ความสามารถในการสืบพันธุ์ ซึ่งศึกษาจากตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง เช่น ระดับฮอร์โมน cortisol และ 17β - estradiol รวมถึงศึกษาสภาพในการสืบพันธุ์ เช่น ระยะเวลาในการวางไข่ เพอร์เซ็นต์การวางไข่ ของแม่ปลา อัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกปลา ตลอดจนอัตราการสูญเสียแม่ปลาภายหลังการ ริดไข่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ต่อความเครียดและการสืบพันธุ์
2. เพื่อศึกษาระยะเวลา เพอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาอุกอยู่ อัตราการฟัก และอัตราการรอดของลูกปลาอุกบักอยู่ ที่ได้จากแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำแตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาอัตราการตายและการฟื้นฟูสภาพของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำแตกต่างกัน

การตรวจเอกสาร

ปลาดุกอุย

ชีววิทยาและการแพร่กระจายของปลาดุกอุย

ปลาดุกอุยมีการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน (Nelson, 1994) ดังนี้

Phylum Chordata

Class Actinopterygii

Order Cypriniformes

Family Clariidae

Genus *Clarias*

Species *macrocephalus*

ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus* Gunther) เป็นปลาน้ำจืดที่อยู่ในครอบครัว Clariidae ลักษณะโดยทั่วไปเป็นปลาไม่มีเกล็ด ตัวยาวเรียว ส่วนหัวแบนลง มีแผ่นกระดูกบาง ๆ ต่อกันเป็นชิ้น ๆ ปกคลุมทั้งด้านบนและด้านล่าง ปลากระดูกกะโหลกศีรษะ (occipital process) โค้งมน ภายในกะโหลกศีรษะมีอวัยวะช่วยในการหายใจเรียกว่า aborescent organ หรือ dendrite มีลักษณะคล้ายพุ่มไม้ ซึ่งช่วยให้ปลาดุกมีความอดทนสามารถอยู่ในสภาพที่ไม่มีน้ำได้นาน ครีบหลังยาวเกือบตลอดส่วนหลัง ไม่มีกระดูก ครีบท้องยาวเกือบถึงโคนหาง ครีบหางกลมมน ตามีขนาดเล็ก มีขนาด 4 คู่ซึ่งสามารถรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ดี (กรมประมง, 2549) ปลาดุกอุยพบได้ทั่วไปในประเทศเขตร้อนแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ พม่า ลาว กัมพูชา ไทย เวียดนาม และอินโดนีเซีย ในประเทศไทยพบปลาดุกอุยอาศัยตามลำคลอง หนอง บึง ทุ่งนา ร่องคู ที่มีน้ำจืด แต่บางครั้งจะพบปลาดุกอุยในบริเวณที่มีน้ำกร่อยเล็กน้อย เช่น แถบจังหวัดสมุทรปราการ และฉะเชิงเทรา ทั้งนี้เพราะเป็นปลาที่สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี (มานพ และคณะ, 2533)

ความแตกต่างระหว่างเพศและฤดูวางไข่

ปลาคูกอุยจะเจริญพันธุ์เมื่อมีอายุประมาณ 7 เดือนขึ้นไป ความแตกต่างระหว่างเพศจะสังเกตเห็นได้จากลักษณะของดึ่งเพศ ซึ่งเป็นทางออกของไข่และน้ำเชื้อ อยู่ถัดจากทวารหนักลงมา ปลาเพศเมียจะมีดึ่งเพศรูปร่างรีรูปไข่ ปลายมน ส่วนปลาเพศผู้มีดึ่งเพศยาวเรียวปลายแหลม ฤดูวางไข่ของปลาคูกอุยจะอยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งเมื่อถึงฤดูวางไข่ปลาเพศเมียจะมีท้องอูมพอง ส่วนปลาเพศผู้จะมีลำตัวยาวเรียวเห็นได้ชัด (อุทัยรัตน์, 2538)

สนธิ (2504) รายงานว่า ปลาคูกอุยจะวางไข่มากในฤดูที่ฝนตกชุกประมาณเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน บางครั้งพบปลาคูกอุยวางไข่ถึงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูวางไข่ บางครั้งปลาคูกอุยจะเริ่มวางไข่ตั้งแต่เดือนมีนาคมและเมษายน ซึ่งเป็นระยะที่มีฝนตกก่อนฤดู จะเห็นได้ว่าปลาคูกอุยวางไข่ได้เกือบตลอดปี

ลักษณะของไข่ปลาคูกอุย

ไข่ของปลาคูกอุยมีลักษณะเป็นไข่จมติดกับวัสดุ ไข่สีน้ำตาลอมแดง มีลักษณะเป็นเม็ดกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.2 - 1.6 มิลลิเมตร สำหรับความคงไข่ขึ้นกับขนาด ความสมบูรณ์ของแม่ปลา สำหรับแม่ปลาที่มีน้ำหนัก 300 - 800 กรัม จะวางไข่ได้ครั้งละประมาณ 5,000 - 7,000 ฟอง ไข่จะฟักเป็นตัวภายในเวลา 20 - 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของน้ำ 25 - 32 องศาเซลเซียส

การเพาะและอนุบาลปลาคูกอุย

จากความรู้ที่ว่า LH - RH (Lutinizng Hormone - Releasing Hormone) เป็นฮอร์โมนที่สมองส่วน hypothalamus สร้างขึ้น เพื่อควบคุมการสร้างและการปล่อย gonadotropin จากต่อมใต้สมองเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อควบคุมการวางไข่สืบพันธุ์ของปลา นักวิทยาศาสตร์จึงมีความสนใจที่จะนำ LH - RH นี้มาใช้ในการกระตุ้นการตกไข่ของปลา โดยกระตุ้นให้ปลาสร้าง gonadotropin เพิ่มขึ้นโดยตัวของมันเอง ซึ่งคาดว่าจะได้ผลดีกว่าการใช้ gonadotropin จากแหล่งอื่นฉีดเข้าไปโดยตรง จากการศึกษาพบว่า LH-RH สามารถกระตุ้นการตกไข่ในปลาทอง (Lam *et al.*, 1975) ปลา plaice, *Limanda yokohamae* และปลา *Acanthogobius flavimanus* (Aida *et al.*, 1978) และจากการศึกษาต่อมาจึงพบว่า LH-RH analogue ให้ผลการทดลองดีกว่า LH-RH โดยใช้ในอัตราที่ต่ำกว่า

มาก นักวิทยาศาสตร์จึงนำ LH - RH analogue มาทดลองใช้กันอย่างกว้างขวางและพบว่าได้ผลดีในปลาหลายชนิด รวมถึงในปลาคูอุย (อุทัยรัตน์, ม.ป.ป.)

การผสมเทียม

การเพาะพันธุ์ปลาคูอุยนิยมใช้การฉีดฮอร์โมนผสมเทียม เริ่มจากการคัดแม่ปลาคูอุยที่มีความสมบูรณ์เพศมาฉีดฮอร์โมนกระตุ้น โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ (Suprefact) ฉีดเร่งแม่ปลาคูอุยเพียงครั้งเดียวที่ความเข้มข้น 20 - 30 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแม่ปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับการใช้ยาเสริมฤทธิ์โดมเพอริโดน (Domperidone) 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่ปลา 1 กิโลกรัม หลังจากฉีดฮอร์โมนเป็นเวลาประมาณ 14 - 16 ชั่วโมง สามารถรีดไข่ผสมน้ำเชื้อได้ ส่วนในปลาเพศผู้จะกระตุ้นให้พ่อพันธุ์มีน้ำเชื้อมากขึ้นโดยฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 5 ไมโครกรัมต่อพ่อปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับโดมเพอริโดน 5 มิลลิกรัมต่อพ่อปลา 1 กิโลกรัม ก่อนผ่าถุงน้ำเชื้อประมาณ 10 ชั่วโมง (อุทัยรัตน์, 2540)

ไข่ปลาที่ฉีดจะไหลออกจากช่องเพศของปลาเพศเมียได้ง่าย ไข่แต่ละเม็ดจะแยกออกจากกัน ไม่ติดเป็นกระจุก ไข่ที่รีดได้จะเป็นสีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลเข้ม และควรรีดไข่ออกจากแม่ปลาได้ไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จึงจะเป็นไข่ที่ดีและจะต้องไม่มีเลือดหรือของเหลวชนิดอื่นเจือปน เมื่อได้ไข่ปลามากพอแล้ว (ส่วนใหญ่จะรีดไข่จากแม่ปลาหลาย ๆ แม่มารวมกัน) นำไข่ไปผสมกับน้ำเชื้อเพศผู้ ซึ่งเกาะเอาถุงน้ำเชื้อมาจากช่องท้องของปลาเพศผู้ นำมาวางบนผ้ามุ้งเขียวแล้ว ขยี้ในน้ำที่เตรียมไว้คั้นเอาน้ำเชื้อออกมาผสมกับไข่ คนไข่กับน้ำเชื้อคลุกเคล้ากันให้ทั่วเสร็จแล้วเติมน้ำและล้างให้สะอาด 2 - 3 ครั้ง จึงนำไข่ไปฟัก

การฟักไข่

นำไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วไปฟัก โดยโรยไข่บนผ้ามุ้งเขียวเบอร์ 20 ที่จึงตั้งที่ระดับต่ำกว่าผิวน้ำประมาณ 5-10 เซนติเมตร ระดับน้ำบ่อควรลึกประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร โดยโรยไข่ให้กระจายติดตาข่ายอย่างสม่ำเสมอ เปิดน้ำไหลผ่านตลอดเวลาและควรมีเครื่องเพิ่มอากาศใส่ไว้ในบ่อกไข่ปลาด้วย ไข่ที่ได้รับการผสมจะพัฒนาและฟักเป็นตัวภายใน 21 - 26 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส โดยลูกปลาที่ฟักออกเป็นตัวจะหลุดลอกจากของมุ้งเขียวลงสู่พื้น

กันบ่อด้านล่าง หลังจากปลูกปลาหลุดลอยลงสู่พื้นกันบ่อหมดแล้วจึงย้ายผ้ามุ้งเขียวที่ใช้ฟักไข่ออกจากบ่อฟัก ปลูกปลาจะค่อย ๆ พัฒนาเจริญขึ้นตามลำดับ

การอนุบาลลูกปลา

การอนุบาลลูกปลาคูในบ่อซีเมนต์ สามารถดูแลรักษาได้ง่าย ขนาดของบ่อซีเมนต์ควรมีขนาดประมาณ 2 - 5 ตารางเมตร ระดับความลึกของน้ำที่ใช้อนุบาลลึกประมาณ 15 - 30 เซนติเมตร การอนุบาลลูกปลาคูที่มีขนาดเล็ก (อายุ 3 วัน) ระยะแรกควรใส่น้ำในบ่ออนุบาลลึกประมาณ 10 - 15 เซนติเมตร เมื่อลูกปลามีขนาดใหญ่ขึ้นจึงค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้น การอนุบาลให้ลูกปลาคูมีขนาด 2 - 3 เซนติเมตรจะใช้เวลาประมาณ 10 - 14 วัน น้ำที่ใช้ในการอนุบาลจะต้องเปลี่ยนถ่ายทุกวัน เพื่อเร่งให้ลูกปลาคูกินอาหารและมีการเจริญเติบโต อีกทั้งเป็นการป้องกันการเน่าเสียของน้ำด้วย การอนุบาลลูกปลาคูจะปล่อยในอัตรา 3,000 - 5,000 ตัวต่อตารางเมตร อาหารที่ใช้คือไรแดงเป็นหลัก ในบางครั้งอาจให้อาหารเสริมบ้าง เช่น ไข่ตุ๋นบดละเอียด เต้าหู้บดละเอียด หรืออาจให้อาหารเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งหากให้อาหารเสริมจะต้องระวังเกี่ยวกับการย่อยของลูกปลาและการเน่าเสียของน้ำในบ่ออนุบาลให้ดีด้วย

การอนุบาลลูกปลาคูในบ่อดิน บ่อดินที่ใช้อนุบาลลูกปลาคูควรมีขนาด 200 - 800 ตารางเมตร บ่อดินที่จะใช้อนุบาลจะต้องมีการกำจัดศัตรูของลูกปลาก่อน และพื้นกันบ่อควรเรียบ สะอาด ปราศจากพืชพรรณไม้น้ำต่าง ๆ ควรมีร่องขนาดกว้างประมาณ 0.5 - 1 เมตร ยาวจากหัวบ่อจรดท้ายบ่อ และลึกจากระดับ พื้นกันบ่อประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการรวบรวมลูกปลา และตรงปลายร่องควรมีแอ่งลึก มีพื้นที่ประมาณ 2 - 4 ตารางเมตร เพื่อเป็นแหล่งรวบรวม ลูกปลา การอนุบาลลูกปลาคูในบ่อจะต้องเตรียมอาหารสำหรับลูกปลา โดยการเพาะไรแดงไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นอาหารให้แก่ลูกปลาก่อนที่จะปล่อย การอนุบาลในบ่อดินจะปล่อยลูกปลาคูในอัตรา 300 - 500 ตัวต่อตารางเมตร การอนุบาลลูกปลาให้เติบโตได้ขนาด 3 - 4 เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ 14 วัน แต่การอนุบาลลูกปลาคูในบ่อดินสามารถควบคุมอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดได้ยากกว่าการอนุบาลในบ่อซีเมนต์

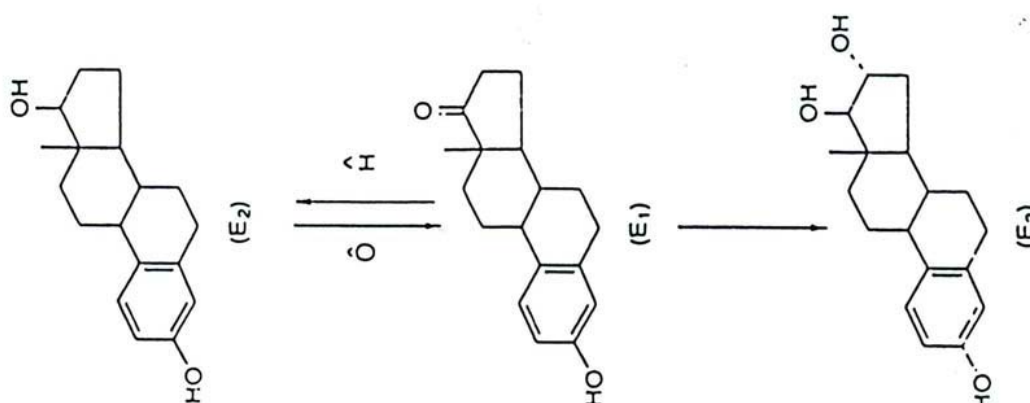
การควบคุมระบบสืบพันธุ์ของปลา

โดยทั่วไประบบสืบพันธุ์ของปลาถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนเพศ คือ เอสโตรเจน (E_2) และ เทสโทสเตอโรน (T) โดยฮอร์โมนทั้งสองนี้จะควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ความพร้อมในการสืบพันธุ์ของปลา ในปลา *Oreochromis aureus* E_2 จะควบคุมการสังเคราะห์ vitellogenin ในตับ (Katz and Eckstein, 1974) ในปลา trout, ปลา carp (*Cyprinus carpio*), ปลาทอง จะมีระดับ เอสโตรเจนที่สูงเมื่อรังไข่มีการพัฒนา (Santos *et al.*, 1986) ระดับของเอสโตรเจนจะต่ำลงในช่วง endogenous vitellogenesis คือช่วงการสร้างโวล์เวสลิเกล ภายใน oocyte ระยะนี้ zona radiata ยังเจริญไม่เต็มที่ แต่เมื่อสร้าง yolk vesicle เสร็จ zona radiata จะเจริญเต็มที่ มีลักษณะลาย ชั้น theca และ granulosa เจริญเต็มที่ และเริ่มตอบสนอง gonadotropin (GtH) โดยสร้างฮอร์โมนเพศเมีย ซึ่งก็คือ เอสโตรเจน และเอสโตรเจนจะสูงขึ้นในช่วง exogenous vitellogenesis คือช่วงที่ฮอร์โมน เอสโตรเจนจะถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดไปกระตุ้นให้ตับสร้าง vitellogenin ซึ่งสารนี้จะเข้าสู่กระแสเลือด จากนั้น oocyte จะรับสารนี้และเปลี่ยนเป็น yolk granule เข้าสะสมเป็น oocyte และระดับเอสโตรเจนจะมากขึ้นอีกในช่วงสัปดาห์ก่อนวางไข่ ขณะที่ไข่กำลังเจริญในช่วงสุดท้ายระดับของ GtH และ E_2 จะเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อเริ่มมีการตกไข่ ระดับของ E_2 จะลดลง negative feedback ของ E_2 ในปลาเหมือนกับพบในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงทั่วไป (Whitehead *et al.*, 1978) ระดับของ E_2 จะเพิ่มขึ้นและมากที่สุดระหว่างช่วงสร้างและสะสมโวล์ก แต่จะน้อยลงเมื่อเข้าสู่ระยะวางไข่ (Lambert *et al.*, 1978; Scott *et al.*, 1983; Nagahama, 1983; Kagawa *et al.*, 1982; Ueda *et al.*, 1983) ระดับของ progesterone และ T จะมีระดับต่ำในช่วงสร้างและสะสมโวล์ก และจะสูงขึ้นเมื่อไข่เจริญและกำลังจะตกไข่ (Kobayashi *et al.*, 1986; Kobayashi *et al.*, 1988; Kobayashi *et al.*, 1989) ในส่วนของ ระดับ E_2 จะเป็นตัวบ่งบอกได้ว่าอัตราการปฏิสนธิจะมากหรือน้อย ซึ่งจะแปรตามกับระดับของ E_2

ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับฮอร์โมนเอสโตรเจน

ฮอร์โมนเอสโตรเจนเป็นฮอร์โมนเพศที่สามารถกระตุ้นให้เกิด estrus ได้ในสัตว์เลือดอุ่น เอสโตรเจนในปลาและในสัตว์อื่นจะสร้างจากรังไข่และถุงไข่ ในสัตว์เลือดอุ่นยังสร้างได้จากต่อมหมวกไต คอร์ปัสลูเทียม และรก (วารุณี, 2540) จะมีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น cyclopentanoperhydro - phrenanthrene มี phenolic A - ring และมี - OH ที่มีคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของ A - ring ทำให้สามารถละลายได้ใน Alkaline solution เอสโตรเจนที่หลั่งออกมาในธรรมชาติมี

อย่างน้อย 6 ชนิด แต่ชนิดที่มีมากพอที่จะทำหน้าที่ได้มีเพียง 3 ชนิด คือ β - estradiol (E_2), estronet (E_1) และ estriol (E_3) โดยฮอร์โมนที่ได้มานี้จะได้จากปฏิกิริยาที่เกิดจาก pregnenolone ที่ถูกสร้างขึ้นในรังไข่ มีการเปลี่ยนแปลงเป็น 2 แนวทาง แนวทางแรก คือ เปลี่ยนจาก pregnenolone เป็น dehydroepiandrosterone (DHA) DHA เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาโดยปฏิกิริยา dehydrogenation และ isomerization เป็น androstenedione โดยปฏิกิริยา aromatization จะได้เอสโตรน อีกแนวทางหนึ่ง โดยปฏิกิริยา dehydrogenation และ isomerization ได้ progesterone ก่อน progesterone ถูก hydroxylation ได้ hydroxyprogesterone ก่อนจะถูกเปลี่ยนโดยเอนไซม์ desmolase เป็น androstenedione เปลี่ยนไปเป็น testosterone ซึ่งเมื่อถูก aromatization จะได้ estradiol



ภาพที่ 1 รูปแบบของฮอร์โมนเอสโตรเจน

ที่มา: ถนอมศรี (2536)

เอสโตรเจนประมาณ 2 ใน 3 ส่วนที่พบในเลือดจะจับอยู่กับโปรตีน เอสโตรเจนจะถูกออกซิไดซ์ และเปลี่ยนเป็นสาร glucuronide และพวก sulfate ขับออกทางปัสสาวะ เอสโตรเจนจะมีผลในการสะสมจำนวนโปรตีนในร่างกาย ทำให้ร่างกายเติบโตขึ้นอย่างมาก มีการสะสมในโตรเจน และการสะสมไขมัน (ขรรยง, 2538)

ในสัตว์บกเอสโตรเจนในปริมาณที่มากจะไปมีผลต่อการยับยั้งการหลั่ง FSH ซึ่ง FSH นี้จะเป็นตัวกระตุ้น follicle ให้ใหญ่ขึ้น และเจริญเติบโตโดยมีจำนวนเซลล์ granulosa เพิ่มมากขึ้น และหลังเอสตราไดออลเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าขาด FSH จะทำให้ follicle เสื่อมไป และในทางบวกปริมาณเอสโตรเจนที่มากจะมีผลทำให้มีการหลั่ง LH มากขึ้น ซึ่ง LH จะกระตุ้น theca ให้สร้างและหลั่ง

แอนโดรเจนเพื่อใช้เป็น substrate สำหรับสร้างเอสตราไดออล โดยเซลล์ granulosa การออกฤทธิ์ของฮอร์โมนจะออกฤทธิ์ผ่านทางระบบปฏิกิริยาย้อนกลับของนิวโรเอนโดคริน ระบบการทำงานของ hypothalamus pituitary ovarian axis โดยมีการยับยั้งการสังเคราะห์ของ gonadotropin และอาจรบกวนการหลั่งของ GnRH ที่ hypothalamus เป็นผลให้มีระดับ FSH และ LH ลดลง ทำให้ไม่มีการกระตุ้นการเจริญเติบโตของ follicle ไม่มีการตกไข่ (ถนอมศรี, 2536) ในปลาไม่มีฮอร์โมน FSH และ LH แต่มี maturational hormone (GtH II) ที่ทำหน้าที่คล้ายกับ LH ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เพราะมีหน้าที่ในการกระตุ้นการสุกของไข่ และการสร้างสเตอรอยด์เช่นเดียวกัน และฮอร์โมน vitellogenic hormone (GtH I) ในปลามีคุณสมบัติแตกต่างจาก FSH ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างชัดเจน ซึ่ง vitellogenic hormone ในปลาทำหน้าที่ในการกระตุ้นกระบวนการ vitellogenesis (อุทัยรัตน์, 2538)

การทำงานของระบบสืบพันธุ์ของปลา

การทำงานของระบบสืบพันธุ์ของปลาจะขึ้นอยู่กับสิ่งกระตุ้นที่มีทั้งภายในและภายนอก โดยสิ่งกระตุ้นเหล่านี้จะกระตุ้นไปที่ sensory structures เมื่อ sensory structures ถูกกระตุ้นจะส่งสัญญาณไปที่สมอง สมองจะส่งฮอร์โมนที่มีชื่อว่า neurohormones ไปที่สมองส่วนท้ายคือ hypothalamus ซึ่งฮอร์โมนตัวนี้จะส่งผลทั้งในด้านของการกระตุ้นและการยับยั้ง hypothalamus จะสร้าง GnRH ซึ่งมีผลในการกระตุ้นให้ pituitary ทำงาน และสร้าง dopamine ซึ่งมีผลในการยับยั้งการทำงานของ pituitary โดย pituitary หยุดการสร้างฮอร์โมน GtHI และ GtHII นอกจากนี้ยังมีการสร้างฮอร์โมนที่มาจาก pituitary อื่น ๆ อีก ซึ่ง GtHI และ GtHII จะส่งผลกระตุ้นให้ gonad คือ testis และ ovary สร้างฮอร์โมนเพศ (sex steroid) ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาของ sperm และ ovary นอกจากนี้ฮอร์โมนที่ผลิตได้จาก gonad จะส่งผลย้อนกลับทั้งในทางยับยั้งและการกระตุ้น ต่อ pituitary ต่อ hypothalamus และสมอง นอกจากนี้ฮอร์โมนเพศเองยังมีผลย้อนกลับต่อ testis และ ovary ทั้งในทางยับยั้งและการกระตุ้นด้วยเช่นกัน (อุทัยรัตน์, 2538)

การพัฒนาการสร้างไข่ปลา

วีรพงศ์ (2536) กล่าวว่า ปลาแต่ละชนิดมีระยะเวลาในการพัฒนาการสร้างไข่แตกต่างกัน แต่ขั้นตอนการพัฒนาการสร้างไข่จะเหมือนกัน โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ การเพิ่มจำนวน

ของโอโอโกเนีย (oogonia) โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) จากนั้นก็จะมีการสะสมไข่ (vitellogenesis) ซึ่งเป็นขั้นตอนในการสร้างและสะสมอาหารสำรองแก่ลูกปลา เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้แล้วไข่ก็จะสุก และจะพิกจนกว่าสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงจะวางไข่ ขบวนการสร้างและสะสมไข่จะถูกควบคุมโดยฮอร์โมน gonadotropin จากต่อมใต้สมอง และขั้นสุดท้ายคือการเจริญขั้นสุดท้ายของโอโอไซต์ (oocyte maturation) ในช่วงนี้จะแก่เต็มที่พร้อมที่จะผสมกับสเปิร์ม และเช่นเดียวกันขั้นตอนนี้จะถูกควบคุมโดยฮอร์โมน gonadotropin

การควบคุมระบบสืบพันธุ์ของปลาเทศเมีย

นักวิทยาศาสตร์พยายามค้นหาคำตอบว่า สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการสืบพันธุ์ของปลา และพบว่า ระบบประสาทร่วมกับระบบต่อมใต้สมองมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ของปลา เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้นหรือน้ำมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเหมาะสม ฯลฯ ระบบประสาทโดยอวัยวะรับสัมผัส (sensory organ) จะรับรู้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและส่งสัญญาณไปยังสมอง และถูกส่งต่อไปยังสมองส่วน hypothalamus ซึ่งจะตอบสนองโดยสร้างรีลีสซิงฮอร์โมน (releasing hormone) แล้วปล่อยไปกระตุ้นการทำงานของต่อมใต้สมอง ซึ่งจะสร้างฮอร์โมน gonadotropin และจะถูกปล่อยไปตามกระแสเลือด ไปออกฤทธิ์ยังรังไข่หรืออวัยวะสืบพันธุ์ ฮอร์โมนนี้จะกระตุ้นให้รังไข่หรืออวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ จะควบคุมการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และควบคุมการแสดงออกของลักษณะเพศภายนอก ตลอดจนพฤติกรรมในการสืบพันธุ์ด้วย (อุทัยรัตน์, 2538)

ต่อมใต้สมอง (pituitary gland)

มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยตรง โดยการสร้างฮอร์โมนที่ออกฤทธิ์โดยตรงต่ออวัยวะสืบพันธุ์ภายใน (gonad) ฮอร์โมนนี้คือ gonadotropin มีคุณสมบัติเป็นไกลโคโปรตีนฮอร์โมน (glycoprotein hormone) ต่อมใต้สมองสร้างขึ้นและปล่อยออกสู่กระแสเลือดไปควบคุมการทำงานของรังไข่และอวัยวะสืบพันธุ์ gonadotropin ของปลาประกอบด้วยฮอร์โมน 2 ชนิด คือ maturational hormone ซึ่งจะกระตุ้นการเจริญระยะหลังของไข่ และ vitellogenic hormone จะกระตุ้นการสร้างและสะสมไข่ (vitellogenesis)

การสร้างสเตอรอยด์ในรังไข่

เกิดขึ้นในชั้นของ follicle โดยการทำงานร่วมกันของ spacial theca และ granulosa สเตอรอยด์ที่สร้างในรังไข่ ได้แก่ 17β - estradiol และ maturational steroid ในระยะที่โอโอไซด์กำลังอยู่ในระยะสะสมโวลล์ follicle จะสร้าง 17β - estradiol เพื่อกระตุ้นให้ตับสร้าง vitellogenin ซึ่งโอโอไซด์จะรับสารดังกล่าวเข้าสู่เซลล์เพื่อเปลี่ยนเป็นโวลล์ และในระยะของการเจริญขั้นสุดท้าย ระยะนี้ follicle จะสร้าง maturational steroid เพื่อกระตุ้นการเจริญขั้นสุดท้ายของไข่ ภายหลังการตกไข่ (ovulation) follicle ที่ว่างเปล่าจะยังมีการสร้างสเตอรอยด์ไปอีกระยะหนึ่ง โดย spacial theca cell จะสร้างสเตอรอยด์โปรเจสเตอโรนและเทสโทสเตอโรนเล็กน้อย ซึ่งมีส่วนในการรักษาสภาพของไข่ หรืออาจมีอิทธิพลต่อการวางไข่ (อุทัยรัตน์, 2538)

ภาณุและคณะ (2539) ได้ศึกษาบทบาทของฮอร์โมนต่อการพัฒนาของรังไข่และการตกไข่ โดยทดลองในปลาคุกอย ฮอร์โมนที่ศึกษาได้แก่ 17β - estradiol และ 17α , 20β - dihydroxy - 4 - pregnen - 3 - one ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่พบในปริมาณสูงในปลาเพศเมียขณะที่ปลากำลังมีการพัฒนาของรังไข่และการตกไข่ แต่มีบทบาทแตกต่างกัน พบว่า 17β - estradiol ควบคุมการสุกของไข่ หรือเหนี่ยวนำให้รังไข่พัฒนาสู่ระยะสุดท้ายและเกิดการตกไข่ ส่วน 17β - estradiol และ 17α , 20β - dihydroxy - 4 - pregnen - 3 - one มีบทบาทในการรักษาสภาพไข่และเหนี่ยวนำให้เกิดการตกไข่

การตกไข่ (ovulation)

การตกไข่ของปลาเป็นการทำให้ไข่หลุดออกมาในช่องว่างรังไข่ เมื่อระดับของฮอร์โมน gonadotropin มากพอ (วีรพงศ์, 2536)

การตกไข่เริ่มจาก follicle cell เริ่มแยกตัวออกจากไข่แดง และ follicle จะบีบตัวทำให้ไข่หลุดออกมาอยู่ในช่องว่างรังไข่ กลไกดังกล่าวถูกควบคุมโดยการทำงานร่วมกันของ prostaglandin และชั้นกล้ามเนื้อเรียบของ theca cell ซึ่งจะไปมีผลทำให้ไข่หลุดออกมา นฤพล (2538) รายงานว่ากลไกที่ควบคุมการสุกของไข่และการตกไข่ของปลาพบว่า 17α , 20β - dihydroxy progesterone (17 , $20P$) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกระตุ้นให้ไข่สุกที่ความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ แต่ไม่สามารถทำให้เกิดการตกไข่ได้ ถ้าไม่ได้ฉีดกระตุ้นแม่ปลาด้วยต่อมใต้สมอง (prostaglandin) หรือ gonadotropin

ความเครียดในปลา

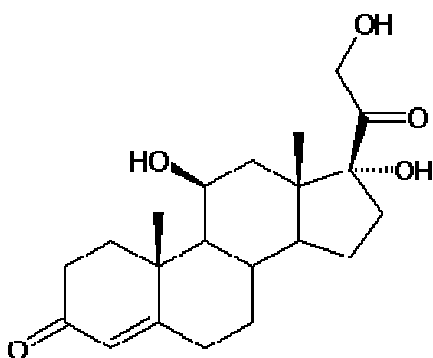
ความเครียดที่เกิดขึ้นในปลากระดูกแข็งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน cortisol โดยตรง ภาวะความเครียดมีผลโดยตรงต่อการรอดตาย ระบบภูมิคุ้มกัน การเจริญเติบโต การรักษาสมดุลเกลือแร่ในปลา ตลอดจนการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ โดย cortisol จะมีผลต่อการเพิ่มระดับกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อสลายเป็นพลังงานในการลดภาวะเครียด และมีผลต่อเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และจะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการ Gluconeogenesis ที่จะเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นกลูโคสที่ตับ และยังมีผลต่อการลด การสังเคราะห์โปรตีนในเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งยังเพิ่มการสลายโปรตีน เพื่อนำไปสลายเป็นพลังงาน นอกจากนี้ cortisol ยังมีผลต่อเมตาบอลิซึมของไขมัน โดยไปลดการสังเคราะห์ไขมันจากคาร์โบไฮเดรต และทำให้มีการสลายเอากรดไขมันอิสระออกจากกล้ามเนื้อ ทำให้มีการดไขมันอิสระในเลือดเพิ่มสูงขึ้นและถูกนำไปใช้เป็นพลังงานแทนกลูโคส ซึ่งจะช่วยให้การสลายกรดไขมันมาใช้เป็นพลังงานฉุกเฉิน การหลั่งของ cortisol อาศัยการควบคุมจากระบบประสาท โดยที่ภาวะเครียดต่าง ๆ มีผลต่อศูนย์ประสาทในสมอง กระตุ้นให้หลั่งฮอร์โมน cortisol และจะส่งผลให้เกิดเมตาบอลิซึมภายในร่างกายเพื่อลดความเครียด

ฮอร์โมน cortisol

cortisol เป็น corticosteroid hormone สร้างโดย adrenal gland (ใน Zona fasciculata ของ adrenal cortex) เป็น stress hormone ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความเครียด ทำให้ความดันเลือดและปริมาณน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น และลดภูมิคุ้มกัน

โครงสร้างของ cortisol

cortisol มีชื่อทางเคมีว่า 11 β , 17, 21 - trihydroxy - 4 - pregnene - 3, 20 - dione เนื่องจากมีคาร์บอนทั้งหมด 21 ตัว จัดเป็น pregnane แต่มีพันธะคู่อยู่ 1 คู่ อยู่ระหว่างคาร์บอนที่ 4 และ 5 จึงเปลี่ยนคำลงท้ายสารตั้งต้นจาก pregnane เป็น pregnene พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของพันธะคู่เป็น 4 - pregnene - คำเต็มหน้าเขียนเป็น 11 β , 17, 21 - trihydroxy - เนื่องจากมีกลุ่มไฮดรอกซิล 3 กลุ่ม เข้ามาเกาะที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 11, 17 และ 21 โดยที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 11 เป็นเส้นทึบ จึงเขียนเป็น 11 β คำลงท้ายเขียนเป็น 3, 20 - dione เนื่องจากมีคีโตน 2 กลุ่มเข้ามาเกาะที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 และ 20 (วีรพงษ์, 2546)

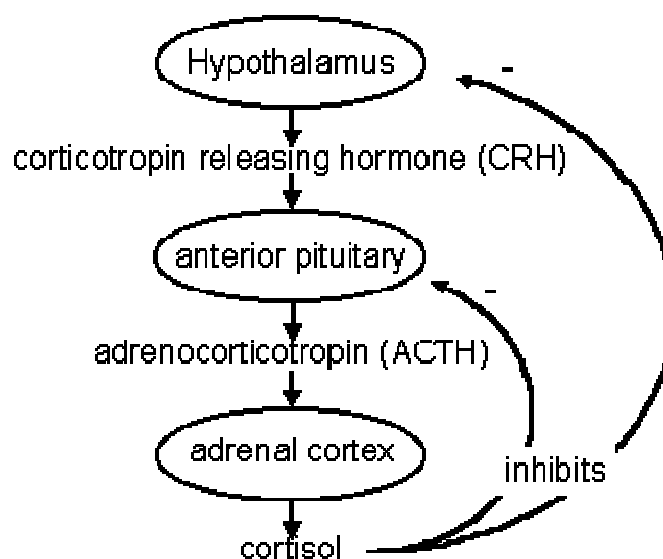


ภาพที่ 2 โครงสร้างของฮอร์โมน cortisol

ที่มา: Ruckpaul and Rein (1990)

การควบคุมการหลั่ง cortisol

ฮอร์โมน ACTH (adrenocorticotropin) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary gland) จะมีอิทธิพลต่อการสร้าง cortisol การควบคุมการหลั่ง ACTH จะขึ้นอยู่กับ corticotrophin releasing factor (CRF) ซึ่งถูกสร้างมาจาก hypothalamus และลงสู่กระแสเลือดแล้วมีผลต่อการหลั่ง ACTH อีกต่อหนึ่ง cortisol ที่เพิ่มขึ้นในกระแสเลือดจะมีผลไปยับยั้งที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้า เพื่อลดการสร้าง ACTH และยับยั้งที่ hypothalamus เพื่อลดการสร้าง CRF (ยรรยง, 2538)



ภาพที่ 3 การควบคุมการหลั่ง cortisol

ที่มา: Gregory (2006)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดและผลที่มีต่อการวางไข่ของปลา

ปลาจะวางไข่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมทั้งยังรวมถึงการมีอาหารอุดมสมบูรณ์เพื่อรองรับลูกปลาที่จะเจริญเติบโตหลังจากแม่ปลาวางไข่ ในระยะก่อนหน้านั้นปลาจะมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ตลอดเวลา แล้วจะรอให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงจะผสมพันธุ์วางไข่ อุทัยรัตน์ (2538) ได้สรุปว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมนี้ถ้าไม่เหมาะสมต่อสภาพความเป็นอยู่ของปลาแล้วจะทำให้ปลาเกิดความเครียด ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดดังกล่าวได้แก่ อุณหภูมิ ช่วงแสง อาหาร และคุณภาพน้ำ ฯลฯ

1. อุณหภูมิและช่วงแสง

อุทัยรัตน์ (2538) ได้จัดให้ปัจจัยทั้งสองมีอิทธิพลต่อการเจริญของไข่มากที่สุด อุณหภูมิจะกระตุ้นการเจริญของไข่ แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำจะยับยั้ง และปลาแต่ละชนิดต้องการช่วงอุณหภูมิต่างกัน ภาณุและคณะ (2539) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอากาศ อุณหภูมิของน้ำ และปริมาณน้ำฝนในรอบปีที่มีบทบาทต่อวงจรสืบพันธุ์ของปลาดุกอุย พบว่าระดับฮอร์โมน 17β - estradiol ในปลา

ดูก็มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำและสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน ซึ่ง 17β - estradiol มีบทบาทควบคุมการสุกของไข่และเหนี่ยวนำให้ไข่พัฒนาเข้าสู่ระยะสุดท้าย จากนั้น 17β - estradiol ก็ลดบทบาทลง กลไกการทำงานของฮอร์โมน 17β - estradiol ขึ้นอยู่กับการหลั่งฮอร์โมน gonadotropin และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

อุทัยรัตน์ (2538) ได้สรุปผลการศึกษานักวิชาการหลายท่านว่า ช่วงแสงมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิ โดยปลาที่ได้รับแสงนาน 6 ชั่วโมง จะทำให้ปลาที่เพิ่งวางไข่เสร็จ เริ่มมีการสร้างและสะสมไข่ แต่ถ้าได้รับแสงมากกว่าวันละ 12 ชั่วโมง จะทำให้การเจริญของไข่ชะงัก ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสม (12 - 17 องศาเซลเซียส) จะช่วยเสริมให้การเจริญของไข่ดีขึ้น

สรุปได้ว่าช่วงแสงจะมีผลกระทบต่อการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์มากกว่าอุณหภูมิถ้าหากอุณหภูมิคงที่ แต่ในธรรมชาติอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงกล่าวได้ว่า เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ อุณหภูมิจะมีอิทธิพลมากกว่าช่วงแสง

2. คุณสมบัติของน้ำ

น้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของไข่ อุทัยรัตน์ (2538) กล่าวว่า เมื่อน้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ก็จะมีผลยับยั้งการเจริญของไข่และน้ำเชื้อ เช่น ถ้าหากน้ำเป็นกรด pH 4.5 ในปลาเพศเมียจะมีผลทำให้การสร้างไข่ลดลงร้อยละ 91.8 เมื่อน้ำเป็นกรดมีผลทำให้เลือดปลาเป็นกรด จึงรับออกซิเจนได้น้อยลง ซึ่งออกซิเจนจำเป็นในขบวนการสร้างพลังงาน เมื่อออกซิเจนไม่เพียงพอพลังงานก็จะไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ความขุ่นใส ความเค็ม ฯลฯ ซึ่งคาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาบางชนิด เนื่องจากในปลาแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนต่อสภาพคุณสมบัติของน้ำแตกต่างกัน

3. อาหาร

อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า อาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญของไข่และน้ำเชื้อ ซึ่งก็สอดคล้องกับรายงานของ ศักดิ์ชัย (2536) กล่าวว่า อาหารที่ปลากินเข้าไปจะถูกย่อยสลายและดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าไปในระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อนำไปเลี้ยงร่างกาย และอาหารที่

กินเข้าไปจะนำไปใช้ประโยชน์ 3 ประการใหญ่ ๆ คือ ใช้ในการยังชีพและเคลื่อนไหว ใช้ในการเจริญเติบโตและสุดท้ายใช้ในการขยายพันธุ์หรือสืบพันธุ์ ดังนั้นหากปลาได้รับอาหารในปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ แล้วจะส่งผลให้การเจริญของไข่และน้ำเชื้อหยุดชะงัก

4. น้ำใหม่และน้ำท่วม

อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า ปัจจุบันมีความสำคัญอย่างยิ่งในการกระตุ้นการวางไข่ของปลาในเขตร้อน โดยมีอิทธิพลมากกว่าช่วงแสงและอุณหภูมิ ปลาในเขตร้อนทุกชนิดจะวางไข่ในฤดูน้ำหลากหรือที่เรียกว่าฤดูน้ำแดง โดยเมื่อถึงหน้าฝนระดับน้ำในแม่น้ำลำคลอง จะสูงขึ้นจนเอ่อล้นท่วมท้องนา หนองน้ำ จนติดต่อกันจนหมด พ่อแม่ปลาจะว่ายน้ำออกจากหนองบึง ไปวางไข่ตามท้องนาที่มีน้ำท่วม หรือวางไข่ในแหล่งน้ำเดิม เป็นไปได้ว่าน้ำในช่วงนี้จะมีความอุดมสมบูรณ์ของอาหารและแร่ธาตุ ปลาจึงปรับตัววางไข่ในฤดูนี้

5. กระแสน้ำ

กระแสน้ำสามารถกระตุ้นการวางไข่ของปลาบางชนิดได้ จากการสังเกตในธรรมชาติพบว่า ปลาบางชนิดต้องการแหล่งวางไข่ที่มีน้ำไหลแรงเป็นพิเศษ เช่น ปลายี่สก ปลาเฉา ซึ่งมีไข่แบบครึ่งจมครึ่งลอย แม่ปลาเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีความคดของไข่มากและไม่ดูแลลูกปลาการวางไข่ในน้ำไหลจึงมีส่วนช่วยให้ลูกปลามีอัตราการรอดสูงขึ้น เพราะน้ำจะมีความขุ่นและไหลตลอดเวลาช่วยให้ลูกปลาหลบหนีศัตรูได้ (วีรพงศ์, 2536)

6. ฝน

ปลาหลายชนิดวางไข่เมื่อฝนตก และพบว่าปลาตะเพียนขาวจะวางไข่ในช่วงต้นฤดูฝน หากมีฝนตกปรอย ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ปลาที่จะวางไข่ แม้ว่าในบ่อจะไม่มีปลาตัวผู้อยู่เลย อุทัยรัตน์ (2538) รายงานว่า ปลาเฉาจะวางไข่เต็มที่ภายหลังฝนตกหนักหลาย ๆ ครั้ง วีรพงศ์ (2536) รายงานว่าฝนที่ตกลงมาชะหน้าดินที่แห้งก็จะเกิดปัจจัยที่คล้ายน้ำมันที่เรียกว่า Petrichor ซึ่งมีกลิ่นกระตุ้นให้ปลาวางไข่ได้ ภาณุและคณะ (2539) รายงานว่า ฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นการวางไข่ เขาพบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์สูงคือ เดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 272.7 มิลลิเมตร ทำให้ค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์

(%GSI) สูงสุดคือ 19.71% ตรงกันข้ามในเดือนธันวาคม ซึ่งไม่มีปริมาณน้ำฝนทำให้ค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ลดลงต่ำสุดคือ 1.44 % ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรัตน (2539) ที่สรุปว่าลมและฝนเป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลของปลากระดูกและปลาหลังเขียวในเขตร้อน และเป็นที่แน่ชัดว่า ฝนเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญในการควบคุมการสืบพันธุ์ของปลาเหล่านี้ เมื่อนำปัจจัยทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่าปลากระดูกหัวแหลมบริเวณอำเภอไทยฝั่งตะวันออก มีการเจริญพันธุ์มากในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และสัดส่วนของการเจริญพันธุ์มีแนวโน้มตรงกันข้ามกับปริมาณฝน และเมื่อสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญพันธุ์และการวางไข่ของปลา คือ การเพิ่มจำนวนของไข่เสียที่ไม่สามารถเจริญต่อไปได้ และเกิดการสลายตัว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา พบว่าปริมาณฝนกับสัดส่วนของไข่เสียตลอดปีมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนการเจริญพันธุ์ จึงกล่าวได้ว่า ฝนเป็นสาเหตุให้เกิดปัจจัยที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญพันธุ์ของปลากระดูกชนิดนี้

7. พันธุ์ไม้น้ำ

พันธุ์ไม้น้ำมีทั้งประเภทลอยน้ำ จมน้ำ และกึ่งจมน้ำลอย เช่น สาหร่าย หนุ่ย ผักตบชวา จอกหูหนู เป็นต้น ปลาที่วางไข่ตามพันธุ์ไม้น้ำ เช่น ปลาทอง ปลาไน เป็นต้น ซึ่งปลาเหล่านี้มีความต้องการวัสดุวางไข่เฉพาะ ถ้าไม่มีวัสดุวางไข่ที่เหมาะสม ก็จะไม่วางไข่แม้จะมีไข่แก่เต็มที่ก็ตาม แต่ถ้ามีวัสดุวางไข่ที่เหมาะสมก็จะวางไข่ทันที เช่น ปลาทองและปลาไนจะวางไข่ทันทีเมื่อมีสาหร่ายหางกระรอกหรือสาหร่ายพวงพระโค ปลาบางชนิดอาจนำเอาพันธุ์ไม้น้ำมาสร้างเป็นรังเพื่อกระตุ้นการวางไข่ เช่น ปลาแรด ปลาช่อน (วิรพงศ์, 2536)

8. ปัจจัยทางสังคม

หมายถึง การปรากฏของเพศตรงข้ามซึ่งการที่แม่ปลาจะวางไข่ได้ก็จะมีพ่อพันธุ์เข้ามาผสมพันธุ์ด้วย การผสมพันธุ์ของปลาทุกชนิด จะต้องมีการปัจจัยทางสังคมเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ โดยก่อนที่แม่ปลาที่มีไข่แก่จะวางไข่นั้น จะต้องถูกเกี้ยวพาราสีจากพ่อปลา ปัจจัยทางสังคมทำให้แม่ปลารับความรู้สึกได้โดยการมองเห็น เมื่อปลาเพศผู้เข้ามาเกี้ยวพาราสีมีผลทำให้ส่งกระแสความรู้สึกจากตาไปยังระบบประสาท เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการวางไข่ เช่น การเพาะพันธุ์ปลากัด จะแยกปลาพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ไว้คนละขวด แล้วเอามาวางเทียบกันระยะหนึ่งพบว่า แม่ปลาเกิดมีท้องขนาดใหญ่

ขึ้น และมีไข่แก่เต็มที่แล้วสามารถนำพ่อแม่ปลาถัดมาปล่อยรวมกันเพื่อเพาะขยายพันธุ์ได้ต่อไป (วีรพงศ์, 2536)

ขั้นตอนและผลจากการเกิดความเครียด

Selye (1950) ได้แบ่งระยะของการเกิดความเครียดออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. The alarm reaction เป็นระยะที่ปลารับรู้ถึงความผิดปกติ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การได้รับบาดเจ็บ การติดเชื้อ เป็นต้น
2. The stage of resistance เป็นระยะที่ปลาตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอม หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นในทางการปรับตัวให้เข้าสู่สภาวะปกติ หรือภาวะสมดุล
3. The stage of exhaustion เป็นระยะที่ปลาไม่สามารถที่จะปรับตัวให้เข้าสู่สภาวะปกติได้ มีผลทำให้ปลาอ่อนแอ เนื่องจากการสูญเสียพลังงานอย่างมาก รวมทั้งการสูญเสียสมดุลของอวัยวะในร่างกายอีกด้วย

Mazeaud *et al.* (1977) แบ่งขั้นตอนการตอบสนองต่อความเครียดของสัตว์น้ำได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. Primary effect เป็นการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในร่างกาย เมื่อร่างกายได้รับสิ่งกระตุ้นที่ก่อให้เกิดความเครียด ร่างกายจะมีการตอบสนองโดยการหลั่งสาร catecholamine และ corticosteroid ในปลาสมำ รวมถึงปริมาณของ adrenaline และ noradrenaline หลังจากนั้น 2-3 นาที จะเกิดอาการขาดออกซิเจนในเลือด มีอาการกระวนกระวายในปลาปากกลม (cyclostoma) ปลากระตุกอ่อน และปลากระตุกแข็ง

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 มีการสลายไขมันในร่างกาย และมีผลต่อระบบสมดุลเกลือแร่ในร่างกาย นอกจากนี้ corticosteroid ยังมีผลต่อการกดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (immunosuppression) ทำให้ปลาอ่อนแอ เกิดการติดเชื้อได้ง่าย

3. Tertiary effect เป็นการเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เป็นผลจาก Secondary effect เช่น เกิดการตายของเนื้อเยื่อ หรือร่างกายอ่อนแอจนเกิดการติดเชื้อ

Tertiary effect ที่มีความสัมพันธ์กับการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ ทำให้ความต้านทานโรคของสัตว์น้ำลดลง และมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน เมื่อระดับของ cortisol ซึ่งเป็นสารที่พบเป็นส่วนใหญ่ของ corticosteroid เพิ่มขึ้น (Pickering, 1989) การเพิ่มขึ้นของ cortisol ในระบบหมุนเวียนเลือด มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของปลากระดุกแข็ง 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 cortisol ยังมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะเจาะจง (specific immune responses) คือ มีผลต่อการตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอม โดยการสร้างแอนติบอดีของร่างกายลดลงเมื่อปลาอยู่ในภาวะเกิดความเครียด (Ellsaesser and Clem, 1986) ผลกระทบจากการยับยั้งการทำงานของเม็ดเลือดขาว จะมีผลต่อการให้วัคซีนแก่ปลา โดยปลาที่ได้รับวัคซีนอย่างเดียวนั้นมีอัตราการตายน้อยกว่าปลาที่ได้รับวัคซีนและทำให้เกิดความเครียด (Houghton and Matthews, 1986) สุรพงษ์ (2548) ศึกษาพบว่า ภาวะความเครียดจากการเลี้ยงในที่หนาแน่นและที่อุณหภูมิต่ำ (24 องศาเซลเซียส) มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและลักษณะทางจุลกายวิภาคของอวัยวะปลาคุกกี้

การวัดการตอบสนองต่อความเครียด

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

1. การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนที่ก่อให้เกิดความเครียด ได้แก่ ฮอร์โมน catecholamine และ corticosteroid ซึ่งสามารถวัดในรูปของฮอร์โมน cortisol และ cortisone (Donalson, 1981) adrenalin และ noradrenalin (Mazeaud and Mazeaud, 1981) นอกจากนี้ยังสามารถวัดปริมาณฮอร์โมน adenocorticotrophic (ACTH) ที่หลั่งมาจาก adenohypophysis ซึ่งเป็นตัวกระตุ้น hypothalamus ให้หลั่งฮอร์โมนที่ก่อให้เกิดความเครียดออกมา

2. การเปลี่ยนแปลงในทางสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ ได้แก่

- การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเลือด เช่น ภาวะการเกิด hyperglycemia, hyperlacticemia, hypochloremia, leucopenia และการแข็งตัวของเลือดช้า

- การเปลี่ยนแปลงในระดับของเนื้อเยื่อ เช่น ปริมาณไกลโคเจนในตับลดลงและปริมาณวิตามินซีในไตลดลง

- การเปลี่ยนแปลงของ metabolic ต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น สมดุลของไนโตรเจน และความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงระดับไอออนในเลือด

3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับพฤติกรรมของสัตว์น้ำ เช่น การเจริญเติบโต การพัฒนารูปร่างความสามารถในการสืบพันธุ์ลดลง และความต้านทานโรคลดลง ตลอดจนทำให้อัตราการรอดตายต่ำ

การตอบสนองต่อความเครียดของปลา

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

วิชัยและคณะ (2539) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน cortisol และองค์ประกอบไอออนในปลาสมาระหว่างการลำเลียงปลาพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งการลำเลียงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความเครียด พบว่าการเปลี่ยนแปลงของ cortisol และกลูโคสในปลาสมามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเวลา 15 - 90 นาที การขนส่งทำให้เกิดภาวะเครียดและเกิดขบวนการ glycogenolysis โดยไปสลาย glycogen ในตับมาเป็นกลูโคส เพื่อสลายมาเป็นพลังงานในการลดความเครียดที่เกิดขึ้น และพบว่าการลดลงของ cortisol และกลูโคสสู่ภาวะปกติในเวลา 1 - 2 วัน

Campbell *et al.* (1994) ศึกษาพบว่า การขังปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) และ brown (*Salmo trutta*) ที่อยู่ในช่วงการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ระยะสุดท้ายเป็นเวลานานไม่มีผลต่อการสืบพันธุ์ของปลา trout แต่ทำให้ขนาดของไข่ปลา rainbow trout ลดลง (*Oncorhynchus mykiss*) และทำให้ลูกปลา brown และ rainbow trout ที่ได้จากปลาในกลุ่มทดลองความเครียดมีอัตราการรอดต่ำกว่าลูกปลาที่ได้จากกลุ่มควบคุม หลังขังปลา 2 สัปดาห์ วัดระดับ cortisol, testosterone, 17β - estradiol และ vitellogenin ในปลาสม่า พบว่า ในปลา trout ระดับ cortisol เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มทดลอง ขณะที่ระดับ testosterone ลดลง ความเครียดจากการกักขังไม่มีผลต่อระดับ 17β - estradiol ขณะที่ระดับ vitellogenin ในปลา rainbow trout เพศเมียกลุ่มทดลองลดลง ปลา rainbow trout เพศเมียที่เลี้ยงในที่กักขังเป็นเวลา 1 และ 3 เดือนให้ไข่ที่เล็กกว่าไข่ปลาจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการรอดของลูกปลาที่ได้จากปลา brown และ rainbow trout กลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งบ่งชี้ได้ว่า ความเครียดมีผลต่อคุณภาพเซลล์สืบพันธุ์ของปลา trout

Iwama *et al.* (1997) ได้รายงานผลการทดลองฉีด cortisol เข้าไปในปลานิลเพศเมีย พบว่าทำให้เกิดภาวะเครียดขึ้นอย่างรุนแรงส่งผลให้ระดับ testosterone และ estradiol ในปลาสมาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุมและยังมีผลทำให้ขนาดของไข่และรังไข่ลดลง ผลจากการศึกษาเบื้องต้นในปลาเรนโบว์เทราซ์ (*Oncorhynchus mykiss*) ได้แสดงให้เห็นว่าการตอบสนอง

ของ cortisol ต่อความเครียดอยู่ในระดับที่คงที่ตลอดเวลา (Pottinger *et al.*, 1992) ยิ่งไปกว่านั้นการเพาะพันธุ์จากพ่อแม่พันธุ์ที่คัดเลือกจากพ่อแม่พันธุ์ที่ตอบสนองต่อระดับ cortisol สูงและต่ำ มีผลต่อลูกพันธุ์เช่นเดียวกับในพ่อแม่พันธุ์ (Fevolden *et al.*, 1991; Pottinger and Carrick, 1999) ได้ชี้ให้เห็นว่าการตอบสนองต่อ cortisol เป็นการถ่ายทอดไปยังลูกได้ (Pottinger and Carrick, 1999; Tanck *et al.*, 2001; Fevolden *et al.*, 2002)

Cuesta *et al.* (2006) ศึกษาพบว่า ในปลา seabream (*Sparus aurata* L.) ที่ทำให้เครียดอย่างฉับพลัน ระดับ cortisol และกลูโคสในพลาสมาเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของ cortisol ในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นถึง 70 - 140 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในการทดลองฉีด cortisol 50 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กรัม พบว่า หลังจากฉีดเป็นเวลา 5 วัน ระดับ cortisol เพิ่มขึ้น 10 เท่า การย้ายปลาไปไว้ในน้ำความเค็มสูง (55 ppt) ทำให้ cortisol เพิ่มขึ้นการเพิ่มขึ้นของ cortisol ในพลาสมาหลังจากเกิดความเครียดมีผลต่อการปรับตัวและระบบภูมิคุ้มกัน

Fast *et al.* (2008) ศึกษาผลของความเครียดในช่วงสั้นและยาวต่อระดับ cortisol และระบบภูมิคุ้มกันในปลา Atlantic salmon (*Salmo salar* Linnaeus) พบว่า ในการศึกษาความเครียดระยะสั้นโดยการนำปลาขึ้นจากน้ำ 15 วินาที ระดับ cortisol ในพลาสมาเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านไปแล้ว 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) ศึกษาผลของน้ำที่มีน้ำมันต่อการสืบพันธุ์และความเครียดในปลาทอง *Carassius auratus* พบว่า ระดับของ testosterone และ 17 β - estradiol ของปลาเพศผู้และเพศเมียในกลุ่มทดลองลดลง และระดับฮอร์โมน cortisol ในพลาสมาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของความเครียดจากความหนาแน่นต่อปลา

วิทย์และคณะ (2524) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้านขนาดความยาว 4 - 5 เซนติเมตรในบ่อคอนกรีตกลมความจุ 15 ลูกบาศก์เมตร ใช้ระบบน้ำหมุนเวียน ปล่องในอัตรา 333.3, 500.0 และ 666.7 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ปลา มีน้ำหนักเฉลี่ย 97.07, 89.00 และ 85.51 กรัม และมีอัตราการเฉลี่ย 79.553, 91.06 และ 90.00 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเฉลี่ยต่อปริมาตรน้ำเท่ากับ 25.43, 40.49 และ 51.67 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 1.40, 1.49 และ 1.24 ตามลำดับ

ธีรพงศ์ (2528) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้านในอัตราปล่อง 200, 300 และ 400 ตัวต่อตารางเมตร ในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า ปลา มีน้ำหนักเฉลี่ย 183.3, 186.5 และ 158.6 กรัม อัตราการเฉลี่ย 55.7, 57.4 และ 51.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 1.14, 1.18 และ 1.23 ตามลำดับ และสรุปว่าอัตราปล่องที่เหมาะสมของปลาดุกด้านที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียนคือ 300 ตัวต่อตารางเมตร

ถาวร (2530) ทดลองเลี้ยงปลาดุกด้านที่อัตราปล่อง 150 และ 225 ตัวต่อตารางเมตร ในบ่อคอนกรีตแบบน้ำไหลผ่าน เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า มีอัตราการเฉลี่ย 62.48 และ 63.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในบ่อชุดควบคุมที่ไม่มีการระบายน้ำมีอัตราการเฉลี่ย 55.9 และ 41.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตปลาที่เลี้ยงในอัตราปล่อง 150 และ 225 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ย 10.7 และ 18.0 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในชุดควบคุมได้ผลผลิต 7.6 และ 16.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

กำชัย และคณะ (2535) ศึกษาผลผลิตของปลาดุกอุยเพศที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตขนาด 50 ตารางเมตร ในอัตราความหนาแน่น 25, 50 และ 75 ตัวต่อตารางเมตร โดยเริ่มปล่อยลูกปลาอายุ 15 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 0.02 กรัม เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 30 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า น้ำหนักสุดท้ายของปลา มีค่าเฉลี่ย 180.6, 180.5 และ 150.3 กรัม ตามลำดับ ได้ผลผลิตปลา 124.0, 157.0 และ 214.3 กิโลกรัมต่อบ่อ หรือ 2.5, 3.7 และ 4.3 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ อัตราการเฉลี่ย 70.6, 73.4 และ 48.2 เปอร์เซ็นต์ อัตราแลกเนื้อ มีค่าเฉลี่ย 1.61, 1.56 และ 1.69 ตามลำดับ และสรุปว่าอัตราปล่องที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาดุกอุยในบ่อซีเมนต์คือ 50 ตัวต่อตารางเมตร

บรรจง และคณะ (2536) ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยเพศใน ระบบน้ำหมุนเวียนที่อัตราปล่อย 500, 750 และ 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยเริ่มปล่อยปลาความ ยาว 3-4 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.59 กรัม เลี้ยงเป็นเวลา 3.5 เดือนพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาไม่ มีความแตกต่างกัน โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 118.2, 116.6 และ 101.0 กรัม ตามลำดับ อัตราการ เจริญเติบโตไม่มีแตกต่างกัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.93, 1.89 และ 1.34 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ผลผลิตปลาทั้ง 3 อัตราปล่อยมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 42.38, 65.29 และ 76.76 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ อัตรารอดและอัตราแลกเนื้อไม่แตกต่างกัน โดยมีอัตรารอด เฉลี่ย 72.2, 74.8 และ 76.5 เปอร์เซ็นต์ และอัตราแลกเนื้อเท่ากับ 1.28, 1.31 และ 1.31 ตามลำดับ และ สรุปว่าอัตราปล่อย 750 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการเลี้ยงปลาดุกอุยเพศใน ระบบน้ำหมุนเวียน

พรทิพา (2536) ศึกษาผลของอัตราการปล่อยต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยเพศ โดยใช้ ปลาดุกอุยเพศอายุ 50 วัน ความยาว 5 - 7 เซนติเมตร เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส 200 ลิตร อัตราปล่อย 30 และ 40 ตัวต่อถัง พบว่า ปลาดุกอุยเพศที่มีอัตราปล่อย 30 ตัวต่อตารางเมตร มีความยาวเฉลี่ย มากกว่าปลาดุกอุยเพศที่มีอัตราปล่อย 40 ตัว ในสัปดาห์ที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปลาดุกอุยเพศที่มีอัตราปล่อยต่างกัน ในทุกระยะการวัด มีน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ความ ยาวเฉลี่ย อัตราการรอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกัน

ศุภรัตน์ (2540) ศึกษาผลของความหนาแน่นที่มีต่อการเลี้ยงปลาดุกอุยเพศ พบว่า การเลี้ยง ปลาดุกอุยเพศที่ขนาด 0.97 ± 0.05 กรัม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ที่อัตราความหนาแน่น 25, 50, 75, 100 และ 125 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอด และอัตราการกินอาหาร แต่มี ผลต่อผลผลิตปลาและอัตราแลกเนื้อ ($p < 0.05$) และเมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ อัตราความ หนาแน่นของปลาดุกอุยเพศไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการกินอาหาร แต่มีผลต่ออัตราการ รอด ผลผลิตปลาและอัตราแลกเนื้อ

นิภา และคณะ (2546) ศึกษาผลของความหนาแน่นต่อการอนุบาลลูกปลาดุกอุยในกระชัง โดยใช้ลูกปลาดุกอุยอายุ 5 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 0.0084 กรัม และความยาวตัวเฉลี่ย 0.97 เซนติเมตร อนุบาลในกระชังที่อัตราความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อตารางเมตร พบว่าการ อนุบาลลูกปลาดุกอุยที่ความหนาแน่นแตกต่างกันจนอายุ 30 วัน พบว่า น้ำหนักและความยาวของ ปลาที่ความหนาแน่นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และที่ความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อ

ตารางเมตรมีอัตราการรอดสูงกว่าที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อตารางเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการอนุบาลลูกปลาคูอยู่ที่ความหนาแน่นแตกต่างกันจนอายุ 20 วัน พบว่า น้ำหนักและความยาวของปลาที่ความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อตารางเมตรสูงกว่าที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อตารางเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตรารอดของปลาที่ความหนาแน่นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สุรพงษ์ และคณะ (2548) ศึกษาผลของภาวะเครียดต่อลักษณะทางจุลกายวิภาคของผิวหนังอวัยวะภายในและระบบภูมิคุ้มกันที่ไม่จำเพาะของปลาคู (*Clarias batrachus*) พบว่าระดับพลาสมา lysozyme ของปลาคูในภาวะเครียด (เลี้ยงหนาแน่นที่ 29 องศาเซลเซียส และเลี้ยงหนาแน่นที่ 24 องศาเซลเซียส) ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับปลากลุ่มปกติ (ไม่หนาแน่น, 29 องศาเซลเซียส) สำหรับ respiratory burst activity ของปลาคูที่เครียดมีค่าลดต่ำกว่าปลากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของผิวหนังที่พบในปลาคูเครียดคือ มีจำนวนเซลล์ผลิตเมือกลดลงและมีการลอกหลุดของผิวหนังชั้นนอก จากผลการศึกษารังนี้แสดงให้เห็นว่าความเครียดจากการเลี้ยงในที่หนาแน่นและการเลี้ยงในที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่อสุขภาพปลาเนื่องจากลดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน

ร่วมฤดี และคณะ (2549) ทดลองเลี้ยงปลาคูกลุ่มผสมที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ โดยใช้ น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ (หอยเชอรี่) และพืชสมุนไพร พบว่าการเลี้ยงปลาคูกลุ่มผสมในถังไฟเบอร์ที่ระดับความหนาแน่น 80 ตัวต่อตารางเมตร โดยไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพมีการเจริญเติบโตดีกว่าการทดลองอื่น ๆ เมื่อพิจารณาการเลี้ยงในช่วงเดือนที่ 1 พบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการเลี้ยงมีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีกว่าการเลี้ยงโดยไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ โดยเฉพาะที่ระดับความหนาแน่น 60 และ 80 ตัวต่อตารางเมตร

ทิพย์สุดา และคณะ (2550) ทดลองเลี้ยงปลาคูเทศน้ำหนักเฉลี่ย 3.18 ± 0.12 กรัม และความยาวเฉลี่ย 7.78 ± 0.07 เซนติเมตร ในถังพลาสติกที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 60 และ 120 ตัวต่อตารางเมตร เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ปลาที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 60 และ 120 ตัวต่อตารางเมตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อตารางเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อตาราง

เมตรมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือปลาที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 60 และ 120 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ

Iguchi *et al.* (2003) ศึกษาผลของความหนาแน่นต่อการตอบสนองต่อความเครียดและการเกิดโรคในปลา ayu (*Plecoglossus altivelis*) โดยเลี้ยงปลาที่ความหนาแน่น 1250 ตัว หรือ 8.0 กิโลกรัม, 400 ตัวหรือ 2.6 กิโลกรัม และ 100 ตัว หรือ 0.6 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ที่ความหนาแน่นสูง ความเข้มข้นของcortisolในพลาสมาสูงขึ้น และความเข้มข้นของ immunoglobulin M (IgM) ในพลาสมาลดลง ทำให้อัตราการตายสูงกว่าที่ความหนาแน่นปานกลางและต่ำ

Naggar *et al.* (2006) ศึกษาผลของความหนาแน่นและระดับน้ำต่อการวางไข่ของปลา African catfish *Clarias gariepinus* 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 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Coulibaly *et al.* (2007) ศึกษาผลของอัตราปล่อยต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของปลา African catfish (*Heterobranchus longifilis*) ที่เลี้ยงในกระชัง พบว่า ที่อัตราปล่อย 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรให้ผลดีที่สุด คือมีอัตราการรอด 68.0 ± 1.5 เปอร์เซ็นต์ กินกันเอง (cannibalism) 18.0 ± 2.2 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการตาย 14.0 ± 1.5 เปอร์เซ็นต์

Tsadik and Bart (2007) ศึกษาผลของอัตราการให้อาหาร อัตราปล่อย และอัตราการถ่ายน้ำต่อความดกไข่ ความถี่ในการวางไข่และคุณภาพของไข่ปลานิล *Oreochromis niloticus* (L.) พบว่า ที่อัตราปล่อย 3 ตัวต่อตารางเมตร และอัตราการถ่ายน้ำ 0.06 ลิตรต่อวินาที ไข่ไข่มากที่สุด (312 ± 36 ฟองต่อน้ำหนักแม่ปลา 1 กิโลกรัมต่อวัน) ที่อัตราปล่อย 10 ตัวต่อตารางเมตร แม่ปลามีความดกไข่ต่ำ อย่างไรก็ตามอัตราการให้อาหาร อัตราปล่อย และอัตราการถ่ายน้ำไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิ อัตราการฟัก หรือขนาดของไข่

ผลของความเครียดต่อระบบสืบพันธุ์ปลาเทศเมียว

Iwama *et al.* (1997) รายงานว่า ผลของความเครียดที่เห็นได้ชัดที่ส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์คือ ผลต่อฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ ซึ่งผลกระทบนี้มีความสำคัญมากต่อการเลี้ยงปลาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเครียด เช่น การจัดการ การจับปลา เป็นต้น วิชัยและคณะ (2539) กล่าวว่า ความเครียดที่เกิดขึ้นในปลากระดุกแฉ่งเกิดจากการหลั่งของฮอร์โมน cortisol และมีบทบาทในการลดระดับของ testosterone, estradiol ในพลาสมา และลดระดับ gonadotropin ใน pituitary เช่นเดียวกันมีผลต่อการหมุนเวียนของ vitellogenin และยังพบว่า cortisol ไม่มีผลโดยตรงต่อการสร้างสเตอรอยด์ในรังไข่ ในการผลิต estradiol แต่จะมีผลต่อการจับ estradiol ในตับ ซึ่งเป็นกลไกในการผลิต vitellogenin

ผลของความเครียดต่อคุณภาพของเซลล์สืบพันธุ์

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

ในปลา Rainbow trout เพศเมีย เมื่อมี cortisol เพิ่มขึ้นในระบบเลือด จะมีผลในการลดขนาดของโกแนดและลดระดับของ testosterone, estradiol และ vitellogenin ในพลาสมา Iwama *et al.* (1997) ได้รายงานผลการทดลองฉีด cortisol เข้าไปในปลานิล พบว่า เกิดภาวะเครียดขึ้นอย่างรุนแรง ส่งผลให้ testosterone และ estradiol ในพลาสมาลดลง มีผลทำให้ขนาดของไข่และโกแนด ลดลงในปลาเทศเมียว

รัตน (2539) ศึกษาพบว่า ฝนซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดความเครียดและเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญพันธุ์ของปลากระดุก โดยปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนไข่เสียเพิ่มสูงขึ้น และทำให้การเจริญพันธุ์ของปลากระดุกลดลง และในการทดลองของสมศรี (2539) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โกนาโดโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมนรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการวางไข่ของปลาคูอุย พบว่าเมื่อลูกปลามีอายุ 7 วัน เพอร์เซ็นต์การผสม เพอร์เซ็นต์การฟัก เพอร์เซ็นต์การรอดตาย ก่อนข้างจะแปรปรวนซึ่งเขาได้สันนิษฐานว่ามาจากปัจจัยสำคัญต่าง ๆ คือ ช่วงฤดูฝน อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมาก โดยเฉพาะเวลากลางคืน อาจมีผลต่ออัตราการผสมและการฟักเป็นตัวได้ และยังมี

ผลจากปริมาณแสงและปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ซึ่งมีผลต่อปริมาณไรแดงที่เก็บเกี่ยวได้ไม่เพียงพอที่จะเลี้ยงลูกปลา

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

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แม่ปลาอุกอายุ อายุประมาณ 1 ปี น้ำหนักประมาณ 200-300 กรัม
2. พ่อปลาอุกยักษ์ อายุ 2 ปีขึ้นไป
3. บ่อดิน ขนาด 2 ไร่ จำนวน 2 บ่อ
4. อาหารผสมสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับเปอร์เซ็นต์โปรตีน 30
5. ถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 1 ตารางเมตร
6. ฮอร์โมนสังเคราะห์ซูพรีแฟกต์ (Suprefact)
7. โมติเลียม (Motilium)
8. อุปกรณ์สำหรับวัดไข่ผสมเทียมปลาอุก
9. ตะแกรงฟักไข่
10. Test kit และอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมน cortisol และ 17 β -estradiol
11. เครื่องมือ อุปกรณ์ และ Test kit สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดภายในบล็อก (Randomized Completely Block Design; RCBD) เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นของการฟักแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์กระตุ้นการตกไข่ ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ภายใต้สภาวะการจัดการระบบน้ำแตกต่างกัน 2 ระบบ คือ ระบบปิดที่ไม่มีการถ่ายเทน้ำและระบบเปิดที่มีการถ่ายเทน้ำตลอดเวลา

ดังนั้น การทดลองประกอบด้วย 8 ชุดการทดลอง (treatment) แต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ (replication)

การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลาทดลอง

ทำการเลี้ยงแม่พันธุ์ปลาคูที่อยู่ในตู้ที่สมบูรณ์แข็งแรงและมีอายุประมาณ 1 ปี น้ำหนักประมาณ 200 - 300 กรัม จำนวนประมาณ 500 ตัว ในบ่อขนาด 2 ไร่ ในเดือนพฤศจิกายน - มกราคมจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อสัปดาห์ละ 2 - 3 ครั้ง เพื่อกระตุ้นให้ปลากินอาหารได้ดี และพัฒนาระบบสืบพันธุ์โดยให้อาหารปลาคูชนิดเม็ดสำเร็จรูป เพอร์เซ็นต์โปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 วันละ 1 มื้อ เวลาบ่าย ที่อัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ ค่อน้ำหนักตัว เมื่อถึงเดือนกลางเดือนธันวาคมลดปริมาณการให้อาหารลงเป็น 1 เปอร์เซ็นต์ ค่อน้ำหนักตัว ในเดือนกุมภาพันธ์ทำการคัดแม่ปลาที่มีความสมบูรณ์เพศ โดยพิจารณาจากลักษณะส่วนท้อง ที่อูมเป่ง พื้นท้องนํ้ามัว ดึงเพศมีลักษณะกลมและมีสีชมพูอมแดง ส่วนพ่อปลาคูยักยักเพศผู้เตรียมจากพ่อปลาที่สมบูรณ์แข็งแรงและมีอายุ 2 ปีขึ้นไป ปราดเปรียว ไม่อ้วนหรือพอมจนเกินไป ดึงเพศมีลักษณะเรียวยาวและมีสีชมพูเรื่อ ๆ นำมาเลี้ยงเช่นเดียวกับแม่ปลาคู

การเตรียมระบบการทดลอง

บ่อสำหรับพักแม่ปลาทดลองหลังฉีดฮอร์โมนจะใช้ถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 1 ตารางเมตร ปลอ่ยแม่ปลาลงในที่กักขังในแต่ละเช้าของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธีจับสลากแบบสุ่ม ใส่ น้ำสูงท่วมตัวปลา ในชุดทดลองที่ใช้ระบบน้ำแบบเปิดที่ใช้น้ำผ่านตลอดเวลา ในระหว่างการพักแม่ปลาจะปรับอัตราการไหลของน้ำที่ประมาณ 0.5 - 1 ลิตรต่อนาที

การฉีดฮอร์โมนผสมเทียม

โดยฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ (Suprefact) ที่ระดับความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์โมติเลียม (Motilium) 5 มิลลิกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม ฉีดเร่งให้แม่ปลาคูอยู่มีไข่สุกเพียงเข็มเดียวเข้ากล้ามเนื้อเหนือเส้นข้างตัว ภายหลังการฉีดแม่ปลาประมาณ 11 ชั่วโมง เป็นต้นไป เริ่มตรวจสอบความพร้อมของแม่ปลาโดยสังเกตจากถ้ามีไข่ตกอยู่บนพื้นก้นภาชนะที่พักแม่ปลา แสดงว่ามีการตกไข่เกิดขึ้น ทำการตรวจสอบแม่ปลาตัวที่มีความพร้อมเพื่อทำการรีดไข่ นำไข่ที่ได้จากแม่ปลาของซ้ำเดียวกันมารวมกันกรณีที่เกิดไข่พร้อมกัน มาผสมเทียมกับน้ำเชื้อ หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างไข่ที่ผสมแล้วนำมาฟักไข่ในระบบน้ำไหลผ่านและให้อากาศตลอดเวลา เพื่อประเมินอัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกปลา ส่วนพ่อปลาคูยักยักจะพักแยกจากแม่ปลา และใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ฉีดเพียงเข็มเดียวอัตรา 10 ไมโครกรัมต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์โมทิเลียม 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม โดยฉีดพร้อมแม่ปลาทุกอู
ภายหลังการรีดไข่พักแม่ปลาในบ่อระบบน้ำแบบเปิด อัตราการไหลของน้ำ 1 - 2 ลิตรต่อนาที ระดับ
น้ำประมาณ 10 เซนติเมตร

ในแต่ละซ้ำของทุกชุดการทดลองจะจดบันทึกระยะเวลาและจำนวนแม่ปลาที่วางไข่ อัตรา
การฟัก อัตรารอดของลูกปลาหลังจากวางไข่แดงยุบ และจำนวนแม่ปลาที่ตายหลังจากวางไข่แล้ว
ภายใน 72 ชั่วโมง

การเตรียมและประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

หลังจากผ่าท้องเอาถุงอันทะออกจากพ่อปลาคูกยักษ์ โดยใช้ถุงน้ำเชื้อที่มีลักษณะขาวขุ่น
เท่านั้น นำมาเตรียมสารละลายน้ำเชื้อเพื่อผสมกับไข่ต่อไป โดยใช้สัดส่วนพ่อปลาคูกยักษ์ 1 ตัว ต่อ
แม่ปลาคูกอู 10 - 15 ตัว โดยทำการเตรียมน้ำเชื้อแบบรวมและเก็บรักษาน้ำเชื้อไว้ในสารละลาย
Ringer Solution ประเมินคุณภาพน้ำเชื้อตรวจดูตัวเป็นตัวตายโดยการย้อมสีอีโอซิน - นิโกรซิน
(Eosin-Nigrosin) (อุทัยรัตน์, 2538)

การตรวจวัดฮอร์โมน

เก็บตัวอย่างเลือดจากแม่พันธุ์ปลาคูกอูของแต่ละซ้ำ ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่าง
การฟักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการตกไข่ ตามลำดับ โดยสุ่มเก็บน้ำเลือดจากแม่
ปลาซ้ำละ 1 ตัว ทำการตรวจวัดฮอร์โมน cortisol และ 17β - estradiol รวมทั้งสิ้น 144 ตัวอย่าง
วิเคราะห์โดยวิธี radioimmunoassay (RIA) (Sufi *et al.*, 1986) ใช้ชุดทดสอบฮอร์โมนสำเร็จรูปของ
บริษัท Adaltis Italia S.p.A วัดปริมาณรังสีแกมมาด้วยเครื่อง gamma counter และนำข้อมูลที่ได้ไป
แปลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป gamma counter GMS version 3.05: GAMMA - C12

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในแต่ละบ่อพักแม่ปลาคูกอูจะตรวจวิเคราะห์ ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วง
ระหว่างการฟักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สำคัญ
ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) วัดโดยใช้ DO meter รุ่น YSI Model 63 ความเป็นกรด - ด่าง

(pH) วัดโดยใช้เครื่องวัด pH รุ่น YSI Model 63 อุณหภูมิ น้ำ วัดโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ รุ่น YSI Model 63 และปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) วัดโดยใช้ Test kit ยี่ห้อ Red Sea ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

$$\text{เปอร์เซ็นต์การวางไข่ (\%)} = \frac{\text{จำนวนแม่ปลาที่วางไข่}}{\text{จำนวนแม่ปลาทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{อัตราการฟัก (\%)} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่ฟัก}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{อัตราการรอดของลูกปลาคูกบิกอูย (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาคูกบิกอูย}}{\text{จำนวนไข่ที่ฟัก}} \times 100$$

$$\text{อัตราการรอดของแม่ปลาคูกอูย (\%)} = \frac{\text{จำนวนแม่ปลาคูกอูยที่รอด}}{\text{จำนวนแม่ปลาที่ปล่อย}} \times 100$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อดูถึงผลของความหนาแน่นของแม่ปลาและระบบการถ่ายเทน้ำ ภายหลังการฉีดฮอร์โมน ต่อระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การวางไข่ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายของลูกปลา ระดับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องในการสืบพันธุ์ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดภายในบล็อก (Randomized Completely Block Design; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่าง ๆ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 15.0

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

บ้านเลขที่ 25/1 หมู่ 6 ตำบลมาบแค อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในการทดลอง 6 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 - เมษายน 2552

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ปริมาณฮอร์โมน cortisol และ 17β -estradiol ของแม่ปลาอุกอุย

1.1 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอุย

ผลการศึกษาปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอุยภายหลังการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่มีการถ่ายเทน้ำตลอดเวลาและแบบปิดที่ไม่มีการถ่ายเทน้ำที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ มีรายละเอียดดังนี้

แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงสุด (143.7 ± 34.3 ไมโครกรัมต่อลิตร) ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน มีปริมาณฮอร์โมน cortisol เท่ากับ 54.9 ± 12.2 , 88.4 ± 31.0 , 76.7 ± 32.8 และ 52.4 ± 42.8 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง มีปริมาณฮอร์โมน cortisol เท่ากับ 142.2 ± 33.9 , 110.5 ± 53.0 , 117.4 ± 29.9 และ 71.8 ± 11.6 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน cortisol เท่ากับ 132.8 ± 6.4 , 143.7 ± 34.3 , 125.1 ± 50.7 และ 88.0 ± 43.2 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 4)

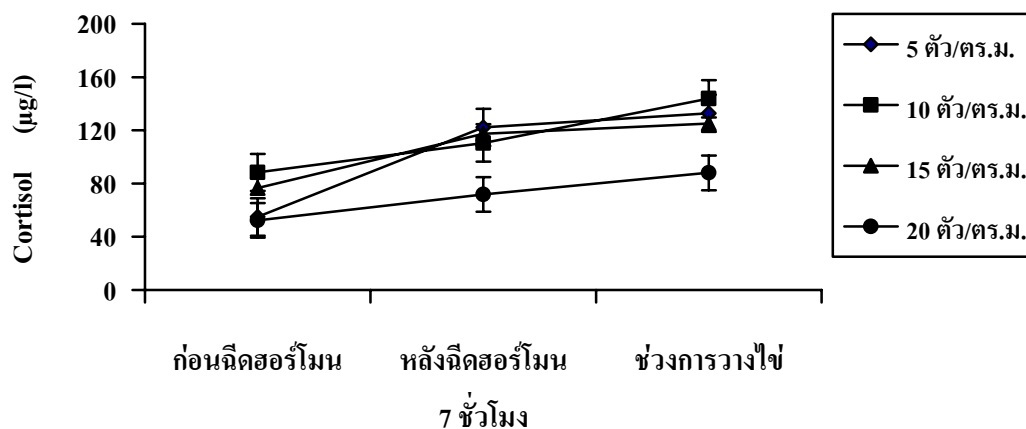
แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงสุด (198.5 ± 83.6 ไมโครกรัมต่อลิตร) ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน มีปริมาณฮอร์โมน cortisol เท่ากับ 42.5 ± 97.8 , 63.9 ± 17.7 , 41.2 ± 43.8 และ 50.6 ± 5.6 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีด

ฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง มีปริมาณฮอร์โมน cortisol เท่ากับ 141.8 ± 26.1 , 87.6 ± 14.1 , 98.9 ± 34.4 และ 83.5 ± 36.1 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน cortisol เท่ากับ 198.5 ± 83.6 , 146.1 ± 26.3 , 103.7 ± 53.7 และ 98.1 ± 32.1 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 5)

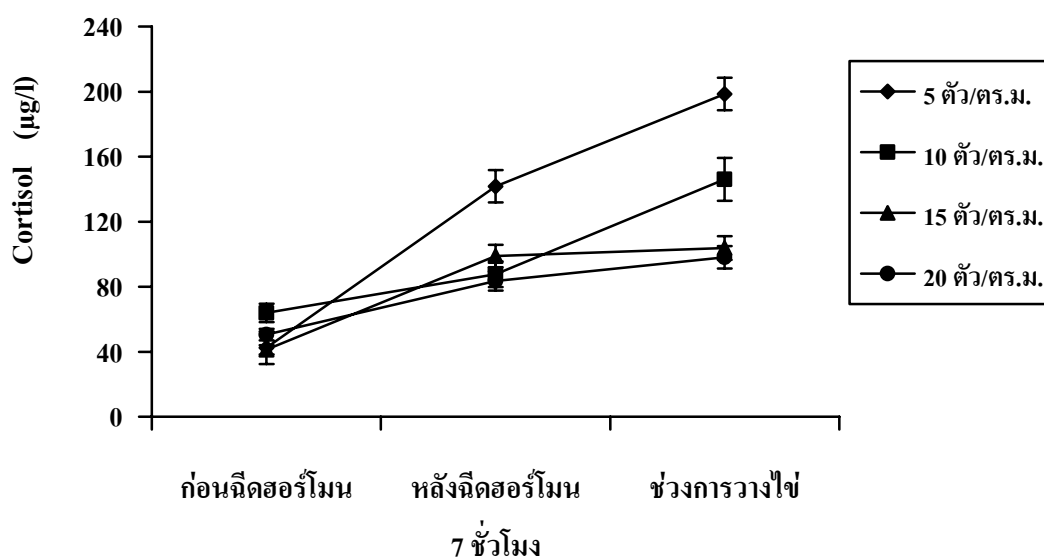
ตารางที่ 1 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ก่อนฉีดฮอร์โมน ($\mu\text{g/l}$)	หลังการฉีด ฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง ($\mu\text{g/l}$)	ช่วงการวางไข่ ($\mu\text{g/l}$)
ระบบเปิด	5	54.9 ± 12.2	122.2 ± 33.9	132.8 ± 6.4
	10	88.4 ± 31.0	110.5 ± 53.0	143.7 ± 34.3
	15	76.7 ± 32.8	117.4 ± 29.9	125.1 ± 50.7
	20	52.4 ± 42.8	71.8 ± 11.6	88.0 ± 43.2
ระบบปิด	5	42.5 ± 97.8	141.8 ± 26.1	198.5 ± 83.6
	10	63.9 ± 17.7	87.6 ± 14.1	146.1 ± 26.3
	15	41.2 ± 43.8	98.9 ± 34.4	103.7 ± 53.7
	20	50.6 ± 5.6	83.5 ± 36.1	98.1 ± 32.1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD



ภาพที่ 4 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาคูอยู่ภายหลังจากการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่



ภาพที่ 5 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาคูอยู่ภายหลังจากการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

เมื่อพิจารณาปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาของทุกชุดการทดลองพบว่า แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงสุด (198.5 ± 83.6 ไมโครกรัมต่อลิตร) ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาในทุกลชุดการทดลอง ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 1)

1.2 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาคูกอุย

ผลการศึกษาปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาคูกอุยภายหลังการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่มีการถ่ายเทน้ำตลอดเวลาและแบบปิดที่ไม่มีการถ่ายเทน้ำ ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ มีรายละเอียดดังนี้

แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol สูงสุด ($6,909.3 \pm 1,330.5$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol เท่ากับ $6,116.8 \pm 2,218.7$, $3,350.2 \pm 551.4$, $6,944.2 \pm 2,470.9$ และ $5,075.1 \pm 3,917.1$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol เท่ากับ $4,455.0 \pm 414.2$, $2,540.0 \pm 650.7$, $5,372.5 \pm 1,750.3$ และ $4,012.3 \pm 2,666.4$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol เท่ากับ $4,848.1 \pm 686.3$, $4,815.6 \pm 2,578.0$, $5,411.9 \pm 278.9$ และ $6,909.3 \pm 1,330.5$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 6)

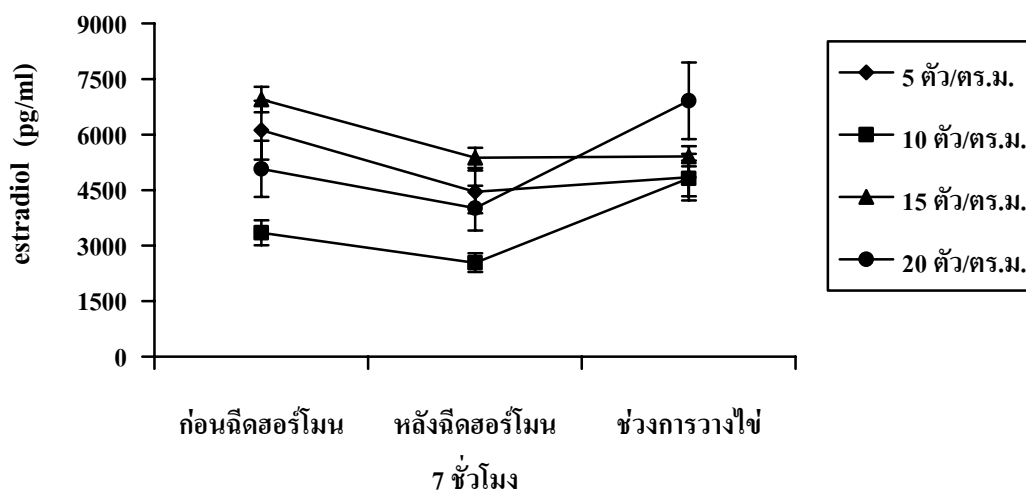
แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol สูงสุด ($7,291.2 \pm 2,417.3$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol เท่ากับ $3,740.8 \pm 1,488.7$, $5,716.5 \pm 4,747.3$, $6,586.3 \pm 4,202.6$ และ $4,780.9 \pm 784.7$

พิโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง มีปริมาณ
 ฮอร์โมน 17 β - estradiol เท่ากับ 3,657.8 $\pm$ 486.0, 4,004.7 $\pm$ 1,692.8, 4,225.6 $\pm$ 880.3 และ
 5,135.6 $\pm$ 3,920.2 พิคโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน
 17 β - estradiol เท่ากับ 3,877.1 $\pm$ 2,873.6, 4,128.4 $\pm$ 994.6, 6,942.3 $\pm$ 1,484.3 และ 7,291.2 $\pm$ 2,417.3
 พิคโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 7)

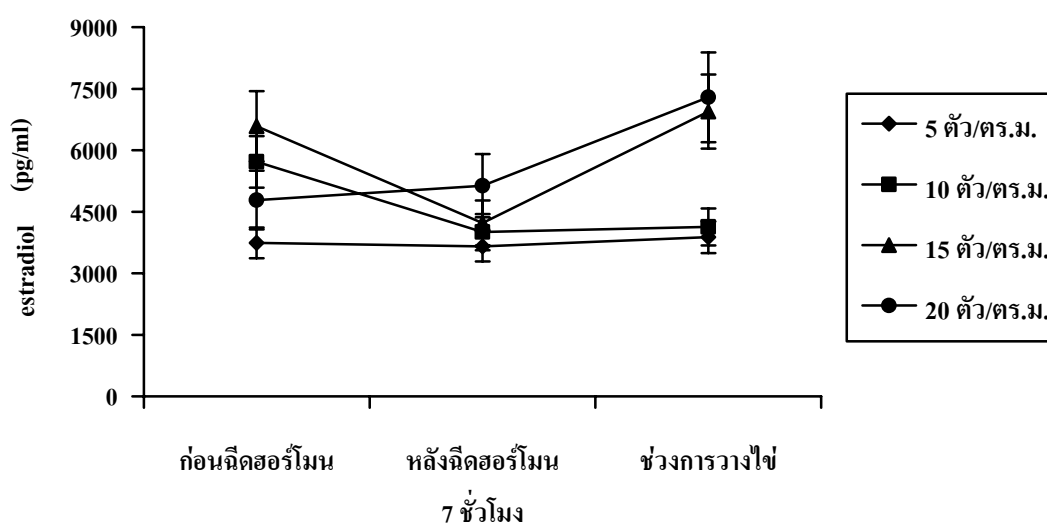
ตารางที่ 2 ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด
 ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วง
 ระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ก่อนฉีดฮอร์โมน (pg/ml)	หลังการฉีด ฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง (pg/ml)	ช่วงการวางไข่ (pg/ml)
ระบบเปิด	5	6,116.8 $\pm$ 2,218.7	4,455.0 $\pm$ 414.2	4,848.1 $\pm$ 686.3
	10	3,350.2 $\pm$ 551.4	2,540.0 $\pm$ 650.7	4,815.6 $\pm$ 2,578.0
	15	6,944.2 $\pm$ 2,470.9	5,372.5 $\pm$ 1,750.3	5,411.9 $\pm$ 278.9
	20	5,075.1 $\pm$ 3,917.1	4,012.3 $\pm$ 2,666.4	6,909.3 $\pm$ 1,330.5
ระบบปิด	5	3,740.8 $\pm$ 1,488.7	3,657.8 $\pm$ 486.0	3,877.1 $\pm$ 2,873.6
	10	5,716.5 $\pm$ 4,747.3	4,004.7 $\pm$ 1,692.8	4,128.4 $\pm$ 994.6
	15	6,586.3 $\pm$ 4,202.6	4,225.6 $\pm$ 880.3	6,942.3 $\pm$ 1,484.3
	20	4,780.9 $\pm$ 784.7	5,135.6 $\pm$ 3,920.2	7,291.2 $\pm$ 2,417.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD



ภาพที่ 6 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังจากการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการปักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่



ภาพที่ 7 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาอุกอยู่ภายหลังจากการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ปักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการปักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

เมื่อพิจารณาปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาของทุกชุดการทดลองพบว่า แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol สูงสุด ($7,291.2 \pm 2,417.3$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาในทุกชุดการทดลอง ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2)

2. ระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาคูกอย อัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกปลาคูกอย

2.1 ระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาคูกอย

ผลการศึกษาระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาคูกอยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีรายละเอียดดังนี้

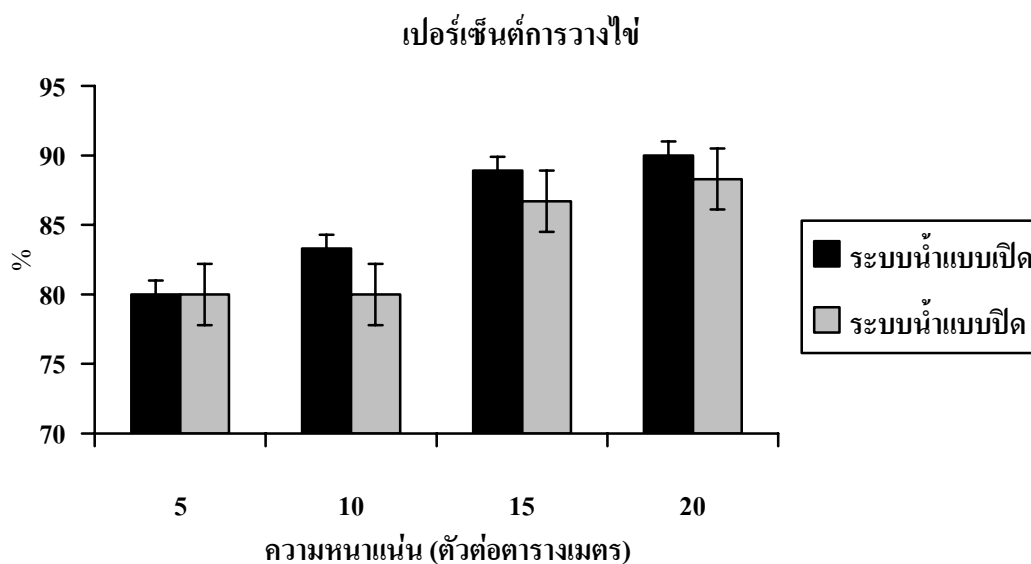
แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด วางไข่ภายในชั่วโมงที่ 12 หลังฉีดฮอร์โมน เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่พักในระบบเปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาสูงสุด (90.0 ± 0.0 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่พักในระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร เท่ากับ 80.0 ± 0.0 , 83.3 ± 11.5 , 88.9 ± 7.7 และ 90.0 ± 0.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 8)

แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด วางไข่ภายในชั่วโมงที่ 15 หลังฉีดฮอร์โมน เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่พักในระบบปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาสูงสุด (88.3 ± 10.4 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่พักในระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร เท่ากับ 80.0 ± 20.0 , 80.0 ± 10.0 , 86.7 ± 6.6 และ 88.3 ± 10.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 8)

ตารางที่ 3 ระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด และปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ระยะเวลาวางไข่ (ภายในชั่วโมงที่)	เปอร์เซ็นต์การวางไข่
ระบบเปิด	5	12	80.0±0.0
	10	12	83.3±11.5
	15	12	88.9±7.7
	20	12	90.0±0.0
ระบบปิด	5	15	80.0±20.0
	10	15	80.0±10.0
	15	15	86.7±6.6
	20	15	88.3±10.4

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD



ภาพที่ 8 เปอร์เซนต์การวางไข่ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาของทุกชุดการทดลองพบว่า แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่สูงสุด (90 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 3, ภาพที่ 8)

2.2 อัตราการฟักไข่

ผลการศึกษาอัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอูยที่ได้จากแม่ปลาอุกบึกอูยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีรายละเอียดดังนี้

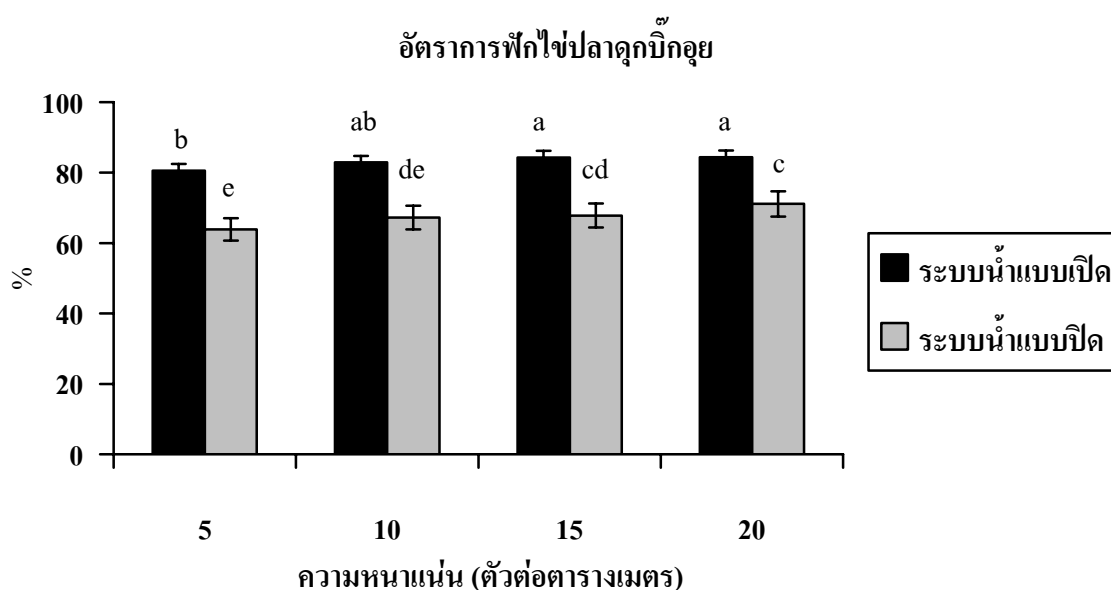
ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักสูงสุด (84.4 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์) อัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอูยที่ได้จากแม่ปลาอุกบึกอูยที่พักในระบบเปิดที่ความหนาแน่น 20, 15 และ 10 ตัวต่อตารางเมตรสูงกว่าที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักเท่ากับ 80.6 ± 2.4 , 82.9 ± 1.3 , 84.3 ± 1.9 และ 84.4 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 9)

ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักบ่อระบบน้ำแบบปิด โดยที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักสูงสุด (71.1 ± 2.2 เปอร์เซ็นต์) อัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอูยที่ได้จากแม่ปลาอุกบึกอูยที่พักในระบบปิดที่ความหนาแน่น 20 และ 15 ตัวต่อตารางเมตรสูงกว่าที่ความหนาแน่น 5 และ 10 ตัวต่อตารางเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักเท่ากับ 63.9 ± 3.3 , 67.2 ± 1.4 , 67.8 ± 1.5 และ 71.1 ± 2.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 9)

ตารางที่ 4 อัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอูยที่ได้จากแม่ปลาอุกอูยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์)
ระบบเปิด	5	80.6±2.4 ^{b b}
	10	82.9±1.3 ^{ab ab}
	15	84.3±1.9 ^{a a}
	20	84.4±1.1 ^{a a}
ระบบปิด	5	63.9±3.3 ^{C e}
	10	67.2±1.4 ^{BC de}
	15	67.8±1.5 ^{AB cd}
	20	71.1±2.2 ^{A c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b c d e อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง



ภาพที่ 9 อัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอูยที่ได้จากแม่ปลาอุกอูยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาอัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอู๋ที่ได้จากแม่ปลาอุกอู๋ของทุกชุดการทดลอง พบว่า ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักสูงสุด (84.4 เปอร์เซ็นต์) และไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดของทุกความหนาแน่น มีอัตราการฟักสูงกว่าไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อฟักแม่ปลาอุกอู๋มีผลต่ออัตราการฟักไข่ปลาอุกบึกอู๋ที่ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4, ภาพที่ 9)

2.3 อัตราการรอดของลูกปลาอุกบึกอู๋ (ระยะถุงไข่แดงยุบ)

ผลการศึกษาอัตราการรอดของลูกปลาอุกบึกอู๋ (ระยะถุงไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาอุกอู๋ที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีรายละเอียดดังนี้

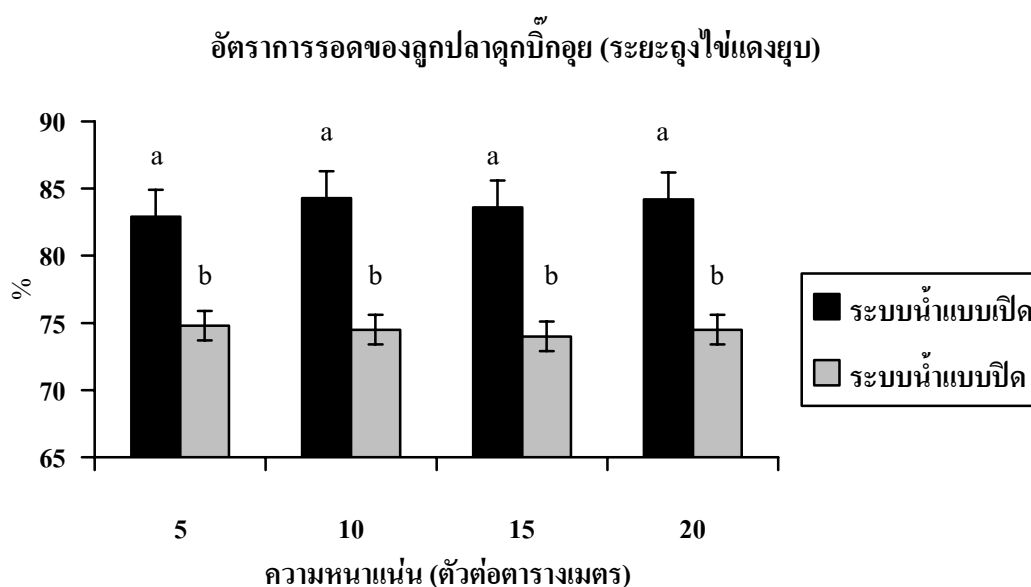
ลูกปลาอุกบึกอู๋ที่ได้จากแม่ปลาอุกอู๋ที่ฟักในบ่อระบบน้ำเปิด ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดสูงสุด (84.3 ± 3.3 เปอร์เซ็นต์) อัตราการรอดของลูกปลาอุกบึกอู๋ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ลูกปลาอุกบึกอู๋ที่ได้จากแม่ปลาที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดเท่ากับ 82.9 ± 2.6 , 84.3 ± 3.3 , 83.6 ± 2.7 และ 84.2 ± 3.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 10)

ลูกปลาอุกบึกอู๋ที่ได้จากแม่ปลาอุกอู๋ที่ฟักในบ่อระบบน้ำปิด ที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดสูงสุด (74.8 ± 2.7 เปอร์เซ็นต์) อัตราการรอดของลูกปลาอุกบึกอู๋ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ลูกปลาอุกบึกอู๋ที่ได้จากแม่ปลาที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดเท่ากับ 74.8 ± 2.7 , 74.5 ± 0.8 , 74.0 ± 0.8 และ 74.5 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 10)

ตารางที่ 5 อัตราการรอดของลูกปลาอุกบักอูย (ระยะถุงไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาอุกอูยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	อัตราการรอดของลูกปลา (เปอร์เซ็นต์)
ระบบเปิด	5	82.9±2.6 ^{a a}
	10	84.3±3.3 ^{a a}
	15	83.6±2.7 ^{a a}
	20	84.2±3.3 ^{a a}
ระบบปิด	5	74.8±2.7 ^{A b}
	10	74.5±0.8 ^{A b}
	15	74.0±0.8 ^{A b}
	20	74.5±1.1 ^{A b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง



ภาพที่ 10 อัตราการรอดของลูกปลาอุกบักอูย (ระยะถุงไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาอุกอูยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาอัตราการรอดของลูกปลาอุกบิกอูยที่ได้จากแม่ปลาอุกอูยของทุกชุดการทดลองพบว่า ลูกปลาอุกบิกอูยที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำเปิด ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตรมีอัตราการรอดสูงสุด (84.3 เปอร์เซ็นต์) และระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอูยมีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลาอุกบิกอูยที่ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาอุกบิกอูยที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำเปิดของทุกความหนาแน่นมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกปลาอุกบิกอูยที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5, ภาพที่ 10)

3. อัตรารอดของแม่ปลาอุกอูย

ผลการศึกษาอัตราการรอดของแม่ปลาอุกอูยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีรายละเอียดดังนี้

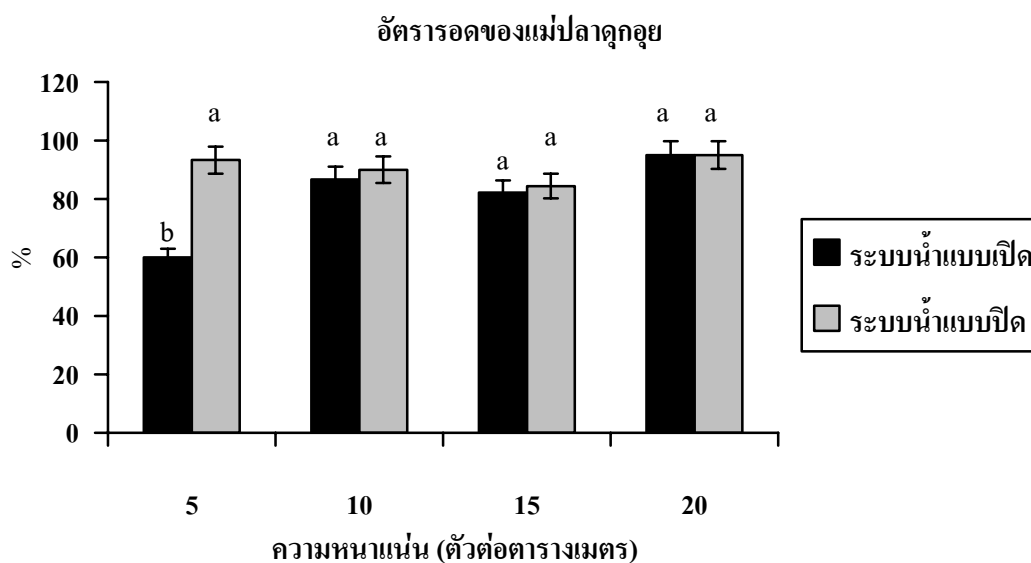
แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดสูงสุด (95 ± 5.0 เปอร์เซ็นต์) อัตรารอดของแม่ปลาอุกอูยที่พักในระบบเปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตรต่ำกว่าที่ความหนาแน่นอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดเท่ากับ 60.0 ± 0.0 , 86.7 ± 11.5 , 82.2 ± 3.9 และ 95.0 ± 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 11)

แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดสูงสุด (95 ± 5.0 เปอร์เซ็นต์) อัตรารอดของแม่ปลาอุกอูยที่พักในระบบปิดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดเท่ากับ 93.3 ± 11.5 , 90.0 ± 10.0 , 84.4 ± 15.4 และ 95.0 ± 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 11)

ตารางที่ 6 อัตราอดของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ภายหลังการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ LHRHa ร่วมกับ คอมเพอร์โดน

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	อัตราอดของแม่ปลา (เปอร์เซ็นต์)
ระบบเปิด	5	60.0±0.0 ^{b b}
	10	86.7±11.5 ^{a a}
	15	82.2±3.9 ^{a a}
	20	95.0±5.0 ^{a a}
ระบบปิด	5	93.3±11.5 ^{A a}
	10	90.0±10.0 ^{A a}
	15	84.4±15.4 ^{A a}
	20	95.0±5.0 ^{A a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง

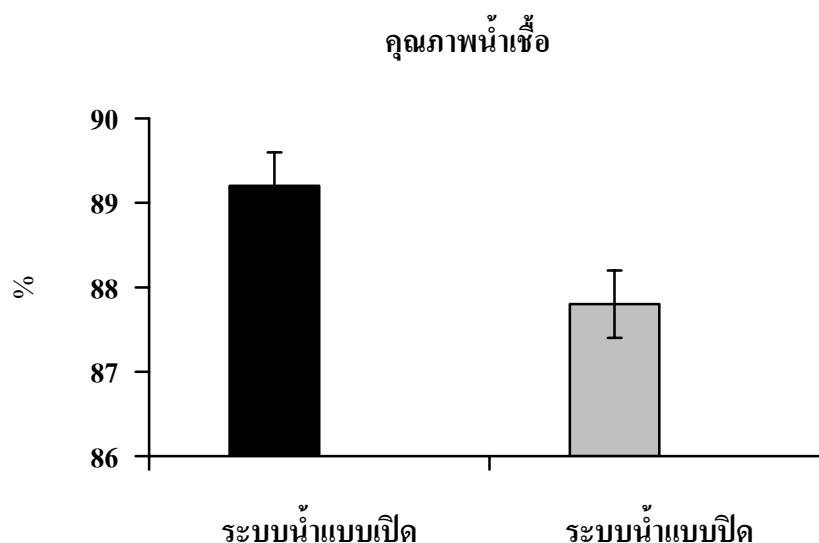


ภาพที่ 11 อัตรารอดของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาอัตราการรอดของแม่ปลาของทุกชุดการทดลองพบว่า แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตรมีอัตราการรอดสูงสุด (95 เปอร์เซ็นต์) และแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตรมีอัตราการรอดต่ำสุด (60 เปอร์เซ็นต์) และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 6, ภาพที่ 11)

4. คุณภาพน้ำเชื้อของปลาดุกยักษ์

จากการศึกษาคุณภาพน้ำเชื้อของปลาดุกยักษ์ น้ำเชื้อที่ผสมกับไข่ของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิดมีอัตราการรอดของสเปิร์มาโตซัว เฉลี่ยที่ 89.2 ± 0.79 และ 87.8 ± 0.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 คุณภาพน้ำเชื้อของปลาดุกยักษ์ที่ผสมกับไข่ของแม่ปลาดุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด

5. คุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อพักแม่ปลาดุกอุยภายหลังการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ LHRHa ร่วมกับคอมพิวเตอร์ ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) อุณหภูมิ น้ำ และปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) มีรายละเอียดดังนี้

ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาดุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาดุกอุยระบบน้ำแบบเปิด ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ สูงกว่าระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในบ่อพักแม่ปลาที่อยู่ในระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	DO (mg/l)		
		ก่อนฉีดฮอร์โมน	หลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	ช่วงการวางไข่
ระบบเปิด	5	6.56	5.56±0.08 ^{a a}	5.48±0.03 ^{ab ab}
	10	6.56	5.43±0.04 ^{b b}	5.61±0.16 ^{a a}
	15	6.56	5.32±0.07 ^{b b}	5.34±0.06 ^{c c}
	20	6.56	5.36±0.06 ^{b b}	5.42±0.05 ^{bc bc}
ระบบปิด	5	6.56	5.04±0.06 ^{A c}	2.90±0.07 ^{A d}
	10	6.56	4.55±0.11 ^{B d}	2.38±0.06 ^{B e}
	15	6.56	4.29±0.06 ^{C e}	2.12±0.03 ^{C f}
	20	6.56	4.10±0.06 ^{D f}	1.10±0.06 ^{D g}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b c d e f g อักษรแตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง

ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาที่อยู่ในระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาที่อยู่ในระบบน้ำแบบเปิด ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ สูงกว่าระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	pH		
		ก่อนฉีดฮอร์โมน	หลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	ช่วงการวางไข่
ระบบเปิด	5	7.50	7.58±0.01 ^{a a}	7.67±0.02 ^{a a}
	10	7.50	7.62±0.02 ^{a a}	7.65±0.04 ^{a a}
	15	7.50	7.61±0.02 ^{a a}	7.68±0.02 ^{a a}
	20	7.50	7.60±0.01 ^{a a}	7.67±0.03 ^{a a}
ระบบปิด	5	7.50	7.45±0.03 ^{A b}	7.35±0.03 ^{A b}
	10	7.50	7.41±0.03 ^{B c}	7.35±0.02 ^{AB bc}
	15	7.50	7.42±0.03 ^{AB bc}	7.33±0.02 ^{AB bc}
	20	7.50	7.41±0.03 ^{B c}	7.31±0.02 ^{B c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b c อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง

อุณหภูมิของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อุณหภูมิของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิด ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ สูงกว่าระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 อุณหภูมิของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	Temperature (°C)		
		ก่อนฉีดฮอร์โมน	หลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	ช่วงการวางไข่
ระบบเปิด	5	29.8	29.9±0.26 ^{b b}	32.0±0.10 ^{a a}
	10	29.8	30.9±0.21 ^{a a}	31.9±0.15 ^{a a}
	15	29.8	30.6±0.26 ^{a a}	32.0±0.11 ^{a a}
	20	29.8	30.5±0.26 ^{a a}	31.8±0.06 ^{a a}
ระบบปิด	5	29.8	28.3±0.17 ^{AB cd}	29.7±0.15 ^{A b}
	10	29.8	28.1±0.15 ^{B d}	29.7±0.06 ^{A b}
	15	29.8	28.3±0.10 ^{AB cd}	29.7±0.20 ^{A b}
	20	29.8	28.6±0.29 ^{A c}	29.7±0.12 ^{A b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b c d อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง

ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิด ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่ ต่ำกว่าระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง และช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	TAN (mg/l)		
		ก่อนฉีดฮอร์โมน	หลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง	ช่วงการวางไข่
ระบบเปิด	5	N.A.	N.A.	0.17±0.14 ^{a a}
	10	N.A.	N.A.	0.17±0.14 ^{a a}
	15	N.A.	N.A.	0.25±0.00 ^{a a}
	20	N.A.	0.08±0.14 ^a	0.25±0.00 ^{a a}
ระบบปิด	5	N.A.	2.50 ^{A b}	5.00±0.00 ^{A b}
	10	N.A.	2.50 ^{A b}	5.00±0.00 ^{A b}
	15	N.A.	2.50 ^{A b}	5.00±0.00 ^{A b}
	20	N.A.	2.50 ^{A b}	5.00±0.00 ^{A b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, a b อักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อักษรแตกต่างกันในแถวแรกแสดงถึงความแตกต่างกันภายในบล็อก อักษรแตกต่างกันในแถวสองแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง
N.A. หมายถึง ไม่สามารถวัดได้

วิจารณ์

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลา
 คุกอุย (*C. macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ไม่มีผลต่อปริมาณฮอร์โมน cortisol
 ของแม่ปลา จากการศึกษาพบว่า ปริมาณฮอร์โมน cortisol จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป ปริมาณ
 ฮอร์โมน cortisol ต่ำสุด ณ ช่วงก่อนฉีดฮอร์โมนและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากฉีดฮอร์โมน 7 ชั่วโมง
 และสูงสุดในช่วงวางไข่ ปริมาณฮอร์โมน cortisol ณ ช่วงก่อนฉีดฮอร์โมนต่ำสุดเนื่องจากปลาถูก
 ครอบงวนน้อยที่สุด ต่อมาฉีดฮอร์โมนให้แก่แม่ปลาและปล่อยให้อยู่ในที่กักขังทำให้ปริมาณฮอร์โมน
 cortisol สูงขึ้น เนื่องจากเป็นผลจากการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่และการอยู่ในที่กักขังรวมกัน
 เป็นระยะเวลานานทำให้แม่ปลาเกิดความเครียด ระดับฮอร์โมน cortisol จึงสูงขึ้น และมีปริมาณ
 ฮอร์โมน cortisol สูงสุดในช่วงการวางไข่ โดยแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดมีแนวโน้มของ
 ปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงกว่าในระบบเปิด ทั้งนี้อาจเป็นผลจากมีระยะเวลาการตกไข่ที่ยาวนาน
 กว่า (15 ชั่วโมง) นอกจากนี้คุณภาพน้ำในบ่อระบบน้ำแบบปิดยังมีปริมาณออกซิเจนละลาย
 (1.1 - 2.9 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่ำกว่าในระบบน้ำแบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่ง Boyd
 (1990) รายงานว่า โดยทั่วไประดับออกซิเจนละลายไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และในการ
 เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีควรมีอย่างน้อย 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สัตว์น้ำจึงจะมีชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ
 นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำยังส่งผลทางอ้อมทำให้มีการสะสมของสารพิษพวก
 แอมโมเนีย ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระบบน้ำแบบปิดพบว่า มีปริมาณแอมโมเนียรวม
 (5 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าในระบบน้ำแบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งไม่เหมาะสม
 ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงทำให้แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดมีปริมาณฮอร์โมน cortisol
 สูงกว่าแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดซึ่งมีคุณภาพน้ำดีกว่า อย่างไรก็ตาม เป็นที่สังเกตว่า
 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาที่พักที่ความหนาแน่นต่ำมีความเข้มข้นสูงกว่าที่ความ
 หนาแน่นสูงทั้ง 2 ระบบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแม่ปลาที่พักที่ความหนาแน่นต่ำมีพื้นที่การ
 เคลื่อนที่ได้มาก ซึ่งปลาคุกอุยมีก้านครีบแข็งที่ครีบทูที่คม ทำให้มีโอกาสเกิดการทำร้ายกันเอง เกิด
 บาดแผลและทำให้เพิ่มระดับความเครียดที่สูงขึ้น ส่วนแม่ปลาที่พักที่ความหนาแน่นสูงกว่าจะมี
 พื้นที่ในการเคลื่อนที่ลดลง ทำให้ลดโอกาสในการทำร้ายกันเองลดลง ปริมาณฮอร์โมน cortisol
 จึงมีระดับค่อนข้างต่ำ วิชัยและคณะ (2539) รายงานว่า ความเครียดที่เกิดขึ้นในปลากระดุกแฉกเกิด
 จากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน cortisol โดยตรง และความเครียดทำให้ระดับฮอร์โมน cortisol
 ในพลาสมาเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาที่ได้พบว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาของ
 Nieuwegiessen *et al.* (2008) ที่ศึกษาพบว่า ความหนาแน่นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ

ฮอร์โมน cortisol ในพลาสมาของปลาคูแอฟริกัน (*C. gariepinus*) แต่ Marco *et al.* (2008) ศึกษาพบว่า ระดับฮอร์โมน cortisol ในปลา European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) จะเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

จากการทดลองพบว่า ในชุดทดลองที่มีปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงจะมีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ต่ำ ซึ่ง Carragher *et al.* (1989) และ Kubokawa *et al.* (1999) รายงานว่า ปลาที่เกิดความเครียดและมีปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงจะทำให้เกิดการยับยั้งกระบวนการสืบพันธุ์โดยการไปลดระดับฮอร์โมน gonadotropin ในต่อมใต้สมองและในพลาสมาและลดระดับฮอร์โมนสเตอรอยด์ที่สร้างจากรังไข่ในพลาสมา อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการเก็บตัวอย่างจากเลือดของแม่ปลาที่มีไข่อยู่ในระยะเดียวกัน เพราะระดับฮอร์โมน 17β - estradiol จะเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการพัฒนารังไข่เนื่องจากฮอร์โมนที่ผลิตออกมาเพื่อกระตุ้นให้ตับสะสม vitellogenin ส่งมาตามกระแสเลือดมาเก็บสะสมไว้ในรังไข่ จึงทำให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อไข่สะสม vitellogenin ได้เต็มที่แล้ว ระดับฮอร์โมน estradiol จะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วพร้อมกับไข่ที่พัฒนาต่อไปจนแม่ปลาวางไข่ (วีรพงศ์, 2546) ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองที่พบว่าปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ยังคงสูงอยู่จนกระทั่งแม่ปลาวางไข่ ทั้งนี้อาจเป็นผลจาก domperidone ที่ยับยั้ง dopamine ทำให้ LHRHa ยังคงทำงานอย่างต่อเนื่องไปกระตุ้นการสังเคราะห์การสร้าง steroid ในรังไข่

เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่พักในบ่อที่ความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำแตกต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ระยะเวลาการวางไข่ของแม่ปลาที่พักในระบบน้ำแบบเปิดเร็วกว่าระบบน้ำแบบปิด จากการสังเกตคุณภาพน้ำพบว่า คุณภาพน้ำในบ่อระบบน้ำแบบเปิดมีปริมาณออกซิเจนละลาย (5.34 - 5.48 มิลลิกรัมต่อลิตร) สูงกว่าในระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีปริมาณแอมโมเนียรวม (0.17 - 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่ำกว่าในระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ในบ่อระบบน้ำแบบเปิดยังมีอุณหภูมิ (31.8 - 32.0 องศาเซลเซียส) สูงกว่าในบ่อระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งคุณภาพน้ำอาจมีผลต่อการเร่งรัดต่อความพร้อมในการวางไข่ของแม่ปลา ทำให้ไข่พัฒนาไปสู่การเจริญขั้นสุดท้ายและเกิดการตกไข่ได้ดีกว่า นอกจากนี้ความเครียดยังมีผลต่อระยะเวลาการวางไข่ โดย Iwama *et al.* (1997) ศึกษาพบว่า ผลของความเครียดจะทำให้การวางไข่ช้าออกไป

ความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำมีผลต่อคุณภาพของไข่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากคุณภาพน้ำเชื้อไม่แตกต่างกัน โดยไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดมีอัตราการฟักสูงกว่าไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด และอัตราการฟักเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการปล่อย และระบบน้ำยังมีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลาคุกกี้ (ระยะถุงไข่แดง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาคุกกี้ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดมีอัตราการรอดต่ำกว่าลูกปลาคุกกี้ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด นอกจากนี้อัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกปลาคุกกี้ยังมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการตกไข่ โดยแม่ปลาที่ตกไข่เร็วจะให้ไข่ที่มีอัตราการฟักสูงกว่าแม่ปลาที่ตกไข่ช้ากว่า และลูกปลาคุกกี้ที่ได้จากแม่ปลาที่ตกไข่เร็วมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกปลาคุกกี้ที่ได้จากแม่ปลาที่ตกไข่ช้ากว่า เนื่องจากแม่ปลาที่พักในระบบน้ำแบบปิดตกไข่ช้า ทำให้แม่ปลาต้องอยู่ในสภาวะก่อความเครียดนานกว่าแม่ปลาที่พักในระบบน้ำแบบเปิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Iwama *et al.* (1997) ที่ศึกษาพบว่า ผลของความเครียดจะทำให้การวางไข่ช้าออกไป เนื่องจากการตกไข่ช้าส่งผลให้เกิดการเสื่อมสลายของรังไข่ มีผลทำให้ขนาดของไข่เล็กลง ซึ่งส่งผลต่ออัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกปลา และผลการศึกษาของ Campbell *et al.* (1992, 1994) ที่พบว่า การขังปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) และ brown (*Salmo trutta*) ที่อยู่ในช่วงการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ระยะสุดท้ายเป็นเวลานาน ทำให้ขนาดของไข่ปลา rainbow trout ลดลง และทำให้ลูกปลา brown และ rainbow trout ที่ได้จากปลาในกลุ่มทดลองความเครียดมีอัตราการรอดต่ำกว่าลูกปลาที่ได้จากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ การจัดการระบบน้ำซึ่งส่งผลต่อคุณภาพน้ำยังมีผลต่ออัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกปลาคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดมีอัตราการฟักสูงกว่าไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดและลูกปลาคุกกี้ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกปลาคุกกี้ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิด จากการสังเกตคุณภาพน้ำในบ่อพักแม่ปลาพบว่า คุณภาพน้ำในบ่อระบบน้ำแบบเปิดมีปริมาณออกซิเจนละลายและอุณหภูมิสูงกว่าในระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และในบ่อระบบน้ำแบบปิดมีปริมาณแอมโมเนียรวมสูงกว่าในระบบน้ำแบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งคุณภาพน้ำอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของไข่ อุทธรณ์ (2538) กล่าวว่า เมื่อน้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมก็จะมีผลยับยั้งการเจริญของไข่ เช่น อุณหภูมิจะกระตุ้นการเจริญของไข่ แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำจะยับยั้งการเจริญของไข่ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนยังมีผลต่อขบวนการสร้างพลังงานและการเจริญของไข่ เมื่อออกซิเจนไม่เพียงพอพลังงานก็จะไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้การเจริญของไข่หยุดชะงัก ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของไข่และลูกปลาที่ได้

แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตรมีอัตราการรอดต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากที่ความหนาแน่นต่ำและน้ำไหลผ่านตลอดทำให้แม่ปลามีการเคลื่อนที่มาก ซึ่งในธรรมชาติเมื่อปลาถูกได้รับน้ำใหม่ (ฝนตก) จะกระตุ้นให้มีการเคลื่อนที่ เกิดการทำร้ายกันเองและเกิดบาดแผล มีการลอกหลุดของผิวหนังชั้นนอก ทำให้อัตราการรอดต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการผลศึกษาของ Nieuwegiessen *et al.* (2008) ที่พบว่า ในปลาฉลามแอฟริกัน (*C. gariepinus*) จะมีความก้าวร้าวสูงและอัตราการรอดต่ำเมื่อปล่อยที่ความหนาแน่นต่ำ สุรพงษ์ และคณะ (2548) ศึกษาผลของภาวะความเครียดต่อลักษณะทางจุลกายวิภาคของผิวหนังอวัยวะภายใน และระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของปลาฉลาม พบว่าปลาฉลามที่ได้รับความเครียดเกิดวิการระดับจุลพยาธิที่ผิวหนัง โดยพบการลดจำนวนของ mucus cell และ club cell ซึ่งอาจทำให้มีการจับเมือกออกมาปกคลุมผิวหนังน้อยลง เมื่อมีบทบาทในการป้องกันการติดเชื้อ เช่น เมือกทำหน้าที่ในการขจัด zoospore ของเชื้อรา (water mold หรือ oomycete) (Willoughby, 1989) การตอบสนองดังกล่าวถ้าเกิดขึ้นเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดแผลหลุม เนื่องจากการลอกหลุดของเซลล์ชั้นนอกของ epidermis ซึ่งพบว่าภาวะเครียดสามารถก่อให้เกิดแผลตามลำตัวปลา โดยปลาถูกขังในพื้นที่แคบ (confinement) เพียง 15 นาที จะพบแผลหลุมที่ผิวหนัง ครีบและกระดูกตา (Noga *et al.*, 1998; Udomkusonsri and Noga, 2005; Udomkusonsri *et al.*, 2004) แผลหลุมเหล่านี้เป็นสาเหตุุ้มนำให้เกิดการติดเชื้อที่ผิวหนัง เช่น โรคเชื้อรา (Saprolegniosis) และโรคติดเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานพบการเปลี่ยนทางพยาธิของผิวหนังจากภาวะเครียดในปลาต่างๆ เช่น ปลาหมอสี เข้มขึ้นเนื่องจากเม็ดสีในเซลล์ melanophore เกิดการรวมกลุ่ม เกิดตายแบบ apoptosis ของเม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes, mucus cell และเซลล์บุผิว (epidermal cells) เป็นต้น (สุรพงษ์ และคณะ, 2548)

ดังนั้น จากผลการศึกษาที่ได้จึงแนะนำได้ว่า ในการเพาะพันธุ์ปลาฉลามและปลาฉลามบิกออย ควรพักแม่ปลาฉลามออย (*C. macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร และควรมีการถ่ายเทน้ำตลอดเวลา เพื่อลดการสูญเสียแม่ปลา

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของความหนาแน่น และการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุย (*C. macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ต่อความเครียดและการสืบพันธุ์ สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณฮอร์โมน cortisol และ 17β - estradiol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิดที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงเวลาเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน cortisol สูงสุด (198.5 ± 83.6 ไมโครกรัมต่อลิตร) และแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่ มีปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol สูงสุด ($7,291.2\pm2417.3$ พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร)

2. แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดวางไข่เร็วกว่าแม่ปลาที่พักในระบบน้ำแบบปิด เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาที่พักในระบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การวางไข่สูงสุด (90.0 ± 0.0 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

3. ไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการฟักสูงสุด (84.4 เปอร์เซ็นต์) และไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดของทุกความหนาแน่น มีอัตราการฟักสูงกว่าไข่ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และความหนาแน่นและการจัดการระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยมีผลต่ออัตราการฟักไข่ปลาอุกอุยที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. ลูกปลาอุกอุย (ระยะถุงไข่แดงยุบ) ที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำเปิด ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตรมีอัตราการรอดสูงสุด (84.3 เปอร์เซ็นต์) และระบบน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยมีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลาอุกอุยที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลูกปลาอุกอุยที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำเปิดของทุกความหนาแน่นมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกปลาอุกอุยที่ได้จากแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5. แม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตรมี อัตรารอดสูงสุด (95 เปอร์เซ็นต์) และแม่ปลาที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อ ตารางเมตรมีอัตรารอดต่ำสุด (60 เปอร์เซ็นต์) และต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นควรพักแม่ปลาคูกอูย (*C. macrocephalus*) ภายหลังฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ ที่ความ หนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตรในบ่อระบบน้ำแบบเปิด เพื่อลดการสูญเสียแม่ปลา

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กำชัย ลาวัณยวุฒิ, สุจินต์ หนูขวัญ และ พรรณศรี จริโมภาส. 2535. ผลผลิตการเลี้ยงปลาอุก
ลูกผสมอุยเทศในบ่อคอนกรีต ด้วยอัตราการเลี้ยงต่าง ๆ กัน, น. 587-598. ใน รายงานการ
ประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาสัตวสัตวแพทยศาสตร์ ประมง 29 มกราคม - 1
กุมภาพันธ์ 2535, กรุงเทพฯ.
- กรมประมง. 2549. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2549. กองเศรษฐกิจการประมง,
กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- ถนอมศรี วงศ์รัตนสถิตย์. 2536. เกษษวินิจัย ยา และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 2.
ภาควิชาเภสัชวินิจัย, คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- ถาวร จิระโสภณรักษ์. 2530. การเลี้ยงปลาอุกค้ำในบ่อคอนกรีตแบบน้ำไหล, น. 16. ใน รายงาน
ประจำปี 2530. สถานีประมงจังหวัดระยอง, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- ทิพย์สุดา ต่างประโคน, ผ่องใส จันทร์ศรี และ สุพรรณ ชันน้ำเที่ยง. 2550. การเลี้ยงปลาอุกอุยเทศ
ในบ่อพลาสติกที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ระดับ, น. 57-58. ใน บทความวิชาการประชุม
วิชาการประมง ประจำปี 2550, กรมประมงและศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียง
ใต้, กรุงเทพฯ.
- ธีรพงศ์ อมรสกุล. 2528. คุณสมบัติของน้ำในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียนที่เลี้ยง
ปลาอุกค้ำในระดับการปล่อยที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นฤพล สุขมาสวิน. 2538. โภชนาโคโรปของปลากระดุกเข้, น. 139-143. ใน วารสารการ
ประมง มี.ค.-เม.ย. 2538. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

นิภา กาลศรี, พิมพา อุดมรัตน์ และ ชัยศิริ ศิริกุล. 2546. การอนุบาลปลาดุกอุยในกระชัง, น. 19.

ใน บทคัดย่อการสัมมนาวิชาการประมง ประจำปี 2546. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

บรรจง จำนงศิริธรรม, บุญช่วย ชาวปากน้ำ และ วิจิตรา ผินอินทร์. 2536. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยเทศนระบบน้ำหมุนเวียนในอัตราปล่อยที่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 47/2536. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดกาญจนบุรี, กรมประมง. กรุงเทพฯ. 42 น.

พรทิพา คูมอญ. 2536. ผลของชนิดอาหารและอัตราปล่อยต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ และ กำชัย ลาวัณยวุฒิ. 2539. การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ในช่วงรอบปีของปลาดุกอุยและปลาตะเพียนขาวเทศเมีย, น. 55 - 76. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, สุจินต์ หนูขวัญ, ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และกำชัย ลาวัณยวุฒิ. 2533. บิกอูย ปลาเศรษฐกิจชนิดใหม่. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง.

ขรรยง อินทรรักษา. 2538. สรีรวิทยาระบบต่อมไร้ท่อและสืบพันธุ์. ภาควิชาสรีรวิทยา, คณะสัตวแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัตนา มั่นประสิทธิ์. 2539. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ปลากะตักหัวแหลมบริเวณอ่าวไทยตะวันออก, น. 517 – 526. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ร่วมฤดี พานจันทร์, โฉมิต ศรีภูธร, พิเชษฐ เวชวิฐาน, นภาพร จันทะรัง และ ทาริกา โกฏสันเทียะ. 2549. การเลี้ยงปลาดุกอุยผสมที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ โดยใช้ น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์และพืชสมุนไพร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, สกลนคร.

วันที ทิวะสิงห์. ม.ป.ป. ผลของความเครียดต่อระบบสืบพันธุ์ของปลาเทศเมียในระยะวางไข่. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วารุณี เกียรติคุริยกุล. 2540. **ฮอร์โมนเพศ**. ภาควิชาเคมีคลินิก, คณะเทคนิคการแพทย์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิชัย วัฒนกุล, เรณู ยาชิโร และ พิษณุ นอนันต์. 2539. การเปลี่ยนแปลงคอร์ติซอลและองค์ประกอบไอออนในปลาสมาระหว่างการลำเลียงพ่อแม่พันธุ์ปลาตะเล 4 ชนิด, น. 153 - 156. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

วิทย์ ชารชลาณกิจ, เวียง เชื้อโพธิ์หัก, ประวิทย์ สุรนิรนาถ และ อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2524. การเลี้ยงปลาดุกด้านในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียน. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 58 น.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. การเพาะพันธุ์ปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2546. เอกสารประกอบการสอนวิชา วิทยาต่อมไร้ท่อของปลาและครึ่งเตีชี. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์. 2540. ผลของความหนาแน่นที่มีต่อการเลี้ยงปลาดุกอุยเทศ (*Clarias macrocephalus* Gunther X *C. gariepinus* Burchell). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศรี งามวงศ์ชน. 2539. การใช้โกนาโดโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมนรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการวางไข่ของปลาดุกอุย. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สนิท ทองสง่า. 2504. การเพาะพันธุ์ปลาดุกอุยโดยวิธีฉีดฮอร์โมน. วารสารการประมง 14 (2): 145-162.

สุรพงษ์ อาทิตยวงศ์, ปาริยา อุดมกุศลศรี, ศิริรักษ์ จันทกร, สันติ แก้วโมกุล และ อุไร พงษ์ชัยฤกษ์.

2548. ผลของภาวะเครียดต่อลักษณะทางจุลกายวิภาคของผิวหนัง อวัยวะภายในและระบบภูมิคุ้มกันที่ไม่จำเพาะของปลาดุก (*Clarias batrachus*). ภาควิชากายวิภาคศาสตร์, คณะสัตวแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. การเพาะและขยายพันธุ์ปลาดุก. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. การเพาะพันธุ์ปลาดุก. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. ม.ป.ป. ผลของฮอร์โมน LH-RH α ต่อการตกไข่ของปลาดุกอุย *Clarias macrocephalus* Gunther. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Aida, K., R.S. Izumo, H. Satoh and T. Hibiya. 1978. Induction of ovulation in plaice and goby with synthetic LH-RH Releasing Hormone. **Bull. Japanese Soc. Of Sci. Fish.** 44(5): 445-450.

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.

Barton, B.A. 2002. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integr. Comp. Biol.** 42: 517– 525.

Boyd, C.E. 1990. **Water quality management for pond fish culture.** Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University.

Campbell, P.M., T.G. Pottinger and J.P. Sumpter. 1994. Preliminary evidence that chronic confinement stress reduced the quality of gametes produced by brown and rainbow trout. **Aquaculture** 120: 151– 169.

- 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.
- Carragher, J.F., J.P. Sumpter, T.G. Pottinger and A.D. Pickering. 1989. The deleterious effects of cortisol implantation on reproductive function in two species of trout, *Salmo trutta* L. and *Salmo gairdneri* Richardson. **Gen. Comp. Endocrinol.** 76: 310– 321.
- Coulibaly, A., I.N. Ouattara, T. Koné, V. N'Douba, J. Snoeks, G. Gooré Bi and E.P. Kouamélan. 2007. First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates. **Aquaculture** 263: 61-67
- 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.
- Davis, K.B., B.R. Griffin and W.L. Gray. 2002. Effect of handling stress on susceptibility of channel catfish *Ictalurus punctatus* to *Ichthyophthirius multifiliis* and channel catfish virus. **Aquaculture** 214: 55– 66.
- 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.
- Ellsaesser, C.E. and L.W. Clem. 1986. Haematological and immunological changes in channel catfish stressed by handling 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.
- Gregory, M.J. 2006. **Endocrine system**. Biology. Available Source: <http://faculty.clintoncc.suny.edu>, September 9, 2007.
- Heath, A.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.
- Iguchi, K., K. Ogawa, M. Nagae and F. Ito. 2003. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture** 220: 515-523.
- 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: 73- 80.
- Kagawa, H., G.A.Y. Adachi, and Y. Nagahama. 1982. Estradiol - 17 β production in amago salmon (*Oncorhynchus rhodurus*) ovarian follicles : Roles of the thecal and granulosa cell. **Gen. Comp. Endocrinol.** 47: 440 – 448.
- 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.

- Kobayashi, M., A. Katsumi and I. Hanyu. 1986. Annual changes in plasma levels of gonadotropin and steroid hormones in goldfish. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.** 52: 7: 1153 – 1158.
- _____. 1988. Hormone changes during the ovary cycle in goldfish. **Gen. Comp. Endocrinol.** 69: 301 – 307.
- _____. 1989. Involvement of steroid hormone in the pre – ovulation gonadotropin surge in female goldfish. **Fish. Physiol. Biochem.** 7: 1 – 4: 141 – 146.
- Kubokawa, K., T. Watanabe, M. Yoshioka and M. Iwata. 1999. Effects of acute stress on plasma cortisol, sex steroid hormone and glucose levels in male and female sockeye salmon during the breeding season. **Aquaculture** 172: 335– 349.
- Lam, T.J., S. Pandey and W.S. Hoar. 1975. Induction of ovulation in goldfish by synthetic luteinizing hormone (LH-RH). **Can. J. Zool.** 1189-1192.
- Lambert, J.G.D., G.I.G.M. Bosman, R. Van den Hurk, Van Oordt and G.W.J. 1978. Annual cycle of plasma oestradiol - 17β in the female trout *Salmo gairdneri*. **Ann.Biol.Anim.Bioch.Biophys.** 18: 4: 923 – 927.
- 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.
- 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.

- Marco, P.D., A. Priori, M.G. Finoia, A. Massari, A. Mandich and G. Marino. 2008. Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. **Aquaculture** 275: 319–328.
- Mason, J.W. 1975. A historical view of the stress field. Part I. **J. Human Stress** 1: 6-12.
- Maule, A.G., R.A. Tripp, S.L. Kaattri and C.B. Schreck. 1989. Stress alters immune function and disease resistance in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **J. Endocrinol.** 120: 135 - 142.
- 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.
- McCormick, S.D., J.M. Shrimpton, J.B. Carey, M.F. O’Dea, K.E. Sloan, S. Moriyama and B.Th. Bjornsson. 1998. Repeated acute stress reduces growth rate of Atlantic salmon parr and alters plasma levels of growth hormone, insulin-like growth factor I and cortisol. **Aquaculture** 168: 221– 235.
- Nagahama, Y. 1983. The Functional Morphology of Teleost Gonads, pp. 223 – 273. *In* Hoar, W.S., Randall, D.J. and Donalson, E.M. (eds). **Fish Physiology**. Vol. IX: Reproduction, Part a: Endocrine Tissues and Hormones. Academic press. New York, London.
- Naggar, G.O.E., G. John, M.A. Rezk, W. Elwan and M. Yehia. 2006. Effect of varying density and water level on the spawning response of African catfish *Clarias gariepinus*: Implications for seed production. **Aquaculture** 261: 904-907.
- Nelson, J.S. 1994. **Fish of the world**. 3^d ed., John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p.

- Nieuwegiessen, P.G., A.S. Boerlage, J.A.J. Verreth and J.W. Schrama. 2008. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. **Applied Animal Behaviour Science** 115: 233–243.
- Noga, E.J., J.H. Kerby, W. King, D.P. Aucoin and F. Giesbrecht. 1994. Quantitative comparison of the stress response of striped bass and hybrid striped bass (*Morone saxatilis*, *Morone chrysops* and *Morone saxatilis*, *Morone americana*). **Am. J. Vet. Res.** 55: 405–409.
- Noga, E.J., S. Botts, M.S. Yang, and R. Avtalion. 1998. Acute stress causes skin ulceration in striped bass and hybrid bass (*Morone*). **Vet Pathol.** 35: 102-7.
- Pickering, A.D. 1989. Stress responses and disease resistance in farmed fish, pp. 35-49. *In* **Aqua Nor 87**, Conference 2 and 3, Trondheim, Norway.
- Pickering, A.D. and T.G. Pottinger. 1987. Crowding produces prolonged leucopenia in salmonid fish, despite interregional 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.
- Procarione, L.S., T.P. Barry and J.A. Malison. 1999. Effects of high rearing densities and loading rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. **N. Am. J. Aquaculture** 61: 91– 96.

- Ruckpaul, K. and H.E. Rein. 1990. Frontiers in Biotransformation, **Molecular Mechanisms of Adrenal Steroidogenesis and Aspects of Regulation and Application** vol. 3. Taylor & Francis, London.
- Santos, A.J.G., Furukawa, K., Kobayashi, M., Bando, K., Aida, K. 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.
- Scott, A.P., J.P. Sumpter and P.A. Hardiman. 1983. Hormone changes during ovulation in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). **Gen.Comp.Endocrinol.** 49: 128 –134.
- Selye, H. 1950. **Stress: The Physiology and Pathology of Exposure to Systemic Stress**. Acta Inc., Montreal. 822 p.
- Stave, J.W. and B.S. Robertson. 1985. Hydrocortisone suppresses the chemiluminescent response of stripped 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 temperature in salmonids. **Trans. Am. Fish. Soc.** 106:213-218.
- Sufi, S.B, Donaldson, A. and Jefcoste, S.L. 1986. **Method manual of W.H.O. special programme of research development and research training in human reproduction**. 10 th Ed.W.H.O. Collaboration Center for Research and Reference Service in Immunoassay of Hormones in Human Reproduction. pp.57-95.
- 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.
- Wendelaar Bonga, B.S.E. 1997. The stress response in fish. **Physiol. Rev.** 77:591–625.
- Whitehead, C., N.R. Bromage and J.R.M. Forster. 1978. Seasonal changes in reproductive function of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **J. Fish. Biol.** 12: 601 – 608.
- Willoughby, L.G. 1989. Continued defense of salmonid fish against Saprolegnia fungus, after its establishment. **J Fish Diseases.** 12: 63-67.
- Ueda, H., G. Young, L. Crime, A. Kambergawa and Y. Nagahama. 1983. 17α , 20β – dihydroxy – 4 – pregnen – 3 – one : plasma levels during sexual maturation and *in vitro* production by the testes of amago salmon (*Oncorhynchus rhodurus*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Gen. Comp. Endocrinol.** 51: 106 – 112.
- Udomkusonsri, P., and E.J. Noga. 2005. The Acute Ulceration Response (AUR): a widespread and potentially serious cause of skin infection in fish. **Aquaculture** 246: 63-77.
- Udomkusonsri, P., E.J. Noga, and N.A. Monteiro-Riviere. 2004. Pathogenesis of the acute ulceration response (AUR) in hybrid striped bass. **Dis Aquat Organ.** 61: 199-213.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ปริมาณฮอร์โมน cortisol (µg/l)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	68.85	46.46	49.25	54.9
	10	52.69	108.32	104.32	88.4
	15	93.22	97.84	38.89	76.7
	20	99.38	15.70	42.18	52.4
ระบบปิด	5	56.34	30.80	40.36	42.5
	10	83.97	57.24	50.53	63.9
	15	91.63	16.55	15.40	41.2
	20	51.93	44.46	55.37	50.6

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาหลังการฉีดฮอร์โมน 7 ชั่วโมง

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ปริมาณฮอร์โมน cortisol (µg/l)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	158.36	115.69	92.55	122.2
	10	64.45	168.35	98.61	110.5
	15	86.90	118.65	146.76	117.4
	20	81.26	58.81	75.27	71.8
ระบบปิด	5	162.93	149.86	112.65	141.8
	10	84.63	103.02	75.27	87.6
	15	136.81	69.50	90.50	98.9
	20	121.29	79.88	49.41	83.5

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณฮอร์โมน cortisol ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ปริมาณฮอร์โมน cortisol ($\mu\text{g/l}$)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	126.51	139.23	132.66	132.8
	10	105.14	155.00	170.83	143.7
	15	172.79	71.94	130.65	125.1
	20	38.57	119.02	106.41	88.0
ระบบปิด	5	148.90	295.02	151.58	198.5
	10	158.03	164.29	115.88	146.1
	15	42.53	125.18	143.28	103.7
	20	105.97	62.85	125.58	98.1

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol ของแม่ปลาอุกอยู่ที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาก่อนฉีดฮอร์โมน

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ปริมาณฮอร์โมน 17β - estradiol (pg/ml)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	8,646.85	4,503.05	5,200.44	6,116.8
	10	2,834.41	3,931.39	3,284.65	3,350.2
	15	4,503.05	9,443.82	6,885.58	6,944.2
	20	5,809.68	8,42.70	8,572.81	5,075.1
ระบบปิด	5	5,165.48	2,195.52	3,861.46	3,740.8
	10	3,212.1	2,745.78	11,191.51	5,716.5
	15	5,608.62	2,958.64	11,191.51	6,586.3
	20	5,343.73	3,884.57	5,114.54	4,780.9

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด และปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ เวลาหลังการฉีด ฮอร์โมน 7 ชั่วโมง

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol (pg/ml)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	4,897.62	4,390.75	4,076.67	4,455.0
	10	3,284.65	2,080.80	2,254.56	2,540.0
	15	3,616.21	5,608.62	6,992.76	5,372.5
	20	6,729.32	1,399.55	3,907.88	4,012.3
ระบบปิด	5	4,027.42	3,838.53	3,107.32	3,657.8
	10	2,050.85	4,930.00	5,033.15	4,004.7
	15	5,028.99	3,284.65	4,363.30	4,225.6
	20	1,000.31	5,608.62	8,797.87	5,135.6

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol ของแม่ปลาอุกอุยที่พักในบ่อระบบน้ำแบบเปิด และปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	ปริมาณฮอร์โมน 17 β - estradiol (pg/ml)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	4,203.56	4,771.13	5,569.63	4,848.1
	10	1,873.30	5,894.98	6,678.41	4,815.6
	15	5,728.01	5,307.38	5,200.44	5,411.9
	20	5,492.82	7,102.43	8,132.72	6,909.3
ระบบปิด	5	3,815.82	1,034.66	6,780.82	3,877.1
	10	2,990.83	4,833.78	4,560.73	4,128.4
	15	6,244.69	8,646.85	5,935.39	6,942.3
	20	8,797.87	4,503.05	8,572.81	7,291.2

ตารางผนวกที่ 7 จำนวนแม่ปลาคูยกยู่ที่วางไข่และเปอร์เซ็นต์การวางไข่ของแม่ปลาคูยกยู่ที่ฟักใน
 บ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	จำนวนแม่ปลาที่วางไข่ (ตัว)				เปอร์เซ็นต์ การวางไข่
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	
ระบบเปิด	5	4	4	4	4	80
	10	9	9	7	8.3	83.3
	15	14	14	12	13.3	88.9
	20	18	18	18	18	90
ระบบปิด	5	5	3	4	4	80
	10	7	9	8	8	80
	15	14	13	12	13	86.7
	20	17	20	16	17.7	88.3

ตารางผนวกที่ 8 จำนวนไข่เริ่มต้น จำนวนไข่ที่ฟัก และอัตราการฟักไข่ปลาคูยกยู่ที่ได้จากแม่
 ปลาคูยกยู่ที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20
 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตาราง เมตร)	จำนวนไข่เริ่มต้น (ฟอง)			จำนวนไข่ที่ฟัก			อัตรา การฟัก (%)
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบ เปิด	5	94	96	98	78	75	79	80.6
	10	99	98	95	82	80	80	82.9
	15	101	95	103	85	82	85	84.3
	20	103	105	107	86	90	90	84.4
ระบบ ปิด	5	92	98	102	58	60	69	63.9
	10	97	99	94	65	68	62	67.2
	15	105	103	99	72	68	68	67.8
	20	110	96	102	80	69	70	71.1

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนไข่ที่ฟัก จำนวนลูกปลาระยะงุไข่แดงยุบ และอัตราการรอดของปลาอุกบักอูย
ที่ได้จากแม่ปลาอุกอูยที่ฟักในบ่อระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10,
15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตาราง เมตร)	จำนวนไข่ที่ฟัก			จำนวนลูกปลา ระยะงูไข่แดงยุบ (ตัว)			อัตรา รอด (%)
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบ เปิด	5	78	75	79	63	63	68	82.9
	10	82	80	80	72	65	67	84.3
	15	85	82	85	72	69	68	83.6
	20	86	90	90	70	79	75	84.2
ระบบ ปิด	5	58	60	69	44	43	53	74.8
	10	65	68	62	49	48	46	74.5
	15	72	68	68	53	51	50	74.0
	20	80	69	70	59	51	53	74.5

ตารางผนวกที่ 10 จำนวนแม่ปลาอุกอูยที่รอดและอัตราการรอดของแม่ปลาอุกอูยที่ฟักในบ่อระบบน้ำ
แบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	จำนวนแม่ปลาที่รอด (ตัว)				อัตรารอด (%)
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	
ระบบเปิด	5	3	3	3	3	80
	10	8	8	10	8.7	83.3
	15	13	12	12	12.3	88.9
	20	19	20	18	19	90
ระบบปิด	5	4	5	5	4.7	80
	10	8	10	9	9	80
	15	14	14	10	12.7	86.7
	20	20	19	18	19	88.3

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการพักหลัง การฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	DO (mg/l)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	5.50	5.65	5.53	5.56
	10	5.47	5.42	5.39	5.43
	15	5.25	5.34	5.38	5.32
	20	5.30	5.42	5.36	5.36
ระบบปิด	5	5.03	5.10	4.98	5.04
	10	4.32	4.54	4.48	4.55
	15	4.34	4.23	4.31	4.29
	20	4.08	4.12	4.01	4.10

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	DO (mg/l)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	5.46	5.51	5.48	5.48
	10	5.79	5.49	5.55	5.61
	15	5.40	5.32	5.29	5.34
	20	5.38	5.40	5.47	5.42
ระบบปิด	5	2.91	2.97	2.83	2.90
	10	2.33	2.44	2.37	2.38
	15	2.12	2.09	2.14	2.12
	20	1.11	1.03	1.15	1.10

ตารางผนวกที่ 13 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอยู่ระบบน้ำแบบเปิด
และปิดที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการ
พักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	pH			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	7.59	7.58	7.59	7.58
	10	7.62	7.61	7.65	7.62
	15	7.60	7.63	7.61	7.61
	20	7.60	7.62	7.60	7.60
ระบบปิด	5	7.45	7.43	7.49	7.45
	10	7.40	7.39	7.45	7.41
	15	7.45	7.41	7.40	7.42
	20	7.43	7.41	7.38	7.41

ตารางผนวกที่ 14 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอยู่ระบบน้ำแบบเปิด
และปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	pH			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	7.68	7.65	7.67	7.67
	10	7.65	7.61	7.69	7.65
	15	7.68	7.66	7.69	7.68
	20	7.67	7.65	7.70	7.67
ระบบปิด	5	7.36	7.38	7.32	7.35
	10	7.37	7.33	7.35	7.35
	15	7.35	7.31	7.32	7.33
	20	7.32	7.29	7.31	7.31

ตารางผนวกที่ 15 อุณหภูมิของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิดที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	Temperature (°C)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	29.7	29.8	30.2	29.9
	10	31.1	30.7	30.8	30.9
	15	30.4	30.5	30.9	30.6
	20	30.7	30.2	30.6	30.5
ระบบปิด	5	28.3	28.5	28.2	28.3
	10	28.3	28.1	28.0	28.1
	15	28.3	28.4	28.2	28.3
	20	28.8	28.8	28.3	28.6

ตารางผนวกที่ 16 อุณหภูมิ ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาอุกอุยระบบน้ำแบบเปิดและปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	Temperature (°C)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	32.0	32.1	31.9	32.0
	10	31.9	31.7	32.0	31.9
	15	31.9	31.9	32.1	32.0
	20	31.8	31.9	31.8	31.8
ระบบปิด	5	29.8	29.5	29.7	29.7
	10	29.7	29.6	29.7	29.7
	15	29.7	29.9	29.5	29.7
	20	29.8	29.8	29.6	29.7

ตารางผนวกที่ 17 ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาตู้กักอุยระบบน้ำแบบเปิด และปิดที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงระหว่างการพักหลังการฉีดฮอร์โมนที่ 7 ชั่วโมง

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	TAN (mg/l)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	15	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	20	N.A.	N.A.	0.25	0.08
ระบบปิด	5	2.5	2.5	2.5	2.5
	10	2.5	2.5	2.5	2.5
	15	2.5	2.5	2.5	2.5
	20	2.5	2.5	2.5	2.5

ตารางผนวกที่ 18 ปริมาณแอมโมเนียรวม (TAN) ของน้ำในบ่อพักแม่ปลาตู้กักอุยระบบน้ำแบบเปิด และปิด ที่ความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ณ ช่วงการวางไข่

ระบบน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	TAN (mg/l)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ระบบเปิด	5	0.25	N.A.	0.25	0.17
	10	0.25	0.25	N.A.	0.17
	15	0.25	0.25	0.25	0.25
	20	0.25	0.25	0.25	0.25
ระบบปิด	5	5	5	5	5
	10	5	5	5	5
	15	5	5	5	5
	20	5	5	5	5

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวเมธาวี รอดมงคลดี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	29 พฤษภาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2549)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2550-2551)