

วารสารการประมง

อิเล็กทรอนิกส์ E-THAI FISHERIES GAZETTE



ภาพปกโดย นายพีระพงษ์ เกิดน้อย

- ร้อยข่าวประมง
- สารพันเรื่องเล่า
ทำไมต้องทำงานวิจัยการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามพื้นเมืองไทย...?
- เห็นสิ่งน่ารู้ เล่าสู่กันฟัง
เครื่องมือมีปัญหาโมเดลปลาบู่มหิดลฯ
- รอบรู้กรมประมง
สารพันเรื่องเล่าเกี่ยวกับหอย
- ประมง...เมนูเด็ด
ข้าวพัดปู
- ข่าวประมงต่างประเทศ

ISSN 0125-6297

Volume 7 No.1

เดือน มกราคม – มีนาคม 2567

งานวิจัย

- ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ต่ออัตราการฟักไข่และอัตราการรอดตายของลูกปลากัดคังวัยอ่อนในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน
- การปรับปรุงพันธุ์ปลานิลจิตรลดา 3 ด้วยวิธีการคัดเลือกแบบภายในครอบครัวโดยใช้ลักษณะสัดส่วนเป็นเกณฑ์
- การปรับปรุงพันธุ์กบนาเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตด้วยวิธีการคัดเลือกภายในครอบครัว
- การพัฒนาวิธีตรวจสอบยาในกลุ่มฟลูออโรควิโนโลนเพื่อการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์น้ำ



สารบัญ Contents



วารสารการประมงอิเล็กทรอนิกส์ THAI FISHERIES GAZETTE

- | | |
|---|--|
| <p>1 ร้อยข้าวประมง
กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ กรมประมง</p> <p>18 ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)
ต่ออัตราการฟักไข่และอัตราการรอดตายของ
ลูกปลากดคังวัยอ่อนในระบบเพาะฟักน้ำ
หมุนเวียน
มาลาศรี คำศรี และคณะ</p> <p>48 การปรับปรุงพันธุ์ปลานิลจิตรลดา 3
ด้วยวิธีการคัดเลือกแบบภายในครอบครัว
โดยใช้ลักษณะสัดส่วนเป็นเกณฑ์
กมลพรรณ ไชยทอง</p> <p>58 การปรับปรุงพันธุ์กบนาเพื่อเพิ่มอัตรา
การเจริญเติบโตด้วยวิธีการคัดเลือก
ภายในครอบครัว
มลฤดี โพธิ์ประดิษฐ์ และคณะ</p> <p>71 การพัฒนาวิธีตรวจสอบยากลุ่มฟลูออโรควิโนโลน
เพื่อการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์น้ำ
คมคาย ลาวัณยุวุฒิ และคณะ</p> | <p>97 สารพันเรื่องเล่า
ทำไมต้องทำงานวิจัยการเพาะเลี้ยง
ปลาสวยงามพื้นเมืองไทย...?
อรุณี รอดลอย</p> <p>105 เห็นสิ่งน่ารู้...เล่าสู่กันฟัง
เครือข่ายภูมิปัญญาโมเดลลาคู่มหิดล :
ตรรกะ สัญญา และความเป็นไปได้
ศาสตราจารย์ ดร. ศุภกฤต โสภิกุล</p> <p>108 รอบรู้กรมประมง
สารพันเรื่องเล่าเกี่ยวกับหอย
นิตานาถ ตันทัยย์</p> <p>112 ประมง...เมนูเด็ด
ข้าวผัดปู
ดวงพร อัคระทวีวัฒน์</p> <p>113 ข้าวประมงต่างประเทศ
กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ</p> |
|---|--|

ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ต่ออัตราการฟักไข่และอัตราการรอดตาย ของลูกปลากัดคังวัยอ่อนในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

มาลาศรี คำศรี^{1*}, ทวีศักดิ์ สกุนา² และ รจวรรณ จดชัยภูมิ³

¹ กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเลย

³ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดหนองคาย

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ต่ออัตราการฟักไข่ และอัตราการรอดตายของลูกปลากัดคังวัยอ่อนในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน โดยวางแผนการทดลอง แบบสุ่มทดลอง Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณ 0.50, 1.00 และ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร โดยการศึกษาแบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากัดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) และการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากัดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเลยในเดือนสิงหาคม 2566

ผลการทดลองที่ 1 พบว่า อัตราการฟักไข่เฉลี่ยเท่ากับ 28.80 ± 3.50 , 46.13 ± 4.31 , 73.07 ± 6.22 และ 45.13 ± 5.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนอัตราการตายเฉลี่ยเท่ากับ 75.66 ± 5.68 , 80.51 ± 5.37 , 89.45 ± 1.51 และ 75.66 ± 5.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่า ชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร ($p > 0.05$) ส่วนต้นทุนการผลิตลูกปลากัดคังวัยอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98, 0.58, 0.33 และ 0.68 บาทต่อตัว ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตรวมด้วย พบว่า ชุดการทดลองที่ 3 มีความเหมาะสมกว่าชุดการทดลองอื่น

ผลการทดลองที่ 2 พบว่า อัตราการฟักไข่เฉลี่ยเท่ากับ 24.87 ± 2.05 , 48.07 ± 1.70 , 75.27 ± 3.23 และ 71.73 ± 0.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 4 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ($p > 0.05$) ส่วนอัตราการตายเฉลี่ยเท่ากับ 50.72 ± 8.79 , 72.20 ± 2.44 , 82.77 ± 1.77 และ 85.41 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่า ชุดการทดลองที่ 4 มีค่าอัตราการตายเฉลี่ยสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ($p > 0.05$) ส่วนต้นทุนการผลิตลูกปลากัดคังวัยอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.91, 2.61, 2.53 และ 6.94 บาทต่อตัว ตามลำดับ เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตรวมด้วย พบว่า ชุดการทดลองที่ 3 มีความเหมาะสมกว่าชุดการทดลองอื่น

เมื่อพิจารณาทั้ง 2 การทดลอง พบว่าการทดลองที่ 1 การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน ในชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมและคุ้มค่ามากที่สุด เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.33 บาทต่อตัว

คำสำคัญ : ปลากดคัง, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2), ระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

*ผู้รับผิดชอบ : กลุ่มวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงและพัฒนาธุรกิจ กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

10900 โทร. 0 2579 6687 E-mail : malasrikhumsri@gmail.com

Effects of Hydrogen Peroxide (H₂O₂) on the Hatching and Survival Rates of Asian Redtailed Catfish *Hemibagrus wyckioides* (Fang and Chaux, 1949) Fry in a Water Recirculation Systems

Malasri Khumsri^{1*}, Thaweesak sakuna² and Rojjawan Jodchaiyaphum³

¹ Inland Aquaculture Research and Development Division

² Loei Inland Fisheries Research and Development Center

³ Nongkhai Inland Aquaculture Research and Development Center

Abstract

This research studied the effects of hydrogen peroxide (H₂O₂) on the hatching rate and survival rate of Asian Redtailed Catfish fry in a Water Recirculation System using a completely randomized design (CRD). The study was designed with an untreated control and 35% H₂O₂ concentration treatment at volumes of 0.50, 1.00 and 3.00 ml/l. The study was divided into two experiments. The first experiment was using hydrogen peroxide to prevent aquatic fungus in incubation of Asian Redtailed Catfish eggs with a short-exposure (15 minutes). The second experiment was using hydrogen peroxide to prevent aquatic fungus in incubating eggs of Asian Redtailed Catfish with an extended exposure (35 hours). The experiment was conducted at the Loei Inland Fisheries Research and Development Center in August 2023.

The results of experiment 1 show that the hatch rates were 28.80±3.50 % (control), 46.13±4.31 % (0.50 ml/l), 73.07±6.22 % (1.00 ml/l) and 45.13±5.93 % (3.00 ml/l). This indicates that the H₂O₂ treatment at 1 ml/l has the highest hatch rate and that this is significantly different from the other treatments (p<0.05). The average survival rate were 75.66±5.68%, 80.51±5.37%, 89.45±1.51% and 75.66±5.99% respectively. It was found that the H₂O₂ treatment at 1 ml/l also has the highest survival rate. This was significantly different from the other treatments (p<0.05) except for that at 0.50 ml/l. The average production cost was 0.98, 0.58, 0.33 and 0.68 bath for each surviving fry. Considering the production costs, the H₂O₂ treatment at 1 ml/l was more appropriate than the other experimental concentrations.

The results of experiment 2 show that the hatch rates were 24.87±2.05 % (control), 48.07±1.70 % (0.50 ml/l), 75.27±3.23 % (1.00 ml/l) and 71.73±0.99 % (3.00 ml/l). The H₂O₂ treatment at 1 ml/l had the highest average hatch rate and is significantly different from all experimental concentrations (p<0.05) except for that of 3 ml/l. As for the average survival rate, it were 50.72±8.79%, 72.20±2.44%, 82.77±1.77% and 85.41±0.68% respectively. This was found that the H₂O₂ treatment at 3 ml/l has the highest average survival rate and was significantly different from all other experimental concentrations (p<0.05) except for that of

1 ml/l. The average production cost was 1.91, 2.61, 2.53 and 6.94 baht respectively for each surviving fry. When considering the production costs, the H₂O₂ treatment at volume of 1 ml/l was more suitable than the other experimental concentrations.

Considering the results of both experiments, the 35% H₂O₂ treatment at volume of 1 ml/l in the short-exposure (15 minutes) in incubation of Asian Redtailed Catfish eggs in a Water Recirculating System was the most effective method to prevent aquatic fungus. This because it has the lowest production cost, equal to 0.33 baht per fry.

Key words : Asian Redtailed Catfish, *Hemibagrus wyckioides*, Hydrogen Peroxide (H₂O₂), Water Recirculation System (WRS)

***Corresponding author :** Inland Aquaculture Research and Development Division,
Department of Fisheries, Bangkok 10900
Tel. 0 2579 6687 E-mail : malasrikhumsri@gmail.com

คำนำ

ปลากดคัง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hemibagrus wyckioides* (Fang & Chaux, 1949) เป็นปลาน้ำจืดที่ไม่มีเกล็ด ลำตัวมีสีดำเทาอ่อนอมฟ้าหรือเขียวมะกอก ครีบหางและครีบอื่น ๆ มีสีแดงสดหรือสีส้มสด รูปทรงยาวเพรียว ส่วนหัวแบนกว้าง ด้านบนของหัวเรียบ ปากกว้าง จะงอยปากหุ้ม มีหนวด 4 คู่ ครีบหูมีสีเทาดำ จัดเป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ที่พบได้ตามแหล่งน้ำธรรมชาติในทุกภาคของประเทศไทย เช่น แม่น้ำโขง แม่น้ำมูล และแหล่งน้ำนิ่งขนาดใหญ่ในประเทศไทย ขนาดโตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 1.50 เมตร น้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม แต่ส่วนใหญ่พบขนาดเฉลี่ยประมาณ 50–60 เซนติเมตร ปลากดคังเป็นปลาน้ำจืดที่มีราคาสูงระหว่าง 190–220 บาทต่อกิโลกรัม (ตลาดไท, 2566) เนื้อปลามีรสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาดสามารถประกอบอาหารได้หลากหลายเมนู เช่น ลวกจิ้ม ต้มยำ ลาบ ผัดผัา เป็นต้น ปัจจุบันจำนวนปลากดคังในแหล่งน้ำธรรมชาติลดน้อยลง ขณะที่ความต้องการในตลาดเพิ่มสูงขึ้นในทุกปี ทั้งตลาดภายในประเทศ และต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศไทยมีการส่งออกปลากดคังในหลายรูปแบบ ได้แก่ ประเภทสินค้าสดตัวน้ำมีชีวิต สินค้าสดตัวน้ำแช่แข็ง และลูกพันธุ์สัตว์น้ำ โดยในปี พ.ศ. 2564-2565 ประเทศไทยมีผลผลิตปลากดคังที่ส่งออกผ่านทางด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดอุบลราชธานี ปริมาณ 30,660 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 2,969,000 บาท (ด่านตรวจประมงอุบลราชธานี, 2566) ส่งผลทำให้ในปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงปลากดคังเพื่อจำหน่าย และได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนการจับปลากดคังจากธรรมชาติ จึงเป็นทางเลือกในการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่มีมูลค่าสูง เป็นอาชีพทางเลือกใหม่ที่ดีกว่าของเกษตรกร ส่งผลทำให้ความต้องการลูกพันธุ์ปลากดคังเพิ่มขึ้น จึงต้องมีการพัฒนาการเพาะพันธุ์ปลากดคังให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพมากยิ่งขึ้น

การเพาะพันธุ์ปลากดคังโดยวิธีฉีดฮอร์โมนกระตุ้นให้แม่ปลาวางไข่ สามารถดำเนินการได้ 2 วิธีการ คือ นำพ่อแม่พันธุ์มารีดไข่ผสมเทียมหรือปล่อยให้พ่อแม่พันธุ์ผสมพันธุ์กันเองด้วยวิธีธรรมชาติ โดยการใช้ฮอร์โมน buserelin acetate ในอัตรา 10-20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ domperidone ในอัตรา 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฉีดกระตุ้น 1 หรือ 2 ครั้ง ทำให้ปลาตกไข่จนสามารถนำมารีดผสมเทียมได้ (วิศณุพร และคณะ, 2537; สมบัติ และเจริญ, 2547) วิธีที่นิยมใช้ในการฟักไข่ปลากดคัง คือ แฉกฟักไข่ปลาและกระชังผ้าโอลอนแก้ว หรือการฟักในกรวยฟักไข่ระบบน้ำหมุนเวียนคล้ายระบบการฟักไข่ปลานิล โดยมีการล้างด้วยน้ำโคลนเพื่อไม่ให้ไข่ติดกัน ก่อนนำไปฟักในกรวยฟักไข่ ทั้งนี้คุณสมบัติน้ำที่ใช้ในการฟักไข่ต้องเหมาะสม มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง โดยการติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำให้สูงขึ้น และกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากระบบการฟักไข่ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไนไตรต์เนื่องจากไม่ได้รับการผสมเพราะจะเกิดการเน่าเสียและติดเชื้อรา ควรมีการกำจัดไข่เสียและเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการฟักอย่างสม่ำเสมอ หรือมีการเตรียมบ่อฟักไข่ที่มีระบบน้ำไหลผ่านหรือในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนแต่อย่างไรก็ตามปัญหาการติดเชื้อราในไข่ที่ได้จากการเพาะพันธุ์ปลากดคังเป็นปัญหาสำคัญที่สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตลูกปลา วิชุกานต์ (2557 อ้างจาก Willoughby, 1985) ระบุว่าเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในปลาและไข่ปลาสามารถพบได้ในแหล่งน้ำจืด มีลักษณะเป็นเส้นใยขาวอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยในไข่ปลาจะพบเชื้อราที่ผิวของเปลือกไข่ปลา ซึ่งปัญหาในการเพาะพันธุ์ปลากดคัง คือ การติดเชื้อราในไข่ และลูกปลาวัยอ่อนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อัตราการฟักเป็นตัวของไข่ปลากดคังและอัตราการรอดตายของลูกปลาวัยอ่อนในการเพาะฟักปลากดคังลดลง

เพื่อลดปัญหาการติดเชื้อราในไข่ระหว่างการฟักไข่ปลากดคัง จึงมีการนำสารเคมีมาใช้เพื่อลดการติดเชื้อรา โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้มาลาไคท์ กรีน เพื่อการป้องกัน และรักษาโรคเชื้อรา ซึ่งมาลาไคท์ กรีนเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกัน และรักษาโรคได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะ

การป้องกันและรักษาโรคเชื้อราในปลา อย่างไรก็ดี ตามจากการศึกษาพบว่า มาลาไคท์ กรีน มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต และเป็นสารก่อมะเร็งสามารถตกค้างในเนื้อของสัตว์น้ำเป็นระยะเวลานาน ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคสัตว์น้ำ จึงถูกประกาศห้ามใช้มาลาไคท์ กรีน ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และจัดอยู่ในวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตามบัญชี 2 ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2556) ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาการใช้สารเคมีชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อราและมีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต Rach *et al.* (1998) รายงานว่าในสหรัฐอเมริกา การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำกัดอยู่ที่ปริมาณสูงสุด คือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นเวลา 15 นาทีทุกวัน เพื่อควบคุมการติดเชื้อราในการฟักไข่ Brian *et al.* (2003) โดยได้ทำการลองเปรียบเทียบการใช้สารเคมี 3 ชนิด ในไข่ปลาทองอเมริกัน ได้แก่ โพวิโดนไอโอดีน (Povidone-iodine) (ชุดควบคุม) ฟอร์มาลีน (Formalin) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide: H_2O_2) ผลการทดลองพบว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทำให้อัตราการฟักไข่ของปลาทองอเมริกันสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทั้งนี้การใช้เชื้อราและแบคทีเรียมีการตอบสนองต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) อย่างรุนแรงจะทำให้มีการหลั่งเอนไซม์ catalase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างภายในเซลล์ออกมาลดความเป็นพิษมากจนเกินไป จึงทำให้เชื้อราและแบคทีเรียถูกทำลาย (ประพันธ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) Yeshpe-Puter และ Eylane (1968) ได้รายงานว่าการทำลายจุลินทรีย์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นผลจากการทำลาย surface membrane โดยผ่านกระบวนการ hydroxyl radical formation หรือการออกซิไดซ์ ตำแหน่งพันธะคู่ sulfhydryl และ hydroxyl group ที่เป็นองค์ประกอบของไขมันและโปรตีน (Gould และ Hiitchins, 1963) นอกจากนี้ Giolitti (1947) ได้รายงานว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่สัมผัสกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ถูกทำลาย มีผลให้ผนังเซลล์แบคทีเรียโป่งหรือแตกออก และตายในที่สุด

เพื่อให้การผลิตลูกพันธุ์ปลากดคังมีประสิทธิภาพ ได้ลูกพันธุ์ปลากดคังที่มีคุณภาพ ลดการสูญเสียจากการเพาะฟักและได้ปริมาณลูกพันธุ์เพิ่มมากขึ้น จำเป็นต้องเร่งศึกษาสารเคมีชนิดใหม่เพื่อทดแทนการใช้มาลาไคท์ กรีน เพื่อป้องกันเชื้อราในการเพาะฟัก เพิ่มอัตราการฟักไข่ และอัตราการรอดลูกปลากดคัง โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) และแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) กรณีแช่แบบตลอดในระยะเวลา 35 ชั่วโมง เป็นช่วงที่ไข่ฟักเป็นตัวทั้งหมด ซึ่งพิจารณาจากการรายงานของ วิศนุพร (2560) รายงานว่า ระยะลูกปลากดคังออกจากไข่เกิดขึ้นชั่วโมงที่ 30 และฟักเป็นตัวทั้งหมดในชั่วโมงที่ 38 ทั้งนี้ผู้วิจัยเริ่มการทดสอบไข่ปลากดคังในระยะบลาสตูลา (blastula) ซึ่งจะเกิดในเวลา 4 ชั่วโมง ผู้วิจัยจึงกำหนดการทดลองแบบแช่ตลอดที่ 35 ชั่วโมง และการทดสอบระดับปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่สูงขึ้นอาจมีประสิทธิภาพในการควบคุมการติดเชื้อราที่รุนแรงด้วย (Marking *et al.*, 1994) ทั้งนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงวิธีการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ ต่อการฟักไข่ปลากดคังในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน โดยพิจารณาจากอัตราการฟักไข่ อัตราการรอดตายและต้นทุนการผลิตลูกปลากดคังรายอ่อน
2. เพื่อทราบต้นทุนในการเพาะพันธุ์ลูกปลากดคังรายอ่อนโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อรา

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการศึกษาประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

1.1.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ลูกปลาตกค้างวัยอ่อนแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design ; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดการควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร

1.1.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ลูกปลาตกค้างวัยอ่อนแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design ; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดการควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเลย อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ในเดือนสิงหาคม 2566

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมการทดลอง

2.1.1 การเตรียมระบบเพาะฟัก

ใช้ถังพลาสติกทรงกลมขนาด 500 ลิตร โดยปากถังทดลองมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร ก้นถังทดลองมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 103 เซนติเมตร จำนวน 12 ถัง วางในบริเวณอาคารโรงเพาะฟัก จากนั้นเติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยใช้คลอรีน ผ่านถุงกรองผ้าขนาด 10 ไมครอน ให้ได้ปริมาณน้ำจำนวน 250 ลิตร ใส่หัวทรายถึงละ 1 หัว

2.1.2 การเตรียมระบบน้ำหมุนเวียนน้ำเพื่อใช้ในการทดลอง

สูบน้ำจากแม่น้ำโขงนำมาผ่านระบบกรองด้วยไบโอบอล หินกรวดหยาบ หินกรวดละเอียด ทรายหยาบ ทรายละเอียด ถ่าน และผ้ากรองใยแก้ว จากนั้นใช้เครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว สูบน้ำที่ผ่านการกรองแล้วลงในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ลูกบาศก์เมตร ใส่คลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในอัตรา 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมหาภาคเพื่อให้คลอรีนละลายทั่วบ่อ เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง จึงหยุดให้อากาศทิ้งไว้ 5 วัน เพื่อให้ตกตะกอนและสลายตัว ตรวจสอบปริมาณคลอรีน (Cl) ที่ตกค้าง โดยใช้โปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ก่อนนำน้ำมาใช้ในการทดลอง

ระบบการทดลองที่ 1 ใช้น้ำในระบบหมุนเวียนที่ผ่านระบบกรองน้ำ

ระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนในระบบการทดลองที่ 1 เป็นระบบที่จัดสร้างขึ้นเองอย่างง่าย ๆ (ภาพที่ 1) มีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 3 ลิตรต่อนาที ผ่านระบบกรองน้ำมีขนาดความจุประมาณ 500 ลิตร หมุนเวียนตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยระบบน้ำหมุนเวียน 1 ชุด ใช้กับถังทดลอง 12 ถัง ในระบบกรองน้ำประกอบไปด้วย (บน-ล่าง) กรองใยแก้ว ไบโอบอล หินกรวดหยาบ หินกรวดละเอียดทรายหยาบ ทรายละเอียด ถ่าน อวนไนลอน ผ้าสักหลาด 5 ไมครอน และโครงเหล็กทรงกลมรองรับวัสดุกรองสูง 45 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 แสดงถังทดลองเพาะฟักลูกปลากัดคังวัยอ่อนในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนในระบบการทดลองที่ 1 ใช้น้ำในระบบหมุนเวียนที่ผ่านระบบกรองน้ำ

ระบบการทดลองที่ 2 ใช้น้ำหมุนเวียนที่มีส่วนผสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณตามชุดการทดลองที่กำหนด คือ ปริมาณ 0.50, 1.00 และ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร

ระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนในระบบการทดลองที่ 2 เหมือนกับระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนในระบบการทดลองที่ 1 มีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 3 ลิตรต่อนาที ผ่านระบบกรองน้ำมีขนาดความจุประมาณ 500 ลิตร หมุนเวียนตลอดระยะเวลาการทดลอง วัสดุที่ใช้กรองน้ำและการจัดเรียงเหมือนระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนในระบบการทดลองที่ 1 ทั้งนี้ระบบน้ำหมุนเวียน 1 ชุด ใช้กับถังทดลอง 3 ถัง มีปริมาตรน้ำรวมทั้งระบบ 1,250 ลิตร ผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณตามชุดการทดลองที่กำหนดโดยคำนวณตามสัดส่วนปริมาณน้ำในระบบน้ำหมุนเวียนรวมทั้งระบบ



ภาพที่ 2 แสดงถังทดลองเพาะฟักปลากดคังในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนในระบบการทดลองที่ 2
ใช้น้ำหมุนเวียนที่มีส่วนผสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณตามชุดการทดลอง
ที่กำหนด

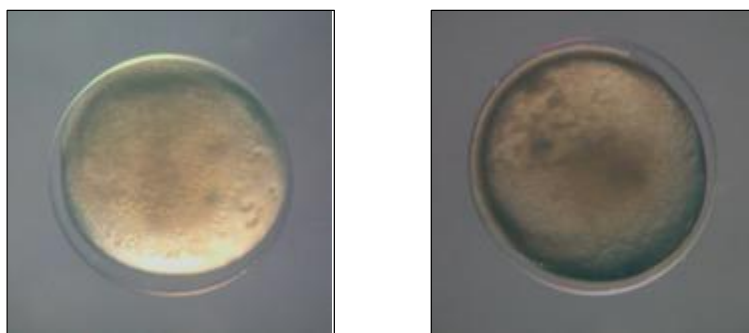
2.1.3 การเตรียมน้ำโคลน

นำดินเหนียวเนื้อละเอียดผสมน้ำจืดอัตราดินเหนียว 2 กิโลกรัมต่อน้ำจืด 3 ลิตร กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นนำมากรองขยะออกจนสะอาด แล้วนำไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วทุบดินให้ละเอียดจนเป็นผง ใช้ตะแกรงมุ้งฟ้าเบอร์ 22 ร่อนอีกครั้ง ในกรณีที่จะใช้เคลือบเปลือกไข่ปลากดคัง ให้นำดินที่ผ่านขั้นตอนข้างต้น ในปริมาณ 1.25 กิโลกรัมต่อผสมน้ำสะอาดปริมาณ 1 ลิตร กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน ผสมน้ำโคลนลงในไข่ปลากดคังที่ได้รับการปฏิสนธิในอัตราส่วนน้ำโคลน 100 มิลลิลิตรต่อไข่ 100 กรัม

2.1.4 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำพ่อแม่พันธุ์ปลากดคังที่สมบูรณ์เพศจำนวน 1 คู่ ฆ่าเชื้อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร และเพาะพันธุ์โดยการฉีดกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate (LHRHa) เข็มชั้น 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ Domperidone 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฉีดกระตุ้นเพียงครั้งเดียว โดยแม่ปลากดคังจะวางไข่ในระยะเวลา 13 ชั่วโมง นำไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิไปผสมน้ำโคลน ในอัตราส่วนน้ำโคลน 100 มิลลิลิตรต่อไข่ 100 กรัม ใช้ชนไก่คนไข่ และโคลนเบาๆ ให้ทั่วนานประมาณ 10-15 วินาที แล้วล้างโคลนออกด้วยน้ำจืด 2-3 ครั้ง นำไปฟักในกรวยฟักไข่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ระบบน้ำไหลผ่านกรวยในอัตรา 3 ลิตรต่อนาที (วิศณุพร, 2560) หมั่นตรวจสอบสอไข่ปลาภายใต้กล้องจุลทรรศน์จนพัฒนาถึงระยะ Blastula จึงนำไปทำการทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ เนื่องจากเป็นระยะที่มั่นใจว่าไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว

ระยะ Blastula เกิดในเวลา 4 ชั่วโมง ระยะนี้บลาสโตซิสต์ มีเซลล์รวมกันอยู่เป็นกลุ่มหนาแน่นขึ้นลักษณะทรงค่อนข้างสูง เซลล์บลาสโตเมียร์จะยึดเกาะกันแน่นขึ้นและเคลื่อนตัวขึ้นไปข้างบนกลายเป็นเยื่อบุบลาสโตเดิร์ม (epithelial blastoderm) ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างกลุ่มเซลล์ข้างบนซึ่งจะเจริญเป็นคัพภะกับแผ่นเนื้อเยื่อไฮโดพลาสซึมที่ล้อมรอบไข่แดงเรียกว่าชั้น periblast หรือ trophoblast ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งอาหารจากไข่แดงไปให้แก่คัพภะทำให้เกิดช่องว่างบลาสโตซิสต์ ในระยะบลาสตูลาขั้นตอนสุดท้ายเยื่อบุบลาสโตเดิร์มบริเวณต่าง ๆ พร้อมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงขั้นต่อไปกลายเป็นกลุ่มเซลล์ที่เป็นรากฐานของอวัยวะต่าง ๆ เรียก presumptive organ forming area ประกอบด้วย เอ็นโดเดิร์ม (endoderm) ถัดขึ้นมาตามแนวกึ่งกลางของบลาสโตเดิร์มเป็นส่วนพรีคอร์ดัลเพลท (prechordal plate) โนโตคอร์ด (notochord) นิวรัลเอ็กโตเดิร์ม (neural ectoderm) และ อีปีเดอรัลเอ็กโตเดิร์ม (epidermal ectoderm) ตามลำดับ ส่วนมีโซเดิร์ม (mesoderm) จะอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของส่วนต่าง ๆ ส่วนเพอริบลาสต์และไข่แดงจะเป็นส่วนที่เรียกว่า เอ็กซ์ทราเอมบริโอนิกเมมเบรน (extraembryonic membrane) (วิศณุพร, 2560)



ภาพที่ 3 แสดงพัฒนาการของไข่ปลาตกคัง ระยะ Blastula

ที่มา : วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, 2560

2.1.5 การเตรียมสารเคมี ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้มีความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการนำไปใช้ในการทดลองใช้ปิกเกอร์ตวงไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณตามชุดการทดลองที่กำหนด ผสมในน้ำกลั่นคนเบา ๆ ให้ผสมกันจากนั้นปรับเพิ่มปริมาณน้ำตามสัดส่วนน้ำที่ใช้ในการทดลอง ที่ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 0.50, 1.00 และ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร

2.1.6 การทดสอบก่อนการทดลอง เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ใช้ไข่ปลาตกคังที่ผ่านการผสมและพัฒนาจนถึงระยะ Blastula ซึ่งเป็นระยะที่ผสมติดและพัฒนาจนเป็นตัวอ่อน จะเกิดในเวลา 4-6 ชั่วโมง หลังจากการปฏิสนธิ (วิศณุพร, 2560) จากนั้นเมื่อไข่พัฒนาจนถึงระยะ Blastula ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ จึงนำมาใช้ในการทดลอง 1 และ 2

- ทดสอบการตวงปริมาณไข่ปลาตกคังกับภาชนะที่น้ำไหลผ่าน เนื่องจากมีการกำหนดปริมาณไข่ที่มีการพัฒนาจนถึงระยะ Blastula ในจำนวน 500 ฟองต่อซ้ำ เท่ากันทุกชุดการทดลอง และลดความเสียหายเมื่อมีการทดลองจริง เพราะต้องใช้เวลาน้อยที่สุดในการตวงปริมาณไข่

- ทดสอบความแม่นยำในระยะเวลาการพัฒนาของไข่ปลาตกคัง ที่จะพัฒนาเป็นตัวอ่อน เพราะอุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาของไข่ปลา ลดความเสียหายที่เกิดจากการตรวจสอบการพัฒนาระหว่างการทดลอง วิศณุพร (2560) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 25.00-32.00 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ในการทดลองนี้มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24.00-25.30 องศาเซลเซียส

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

นำไข่ปลากดคังระยะ Blastula จำนวน 6,000 ฟอง ไปแช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณ 0, 0.50, 1.00 และ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ระยะเวลา 15 นาที ตามแผนการทดลอง แล้วสุมไข่ปลาลงในถังเพาะฟัก ที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียน โดยให้ระบบน้ำไหลผ่านถังทดลอง ในอัตรา 3 ลิตรต่อนาที โดยแยกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 500 ฟอง จากนั้นประมาณ 35 ชั่วโมง ลูกปลากดคังทั้งหมดจึงฟักเป็นตัว สุ่มนับลูกปลากดคังที่อยู่ในถังทดลอง ๆ ละ 10 จุด ๆ ละ 1 ลิตร ของแต่ละถังเพาะฟักมานับจำนวนเพื่อคำนวณหาอัตราการฟักไข่ แล้วนำลูกปลากดคังกลับคืนถังทดลอง อนุบาลต่อจนลูกปลา มีอายุครบ 3 วัน ใช้สวิงตาถี่รวบรวบลูกปลาทั้งหมดนับจำนวนเพื่อคำนวณหาอัตราการรอดตาย

2.2.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

นำไข่ปลากดคังระยะ Blastula จำนวน 6,000 ฟอง ลงในถังเพาะฟักที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียน ที่ใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ตามชุดการทดลอง 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 500 ฟอง หลังจากนั้น 35 ชั่วโมง เมื่อลูกปลาฟักออกเป็นตัวหมด สุ่มนับลูกปลากดคังที่อยู่ในถังทดลอง ๆ ละ 10 จุด ๆ ละ 1 ลิตร ของแต่ละถังเพาะฟักมานับจำนวนเพื่อคำนวณหาอัตราการฟักไข่ แล้วนำลูกปลากดคังกลับคืนถังทดลองอนุบาลต่อจนครบ 3 วัน ใช้สวิงตาถี่รวบรวบลูกปลาทั้งหมดเพื่อหาอัตราการรอดตาย เก็บน้ำตัวอย่างก่อนการทดลองจากบ่อเตรียมน้ำ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บน้ำในถังทดลองทุกเช้าเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

2.3 การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ โดยมีดัชนีที่วิเคราะห์ ดังนี้

ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทั้งก่อนการทดลองจากบ่อเตรียมน้ำ และระหว่างการทดลอง โดยการเก็บน้ำในถังทดลองเวลา 09.00 น. ตลอดการทดลองทุกเช้า โดยวัดค่าอุณหภูมิ น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นด่าง ความกระด้าง แอมโมเนียรวม และไนโตรท์ โดยวิธีการ ดังนี้

- อุณหภูมิ (Temperature) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$) ด้วยเครื่องมือเทอร์โมมิเตอร์
- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) ด้วยเครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำ YSI รุ่น 550A
- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ยี่ห้อ Eutech รุ่น cyber scan pH 510
- ความเป็นด่าง (Alkalinity) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as $CaCO_3$) ด้วยวิธีไตเตรทตามวิธีกล่าวอ้างโดยไมตรี และจากรูรณ (2528)
- ความกระด้าง (Hardness) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as $CaCO_3$) ด้วยวิธีไตเตรทตามวิธีกล่าวอ้างโดยไมตรี และจากรูรณ (2528)
- แอมโมเนียรวม (Total ammonia) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่อลิตร ($NH_3 - N$, mg/L) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/2800 ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Nessler Method
- ไนโตรท์ (NO_2-N) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมไนโตรท์-ไนโตรเจนต่อลิตร (mg $NO_2^- - N/L$) วิเคราะห์ด้วยวิธี Diazotization ตามวิธีของ Boyd และ Tucker (1992) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น Genesys 10s UV-VIS

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ข้อมูลอัตราการฟัก และข้อมูล อัตรารอดตาย มีการกระจายแบบไม่ปกติ จึงทำการแปลงข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจาย เป็นแบบปกติตามข้อกำหนดการวิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วยวิธี arcsine transformation และเปรียบเทียบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง โดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% (กัลยา, 2543) ข้อมูลที่วิเคราะห์มีดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์)} &= \frac{\text{จำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัว}}{\text{จำนวนไข่ที่ปฏิสนธิจนถึงระยะ Blastula}} \times 100 \\ \text{อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)} &= \frac{\text{จำนวนลูกปลาอายุ 3 วัน}}{\text{จำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัว}} \times 100\end{aligned}$$

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

นำต้นทุนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังมาวิเคราะห์ ผลทางเศรษฐศาสตร์ ตามวิธีของ (2530) และ Kay (1986) ข้อมูลที่วิเคราะห์มีดังนี้

$$\begin{aligned}- \text{ต้นทุนการผลิตปลาต่อตัว} &= \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{จำนวนปลาที่ได้ทั้งหมด (ตัว)}} \\ - \text{ต้นทุนต่อตัว} &= \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนผันแปร} \\ - \text{ต้นทุนทั้งหมด} &= \text{ต้นทุนคงที่} \\ - \text{ต้นทุนคงที่} &= \text{ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์} + \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน} \\ - \text{ต้นทุนผันแปร} &= \text{ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง} + \text{ค่าฮอร์โมนเพาะพันธุ์ปลา} + \text{ค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าแรงงาน} + \text{ค่าสารเคมี} + \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน} \\ - \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน} &= \text{คำนวณจากต้นทุนคงที่หรือต้นทุนผันแปรจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ปี 2566 ร้อยละ 1.60} \\ - \text{ค่าเสื่อมราคา} &= \text{คิดด้วยวิธีเส้นตรงโดยกำหนดมูลค่าซากเป็นศูนย์เมื่อหมดอายุการใช้งาน}\end{aligned}$$

ผลการศึกษา

ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ต่ออัตราการฟักไข่ และอัตรารอดตาย ของลูกปลากดคังวัยอ่อนในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน มีดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

โดยชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

(H₂O₂) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร และชุดการทดลองที่ 4 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีผลดังนี้

1. อัตราการฟักไข่

จากผลการทดลองพบว่าอัตราการฟักไข่เฉลี่ยเท่ากับ 28.80±3.50, 46.13±4.31, 73.07±6.22 และ 45.13±5.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) (ชุดควบคุม) มีค่าอัตราการฟักไข่เฉลี่ยต่ำกว่าทุกชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 4 มีค่าอัตราการฟักไข่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้ในชุดการทดลองที่ 3 มีอัตราการฟักไข่สูงที่สุด และมีความแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1)

2. อัตราการอดตาย

จากผลการทดลอง พบว่าอัตราการอดตายเฉลี่ยของลูกปลากดคังอายุ 3 วัน เท่ากับ 75.66±5.68, 80.51±5.37, 89.45±1.51 และ 75.66±5.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ 3 มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (mean±SD) อัตราการฟัก และอัตราการอดตายของปลากดคังในการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

ดัชนี	ไม่ใช้ H ₂ O ₂	ใช้ H ₂ O ₂ 0.50 ml/l	ใช้ H ₂ O ₂ 1.00 ml/l	ใช้ H ₂ O ₂ 3.00 ml/l
อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์)	28.80±3.50 ^a	46.13±4.31 ^b	73.07±6.22 ^c	45.13±5.93 ^b
อัตราการอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	75.66±5.68 ^a	80.51±5.37 ^{ab}	89.45±1.51 ^b	75.66±5.99 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. คุณสมบัติของน้ำ

3.1 คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลอง พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 24.00–24.50 °C ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.00–7.60 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 6.10–6.50 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 90.00–100.00 mg/l as CaCO₃ ความกระด้างมีค่าระหว่าง 110.00–120.50 mg/l as CaCO₃ แอมโมเนียรวมมีค่า 0.00 mg NH₃ – N/l และไนไตรท์มีค่า 0.00 mg NO₂⁻ – N/l (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้าง แบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลอง	
อุณหภูมิน้ำ (°C)	24.00–24.50
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.00–7.60
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	6.10–6.50
ความเป็นด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	90.00–100.00
ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	110.00–120.50
แอมโมเนียรวม (mg $NH_3 - N/l$)	0.00
ไนไตรท์ (mg $NO_2^- - N/l$)	0.00

3.2 คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้าง แบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลอง พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 24.00–25.30 °C ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.00–7.60 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 6.00–6.62 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 90.00–100.50 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้างมีค่าระหว่าง 110.00–120.00 mg/l as $CaCO_3$ แอมโมเนียรวมมีค่าระหว่าง 0.00–0.10 mg – NH_3 N/l และไนไตรท์มีค่าระหว่าง 0.00–0.05 mg $NO_2^- - N/l$ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้าง แบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำ	ปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้าง (m/L)			
	0	0.50	1.00	3.00
อุณหภูมิน้ำ (°C)	24.00–25.30	24.10–25.20	24.10–25.20	24.00–25.30
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.20–7.59	7.00–7.43	7.08–7.43	7.00–7.60
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	6.20–6.50	6.12–6.54	6.18–6.62	6.10–6.41
ความเป็นด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	90.00–100.50	90.00–100.50	90.00–100.00	90.00–100.00
ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	115.00–120.00	110.00–120.00	110.00–120.00	110.00–120.00
แอมโมเนียรวม (mg NH_3-N/l)	0.00–0.10	0.00–0.10	0.00–0.10	0.00–0.10
ไนไตรท์ (mg $NO_2^- -N/l$)	0.00–0.05	0.00–0.05	0.00–0.05	0.00–0.05

4. ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการฟักไข่ปลาตกค้างที่ทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้างแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน พบว่า ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดควบคุม) มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 106.15 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 91.46 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลาตกค้าง 108 ± 6.35 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลาตกค้างเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 บาทต่อตัว ชุดการทดลองที่ 2

มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 107.75 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 93.06 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลากดคัง 185 ± 7.94 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลากดคังเท่ากับ 0.58 บาทต่อตัว ชุดการทดลองที่ 3 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 109.36 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 94.67 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลากดคัง 327 ± 26.69 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลากดคังเท่ากับ 0.33 บาทต่อตัว และชุดการทดลองที่ 4 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 115.76 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 101.07 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลากดคัง 170.00 ± 17.58 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลากดคังเท่ากับ 0.68 บาทต่อตัว (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ต้นทุนการฟอกไข่ปลากดคังที่ทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟอกไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

ต้นทุนการผลิต	ปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ป้องกันเชื้อราในการฟอกไข่ปลากดคัง (mL/l)							
	0		0.50		1.00		3.00	
	บาท	เปอร์เซ็นต์	บาท	เปอร์เซ็นต์	บาท	เปอร์เซ็นต์	บาท	เปอร์เซ็นต์
1. ต้นทุนผันแปร (บาทต่อถังทดลอง)								
– ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง	73.33	69.08	73.33	68.05	73.33	67.06	73.33	63.34
– ค่าฮอร์โมนเพาะพันธุ์ปลา	8.48	7.99	8.48	7.87	8.48	7.75	8.48	7.33
– ค่าสารเคมีใช้เตรียมน้ำ	0.66	0.62	0.66	0.61	0.66	0.60	0.66	0.57
– ค่าสารเคมีในการทดลอง	0.00	0.00	1.60	1.49	3.2	2.93	9.6	8.29
– ค่าแรงงาน	3.49	3.29	3.49	3.24	3.49	3.19	3.49	3.01
– ค่าไฟฟ้า	5.38	5.07	5.38	4.99	5.38	4.92	5.38	4.65
– ค่าเสียโอกาสการลงทุน	0.12	0.11	0.12	0.11	0.13	0.11	0.13	0.12
– รวมต้นทุนผันแปร (บาทต่อถังทดลอง)	91.46	86.16	93.06	86.36	94.67	86.56	101.07	87.31
2. ต้นทุนคงที่ (บาทต่อถังทดลอง)								
– ค่าเสื่อมเครื่องสูบน้ำ	4.38	4.13	4.38	6.16	4.38	4.01	4.38	3.78
– ค่าเสื่อมราคาลังทดลองฟักไข่ระบบหมุนเวียนน้ำ	5.48	5.16	5.48	7.71	5.48	5.01	5.48	4.73
– ค่าเสื่อมราคาลังทดลอง	4.79	4.51	4.79	6.74	4.79	4.38	4.79	4.14
– ค่าเสื่อมราคาเครื่องอากาศไฟฟ้า	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
– ค่าเสียโอกาสการลงทุน	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
– รวมต้นทุนคงที่ (บาทต่อถังทดลอง)	14.69	13.84	14.69	13.64	14.69	13.44	14.69	12.69
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อถังทดลอง)	106.15	100.00	107.75	100.00	109.36	100.00	115.76	100.00
– ผลผลิตลูกปลากดคัง (ตัวต่อถังทดลอง)	108±6.35		185±7.94		327±26.69		170±17.58	
– ต้นทุนการผลิตลูกปลากดคังเฉลี่ย (บาทต่อตัว)	0.98		0.58		0.33		0.68	

หมายเหตุ 1. ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง ราคา 220 บาทต่อกิโลกรัม เพาะพันธุ์ปลากดคัง จำนวน 8 กิโลกรัม เพื่อผลิตไข่ปลากดคังจำนวน 12,000 ฟอง โดยคำนวณจากการผลิตไข่ปลากดคัง จำนวน 500 ฟองต่อถังทดลอง ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง น้ำหนัก 0.33 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน เท่ากับ $0.33 \times 220 = 73.33$ บาทต่อถังทดลอง

2. ค่าฮอร์โมนในการเพาะพันธุ์ปลากดคัง โดยคำนวณจากการผลิตไข่ปลากดคัง จำนวน 500 ฟอง ต่อถังทดลอง ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง น้ำหนัก 8 กิโลกรัม ปริมาณฮอร์โมนที่ใช้ 20 ไมโครกรัมต่อน้ำหนัก ปลา 1 กิโลกรัม รายละเอียดดังนี้

– ค่าฮอร์โมนสังเคราะห์ ปริมาณ 1 ไมโครกรัม ราคา 0.385 บาท ใช้ปริมาณ 160 ไมโครกรัม คิดเป็นเงิน เท่ากับ $160 \times 0.385 = 61.60$ บาท

– ค่ายาเสริมฤทธิ์ จำนวน 8 เม็ด ราคาเม็ดละ 5 บาท คิดเป็นเงิน เท่ากับ $8 \times 5 = 40.00$ บาท

– ค่าน้ำกลั่น จำนวน 7.84 มิลลิลิตร ราคา มิลลิลิตรละ 0.12 บาท คิดเป็นเงิน เท่ากับ $7.84 \times 0.015 = 0.12$ บาท

รวมเป็นเงินค่าฮอร์โมนในการเพาะพันธุ์ปลากดคัง เท่ากับ 101.72 บาท คิดเป็นเงิน 8.48 บาท ต่อถังทดลอง

3. ค่าสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำ (คลอรีน) ขนาดขวดบรรจุ 40 กิโลกรัม ราคา 3,000 บาท ราคา กิโลกรัมละ 75.00 บาท ปริมาณการใช้ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณน้ำทั้งระบบเพาะฟักน้ำหมูนเวียน มีจำนวน 3,500 ลิตร ใช้คลอรีนทั้งหมดจำนวน 0.105 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน $0.105 \times 75 = 7.88$ บาท คิดเป็น ต่อถังทดลอง 0.66 บาทต่อถังทดลอง

4. ค่าสารเคมีในการทดลอง โดยทำการจดบันทึกเมื่อนำไปใช้แล้ว

– ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ขนาดขวดบรรจุ 2 ลิตร ราคา 3,200 บาท ราคา มิลลิลิตรละ 1.60 บาท ปริมาณการใช้ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 2 ลิตร คิดเป็นเงิน $1 \times 1.60 = 1.60$ บาทต่อถังทดลอง

– ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ขนาดขวดบรรจุ 2 ลิตร ราคา 3,200 บาท ราคา มิลลิลิตรละ 1.60 บาท ปริมาณการใช้ 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 2 ลิตร คิดเป็นเงิน $2 \times 1.60 = 3.20$ บาทต่อถังทดลอง

– ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ขนาดขวดบรรจุ 2 ลิตร ราคา 3,200 บาท ราคา มิลลิลิตรละ 1.60 บาท ปริมาณการใช้ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 2 ลิตร คิดเป็นเงิน $6 \times 1.60 = 9.60$ บาทต่อถังทดลอง

5. ค่าแรงงานจากอัตราค่าจ้างขั้นต่ำประจำจังหวัดเลย ปี 2565 เท่ากับ 335 บาทต่อวันต่อคน (กระทรวงแรงงาน, 2565) ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นค่าแรงงานชั่วโมงละ 41.88 บาท ใช้แรงงานวันละ 1 ชั่วโมง คิดเป็นค่าแรงงานต่อถังทดลอง $= (41.88 \times 1)/12 = 3.49$ บาทต่อถังทดลอง

6. ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำและให้อากาศ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 5.38 บาทต่อถังทดลอง รายละเอียดดังนี้

6.1 เครื่องให้อากาศไฟฟ้า กำลังไฟ 2.20 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ตัว เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 5 วัน ใช้สำหรับบ่อคอนกรีตภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเลย จำนวน 150 บ่อ มีจำนวนหัวทราย 2,212 หัว ค่าไฟฟ้าในช่วงการทดลองเดือนสิงหาคม 2566 หน่วยละ 4.81 บาท คิดเป็น $(1 \times 2.20 \times 24 \times 5 \times 4.81)/2,212 = 16.57$ บาท (หัวทราย 1 หัวต่อถังทดลอง) คิดเป็นค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องให้อากาศไฟฟ้าเท่ากับ 0.57 บาทต่อถังทดลอง

6.2 เครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว กำลังไฟฟ้า 0.10 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ตัว เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 5 วัน ใช้สำหรับเฉพาะการทดลองเท่านั้น ค่าไฟฟ้า เดือนสิงหาคม 2566 หน่วยละ

4.81 บาท คิดเป็น $1 \times 0.10 \times 24 \times 5 \times 4.81 = 57.72$ บาทต่อ 12 ถังทดลอง คิดเป็นค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว เท่ากับ 4.81 บาทต่อถังทดลอง

7. ค่าเสื่อมราคาเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว กำลังไฟ 0.10 กิโลวัตต์ ราคาเครื่องละ 1,600 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน เท่ากับ $1,600/(5 \times 365) \times 5 = 4.38$ บาท

8. ค่าเสื่อมราคาลังค์ตักตะกอนและถังกรองตะกอนพร้อมวัสดุกรอง จำนวน 1 ชุด ราคา 2,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน เท่ากับ $2,000/(5 \times 365) \times 5 = 5.48$

9. ค่าเสื่อมราคาลังค์ทดลองจำนวน 1 ถังทดลอง ราคา 3,500 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน เท่ากับ $3,500/(10 \times 365) \times 5 = 4.79$ บาท

10. ค่าเสื่อมราคาเครื่องให้อากาศไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว ราคา 50,000 บาท อายุการใช้งาน 20 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน มีหัวทรายจำนวน 2,212 หัว เท่ากับ $(50,000/(20 \times 365) \times 5)/2,212 = 0.02$ บาท

11. ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ จากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ปี 2566 อัตราร้อยละ 1.60 ของลูกค้านำไปของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร คิดเป็นอัตราดอกเบี้ยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ $1.60/12 = 0.133$ เปอร์เซ็นต์ (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, 2566)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการปักชำปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะปักชำหมวนเวียน

โดยชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร และชุดการทดลองที่ 4 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีผลดังนี้

1. อัตราการปัก

จากผลการทดลอง พบว่า อัตราการปักชำเฉลี่ยเท่ากับ 24.87 ± 2.05 , 48.07 ± 1.70 , 75.27 ± 3.23 และ 71.73 ± 0.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดควบคุม) มีค่าอัตราการปักชำเฉลี่ยต่ำกว่าทุกชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง เช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 2 ส่วนชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ชุดการทดลองที่ 3 มีค่าอัตราการปักชำเฉลี่ยสูงที่สุด (ตารางที่ 5)

2. อัตรารอดตาย

จากผลการทดลอง พบว่า อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลากดคังอายุ 3 วัน เท่ากับ 50.72 ± 8.79 , 72.20 ± 2.44 , 82.77 ± 1.77 และ 85.41 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติ พบว่า ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดควบคุม) มีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยต่ำกว่าทุกชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง เช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 2 ส่วนชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ชุดการทดลองที่ 4 มีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (mean±SD) อัตราการฟัก และอัตราการตายของปลากดคังในการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

ดัชนี	ไม่ใช้ H ₂ O ₂	ใช้ H ₂ O ₂ 0.50 ml/l	ใช้ H ₂ O ₂ 1.00 ml/l	ใช้ H ₂ O ₂ 3.00 ml/l
อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์)	24.87±2.05 ^a	48.07±1.70 ^b	75.27±3.23 ^c	71.73±0.99 ^c
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)	50.72±8.79 ^a	72.20±2.44 ^b	82.77±1.77 ^c	85.41±0.68 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05)

3. คุณสมบัติของน้ำ

3.1 คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลอง พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 24.00–25.10 °C ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.20–7.60 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 6.10–6.55 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 90.00–100.50 mg/l as CaCO₃ ความกระด้างมีค่าระหว่าง 110.00–120.50 mg/l as CaCO₃ แอมโมเนียรวมมีค่า 0.00 mg NH₃ – N/l และไนไตรท์มีค่า 0.00 mg NO₂⁻ – N/l (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำก่อนการทดลอง	
อุณหภูมิน้ำ (°C)	24.00–25.10
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.20–7.60
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	6.10–6.55
ความเป็นด่าง (mg/l as CaCO ₃)	90.00–100.50
ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)	110.00–120.50
แอมโมเนียรวม (mg NH ₃ – N/l)	0.00
ไนไตรท์ (mg NO ₂ ⁻ – N/l)	0.00

3.2 คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลอง พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 24.00–25.10 °C ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.13–7.93 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 6.15–7.82 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 95.00–120.00 mg/l as CaCO₃ ความกระด้างมีค่าระหว่าง 110.00–145.00 mg/l as CaCO₃ แอมโมเนียรวมมีค่าระหว่าง 0.00–0.10 mg NH₃ – N/l และไนไตรท์ มีค่าระหว่าง 0.00–0.05 mg NO₂⁻ – N/l (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาอดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

คุณสมบัติของน้ำ	ปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อรา (ml/l)			
	0	0.50	1.00	3.00
อุณหภูมิ (°C)	24.00–25.00	24.00–25.10	24.00–25.00	24.00–25.00
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.13–7.42	7.75–7.89	7.65–7.91	7.60–7.93
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	6.15–6.50	6.82–7.23	7.48–7.62	7.53–7.82
ความเบี่ยง (mg/l as $CaCO_3$)	95.00–100.00	102.00–105.50	110.00–115.00	115.00–120.00
ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	110.00–115.00	120.00–125.00	130.00–135.00	140.00–145.00
แอมโมเนียรวม (mg $NH_3 - N/l$)	0.00–0.10	0.00–0.10	0.00–0.10	0.00–0.10
ไนไตรท์ (mg $NO_2^- - N/l$)	0.00–0.05	0.00–0.05	0.00–0.05	0.00–0.05

4. ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการฟักไข่ปลาอดคังที่ทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาอดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน พบว่า ชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ชุดควบคุม) มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 120.60 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 105.91 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลาอดคัง 63.00 ± 8.39 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลาอดคังเฉลี่ยเท่ากับ 1.91 บาทต่อตัว ชุดการทดลองที่ 2 มีต้นทุนการผลิตลูกปลาอดคังเฉลี่ยเท่ากับ 454.37 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 439.68 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลาอดคัง 174.00 ± 12.01 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตต่อตัวเท่ากับ 2.61 บาทต่อตัว ชุดการทดลองที่ 3 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 788.16 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 773.47 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลาอดคัง 312.00 ± 21.21 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลาอดคังเฉลี่ยเท่ากับ 2.53 บาทต่อตัว และชุดการทดลองที่ 4 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2,123.26 บาทต่อถังทดลอง แยกเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 2,108.57 บาทต่อถังทดลอง และต้นทุนคงที่เท่ากับ 14.69 บาทต่อถังทดลอง มีผลผลิตลูกปลาอดคัง 306.00 ± 5.03 ตัวต่อถังทดลอง มีต้นทุนการผลิตลูกปลาอดคังเท่ากับ 6.94 บาทต่อตัว (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ต้นทุนการฟอกไข่ปลาสดที่ทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟอกไข่ปลาสดแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน

ต้นทุนการผลิต	ปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ป้องกันเชื้อราในการฟอกไข่ปลาสด (ml/l)							
	0		0.50		1.00		3.00	
	บาท	เปอร์เซ็นต์	บาท	เปอร์เซ็นต์	บาท	เปอร์เซ็นต์	บาท	เปอร์เซ็นต์
1. ต้นทุนผันแปร (บาทต่อถังทดลอง)								
– ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง	73.33	60.80	73.33	16.14	73.33	9.30	73.33	3.45
– ค่าฮอร์โมนเพาะพันธุ์ปลา	8.48	7.03	8.48	1.87	8.48	1.08	8.48	0.40
– ค่าสารเคมีใช้เตรียมน้ำ	0.66	0.55	0.66	0.15	0.66	0.08	0.66	0.03
– ค่าสารเคมีในการทดลอง	0.00	0.00	333.33	73.36	666.67	84.59	2,000.00	94.20
– ค่าแรงงาน	3.49	2.89	3.49	0.77	3.49	0.44	3.49	0.16
– ค่าไฟฟ้า	19.81	16.43	19.81	4.36	19.81	2.51	19.81	0.93
– ค่าเสียโอกาสการลงทุน	0.14	0.12	0.58	0.13	1.03	0.13	2.80	0.13
– รวมต้นทุนผันแปร (บาทต่อถังทดลอง)	105.91	87.82	439.68	96.78	773.47	98.13	2,108.57	99.30
2. ต้นทุนคงที่ (บาทต่อถังทดลอง)								
– ค่าเสื่อมเครื่องสูบน้ำ	4.38	3.63	4.38	0.96	4.38	0.56	4.38	0.21
– ค่าเสื่อมราคถังทดลอง								
ฟอกไข่ระบบหมุนเวียนน้ำ	5.48	4.54	5.48	1.21	5.48	0.70	5.48	0.26
– ค่าเสื่อมราคถังทดลอง	4.79	3.97	4.79	1.05	4.79	0.61	4.79	0.23
– ค่าเสื่อมราคาเครื่องอากาศไฟฟ้า	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
– ค่าเสียโอกาสการลงทุน	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
– รวมต้นทุนคงที่ (บาทต่อถังทดลอง)	14.69	12.18	14.69	3.22	14.69	1.87	14.69	0.70
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อถังทดลอง)	120.60	100.00	454.37	100.00	788.16	100	2,123.26	100.00
– ผลผลิตลูกปลากดคัง (ตัวต่อถังทดลอง)	63.00±8.39		174.00±12.01		312.00±21.21		306.00±5.03	
– ต้นทุนการผลิตผลผลิตลูกปลากดคังเฉลี่ย (บาทต่อตัว)	1.91		2.61		2.53		6.94	

หมายเหตุ 1. ค่าพ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง ราคา 220 บาทต่อกิโลกรัม เพาะพันธุ์ปลากดคัง จำนวน 8 กิโลกรัม เพื่อผลิตไข่ปลากดคังจำนวน 12,000 ฟอง โดยคำนวณจากการผลิตไข่ปลากดคัง จำนวน 500 ฟองต่อถังทดลอง ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง น้ำหนัก 0.33 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน เท่ากับ $0.33 \times 220 = 73.33$ บาทต่อถังทดลอง

2. ค่าฮอร์โมนในการเพาะพันธุ์ปลากดคัง โดยคำนวณจากการผลิตไข่ปลากดคัง จำนวน 500 ฟอง ต่อถังทดลอง ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลากดคัง น้ำหนัก 8 กิโลกรัม ปริมาณฮอร์โมนที่ใช้ 20 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม รายละเอียดดังนี้

- ค่าฮอร์โมนสังเคราะห์ ปริมาณ 1 ไมโครกรัม ราคา 0.385 บาท ใช้ปริมาณ 160 ไมโครกรัม คิดเป็นเงิน เท่ากับ $160 \times 0.385 = 61.60$ บาท

- ค่ายาเสริมฤทธิ์ จำนวน 8 เม็ด ราคาเม็ดละ 5 บาท คิดเป็นเงิน เท่ากับ $8 \times 5 = 40.00$ บาท

- ค่าน้ำกลั่น จำนวน 7.84 มิลลิลิตร ราคา มิลลิลิตรละ 0.12 บาท คิดเป็นเงิน เท่ากับ $7.84 \times 0.015 = 0.12$ บาท

รวมเป็นเงินค่าฮอร์โมนในการเพาะพันธุ์ปลากดคัง เท่ากับ 101.72 บาท คิดเป็นเงิน 8.48 บาทต่อถังทดลอง

3. ค่าสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำ (คลอรีน) ขนาดขวดบรรจุ 40 กิโลกรัม ราคา 3,000 บาท ราคา กิโลกรัมละ 75.00 บาท ปริมาณการใช้ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณน้ำทั้งระบบเพาะฟักน้ำหมูนเวียน มีจำนวน 3,500 ลิตร ใช้คลอรีนทั้งหมดจำนวน 0.105 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน $0.105 \times 75 = 7.88$ บาท คิดเป็น ต่อถังทดลอง 0.66 บาทต่อถังทดลอง

4. ค่าสารเคมีในการทดลอง โดยทำการจดบันทึกเมื่อนำไปใช้แล้ว

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ขนาดขวดบรรจุ 2 ลิตร ราคา 3,200 บาท ราคา มิลลิลิตรละ 1.60 บาท ปริมาณการใช้ 625 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1,250 ลิตร คิดเป็นเงิน $625 \times 1.60 = 1,000$ บาทต่อ 3 ถังทดลอง คิดเป็น $1,000/3 = 333.33$ ต่อถังทดลอง

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ขนาดขวดบรรจุ 2 ลิตร ราคา 3,200 บาท ราคา มิลลิลิตรละ 1.60 บาท ปริมาณการใช้ 1,250 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1,250 ลิตร คิดเป็นเงิน $1,250 \times 1.60 = 2,000$ บาทต่อ 3 ถังทดลอง คิดเป็น $2,000/3 = 666.67$ บาทต่อถังทดลอง

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ขนาดขวดบรรจุ 2 ลิตร ราคา 3,200 บาท ราคา มิลลิลิตรละ 1.60 บาท ปริมาณการใช้ 3,750 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1,250 ลิตร คิดเป็นเงิน $3,750 \times 1.60 = 6,000$ บาทต่อ 3 ถังทดลอง คิดเป็น $6,000/3 = 2,000$ บาทต่อถังทดลอง

5. ค่าแรงงานจากอัตราค่าจ้างขั้นต่ำประจำจังหวัดเลย ปี 2565 เท่ากับ 335 บาทต่อวันต่อคน (กระทรวงแรงงาน, 2565) ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นค่าแรงงานชั่วโมงละ 41.88 บาท ใช้แรงงานวันละ 1 ชั่วโมง คิดเป็นค่าแรงงานต่อถังทดลอง $= (41.88 \times 1)/12 = 3.49$ บาทต่อถังทดลอง

6. ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำและให้อากาศ คิดเป็นเงิน ทั้งสิ้น 19.81 บาทต่อถังทดลอง รายละเอียดดังนี้

6.1 เครื่องให้อากาศไฟฟ้า กำลังไฟ 2.20 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ตัว เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 5 วัน ใช้สำหรับบ่อคอนกรีตภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเลย จำนวน 150 บ่อ มีจำนวนหัวทราย 2,212 หัว ค่าไฟฟ้าในช่วงการทดลองเดือนสิงหาคม 2566 หน่วยละ 4.81 บาท คิดเป็น $(1 \times 2.20 \times 24 \times 5 \times 4.81)/2,212 = 16.57$ บาท (หัวทราย 1 หัวต่อถังทดลอง) คิดเป็นค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องให้อากาศไฟฟ้าเท่ากับ 0.57 บาทต่อถังทดลอง

6.2 เครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว กำลังไฟฟ้า 0.10 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ตัว เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 5 วัน ใช้สำหรับเฉพาะการทดลองเท่านั้น ค่าไฟฟ้า เดือนสิงหาคม 2566 หน่วยละ 4.81 บาท คิดเป็น $1 \times 0.10 \times 24 \times 5 \times 4.81 = 57.72$ บาทต่อ 3 ถังทดลอง คิดเป็นค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว เท่ากับ 19.24 บาทต่อถังทดลอง

7. ค่าเสื่อมราคาเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาด 1 นิ้ว กำลังไฟ 0.10 กิโลวัตต์ ราคาเครื่องละ 1,600 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน เท่ากับ $1,600/(5 \times 365) \times 5 = 4.38$ บาท
8. ค่าเสื่อมราคาถังดักตะกอนและถังกรองตะกอนพร้อมวัสดุกรอง จำนวน 1 ชุด ราคา 2,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน เท่ากับ $2,000/(5 \times 365) \times 5 = 5.48$ บาท
9. ค่าเสื่อมราคาถังทดลองจำนวน 1 ถังทดลอง ราคา 3,500 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน เท่ากับ $3,500/(10 \times 365) \times 5 = 4.79$ บาท
10. ค่าเสื่อมราคาให้อากาศไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว ราคา 50,000 บาท อายุการใช้งาน 20 ปี ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 วัน มีหัวทรายจำนวน 2,212 หัว เท่ากับ $(50,000/(20 \times 365) \times 5)/2,212 = 0.02$ บาท
11. ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณจากต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่จากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ปี 2566 อัตราร้อยละ 1.60 ของลูกค้าทั่วไปของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร คิดเป็นอัตราดอกเบี้ยเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 0.133 เปอร์เซ็นต์ (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, 2566)

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการทดลองที่ 1 การศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการปักชำปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในปริมาณ 0.50, 1.00 และ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ในระบบเพาะปักชำหมุนเวียน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทำให้อัตราการปักชำของปลากดคังสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการใช้ (ชุดควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับ Rach *et al.* (1998) รายงานว่าปักชำที่ได้รับการแช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) สามารถควบคุมและลดเชื้อราที่เกิดขึ้นบนปักชำได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้แช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อราส่งผลต่ออัตราการปักชำต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง ในชุดการทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร และชุดการทดลองที่ 4 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่าอัตราการปักชำเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีอัตราการปักชำสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) แสดงว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) สามารถยับยั้งเชื้อราบนปักชำปลากดคังได้ แต่อย่างไรก็ตามถ้าปริมาณที่ใช้ในการแช่ปักชำไม่เพียงพอ หรือมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้อัตราการปักชำลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Rach *et al.* (1998) ที่กล่าวว่าปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จะถือว่าเป็นพิษก็ต่อเมื่ออัตราการปักชำลดลง เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ต่ำกว่า เช่น ในการทดลองปักชำปลาดุกที่แช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้อัตราการปักชำลดลง และในการปักชำปลาวอลเลย์ ปลาไวท์ซัคเกอร์ และปลาแพดเดิลฟิชที่แช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้อัตราการปักชำลดลง ทั้งนี้การปักชำปลากดคังในชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการปักชำเฉลี่ยสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Marking *et al.* (1994) รายงานว่า การปักชำปลาเรนโบว์เทราต์ โดยการแช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้อัตราการปักชำสูงขึ้น การติดเชื้อราบนปักชำลดลง ซึ่งส่งผลดีต่อการปักชำมากกว่าการแช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร นอกจากนี้ Schreier *et al.* (1996) ระบุว่าความเป็นพิษของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ให้สังเกตอัตราการปักชำของปลาเรนโบว์เทราต์ซึ่งมีค่า 91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่น ๆ ระบุว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร สามารถเพิ่มอัตราการปักชำได้ และมีประสิทธิภาพมากกว่าปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร ซึ่งเป็นปริมาณการใช้ที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้กำหนดการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ที่ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร

(Rach *et al.*, 1998) ส่วนอัตราการตาย พบว่าชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงกว่าทุกชุดการทดลอง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตรต่อลิตร ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ส่งผลให้อัตราการตายของลูกปลากัดคังอายุ 3 วันมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น ซึ่งแปรผันตรงกับอัตราการฟักไข่ โดยชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงกว่าทุกชุดการทดลอง อีกทั้งการทดลองนี้ใช้ระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน และมีวัสดุกรองน้ำประกอบไปด้วยไบโอบอล หินกรวดหยาบ หินกรวดละเอียด ทราวยหยาบ ทราวยละเอียด ถ่าน และผ้ากรองใยแก้ว เพื่อกรองและบำบัดน้ำก่อนนำกลับมาใช้ในระบบการอนุบาลลูกปลากัดคัง โดยที่คุณภาพน้ำมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปกติเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ยนต์, 2529; 2536; ไหมตรี และจารุวรรณ, 2528; มั่นสิน และไพพรรณ, 2554)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากัดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ปริมาณ 0.50, 1.00 และ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทำให้อัตราการฟักไข่ของปลากัดคังสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการใช้ (ชุดควบคุม) นอกจากนี้ Rach *et al.* (1998) รายงานว่าไข่ปลาที่ได้รับการแช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) สามารถควบคุม และลดเชื้อราที่เกิดขึ้นบนไข่ได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้แช่ ซึ่งทำให้ไข่เกิดการติดเชื้อราส่งผลต่ออัตราการฟักไข่ต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง สำหรับการแช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ตลอดเวลา พบว่า การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่งผลทำให้อัตราการฟักไข่สูงกว่าทุกชุดการทดลอง และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกชุดการทดลอง ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่วนอัตราการตาย พบว่าชุดการทดลองที่ 4 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีอัตราการตายสูงกว่าทุกชุดการทดลอง และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกชุดการทดลอง ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ดังนั้น วิธีการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) แบบแช่ตลอดมีผลต่ออัตราการฟักไข่ และอัตราการรอดตายแบบแปรผันตรง ทั้งนี้ การใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน ทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงขึ้นตามลำดับ การเพิ่มปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งเป็นผลมาจากการแตกตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในน้ำซึ่งจะได้ น้ำ (H_2O) และออกซิเจน (O_2) ซึ่งสอดคล้องตามการทดลองของ Clayton และ Summerfelt (1996) ที่พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้น 0.26–1.12 ppm หลังจากเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 100 พีพีเอ็ม จากคุณสมบัติการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นแหล่งผลิตออกซิเจน (O_2) ในการลำเลียงลูกปลาใน โดยสรุปเมื่อใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 0.05 มิลลิลิตรลงไปในน้ำ 1 ลิตร ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มขึ้น 1.50 มิลลิกรัม และมีรายงานว่าออกซิเจน (O_2) ที่เกิดขึ้นนี้ปลาอาจนำไปใช้โดยตรง (Marathe *et al.*, 1975 และ Hetesa *et al.*, 1981 อ้างโดย Taylor and Ross, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ เพราะการฟักไข่ปลากัดคังซึ่งเป็นไข่จมติดวัสดุ จำเป็นต้องมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูง อีกทั้งปลากัดคังมีความต้องการปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงด้วย (วิษณุพร, 2560) จึงส่งผลให้ชุดทดลองที่ใช้ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) มาก ทำให้อัตราการฟักไข่สูงขึ้น และอัตราการตายสูงตามไปด้วย

คุณสมบัติของน้ำในการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากัดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 24.00–25.20 °C ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.00–7.60 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 6.00–6.62 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 90.00–100.50 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้างมีค่าระหว่าง 110.00–120.00 mg/l as $CaCO_3$ แอมโมเนียรวมมีค่าระหว่าง 0.00–0.10 mg $NH_3 - N/l$ และไนไตรท์มีค่าระหว่าง

0.00–0.05 mg NO₂⁻ – N/l และคุณสมบัติของน้ำในการทดลองที่ 2 ที่ศึกษาผลการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 24.00–25.10 °C ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.13–7.93 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 6.15–7.82 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 95.00–120.00 mg/l as CaCO₃ ความกระด้างมีค่าระหว่าง 110.00–145.00 mg/l as CaCO₃ แอมโมเนียรวมมีค่าระหว่าง 0.00–0.10 mg NH₃ – N/l และไนไตรท์มีค่าระหว่าง 0.00–0.05 mg NO₂⁻ – N/l ซึ่งคุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลองใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนทั้ง 2 การทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับไมตรี และจารุวรรณ (2528) ที่ระบุว่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ มีอุณหภูมิของน้ำควรมีค่าระหว่าง 25.00–32.00 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างควรมีค่าระหว่าง 6.50–9.00 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 3 mg/l ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 25–500 mg/l as CaCO₃ ส่วนความกระด้างของน้ำในการทดลองมีค่าระหว่าง 300–350 mg/l as CaCO₃ ปริมาณแอมโมเนียรวมไม่ควรเกิน 0.5 mg NH₃ – N/l และปริมาณไนไตรท์ไม่ควรเกิน 0.3 mg NO₂⁻ – N/l ซึ่งมีความเหมาะสมเนื่องจากรายงานของ Piper *et al.* (1982) ระบุว่า ค่าความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าระหว่าง 120–400 ppm และการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่าแอมโมเนียรวมมีค่าระหว่าง 0.00–0.10 mg NH₃–N/l ซึ่งมีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสอดคล้องกับ Lawson (1995) ที่ระบุว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมที่ปลอดภัยต่อปลาไม่เกิน 1.00 mg NH₃ – N/l ส่วนค่าไนไตรท์ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าระหว่าง 0.00–0.05 mg NO₂⁻ – N/l ซึ่งไม่เกินระดับปริมาณไนไตรท์สูงสุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำมีค่าไม่เกิน 0.1 mg NO₂⁻ – N/l (MacIntyre, 2008 อ้างตาม Wedemeyer, 1996)

ด้านต้นทุนการผลิตในการทดลองที่ 1 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน มีค่าระหว่าง 0.33–0.98 บาทต่อตัว เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตทั้งหมดพบว่าต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนระหว่าง 86.16–91.46 เปอร์เซ็นต์ ผกผันตามระดับปริมาณของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ส่วนใหญ่เป็นค่าพ่อแม่พันธุ์ปลากดคังมีสัดส่วนระหว่าง 63.34–69.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าสารเคมีที่ใช้เตรียมน้ำมีสัดส่วนระหว่าง 0.57–0.62 เปอร์เซ็นต์ และค่าฮอร์โมนเพาะพันธุ์ปลามีสัดส่วนระหว่าง 7.33–7.99 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นทุนคงที่มีสัดส่วนระหว่าง 12.69–13.84 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต พบว่า ในชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.33 บาทต่อตัว และมีผลผลิตลูกปลากดจำนวนตัวเฉลี่ยสูงกว่าทุกชุดการทดลอง

การทดลองที่ 2 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลากดคังแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน พบว่า มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1.91–6.94 บาทต่อตัว เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตทั้งหมดพบว่าต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนระหว่าง 87.82–99.30 เปอร์เซ็นต์ ผกผันตามปริมาณการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) โดยพบว่าเป็นค่าสารเคมีที่ใช้เตรียมน้ำมีสัดส่วนสูงสุดระหว่าง 0.00–94.20 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าเป็นสัดส่วนสูงที่สุดร้อยละ 94.20 ในชุดการทดลองที่ 4 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ปริมาณ 3.00 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่วนค่าพ่อแม่พันธุ์ปลามีสัดส่วนระหว่าง 3.45–60.80 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นทุนคงที่มีสัดส่วนระหว่าง 0.70–12.18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตพบว่าชุดการทดลองที่ไม่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) (ชุดควบคุม) มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 1.91 บาทต่อตัว แต่ผลผลิตลูกปลากดคังที่ได้มีอัตราการรอดตายต่ำไม่คุ้มค่าต่อการผลิตลูกปลากดคัง ดังนั้น ถ้าพิจารณาด้านผลผลิตและการลงทุนพบว่าชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 2.53 บาทต่อตัว และมีผลผลิตจำนวนตัวเฉลี่ยสูงกว่าทุกชุดการทดลอง

สรุปผลการศึกษา

ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ต่อการเพิ่มอัตราการฟักไข่ปลาตกค้างในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน เมื่อพิจารณาจากอัตราการฟักไข่ อัตราการรอดตาย และต้นทุนการผลิตปลาตกค้างต่อตัวร่วมด้วย พบว่าการทดลองที่ 1 ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้างแบบแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน ในชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีความเหมาะสมที่สุด และสะดวกต่อการจัดการระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.33 บาทต่อตัว ส่วนการทดลองที่ 2 ผลของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้างแบบแช่ตลอด (35 ชั่วโมง) ในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน ในชุดการทดลองที่ 3 ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีความเหมาะสมที่สุด และต้นทุนการผลิตปลาตกค้างต่อตัวต่ำมีค่าเท่ากับ 2.53 บาทต่อตัว

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาครั้งแรกในการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ป้องกันเชื้อราในการฟักไข่ปลาตกค้างในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถป้องกันเชื้อราน้ำในการฟักไข่ปลาตกค้างในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียนได้ และทราบระดับปริมาณที่เหมาะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการฟักไข่ปลาตกค้างในระบบเพาะฟักน้ำหมุนเวียน โดยพิจารณาจากอัตราการฟักไข่ อัตราการรอดตายของลูกปลาตกค้างและต้นทุนการผลิตในการเพาะพันธุ์ปลาตกค้าง โดยใช้ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ป้องกันเชื้อราที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาและสร้างนวัตกรรมทางวิชาการด้านเทคโนโลยีระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยองค์ความรู้ที่ได้เป็นการใช้สารเคมีชนิดใหม่ (พัฒนา) ในการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำจืด โดยวิธีการและปริมาณที่เหมาะสม (นวัตกรรม) ซึ่งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถซื้อหาได้ทั่วไป เพื่อทดแทนการใช้มาลาไคท์ กรีน ซึ่งเป็นสารต้องห้ามในการใช้ในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต อีกทั้งเป็นสารก่อมะเร็ง และตกค้างในสัตว์น้ำเป็นระยะเวลานาน จึงถูกประกาศห้ามใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคสัตว์น้ำ และจัดอยู่ในวัตถุอันตราย ชนิดที่ 4 ตามบัญชี 2 ห้ามประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2556) และวิธีการและปริมาณ (นวัตกรรม) ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 35 เปอร์เซ็นต์ ป้องกันเชื้อราน้ำในการเพาะฟักไข่ปลาตกค้าง โดยวิธีการแช่ระยะสั้น 15 นาที ที่ปริมาณ 1.00 มิลลิลิตรต่อลิตร มีผลต่อการเพิ่มอัตราการฟักไข่และอัตราการรอดลูกปลาตกค้าง ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตลูกปลาค้างวัยอ่อนต่อหน่วยลดลง

จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถพัฒนาและปรับปรุงวิธีการเพาะพันธุ์ปลาตกค้าง และนำไปประยุกต์ใช้กับสัตว์น้ำชนิดอื่นที่มีระบบการเพาะฟักใกล้เคียงกันให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้การผลิตลูกพันธุ์ปลา มีประสิทธิภาพ และคุณภาพ ลดการสูญเสียจากการเพาะฟักที่เกิดจากเชื้อราในน้ำ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ผลการศึกษาเกิดประโยชน์สูงสุดและครอบคลุมทุกมิติควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ควรมีการนำผลงานวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ โดยพัฒนาทำงานวิจัยร่วมกับเกษตรกร (On farm research) เพื่อทดสอบใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ป้องกันเชื้อราน้ำในการฟักไข่ปลาตกค้าง โดยการแช่ระยะสั้น (15 นาที) ในระบบเพาะฟักไข่ปกติของเกษตรกรจนไข่ฟักเป็นตัว เพื่อทราบประสิทธิผลของการนำนวัตกรรม

จากงานวิจัยไปพัฒนาการเพาะพันธุ์ปลากดคังที่มีความเหมาะสมกับเกษตรกร เพื่อลดต้นทุนการผลิตและ
สะดวกในการดำเนินการ

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการใช้สารเคมีอื่น ๆ มาใช้เพื่อป้องกันเชื้อราในในการเพาะฟักไข่ปลากดคัง
เช่น โพรโดนไโอไดน เมทิลีนบลู โบโนพอล และนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
เพื่อพัฒนาและปรับปรุงวิธีการเพาะพันธุ์ปลากดคังและสัตว์น้ำอื่นให้มีประสิทธิภาพต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนางสาวศิริภาณี งอยจันทร์ศรี และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด
นครพนม ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำในเรื่องการเพาะพันธุ์ปลากดคัง เกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการป้องกัน
และแก้ปัญหาที่เกิดในการเพาะฟักไข่ปลากดคัง และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ชนกกันต์ จิตมนัส
ที่ช่วยเสนอแนะวางแผนการวิจัย ขอขอบพระคุณนายทวีศักดิ์ สุกุณา และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเลย
ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองจนทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงแรงงาน. 2565. อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ. แหล่งที่มา <https://www.mol.go.th>. 2 ตุลาคม 2566.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2543. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เคแอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ, กรุงเทพมหานคร. 594 หน้า.
- ด้านตรวจประมงอุบลราชธานี. 2566. สถิติการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำ ปีงบประมาณ 2565. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_qr_group /182/1608 (5 มีนาคม 2566).
- ตลาดไท. 2566. ปลาสดคังราคาสินค้าตลาดไท. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://talaadthai.com/product/11-3-01-asian-redtail-catfish> (5 มีนาคม 2566).
- ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 2566. ประกาศธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ที่ 1581/2566 เรื่อง อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก. แหล่งที่มา https://www.baac.or.th/th/content-rate.php?content_group=19&content_group_sub=19.pdf. 2 ตุลาคม 2566.
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๕๖. ราชกิจจานุเบกษา. 2556. เล่มที่ 130. ตอนพิเศษ 125 ง, หน้า 6-34.
- ประกาศกรมประมง เรื่อง กำหนดราคาจำหน่ายพันธุ์สัตว์น้ำ (ปรับปรุง 10 พฤษภาคม 2566). แหล่งที่มา: https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20230530111334_1_file.pdf. วันที่ 4 พฤศจิกายน 2566.
- ประพันธ์ศักดิ์ ศิริชะกุนี, นนทวิทย์ อารีย์ชน และ สิริ ทุขขีวินาศ. 2542. พิษเฉียบพลันของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในกุ้งกุลาดำวัยอ่อนและประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียสกุล *Vibrio* และสาหร่ายชนิด *Oscillatoria* sp. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 สาขาประมง
- นนทวิทย์ อารีย์ชน และ รุ่งทิพย์ โรจนนาวัน. 2540. การศึกษาการสลายตัวและผลกระทบของปัจจัยทางกายภาพบางประการต่อการสลายตัวของโฟวิโดน ไอโอดีนใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 35. วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2540. ณ สาขาประมง วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 49-55.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2544. การใช้ยาและสารเคมีในการควบคุมและรักษาโรคระบาดในปลาน้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2544. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 64 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- มันสิน ตันจุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณสมบัติของน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 319 หน้า.

- ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 146 หน้า.
- ยนต์ มุสิก. 2536. คุณภาพน้ำกับการผลิตของบ่อปลา. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 180 หน้า.
- วิชุกานต์ เฟื่องสวัสดิ์. 2557. การเปรียบเทียบความไวของเชื้อราก่อโรคในไขปลาบึก (*Pangasianodon gigas*, Chevey). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 66 หน้า.
- วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, ยงยุทธ ทักษิณ และ สุภาพ แก้วละเอียต. 2537 ก. การเพาะพันธุ์ปลากดแก้ว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2537. กองประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ. 31 หน้า.
- วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์. 2560. คู่มือการผลิตและปรับปรุงพันธุ์ปลากดแก้ว. กองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 64 หน้า.
- สมบัติ สิงห์สี และ เจริญ อุดมการณ์. 2547. การเพาะพันธุ์ปลากดแก้วโดยวิธีฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์เร่งให้วางไข่ตามธรรมชาติ. เอกสารวิชาการฉบับที่19/2547. สถานีประมงน้ำจืดนครพนม, กรมประมง. 11 หน้า.
- สมศักดิ์ เปรียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 240 หน้า.
- Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1992. Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. Auburn University, Alabama, America. 183 pp.
- Brian, C. Small and William R. Wolter. 2003. Hydrogen Peroxide Treatment during Egg Incubation Improves Channel Catfish Hatching Success. *North American Journal of Aquaculture* 65: 314–317.
- Clayton, R. D. and R. C. Summerflet. 1996. Toxicity of hydrogen peroxide to fingerling Walleyes. *Journal of Applied Aquaculture* 6(3): 39–48.
- Fang, P. W. and J. Chaux. 1949. Catalogue des Siluroides d'Indochine de la collection du Laboratoire des Peches Coloniales au muséum, avec la description de six especes nouvelles. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*. 342-346.
- Giolitti, G. 1947. Bacteriostatic and bactericidal action of hydrogen peroxide. *Boll. Soc. Ital. Biol. Sperim.* 23(7): 759.
- Gould, G. W. and A. D. Hitchins. 1963. Sensitization of bacterial spores to lysosome and to hydrogen peroxide with agents that rupture disulphide bonds. *J. Gen. Microbiol.* 33: 413.
- Hetesa, J., J. Jirasek and H. Golikova. 1981. Use of chemicals to increase the oxygen content in water. *Zivocisna Vyroba*, 26 (11) pp., 857–862.
- Kay, R. D. 1986. Farm Management: Planning, Control and Implementation. McGraw Hill Book Co., Singapore. 401 pp.
- Lawson, T. B. 1995. Fundamentals of aquaculture engineering. Chapman & Hall, New York. 355 pp.

- Macalntyre, C. M. 2008. Water Quality and Welfare Assessment on United Kingdom Trout Farms. Ph.D. Dissertation, Institute of Aquaculture, University of Stirling. 230 pp.
- Marathe, V. B., N. V. Huilgol and S. G. Patil. 1975. Hydrogen peroxide as a source of oxygen supply in the transport of fish fry. *Prog. Fish Cult.* 37: 117.
- Marking, L. L., J. J. Rach and T. M. Schreier. 1994. Evaluation of antifungal agents for fish culture. *Prog. Fish Culturist* 56, 225–231.
- Piper, R. G., I. B. McElwain, L. E. Orme, J. P. McCraren, L. G. Fowler and J. R. Leonard. 1982. Fish Hatchery Management. United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service. Washington, D. C.. 517 pp.
- Rach, J. J., G. E. Howe and T. M. Schreier. 1998. Evaluation of the toxicity and efficacy of hydrogen peroxide treatments on eggs of warm- and coolwater fishes. *Aquaculture* 165:11–25.
- Schreier, T. M., J. J. Rach and G. E. Howe. 1996. Efficacy of formalin, hydrogen peroxide, and sodium chloride on fungal-infected rainbow trout eggs. *Aquaculture* 140, 3232–3331.
- Taylor, N. I. and L. G. Ross. 1988. The use of hydrogen peroxide as a source of oxygen for the transportation of live fish. *Aquaculture*. 70: 183–192.
- Van Gorden, S. D. 1994. Operating and managing water reuse system. In: Timmon, M. B., Losordo, T. M. (Eds.), *Aquaculture Water Reuse System: Engineering Design and Management*. Elsevier, Amsterdam, Neterland, pp. 281–306.
- Wedemeyer, G. A. 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman & Hall, London, UK. 232 pp.
- Willoughby, L. G. 1985. Rapid preliminary screening of *Saprolegnia* on fish. *J. Fish. Dis.* 8:473–476.
- Yeshpe – Puter, M. S. and E. Eylan. 1968. Disinfection of water by hydrogen peroxide. *Health Lab. Sci.* 5(4): 233.