

ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำจากใบหูกวางแห้งต่อการเพิ่มอัตราส่วนเพศผู้ และการเติบโตในปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก

Effect of Water pH from Dried *Terminalia catappa* Leaves on Increasing Male Ratio and Growth Performance of Halfmoon Fancy Betta Fish (*Betta splendens*)

สุกสกา รอดบัน¹ นงนุช เลหาวิสุทธิ¹ และอัจริ เรืองเดช¹
Sooksakaow Rodpan¹, Nongnuch Laohavisuti¹ and Uscharee Ruangdej¹

บทคัดย่อ

ผลของความเป็นกรด-ด่าง (pH) จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้ง (*T. catappa* leaves, TCL) ต่อการผสมพันธุ์วางไข่และอัตราการรอดของพ่อแม่ปลากัด และอัตราส่วนเพศผู้ การเติบโตในลูกปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก พบว่า pH จากน้ำแช่ TCL ที่ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัม/ลิตร มีค่า pH เฉลี่ย 7.90, 6.67, 6.48, 6.33 และ 5.91 ตามลำดับ ทำให้การผสมพันธุ์วางไข่และอัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์และลูกปลากัดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยน้ำแช่ TCL 2.5 กรัม/ลิตร pH 6.67 มีลูกวางไข่มากที่สุด เท่ากับ 80.0% แต่น้ำแช่ TCL 10 กรัม/ลิตร pH 5.91 ทำให้พ่อแม่พันธุ์และลูกปลากัดตายทั้งหมด การแช่ปลากัดที่ได้รับการปฏิสนธิใน pH จากน้ำแช่ TCL ที่ปริมาณต่างกัน ส่งผลให้ลูกปลาเพศผู้จากน้ำแช่ TCL 5 กรัม/ลิตร pH 6.71 มีลูกปลาเพศผู้มากที่สุด (74.13%) การเติบโตของลูกปลากัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น ปลากัดมีการผสมพันธุ์วางไข่ในน้ำแช่ TCL 2.5-7.5 กรัม/ลิตร pH 6.33-6.67 และน้ำแช่ TCL 5 กรัม/ลิตร pH 6.71 สามารถเพิ่มลูกปลากัดเพศผู้ได้ 35.27% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (pH 7.50)

คำสำคัญ: ปลากัด ใบหูกวาง ความเป็นกรด-ด่าง

Abstract

The effects of pH from the different quantities of dried *Terminalia catappa* leaves (TCL) on breeder spawning rate, survival rate, larvae sex ratio and growth performance of halfmoon fancy betta fish were studied. The mean pH that resulted from soaking TCL in water at the concentrations of 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 g/l were 7.90, 6.67, 6.48, 6.33 and 5.91, respectively. As a result, spawning rate and survival rate of the breeders and survival rate of larvae were significantly different ($P < 0.05$). The pH from the soaking of dried TCL in water at 2.5 g/l was pH 6.67, and this pH produced the highest spawning rate, which was 80.0%. However, the pH that resulted from soaking dried TCL at 10 mg/l was pH 5.91, and at this pH all breeders and larvae died. The immersion of fertilized eggs in various pH that resulted from soaking of different amounts of TCL affected the ratio of males and the growth performance of the *B. splendens* larvae. It was found that the soaking of dried TCL leaves at 5 g/l, which produced a pH of 6.71, resulted in the highest numbers of male larvae (74.13%). However, the growth of the fighting fish larvae was not significantly different at the various pH ($P > 0.05$). These studies indicate that 1) TCL concentrations of 2.5-7.5 g/l (pH 6.33-6.67) should be used for *B. splendens* breeding and, 2) a TCL concentration of 5.0 g/l (pH 6.71) increased the number of male larvae by 35.27% compared to the control (pH 7.50).

Keywords: *Betta splendens*, *Terminalia catappa*, pH

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 นวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

¹ Department of Animal Production Technology and Fishery, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

*Corresponding author, Email: nongnuch.la@kmitl.ac.th

คำนำ

ปลากัด (*Betta splendens*) เป็นปลาสวยงามขนาดเล็กที่ได้รับการยกย่องเป็นสัตว์น้ำประจำชาติในปี พ.ศ. 2562 มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จัดเป็นสัตว์น้ำท้องถิ่นพบได้บริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำเจ้าพระยา มีลักษณะลำตัวเรียวยาวแบนด้านข้าง ความยาวลำตัว 5-7 เซนติเมตร ครีบกันยาวจรดครีบหาง ครีบอกยาว ริมฝีปากหนา รูปร่างและสีสันทของปลาเพศผู้สวยงามกว่าเพศเมีย (การุณ ทองประจุแก้ว, 2556) ในปัจจุบันปลากัดได้ถูกพัฒนาสายพันธุ์ให้มีสีสันทสวยงามสะดุดตา ขนาดลำตัว และครีบต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ เช่น ปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก (halfmoon fancy), double tail, crown tail เป็นต้น ปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก ได้รับความนิยมจากตลาดในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งมีปริมาณการส่งออกในปี 2559 ประมาณ 1.3-4.7 ล้านตัว คิดเป็นมูลค่า 11-45 ล้านบาท (กองวิจัยและพัฒนาสุขภาพสัตว์น้ำ, 2559) แหล่งเพาะเลี้ยงปลากัดเพื่อการค้าของประเทศไทยมีมากที่กรุงเทพมหานคร นครปฐม ราชบุรี อ่างทอง กาญจนบุรี และ สุพรรณบุรี เนื่องจากเป็นปลาที่เพาะและขยายพันธุ์ได้ง่าย ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย แต่ในช่วงฤดูหนาวระหว่างปลายเดือน ตุลาคม-มกราคม เป็นช่วงอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิลดต่ำลง ส่งผลให้เกษตรกรเพาะพันธุ์ปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก ได้น้อยลง อัตรารอดและอัตราส่วนปลาเพศผู้ลดลง ทำให้ประสบปัญหาปลากัดเพศผู้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ซึ่งการเพิ่มจำนวนปลาเพศผู้ด้วยการใช้ฮอร์โมนในการแปลงเพศทำให้ลักษณะของครีบต่าง ๆ ของปลา มีขนาดสั้นกว่าปลาเพศผู้ปกติและมีสีสันทไม่สวยงามตามความต้องการของตลาด และจากการสอบถามข้อมูลการเพาะพันธุ์และอนุบาลปลากัดจากเกษตรกร นิยมใช้ใบหูกวางแห้งแช่น้ำที่ใช้เพาะพันธุ์ ซึ่งมีความเชื่อว่าสามารถช่วยให้ลูกปลา มีอัตรารอดและอัตราส่วนเพศผู้เพิ่มขึ้น ประกอบกับการศึกษาของ Rajesh et al. (2016) กล่าวว่า ต้นหูกวาง (*Terminalia catappa*) เป็นไม้ยืนต้นที่พบได้ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย คุณสมบัติของลำต้น ลูก และใบหูกวางสามารถสกัดเป็นยาสมุนไพร นอกจากนี้ใบหูกวาง ยังส่งผลต่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) จากการศึกษาของ Nugroho et al. (2016) พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำแช่ใบหูกวาง 625 ppm มีค่า pH ที่ 5.05 โดยการลดลงของ pH นั้นขึ้นอยู่กับสารฟลักซ์เคมีในใบหูกวาง คือ สารแทนนิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรดจึงสามารถลดค่า pH ในน้ำได้ จากรายงานของ Reddon and Hurd (2013) กล่าวว่า การกำหนดเพศจากสิ่งแวดล้อม (environmental sex determination, ESD) โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละสายพันธุ์ที่มีการกำหนดเพศจากสิ่งแวดล้อมจะสามารถพัฒนาเป็นได้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ในช่วงของการพัฒนาระยะแรก (phenotypic plasticity) โดย pH เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สามารถส่งผลต่อการกำหนดเพศในปลาได้ และจากการทดลองของ Rubin (1985) ศึกษาเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาหมอสีใน pH ที่แตกต่างกันคือ pH 5.05-6.20 และ pH 6.90-7.80 พบว่า pH ต่ำ (5.05-6.20) มีลูกปลาเพศผู้เพิ่มขึ้น 87-100% Baroiler and Cotta (2001) เปรียบเทียบระดับ pH 2 ระดับคือ 4.5 และ 6.5 พบว่าความเป็นกรด-ด่างส่งผลต่อสัดส่วนเพศผู้ในปลาหมอแคระ (*Apistogramma* sp.) ทำให้มีปลาเพศผู้สูงขึ้นไปในสภาวะเป็นกรด pH 4.5 และ Reddon and Peter (2013) ศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำ 2 ระดับ คือ pH 6.5 และ pH 5.5 ที่ส่งผลต่ออัตราส่วนเพศในปลาหมอสี (*Pelvicachromis pulcher*) พบว่า ระดับ pH 5.5 มีจำนวนเพศผู้มากกว่าที่ระดับ pH 6.5

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคนิคการเพาะพันธุ์ปลากัดด้วยการปรับ pH โดยการแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกัน และระยะเวลาการแช่ที่ส่งผลต่อ pH ในน้ำ ปริมาณใบหูกวางแห้งที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์วางไข่ และอัตราส่วนเพศผู้ อัตราการรอดของลูกปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 ศึกษาค่า pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันต่อการผสมพันธุ์วางไข่ของพ่อแม่พันธุ์ปลากัด และอัตราการรอดในลูกปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลากัด halfmoon fancy อายุ 12 สัปดาห์ จำนวน 25 คู่ น้ำหนักเฉลี่ยปลาเพศผู้ 1.39 ± 0.13 กรัม ปลาเพศเมีย 1.12 ± 0.04 กรัม จาก แชมป์ฟาร์ม จังหวัดนครปฐม ใช้ภาชนะเพาะพันธุ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร (ชั้นพลาสติกทรงกลม) บรรจุน้ำ 1 ลิตร ทำการวัดค่า pH ในน้ำและใส่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกัน คือ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัม โดยมีการเตรียมใบหูกวาง ดังนี้ นำใบหูกวางที่ลักษณะใบสีน้ำตาลแดงร่วงจากต้นล้าง ทำความสะอาด ตากแดดให้แห้งสนิท ตัดให้มีขนาด 3x4 เซนติเมตร และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตาข่ายไนลอนห่อใบหูกวางแห้งเป็นลักษณะคล้ายลูกประคบ (Figure 1) และแช่ใบหูกวางแห้ง นาน 15 ชั่วโมง ซึ่งจากการทดลองก่อนหน้านี้ พบว่า ระยะเวลาการแช่ใบหูกวางแห้ง 15 ชั่วโมง ส่งผลให้ค่า pH มีความแตกต่างกันในแต่ละปริมาณใบหูกวางแห้งที่กำหนด เมื่อครบระยะเวลาแช่

เมื่อบริการนี้เสร็จสิ้น อีกรหัสหนึ่งหมื่นหกพันแปดร้อยเก้าสิบเก้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาปรึกษา

นำใบหูกวางแห้งออก วัดค่า pH และเก็บตัวอย่างน้ำแช่ใบหูกวางปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพื่อศึกษาค่าความเป็นด่างและความกระด้างของน้ำตามวิธีการของ Mount (1972) จากนั้นนำปลาเพศผู้ใส่ลงในภาชนะเพาะพันธุ์และนำแผ่นกระเบื้องปิดภาชนะเพาะพันธุ์ให้มีดสนิทนาน 3-4 ชั่วโมง เพื่อให้ปลากัดเพศผู้สร้างหอดและพร้อมในการผสมพันธุ์ หลังจากนั้นนำปลาเพศเมียลงในภาชนะเพาะพันธุ์ปิดให้มีดสนิทอีก 3 วัน เพื่อให้ปลาผสมพันธุ์ เมื่อครบ 3 วัน นำปลาเพศเมียออก และวัดค่า pH อีกครั้ง จากนั้นปิดทิ้งไว้ 5 วัน เพื่อให้ปลาเพศผู้อนุบาลลูกปลา เมื่อครบ 5 วัน นำปลาเพศผู้ออก และนำลูกปลาอนุบาลในอ่างปูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร เติมน้ำปริมาตร 100 ลิตร อนุบาลลูกปลาด้วยไรแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยด่างทับทิม 100 ppm นาน 4-5 นาที ให้อาหารวันละ 2 มื้อ ช่วงเวลา 9.00 และ 18.00 น. จัดบันทึกข้อมูลค่า pH ความเป็นด่าง ความกระด้างในน้ำ และเก็บข้อมูลการวางไข่และอัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์และลูกปลาเมื่ออายุครบ 2 สัปดาห์ โดยคำนวณจากวิธีดังนี้

$$\text{อัตราการวางไข่ (\%)} = \frac{\text{จำนวนแม่ปลาที่วางไข่ของแต่ละชุดการทดลอง}}{\text{จำนวนแม่ปลาทั้งหมดของแต่ละชุดการทดลอง}} \times 100$$

$$\text{อัตราการรอด (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนลูกปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้การวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA



Figure 1 The preparation of *T. catappa* leaves for *B. splendens* breeding.

การทดลองที่ 2 ศึกษาค่า pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันต่ออัตราส่วนเพศ อัตราการรอดและการเติบโตของลูกปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลากัด halfmoon fancy อายุ 12 สัปดาห์ จำนวน 25 คู่ น้ำหนักเฉลี่ยปลาเพศผู้ 1.45±0.13 กรัม ปลาเพศเมีย 1.05±0.21 กรัม จาก เขมปี่ฟาร์ม จังหวัดนครปฐม นำปลาเพศผู้ใส่ลงในภาชนะเพาะพันธุ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร บรรจุน้ำ 1 ลิตร ใส่ใบหูกวางแห้ง 1 ใบ ขนาด 3x4 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.4 กรัม และนำแผ่นกระเบื้องปิดภาชนะเพาะพันธุ์ให้มีดสนิท นาน 3-4 ชั่วโมง เพื่อให้ปลากัดเพศผู้สร้างหอดและพร้อมในการผสมพันธุ์ หลังจากนั้นนำปลาเพศเมียลงในภาชนะเพาะพันธุ์ ทำการวัดค่า pH ในน้ำ และปิดภาชนะเพาะพันธุ์ให้มีดสนิทอีก 3 วัน เพื่อให้ปลาผสมพันธุ์ เมื่อครบ 3 วัน นำปลาเพศเมียออกจากภาชนะเพาะพันธุ์ สังเกตบริเวณหอดพบไข่ปลา มีลักษณะกลม สีขาวขุ่น และวัดค่า pH อีกครั้งก่อนการแช่ใบหูกวางแห้งในไข่ปลาที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว โดยนำตาข่ายไนลอนห่อใบหูกวางแห้งปริมาณ 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัม เป็นลักษณะคล้ายลูกประคบ (Figure 1) แช่ลงในภาชนะเพาะพันธุ์ที่มีไข่ปลากัดระยะเวลา 15 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแช่ นำใบหูกวางออกและวัดค่า pH จากนั้นปิดภาชนะเพาะพันธุ์ทิ้งไว้ 5 วัน เพื่อให้ปลาเพศผู้อนุบาลลูกปลา หลังจากนั้นนำลูกปลาอนุบาลในอ่างปูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร เติมน้ำปริมาตร 100 ลิตร อนุบาลลูกปลาด้วยไรแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยด่างทับทิม 100 mg/l นาน 4-5 นาที ให้อาหารวันละ 2 มื้อ ช่วงเวลา 9.00 และ 18.00 น. มีการดูแลก่อนของเสียและปรับปริมาณน้ำให้เท่ากับ 100 ลิตร ทุก ๆ สัปดาห์

ไม่วางกรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการนับจำนวนลูกปลาเพื่อคำนวณหาอัตราการรอด อัตราส่วนเพศและการเติบโต เมื่ออนุบาลครบ 4 สัปดาห์ ทำการแยกเพศจากลักษณะภายนอกสามารถสังเกตลักษณะปลากัดเพศผู้และปลากัดเพศเมียได้จากปลากัดเพศผู้มีลำตัวเรียวยาว สีส้มสวยงาม ลักษณะครีบหาง ครีบกัน มีความยาวมากกว่าปลากัดเพศเมีย และในปลากัดเพศเมียมีจุดไข่นำบริเวณใต้ท้อง ระหว่างครีบอก (Figure 2) บันทึกข้อมูลอัตราการรอดและอัตราส่วนเพศดังสมการด้านล่าง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้การวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA

$$\text{อัตราการรอด (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนลูกปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

$$\text{อัตราส่วนเพศ (\%)} = \frac{\text{จำนวนเพศลูกปลา}}{\text{จำนวนลูกปลาทั้งหมด}} \times 100$$

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว) = น้ำหนักเฉลี่ยปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักเฉลี่ยปลาเมื่อเริ่มต้น
ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร/ตัว) = ความยาวเฉลี่ยปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - ความยาวเฉลี่ยปลาเมื่อเริ่มต้น

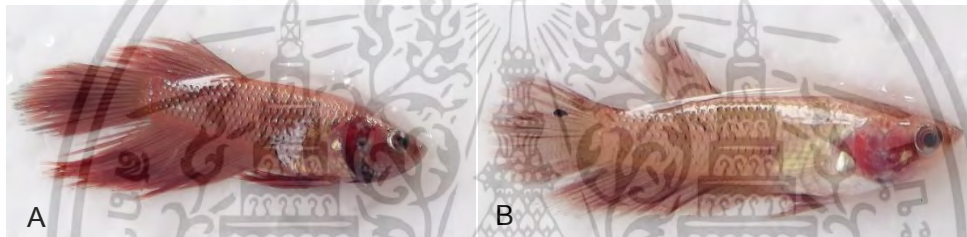


Figure 2 Difference between (A) male *B. splendens* and (B) female *B. splendens*.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาค่า pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันต่อการผสมพันธุ์วางไข่ของพ่อแม่พันธุ์ปลากัดและอัตราการรอดในลูกปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก

จาก Table 1 ศึกษาความสัมพันธ์ของ 3 ปัจจัยทางคุณภาพน้ำที่ส่งผลต่อปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีกในน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันระยะเวลา 15 ชั่วโมง พบว่า pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกัน (0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัม/ลิตร) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกชุดการทดลอง ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย pH 7.65 ± 0.33 , 6.89 ± 0.33 , 6.67 ± 0.33 , 6.51 ± 0.33 และ 5.67 ± 0.00 ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ Nugroho et al. (2016) ศึกษาผลของสารสกัดจากใบหูกวางส่งผลต่อคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลากัด พบว่า เมื่อปริมาณใบหูกวางเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า pH ในน้ำลดลง เนื่องจากสารพิษเคมีในใบหูกวางคือ สารแทนนิน มีคุณสมบัติเป็นกรดจึงสามารถลด pH ในน้ำได้ และค่าความเป็นด่างของน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าสูงสุดที่ปริมาณใบหูกวางแห้ง 2.5 กรัม/ลิตร 156.0 ± 12.01 mg/l as CaCO_3 ค่าเฉลี่ย pH 6.89 ซึ่งค่าความกระด้างของน้ำไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 160-189 mg/l as CaCO_3 ส่งผลให้คุณภาพน้ำเป็นน้ำกระด้าง โดยจากการศึกษาของ วุฒิพล เล้าอรุณ (2538) กล่าวว่า ค่าความกระด้างของน้ำประปามีค่าอยู่ที่ 150-300 mg/l as CaCO_3 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Mount (1972) พบว่าเมื่อ pH ลดลงค่า alkalinity จะลดลงตามไปด้วย pH 7.5 มีค่า alkalinity 155.6 mg/l¹ as CaCO_3 และ pH 6.6 มีค่า alkalinity 102 mg/l¹ as CaCO_3 ซึ่งค่า pH และค่าความเป็นด่างของน้ำมีความสัมพันธ์กัน คือ ค่าความเป็นด่างของน้ำแสดงความเป็นด่างในน้ำ หากมีค่าสูงขึ้นไป ส่งผลให้ค่า pH สูงขึ้น เนื่องจากในน้ำมีปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Water quality parameters of different amount of dried *T. catappa* leaves after 15 hrs.

<i>T. catappa</i> (g/l)	Alkalinity (mg/l as CaCO ₃)	Hardness (mg/l as CaCO ₃)	pH
0	101.0±2.86 ^b	189.0±2.90	7.65±0.33 ^a
2.5	156.0±12.01 ^a	160.0±20.13	6.89±0.33 ^b
5.0	121.3±11.62 ^b	155.3±2.66	6.67±0.33 ^c
7.5	116.0±2.08 ^b	163.3±0.88	6.51±0.33 ^d
10	102.0±6.11 ^b	167.3±1.33	5.67±0.00 ^e

Mean±SE with the different superscript in column are significantly different (P<0.05).

หลังจากการแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันในน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 15 ชั่วโมง ก่อนนำน้ำแช่ใบหูกวางแห้งมาใช้ ในการเพาะพันธุ์ปลากัด pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมี ค่าเฉลี่ย pH 7.90±0.07, 6.67±0.04, 6.48±0.04, 6.33±0.07 และ 5.91±0.17 ตามลำดับ ส่งผลต่อการผสมพันธุ์วางไข่และอัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์ปลากัด พบว่า การผสมพันธุ์วางไข่ของพ่อแม่พันธุ์ปลากัดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดย pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งที่ 2.5 กรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย pH 6.67±0.04 มีการผสมพันธุ์วางไข่มากที่สุด คือ 80.0±44.72% ซึ่งมีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ไม่มีการแช่ใบหูกวางแห้ง ค่าเฉลี่ย pH 7.90±0.07 และชุดการทดลอง pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณ 10 กรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย pH 5.91±0.17 โดยมีการผสมพันธุ์วางไข่ 20.00±44.72% และ 0.00±0.00% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับชุดการทดลอง pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งที่ 5 และ 7.5 กรัม/ลิตร มีการวางไข่ 60.00±54.77% ซึ่ง pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณ 10 กรัม/ลิตร (pH 5.91±0.17) มีความเป็นกรดส่งผลให้ไม่มีการผสมพันธุ์วางไข่ และอัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการทดลอง pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งที่ 0, 2.5, 5 และ 7.5 กรัม/ลิตร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง pH ในน้ำ จากการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลากัดที่ pH 7.33±0.12 แต่เมื่อทำการจับคู่ผสมพันธุ์ปลาค่า pH มีการลดต่ำลงเข้าสู่สภาวะเป็นกรด ส่งผลต่อกระบวนการผสมพันธุ์และอัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์ (Table 2) Ikuta et al. (2000) ระบุว่าระดับ pH ที่มีความเป็นกรดสูงส่งผลต่อสรีรวิทยาในปลาทำให้ระดับ cortisol ในเลือดเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดความเครียดและภูมิคุ้มกันลดต่ำลง และส่งผลต่อระดับ plasma ใน sex steroids และฮอร์โมน gonadotropin มีระดับสูงกว่าปกติเป็นผลทำให้กระบวนการสืบพันธุ์หยุดชะงักลง เช่นเดียวกับ Vuorinen et al. (1990) ศึกษาเลี้ยงปลาไบขนุน ที่ pH 5.75 และ 4.75 พบว่า pH ทั้งสองระดับ ส่งผลให้ระบบสืบพันธุ์ในเพศเมียอ่อนแอและไม่มีการวางไข่ และ Baldisserotto (2011) กล่าวว่า ปลาน้ำจืดสามารถอาศัยอยู่ได้ ที่ระดับ pH 6-8 หาก pH มีค่าความเป็นกรดมากส่งผลให้ระบบหมุนเวียนเลือดล้มเหลว เนื่องจาก ปริมาณเม็ดเลือดและของเหลวในร่างกายมีการเพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการรอดในปลาน้ำจืด ในส่วนของอัตราการรอดของลูกปลากัดอายุ 2 สัปดาห์ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดย pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณ 0, 2.5, 5 และ 7.5 กรัม/ลิตร มีค่าเฉลี่ย pH 7.90±0.07, 6.67±0.04, 6.48±0.04 และ 6.33±0.07 ตามลำดับ มีอัตราการรอดเฉลี่ยของลูกปลา 9.16±4.53, 43.68±11.55, 43.72±18.15 และ 40.40±16.61% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับชุดการทดลอง pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณ 10 กรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย pH 5.91±0.17 มีอัตราการรอดเฉลี่ย 0.00±0.00% Baldisserotto (2011) กล่าวว่า pH ที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาน้ำจืด คือ pH 6-8 และจากการศึกษาของ Craig and Baksi (1977) ทำการศึกษาค่า pH ที่ลดต่ำลงส่งผลต่อการสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต และอัตราการรอดในปลา flagfish (*Jordanella floridae*) พบว่า เมื่อค่า pH มีการลดต่ำลงส่งผลให้มีอัตราการตายของลูกปลาเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ระดับ pH 5.5-4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Effect of the amount of dried *T. catappa* leaves on pH values, spawning rate in 2 week and survival rates in *B. splendens*.

Parameters	<i>T. catappa</i> (g/l)				
	0	2.5	5	7.5	10
pH 0 hr	7.27±0.11 ^a	7.25±0.01 ^{ab}	7.43±0.14 ^{bc}	7.34±0.04 ^{bc}	7.33±0.12 ^c
pH 15 hrs	7.90±0.07 ^c	6.67±0.04 ^a	6.48±0.04 ^b	6.33±0.07 ^d	5.91±0.17 ^e
pH 1 day	7.52±0.08 ^a	6.96±0.08 ^b	6.90±0.03 ^{bc}	6.75±0.04 ^c	6.39±0.19 ^d
pH 3 day	6.92±0.11 ^b	7.19±0.07 ^a	7.28±0.03 ^a	7.30±0.05 ^a	6.43±0.21 ^c
Spawning (%)	20.00±44.72 ^b	80.00±44.72 ^a	60.00±54.77 ^{ab}	60.00±54.77 ^{ab}	0.00±0.00 ^c
Survival rate of breeder (%)	100±0.00 ^a	100±0.00 ^a	100±0.00 ^a	100±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b
Survival rate of larvae (%)	9.16±4.53 ^{ab}	43.68±11.55 ^a	43.72±18.15 ^a	40.40±16.61 ^a	0.00±0.00 ^b

Mean±SE with the different superscripts in row are significantly different ($P<0.05$).

การทดลองที่ 2 ศึกษาค่า pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกันต่ออัตราส่วนเพศ อัตราการรอดและการเติบโตของลูกปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก

หลังจากการแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณต่างกัน (0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 กรัม/ลิตร) ในไข่ปลากัดที่ได้รับการปฏิสนธิเป็นเวลา 15 ชั่วโมง พบว่า ค่า pH จากการแช่ใบหูกวางแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย pH ดังนี้ 7.50±0.02, 7.31±0.06, 6.71±0.02, 6.51±0.04 และ 5.42±0.10 ตามลำดับ จาก Table 3 พบว่า อัตราการรอดของลูกปลากัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดย pH ที่ได้จากการแช่ใบหูกวางแห้ง 10 กรัม/ลิตร มีค่าเฉลี่ย pH 5.42±0.10 หลังจากแช่ในไข่ปลากัดที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว ส่งผลให้ไข่ปลาไม่มีการฟักและฟักพันธุ์ปลากัดตาย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับชุดการทดลอง pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้ง 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 กรัม/ลิตร โดยมีอัตราการรอดเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 95.62±2.08 ค่าเฉลี่ย pH 7.50±0.02 ในชุดการทดลองที่ไม่มีการแช่ใบหูกวางแห้ง Baldisserotto (2011) ทำการศึกษาผลของ pH และความกระด้างในน้ำต่อการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืด พบว่า เมื่อ pH มีค่าต่ำกว่า pH 6 หรือมีค่าสูงกว่า pH 9 ส่งผลให้ไข่ปลา *grumata* (*Prochilodus lineatus*) ไม่เกิดการฟัก ซึ่งมีการอธิบายว่า ลูกปลาน้ำจืดทั่วไปจะมีการฟักและมีอัตราการรอดที่ pH 6-8 โดย Mount (1972) ศึกษาการลดลงของ pH ในการเลี้ยงปลา fathead minnows (*Pimephales promelas*) พบว่าเมื่อ pH ลดต่ำลงถึง pH 5.2 และ 4.5 ส่งผลให้มีอัตราการฟักลดลง และไข่ปลาที่ได้มีความผิดปกติ เนื่องจากปลาวางไข่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้การพัฒนาเซลล์ไข่ผิดปกติ และ Sung and Munafi (2019) ทำการศึกษารสชาติจากใบหูกวางส่งผลต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตในลูกปลา pearl gourami (*Trichopodus leerii*) พบว่า น้ำผสมสารสกัดจากใบหูกวางใช้ในการเลี้ยงปลา pearl gourami มีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย มีค่า pH 5.8-6.5 ซึ่งเหมาะสมสำหรับการเลี้ยง ทำให้อัตราการรอดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของการเลี้ยงด้วยน้ำประปา โดยมีอัตราการรอด 90% และในส่วนของอัตราส่วนเพศผู้ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดย pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้ง 5 กรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย pH 6.71±0.02 มีอัตราส่วนเพศผู้เฉลี่ยสูงสุดคือ 74.13±9.08% ซึ่งมีลูกปลากัดเพศผู้เพิ่มขึ้นจากชุดการทดลองควบคุม 35.27±22.97% เนื่องจาก pH เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการกำหนดเพศในปลาได้ Reddon and Peter (2013) ทำการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่างกัน 2 ระดับ คือ pH 5.5 และ pH 6.5 ที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศในปลาหมอสี่ (*Pelvicachromis pulcher*) พบว่า pH ทั้ง 2 ระดับ มีอัตราส่วนลูกปลาหมอสี่เพิ่มขึ้น แต่ pH 5.5 มีจำนวนเพศผู้มากกว่าที่ระดับ pH 6.5 โดย pH 5.5 มีจำนวนเพศผู้ 13 ตัวจาก 18 ตัว เนื่องจาก pH ของน้ำเป็นปัจจัยในการกระตุ้นให้เกิดการกำหนดเพศในปลาซึ่งมีผลต่อการแสดงออกทางฟีโนไทป์ของปลาหมอสี่ และจากรายงานวิจัยของ Baroiler and Cotta (2001) ศึกษาเปรียบเทียบระดับ pH 2 ระดับคือ 4.5 และ 6.5 พบว่าปลาในกลุ่มปลาหมอสี่มีความไวต่อสิ่งกระตุ้นนั้นคือ pH ของน้ำและมีสัดส่วนของเพศผู้สูงในสภาวะเป็นกรด คือ pH 4.5 ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าปลาแต่ละชนิดมีความสามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรด-ด่างได้ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งกำเนิดของปลานั้น ๆ จากการทดลองในปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก ครั้งนี้พบว่า เมื่อค่า pH ระหว่าง 5.42-6.50 ส่งผลต่อการผสมพันธุ์และอัตราการรอดใน

พ่อแม่พันธุ์ปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก ในส่วนของลูกปลากัดหากมีการลดลงของค่า pH ต่ำกว่า 6.5 ส่งผลต่ออัตราการรอดของลูกปลากัด Romer and Beissenherz (1996) กล่าวว่า จีโนไทป์สามารถกำหนดเพศปลาหลาย ๆ ชนิดได้ แต่การกำหนดเพศปลาโดยสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นได้ในปลาบางชนิดซึ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลมากที่สุดคือ อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง จาก Table 3 ผลของการเติบโตของลูกปลาเมื่อครบ 4 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าน้ำหนักของลูกปลากัดเฉลี่ย 0.25-0.65 กรัม และมีความยาวของลูกปลากัดเฉลี่ย 2.80-3.61 เซนติเมตร จากการศึกษาของ Sung and Munafi (2019) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเลี้ยงลูกปลา pearl gourami (*Trichopodus leeri*) ในน้ำผสมสารสกัดจากใบหูกวางและน้ำประปา พบว่า ลูกปลาที่มีการพักในน้ำผสมสารสกัดจากใบหูกวางมีอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะสูงขึ้นไป 1.5%/วัน มีการอธิบายว่า การเจริญเติบโตของลูกปลานั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพอากาศ อาหาร และอื่น ๆ ซึ่งลูกปลาจะเจริญเติบโตได้ดีในระดับ pH เป็นกลาง จากการศึกษาของ Baldisserotto (2011) กล่าวว่า ลูกปลาน้ำจืดจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในระดับ pH 6-8

Table 3 Effect of the amount of dried *T. catappa* leaves in pH values on survival rate in 4 week, sex ratio and growth rate in *B. splendens* larvae.

Parameters	<i>T. catappa</i> (g/l)				
	0	2.5	5.0	7.5	10
pH 15 hrs	7.50±0.02 ^a	7.31±0.06 ^b	6.71±0.02 ^c	6.51±0.04 ^d	5.42±0.10 ^e
Male (%)	41.13±6.40 ^b	42.66±7.11 ^b	74.13±9.08 ^a	37.92±11.76 ^b	0.00±0.00 ^c
Female (%)	58.86±5.83 ^a	57.34±9.25 ^a	25.85±1.16 ^b	62.07±15.32 ^a	0.00±0.00 ^b
Survival rate (%)	95.62±2.08 ^a	94.09±17.89 ^a	83.73±12.62 ^a	64.34±17.35 ^a	0.00±0.00 ^b
Final weight (g)	0.29±0.21	0.65±0.46	0.25±0.11	0.38±0.23	0.00±0.00
Final length (cm)	2.80±0.26	3.61±0.45	2.88±0.30	2.94±0.32	0.00±0.00

Mean±SE with the different superscripts in row are significantly different ($P<0.05$).

สรุปผลการศึกษา

การใช้ pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้ง ปริมาณ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัม/ลิตร ต่อการผสมพันธุ์วางไข่ในพ่อแม่พันธุ์ปลากัดสายพันธุ์หางพระจันทร์ครึ่งซีก พบว่า มีการผสมพันธุ์วางไข่ใน pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้งปริมาณ 2.5-7.5 กรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 6.33-6.67 และการแช่ใบปลากัดที่ได้รับการปฏิสนธิในน้ำแช่ใบหูกวางแห้งทำให้อัตราส่วนเพศผู้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดย pH จากน้ำแช่ใบหูกวางแห้ง 5 กรัม/ลิตร มีค่าเฉลี่ย pH 6.71±0.02 สามารถเพิ่มผลผลิตปลากัดเพศผู้ได้ 35.27±22.97% จากชุดควบคุม (pH 7.50±0.02) ดังนั้นการเพาะพันธุ์ปลากัดเพื่อเพิ่มอัตราส่วนเพศผู้ในลูกปลากัด ควรใช้ใบหูกวางแห้งที่ 5 กรัม/ลิตร แช่ใบปลากัดที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วในภาชนะเพาะพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

- กองวิจัยและพัฒนาสุขภาพสัตว์น้ำ. 2559. สถิติการส่งออกสัตว์น้ำมีชีวิต. <http://www.aahri.in.th> (9 กันยายน 2562).
- การุณ ทองประจักษ์. 2556. ชีววิทยาของปลากัดไทย. น. 1-6 ใน วารสารวิทยาศาสตร์ มช. ฉบับที่ 1. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วุฒิพล เล้าอรุณ. 2538. ความกระด้างของน้ำ (Water Hardness). คุณภาพน้ำ. https://www.mwa.co.th/ewt_dl_link.php?nid=506 (5 กันยายน 2562).
- Baldisserotto, B. 2011. Water pH and hardness affect growth of freshwater teleosts. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40: 621-626.
- Baroiller, J. F., and Cotta, H. D. 2001. Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part 130*: 399-409.
- Craig, G. R., and Baksi, W. F. 1977. The effects of depressed pH on flagfish reproduction, growth and survival. *Water Research* 11: 621-626.
- Ikuta, K., Yada, T., and Kitamura, S. 2000. Effects of acidification on fish reproduction. *Nikko Branch National Research Institute of Aquaculture* 28: 39-44.
- Mount, D. I. 1972. Chronic effects of low pH on fathead minnow survival, growth and reproduction. *Water Research* 7: 987-993.
- Nugroho, R. A., Manurung, H., Saraswati, D., Ladiescha, D., and Nur, F. N. 2016. The effects of *Terminallia catappa* L. leaves extract on the water quality properties, survival and blood profile of ornamental fish (*Betta* sp.) cultured. *Biosaintifika* 8(2): 240-247.

ไม่วารณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rajesh, B. R., Potty, V. P., and Sreelekshmy, S. G. 2016. Study of total phenol, flavonoids, tannin contents and phytochemical screening of various crude extracts of *Terminalia catappa* leaf, stem bark and fruit. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture* 2(6): 291-296.
- Reddon, A. R., and Peter, L. H. 2013. Water pH during early development influences sex ratio and male morph in a west African fish (*Pelvicachromis pulcher*). *Zoology* 116: 139-143.
- Romer, U., and Beisenherz, W. 1996. Environmental determination of sex in *Apistogramma* (Cichlidae) and two other freshwater fishes (Teleostei). *Journal of Fish Biology* 48: 714-725.
- Rubin, D. A. 1985. Effect of pH on sex ratio in *Cichlids* and *Poeciliid* (Teleostei). *Copeia* 1985(1): 233-235.
- Sung, Y. Y., and Abol-Munafi, A. B. 2019. *Terminalia catappa* leaf extract is an effective rearing medium for larviculture of gouramis. *Journal of applied Aquaculture* 24: 1-12.
- Vuorinen, P. J., Vuorinen, N., and Peuranen, S. 1990. Long-term exposure of adult whitefish (*Coregonus wartmanni*) to low pH/aluminum effects on reproduction, growth, blood composition and gill. *Acidification in Finland* 46: 941-961.

วันรับบทความ (Received date) : 16 พ.ย. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 15 ม.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 17 ก.ค. 63



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้