

ผลของวัสดุหลบซ่อนต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอด ของลูกปลาปูทรายวัยรุ่น

Effect of different shelters on growth and survival rate of marble goby (*Oxyleotris marmorata* (Bleeker, 1852)) juveniles

เกรียงไกร สีตะพันธุ์^{1*}, Vanny Muoy¹, เจนจิรา แก้วทิพย์², อธิฐะราม แสนสุภา¹
และ จักรพันธ์ ฐานิสรณ์¹

Kriengkrai Seetapan^{1*}, Vanny Muoy¹, Janejira Kaewtip², Itsaram Saensupa¹
and Jakkaphan Tanitsorn¹

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของวัสดุหลบซ่อนต่างชนิดต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลาปูทรายวัยรุ่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ อนุบาลลูกปลา (3.13 ± 0.02 ซม./ตัว หรือ 0.32 ± 0.01 ก./ตัว) ด้วยวัสดุหลบซ่อนแตกต่างกัน (ไม่ใส่วัสดุหลบซ่อน, ใช้เชือกฟาง, ใช้แผงไข่พลาสติก และใช้ท่อพีวีซี) ในกระชังขนาด $1 \times 1 \times 1$ ม. จำนวน 100 ตัวต่อกระชัง ให้อาหารสำเร็จรูประดับโปรตีน 40 % อัตราการให้อาหารเท่ากับ 5 %/นน.ตัว ทดลองนาน 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลาปูทรายวัยรุ่นที่อนุบาลแบบใช้แผงไข่พลาสติกเป็นวัสดุหลบซ่อนมีความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (3.48 ± 0.04 ซม./ตัว) ความยาวที่เพิ่มขึ้น (0.38 ± 0.02 ซม./ตัว) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (0.51 ± 0.02 ก./ตัว) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (0.20 ± 0.01 ก./ตัว) ร้อยละของน้ำหนักเพิ่มขึ้น (64.93 ± 4.24 %) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (0.83 ± 0.04 %/วัน) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (5.19 ± 0.14) และอัตราการรอด (94.33 ± 0.67 %) ดีกว่า ลูกปลาปูทรายวัยรุ่นในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับลูกปลาที่อนุบาลแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นท่อพีวีซี ($P > 0.05$) คุณภาพน้ำในการเลี้ยงตลอดระยะเวลาศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ pH ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และแอมโมเนียรวม พบว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นแผงไข่พลาสติกและท่อพีวีซีเป็นวัสดุหลบซ่อนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาปูทรายวัยรุ่น

คำสำคัญ: วัสดุหลบซ่อน การเจริญเติบโต อัตราการรอด ปลาปูทราย

ABSTRACT: Effect of different shelters on growth and survival rate of marble goby (*Oxyleotris marmorata* (Bleeker, 1852)) juveniles. The experimental design was completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. Juveniles (3.13 ± 0.02 cm/fish or 0.32 ± 0.01 g/fish) were reared with different shelters (unsheltered: Cont., fish spawning plastic ropes: FSPR, plastic eggs trays: PET, and polyvinyl chloride pipes: PVC) in cages $1 \times 1 \times 1$ m in size. In total there

Received April 30, 2018

Accepted November 13, 2018

¹ สาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

Department of Fishery, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao 56000

² สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Department of Biology, School of Science, University of Phayao, Phayao province 56000

* Corresponding author: kook82@hotmail.com

were 100 fish per cage. Fish were fed with crushed commercial fish feed at 40 % protein level. Experimental fish were fed 5 %/BW and the experiments were done for 60 days. At the end of the experiment, the growth performances of fish reared with PET had final length (3.48 ± 0.04 cm/fish), length gain (0.38 ± 0.02 cm/fish), final weight (0.51 ± 0.02 g/fish), weight gain (0.20 ± 0.01 g/fish), percentage weight gain (64.93 ± 4.24 %), specific growth rate (0.83 ± 0.04 %/day), feed conversion ratio (5.19 ± 0.14) and survival rate (94.33 ± 0.67 %) increased significantly compared to other treatments, but not significantly different from fish rearing with PVC. Water quality including temperature, pH, dissolved oxygen and total ammonia were monitored throughout the study period, and within the suitable range. These results suggested that the plastic egg trays and PVC pipe are the suitable shelter for the culture of marble goby juvenile.

Keywords: shelter, growth performance, survival rate, *Oxyeleotris marmorata*

บทนำ

ปลาปูทราย (*Oxyeleotris marmorata* (Bleeker, 1852)) มีชื่อสามัญว่า Marble goby, Sand goby หรือ Marbled sleeper goby เป็นปลาที่มีขนาดเล็กที่สุดในวงศ์ปลาปูทราย (family Eleotrididae) พบแพร่กระจายทั้งในแหล่งน้ำจืด และน้ำกร่อยที่มีความเค็มต่ำ ปลาปูทรายเป็นปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง (Cheah et al., 1994; Rainboth, 1996) ประเทศไทยมีการส่งออกปลานชนิดนี้ไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น ฮองกง จีน สิงคโปร์ และมาเลเซีย (Hoa and Yi, 2007; Wang et al., 2011) มูลค่าการส่งออกในปี พ.ศ. 2550 สูงถึง 46,150,407 บาท จากนั้นมีแนวโน้มลดลง จนถึงปี พ.ศ. 2559 เหลือเพียง 17,427,005 บาท (กรมศุลกากร, 2561) มีสาเหตุจากการลดลงของผลผลิตปลาปูทรายเนื่องจากแหล่งที่อยู่ธรรมชาติของปลาถูกทำลาย และการทำการประมงที่มากเกินไปกำลังผลิตของสัตว์น้ำ (Overfishing) (Cheah et al., 1994; Senoo et al., 2008) แม้ว่าจะมีรายงานการเพาะพันธุ์ปลาปูทรายสำเร็จในโรงเพาะฟักมาไม่น้อยกว่า 40 ปีก่อนหน้านี้ แต่ปริมาณที่ได้ยังไม่สามารถทดแทนปลาจากธรรมชาติได้ (Tan and Lam, 1973) เนื่องจากอัตราการตายของลูกปลาปูทรายขนาดเล็กในโรงเพาะฟักค่อนข้างสูง และอัตราการเจริญเติบโตช้า จึงส่งผลให้ขาดแคลนลูกปลาปูทรายให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับนำไปเลี้ยงในกระชัง หรือในบ่อดิน (ขนาดประมาณ 10-15 ซม. ขึ้นไป) สาเหตุที่ทำให้อัตราการรอดของลูกปลาดำมีสาเหตุจากพฤติกรรมการกินกัน (Cannibalism) และลูกปลาปูทรายไม่ยอมรับอาหารสำเร็จรูป (Hoa and Yi, 2007) จึงส่งผลให้ไม่สามารถผลิตปลาปูทรายให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มีอย่างต่อเนื่องได้

การเพิ่มวัสดุหลบซ่อน (Shelter) สามารถช่วยลดพฤติกรรมก้าวร้าว และพฤติกรรมการกินกันเองของของลูกปลาในระยะลงอาศัยที่พื้นท้องน้ำ (อายุ 1 เดือน) ซึ่งส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลาดีขึ้น (Dou et al., 2000) ดังมีรายงานในปลา *Centropomus striata* (Gwak, 2003) ปลา *Salvelinus alpinus* (Benhaïm et al., 2009) และปลาปูทราย (Seetapan et al., 2016) นอกจากการเพิ่มวัสดุหลบซ่อนแล้ว ชนิดของวัสดุหลบซ่อนยังเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาได้ ดังรายงานของ Keshavanath et al. (2001) ที่ใช้วัสดุหลบซ่อนต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ ท่อ PVC และชานอ้อย ในการอนุบาลลูกปลาเวียน (*Tor khudree*) พบว่า ไม้ไผ่ส่งผลให้ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโต และได้ผลผลิตเมื่อสิ้นสุดการทดลองดีกว่าวัสดุชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุหลบซ่อนต่างชนิดต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลาปูทราย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลาปูทรายของเกษตรกร และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการเลี้ยงปลาปูทรายต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมอาหารทดลอง

เนื่องจากลูกปลาปูทรายมีพฤติกรรมไม่ยอมรับอาหารเม็ดสำเร็จรูป การศึกษาค้นคว้าจึงนำอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำสำหรับอนุบาลลูกปลาเล็ก (โปรตีนร้อยละ 40) มาบด จากนั้นนำอาหารที่ผ่านการบดแล้วมาร่อนผ่านตะแกรงกรอง (Sieve) หมายเลข 10 และ 16 (10 Mesh และ 16 Mesh) เพื่อให้ได้อาหาร

จมน้ำที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 1.18-2.00 มม. ทั้งนี้ อาหารที่ได้จะจมน้ำช้าๆ ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้เลี้ยง ลูกปลาน้ำทรายวิธีการเตรียมอาหารดังกล่าวดัดแปลง จากเกรียงไกร (2558)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลาน้ำทรายวัยรุ่นอายุประมาณ 60 วัน ที่ได้จากการเพาะขยายพันธุ์จากศูนย์วิจัยและพัฒนา ประมงน้ำจืดปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 1,500 ตัว มาเลี้ยงในกระชังขนาด $2 \times 3 \times 1.50$ ม. อยู่ในบ่อดิน ขนาด 1 งาน จำนวน 1 กระชัง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ณ พื้นที่ปฏิบัติการสาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อให้ ลูกปลาได้ปรับสภาพให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม และฝึกให้ลูกปลากินอาหารที่เตรียมไว้ วันละ 2 เวลา คือ 08:00 และ 16:00 น. ภายในกระชังมีการให้อาการผ่านหัวทรายตลอดเวลาจำนวน 5 หัว จากนั้นทำการสุ่มลูกปลาจำนวน 1,200 ตัว เพื่อวัด ความยาว และชั่งน้ำหนักลูกปลา และแบ่งลูกปลา ใส่กระชังทดลองเพื่อทำการศึกษิตตามแผนที่วางไว้ ต่อไป

การวางแผนการทดลอง

การศึกษามผลของชนิดวัสดุหลบซ่อนต่าง ชนิดที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของ ลูกปลาน้ำทรายวัยรุ่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งการ ทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatments) ชุดการ

ทดลองละ 3 ซ้ำ (Replications) แต่ละกระชังมีวัสดุหลบ ซ่อนแตกต่างกันดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใส่วัสดุหลบซ่อน (Control: Cont.)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้เชือกฟางมัดรวม กัน (Fish spawning plastic ropes: FSPR) เป็นวัสดุ หลบซ่อน แต่ละชุดมีความยาวประมาณ 40 ซม. (Figure 1A)

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้แผงไข่พลาสติก (Plastic eggs trays: PET) เป็นวัสดุหลบซ่อน มีขนาด 30×30 ซม. จำนวน 4 แผ่นมัดติดกันต่อชุด (Figure 1B)

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ท่อพีวีซี (Polyvinyl chloride pipes: PVC) เป็นวัสดุหลบซ่อน ขนาด 1 นิ้ว ยาวประมาณ 30 ซม. จำนวน 8 ท่อ มัดรวมกันต่อชุด (Figure 1C)

สภาวะทดลอง

สุ่มลูกปลาที่มีความยาวลำตัวทั้งหมดและ น้ำหนัก 3.13 ± 0.02 ซม./ตัว และ 0.32 ± 0.01 ก./ตัว ตามลำดับ ทดลองในกระชังขนาด $1 \times 1 \times 1$ ม. ระดับ น้ำในกระชังลึก 60 ซม. แขนงลอยในบ่อดินขนาด 1 งาน ลึก 1.20 ม. จำนวน 12 กระชัง แต่ละกระชังมีการ ให้อาการผ่านหัวทรายตลอดเวลาจำนวน 1 หัว และ ปลอยลูกปลากระชังละ 100 ตัว สำหรับกระชัง ทดลองที่มีวัสดุหลบซ่อนจะแขวนวัสดุหลบซ่อนไว้ที่ มุมล่างทั้ง 4 มุมของกระชังทดลองจำนวนมุมละ 1 ชุด ให้อาหารที่เตรียมไว้ปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักตัว ต่อวัน และปรับอาหารทุกๆ 15 วัน โดยให้วันละ 2

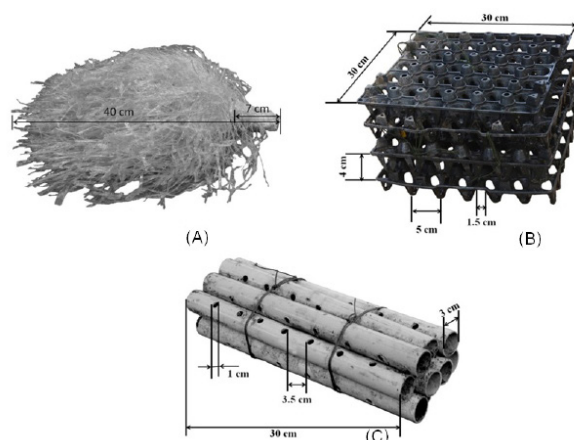


Figure 1 The difference shelters: (A) Fish spawning plastic ropes (FSPR), (B) Plastic eggs trays (PET), (C) Polyvinyl chloride pipes (PVC).

เวลา คือ 8:00 น. และ 16:00 น.

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตรวจสอบคุณภาพน้ำทุกกระชังทดลอง เมื่อเริ่มต้นและทุก 15 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) วิเคราะห์โดยใช้ Multiparameter Waterproof Meter (Hanna HI98194) และค่า

แอมโมเนียรวม (Total ammonia: TAN) โดยวิธี Phenate method ตามวิธีของ APHA (2005)

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บข้อมูลด้านน้ำหนัก และความยาว ของลูกปลาทุกชุดการทดลองทุก 15 วัน จนถึงสิ้นสุดการทดลอง และนับจำนวนลูกปลาที่รอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

- ก) ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Length gain (LG): ซม./ตัว)

$$= \text{ความยาวปลาเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ซม.)} - \text{ความยาวปลาเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง (ซม.)}$$
- ข) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Weight gain (WG): ก./ตัว)

$$= \text{น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \text{น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}$$
- ค) ร้อยละของน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Percentage weight gain (PWG): เปอร์เซ็นต์)

$$= 100 \times \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง}}$$
- ง) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate (SGR): เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= 100 \times \frac{\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$
- จ) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate (FCR))

$$= \frac{\text{ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ยของอาหารที่ปลาแต่ละตัวกินในแต่ละตู้เมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของปลาแต่ละตัวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละตู้เมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$
- ฉ) อัตรารอด (Survival rate: เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอดในตู้เมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อยในตู้เมื่อเริ่มการทดลอง}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาว เพิ่มเฉลี่ย ร้อยละของน้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (One Way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์การศึกษา

การทดลองเลี้ยงลูกปลานุทราภัยวัยรุ่นโดยไม่ใช้วัสดุหลบซ่อน (ชุดควบคุม) และใช้วัสดุหลบซ่อนต่างชนิด ได้แก่ เชือกฟางมัดรวมกัน แผงไข่พลาสติก และท่อพีวีซี ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลา ระยะเวลา 60 วัน พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Final length) ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Length gain) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Final weight) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) และ

ร้อยละของน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Percentage weight gain) ของลูกปลาที่เลี้ยงในสภาวะที่มีวัสดุหลบซ่อนแตกต่างกันมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (Table 1) โดยลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้แผงไขพลาสติกเป็นวัสดุหลบซ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (3.48 ± 0.04 ซม./ตัว, 0.38 ± 0.02 ซม./ตัว, 0.51 ± 0.02 ก./ตัว, 0.20 ± 0.01 ก./ตัว และ 64.93 ± 4.24 %) แตกต่างกับลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นเชือกฟางมัดรวมกัน (3.34 ± 0.03 ซม./ตัว, 0.18 ± 0.30 ซม./ตัว, 0.43 ± 0.02 ก./ตัว, 0.10 ± 0.04 ก./ตัว และ 31.83 ± 7.54 %) และชุดควบคุม (3.29 ± 0.03 ซม./ตัว, 0.15 ± 0.02 ซม./ตัว, 0.42 ± 0.01 ก./ตัว, 0.10 ± 0.01 ก./ตัว และ 30.95 ± 1.11 %) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นท่อพีวีซี (3.46 ± 0.04 ซม./ตัว, 0.33 ± 0.05 ซม./ตัว, 0.49 ± 0.02 ก./ตัว, 0.17 ± 0.03 ก./ตัว และ 53.37 ± 8.29 %) จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า การเพิ่มวัสดุหลบซ่อนให้กับลูกปลานุเคราะห์ส่งผลดีต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลา โดยเฉพาะแผงไขพลาสติก และท่อพีวีซี สอดคล้องกับการอนุบาลลูกปลาหลายชนิดที่ให้ผลในแนวทางเดียวกัน ได้แก่ ปลา *Salmo salar* (Griffiths and Armstrong, 2002; Millidine et al., 2006; Finstad et al., 2007) ปลา *Salvelinus alpinus* (Benhaim et al., 2009) ปลา *Silurus glanis* (Slavík et al., 2012) ปลา *Salmo trutta* (Hoogenboom et al., 2013) และปลานุเคราะห์ (Seetapan et al., 2016) ทั้งนี้การเพิ่มวัสดุหลบซ่อนมีผลช่วยลดการใช้พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การเคลื่อนที่เพื่อหาอาหาร การหวงถิ่น และการทำร้ายกันเองของลูกปลา (Benhaim et al., 2009; Davey et al., 2009; Armstrong et al., 2011; Matsuzaki et al., 2012; Hoogenboom et al., 2013) รวมถึงช่วยลดการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย (Baseline metabolic) ของลูกปลาได้ จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (Millidine et al., 2006)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) ของลูกปลานุเคราะห์ที่ทดลองครั้งนี้พบว่า ลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้แผงไขพลาสติกเป็นวัสดุหลบซ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด (0.83 ± 0.04 %/วัน) แตกต่างกับลูกปลาที่เลี้ยงแบบ

ใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นเชือกฟางมัดรวมกัน (0.46 ± 0.09 %/วัน) และชุดควบคุม (0.45 ± 0.01 %/วัน) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นท่อพีวีซี (0.71 ± 0.09 %/วัน) (Table 1) ซึ่งให้ผลการทดลองแตกต่างกับรายงานก่อนหน้านี้ของ Seetapan et al. (2016) ที่ระบุว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานุเคราะห์ที่เลี้ยงในสภาวะแบบไม่มีวัสดุหลบซ่อน กับมีวัสดุหลบซ่อน 1 ชุด ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) สาเหตุที่ส่งผลให้ผลการทดลองแตกต่างกันอาจเนื่องจากการทดลองครั้งนี้ได้ใช้วัสดุหลบซ่อนจำนวน 4 ชุดต่อกระชัง แต่รายงานก่อนหน้านี้ใช้วัสดุหลบซ่อนเพียง 1 ชุด ซึ่งจำนวนวัสดุหลบซ่อนที่ใช้ไม่เท่ากันย่อมส่งผลต่อผลการทดลองได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Herbert et al. (2003) ระบุว่า จำนวนวัสดุหลบซ่อนที่เพียงพอมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปลา โดยจำนวนวัสดุหลบซ่อนที่เหมาะสมจะส่งผลให้ปลาไม่ต้องสูญเสียพลังงานไปกับกิจกรรมอื่น แต่จะใช้พลังงานเหล่านั้นสำหรับการเจริญเติบโต

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate) พบว่า ลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นเชือกฟางมัดรวมกันมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (10.69 ± 2.30) มากกว่าลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้แผงไขพลาสติก (5.19 ± 0.14) และท่อพีวีซี (6.25 ± 0.74) เป็นวัสดุหลบซ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม (9.91 ± 0.73) (Table 1) ในส่วนของอัตราการรอด (Survival rate) พบว่า ลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้แผงไขพลาสติกเป็นวัสดุหลบซ่อนมีอัตราการรอดสูงที่สุด (94.33 ± 0.67 %) แตกต่างกับลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นเชือกฟางมัดรวมกัน (87.67 ± 1.20 %) และชุดควบคุม (85.33 ± 0.67 %) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับลูกปลาที่เลี้ยงแบบใช้วัสดุหลบซ่อนเป็นท่อพีวีซี (93.33 ± 2.03 %) (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า การเพิ่มวัสดุหลบซ่อนสามารถเพิ่มอัตราการรอดให้แก่ลูกปลา เนื่องจากการเพิ่มวัสดุหลบซ่อนทำให้พฤติกรรมการกินกันของลูกปลาลดลง ส่งผลให้อัตราการรอดตายของลูกปลาลดลง (Finstad et al., 2009) สามารถพบในลูกปลาหลายชนิด ได้แก่ ปลา *Salmo salar* (Griffiths and Armstrong,

2002) ปลา *Salvelinus alpinus* (Benhaim et al., 2009) และปลา *Silurus glanis* (Slavik et al., 2012) นอกจากนี้ การเพิ่มวัสดุหลบซ่อนยังช่วยลดพฤติกรรมก้าวร้าวของลูกปลา (Hossain et al., 1998) รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงจากการถูกทำร้ายจากผู้ล่า และการทำร้ายกันเอง (Hoogenboom et al., 2013) ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพของลูกปลา ดังมีรายงานในการอนุบาลลูกปลา *Salmo salar* พบว่า การเพิ่มวัสดุหลบซ่อนช่วยลดพฤติกรรมก้าวร้าวของลูกปลา โดยสังเกตจากการร่อนของครีบกอก และครีบลึงของปลาที่เพิ่มวัสดุหลบซ่อน มีน้อยกว่าลูกปลาที่ไม่เพิ่มวัสดุหลบซ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (Persson and Alanärä, 2014) ทั้งนี้ครีบลึงของลูกปลาที่ถูกทำลายจากการกัดกันของลูกปลาจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการหลบหนีของลูกปลาลดลง และมีโอกาสถูกปลาที่แข็งแรงกว่ากินได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลให้อัตรารอดของลูกปลาลดลง (Noble et al., 2012)

อย่างไรก็ตาม วัสดุหลบซ่อนที่ส่งผลดีต่อการอนุบาลลูกปลาควรเป็นวัสดุหลบซ่อนที่ง่ายต่อการใช้งาน และทำความสะอาดง่าย (Persson and Alanärä, 2014) หากวัสดุหลบซ่อนไม่เหมาะสมกับปลาชนิด และความต้องการของปลาจะส่งผลเสียต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกปลา (Orpwood et al., 2003) นอกจากนี้ ขนาดของวัสดุหลบซ่อนควรสัมพันธ์กับขนาดตัวของปลาในแต่ละช่วงอายุ ดังนั้น จึงควรมีการปรับเปลี่ยนขนาดของวัสดุหลบซ่อนให้เหมาะสมกับลูกปลาในแต่ละช่วงอายุ หรือเพิ่มความหลากหลายขนาดของวัสดุหลบซ่อนให้แก่ลูกปลา (Finstad et al., 2007) และ Herbert et al. (2003) ได้รายงานว่าจำนวนของวัสดุหลบซ่อนที่ใช้สำหรับการเลี้ยงปลาควรมีจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของปลา ซึ่งปลาแต่ละชนิด และแต่ละขนาดมีความต้องการวัสดุหลบซ่อนไม่เท่ากัน

Table 1 Growth and survival rate of marble goby (*Oxyeleotris marmorata*) juveniles under different shelters after 60 days rearing.

Parameters	Treatments				P-value
	No substrate	FSPR	PET	PVC	
IL (cm/fish)	3.14 ± 0.02	3.16 ± 0.02	3.10 ± 0.02	3.13 ± 0.02	0.294
FL (cm/fish)	3.29 ± 0.03b	3.34 ± 0.03b	3.48 ± 0.04a	3.46 ± 0.04a	0.000
LG (cm/fish)	0.15 ± 0.02b	0.18 ± 0.03b	0.38 ± 0.02a	0.33 ± 0.05a	0.002
IW (g/fish)	0.32 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.31 ± 0.01	0.32 ± 0.01	0.509
FW (g/fish)	0.42 ± 0.01b	0.43 ± 0.02b	0.51 ± 0.02a	0.49 ± 0.02a	0.000
WG (g/fish)	0.10 ± 0.01b	0.10 ± 0.04b	0.20 ± 0.01a	0.17 ± 0.03a	0.010
PWG (%)	30.95 ± 1.11b	31.83 ± 7.54b	64.93 ± 4.24a	53.37 ± 8.29a	0.010
SGR (%/day)	0.45 ± 0.01b	0.46 ± 0.09b	0.83 ± 0.04a	0.71 ± 0.09a	0.009
FCR	9.91 ± 0.73ab	10.69 ± 2.30a	5.19 ± 0.14c	6.25 ± 0.74bc	0.038
SR (%)	85.33 ± 0.67 ^b	87.67 ± 1.20 ^b	94.33 ± 0.67 ^a	93.33 ± 2.03 ^a	0.003

Abbreviations: Means (± SE) followed by different letters in the same row are significantly different by Duncan's New Multiple Range Test ($p < 0.05$). FSPR: Fish spawning plastic ropes, PET: Plastic eggs trays, PVC: Polyvinyl chloride pipes, IL: Initial length, FL: Final length, LG: Length gain, IW: Initial weight, FW: Final weight, WG: Weight gain, PWG: Percentage weight gain, SGR: Specific growth rate, FCR: Feed conversion ratio, SR: Survival rate.

คุณภาพน้ำในบ่อทดลองของทุกชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลา 60 วัน พบว่า คุณภาพน้ำ pH ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และแอมโมเนียรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาโดยทั่วไป (Boyd, 1990) (Table 2)

สรุป

การทดลองเลี้ยงลูกปลามาร์เบิลวัยรุ่นมีความยาวลำตัวทั้งหมดและน้ำหนัก 3.13 ± 0.02 ซม. และ 0.32 ± 0.01 ก. ตามลำดับ โดยไม่ใช้วัสดุหลบซ่อน (ชุดควบคุม) และใช้วัสดุหลบซ่อนต่าง

ชนิด ได้แก่ เชือกฟางมัดรวมกัน แผงไข่พลาสติก และท่อพีวีซี ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลา ระยะเวลา 60 วัน พบว่า แผงไข่พลาสติก และ PVC เป็นวัสดุหลบซ่อนที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เลี้ยงลูกปลาน้ำจืด เพราะส่งผลดีต่อลูกปลาน้ำจืดทั้งด้านอัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยพะเยา ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ สุดท้ายขอขอบคุณ ดร. ธนิกันต์ สันสวัสดิ์ ที่ช่วยตรวจทานความถูกต้องของงาน และนิสิตทุกท่านของสาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านจนงานวิจัยนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมศุลกากร. 2561. รายงานสถิติการนำเข้า/ส่งออก. แหล่งข้อมูล http://www.customs.go.th/statistic_report.php?tab=by_country. ค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2561.
- เกรียงไกร สีตะพันธุ์. 2558. การเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืด (Oxyeleotris marmorata (Bleeker, 1852)) ว่ายอ่อน โดยการปรับปรุงสภาพแวดล้อมและอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- APHA. 2005. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington D.C., American Public Health Association.
- Armstrong, J.D., K.J. Millidine and N.B. Metcalfe. 2011. Ecological consequences of variation in standard metabolism and dominance among salmon parr. Ecol. Freshwat. Fish. 20: 371-376.
- Benhaïm, D., C.A. Leblanc and G. Lucas. 2009. Impact of a new artificial shelter on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L.) behaviour and culture performance during the endogenous feeding period. Aquaculture. 295: 38-43.
- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Pond for Aquaculture. Birmingham Publishing, Alabama.
- Cheah, S.H., S. Senoo, S.Y. Lam, and K.J. Ang. 1994. Aquaculture of a high-value freshwater fish in [Malaysia]: the marble or sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker). Naga. 17: 22-25.
- Davey, A.J.H., C.P. Doncaster, and O.D. Jones. 2009. Distinguishing between interference and exploitation competition for shelter in a mobile fish population. Environ. Model. Assess. 14: 555-562.
- Dou, S., T. Seikai, and K. Tsukamoto. 2000. Cannibalism in Japanese flounder juveniles, *Paralichthys olivaceus*, reared under controlled conditions. Aquaculture. 182: 149-159.
- Finstad, A.G., S. Einum, O. Ugedal, and T. Forseth. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. J. Anim. Ecol. 78: 226-235.
- Finstad, A.G., S. Einum, T. Forseth, and O. Ugedal. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. Freshwat. Biol. 52: 1710-1718.
- Griffiths, S.W. and J.D. Armstrong. 2002. Rearing conditions influence refuge use among over-wintering Atlantic salmon juveniles. J. Fish Biol. 60: 363-369.
- Gwak W.S. 2003. Effects of shelter on growth and survival in age-0 black sea bass, *Centropristis striata* (L.). Aquaculture Res. 34: 1387-1390.

- Herbert, B.W., P.A. Graham, and S.D. Foster. 2003. Effects of added shelter and stocking density on growth of sleepy cod *Oxyeleotris lineolatus* in ponds. J. World Aquac. Soc. 34: 433-440.
- Hoa, N. P. and Y. Yi. 2007. Prey ingestion and live food selectivity of marble goby (*Oxyeleotris marmorata*) using rice field prawn (*Macrobrachium lanchesteri*) as prey. Aquaculture. 273: 443-448.
- Hoogenboom, M.O., J.D. Armstrong, T.G.G. Groothuis, and N.B. Metcalfe. 2013. The growth benefits of aggressive behavior vary with individual metabolism and resource predictability. Behav. Ecol. 24: 253-261.
- Hossain, M.A.R., M.C.M. Beveridge, and G.S. Haylor. 1998. The effects of density, light and shelter on the growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) fingerlings. Aquaculture. 160: 251-258.
- Keshavanath, P., B. Gangadhar, T.J. Ramesh, J.M. van Rooij, M.C.M. Beveridge, D.J. Baird, M.C.J. Verdegem, and A.A. van Dam. 2001. Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. Aquaculture Res. 32: 189-197.
- Matsuzaki, S.S., M. Sakamoto, K. Kawabe, and N. Takamura. 2012. A laboratory study of the effects of shelter availability and invasive crayfish on the growth of native stream fish. Freshwat. Biol. 57: 874-882.
- Millidine, K.J., J.D. Armstrong, and N.B. Metcalfe. 2006. Presence of shelter reduces maintenance metabolism of juvenile salmon. Funct. Ecol. 20: 839-845.
- Noble, C., H.A.C. Jones, B. Damsgard, M.J. Flood, K.O. Midling, A. Roque, B.-S. Saether, and S.Y. Cottee. 2012. Injuries and deformities in fish: their potential impacts upon aquacultural production and welfare. Fish Physiol. Biochem. 38: 61-83.
- Orpwood, E.J., W.S. Griffiths, and D.J. Armstrong. 2003. Effect of body size on sympatric shelter use in over-wintering juvenile salmonids. J. Fish Biol. 63: 166-173.
- Persson, L. and A. Alanärä. 2014. The effect of shelter on welfare of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* reared under a feed restriction regimen. J. Fish Biol. 85: 645-656.
- Rainboth, W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO species identification field guide for Fishery Purposes. FAO, Rome.
- Seetapan, K., N. Puanglarp, and O. Meunpol. 2016. Effects of stocking density, hiding material and photoperiod manipulation on growth and survival rate of marble goby (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker, 1852) juveniles. KU. Fish. Res. Bull. 40: 35-45.
- Senoo, S., S.H. Sow, and Y. Mukai. 2008. Effects of different salinity levels on the survival and growth of marble goby, *Oxyeleotris marmoratus* larvae. Aquaculture Sci. 56: 423-432.
- Slavík, O., M. Maciak, and P. Horký. 2012. Shelter use of familiar and unfamiliar groups of juvenile European catfish *Silurus glanis*. Appl. Anim. Behav. Sci. 142: 116-123.
- Tan, O.K. and T.J. Lam. 1973. Induced breeding and early development of the marble goby (*Oxyeleotris marmoratus*, Blk.). Aquaculture. 2: 411-423.
- Wang, Q., W.W. Zeng, K.B. Li, O.Q. Cheng, C. Liu, G.H. Wu, C.B. Shi, and S.Q. Wu. 2011. Outbreaks of an Iridovirus in marbled sleepy goby *Oxyeleotris marmoratus* (Bleeker), cultured in southern China. J. Fish. Dis. 34: 399-402.