

**การอนุบาลลูกปลาหมอในกระชัง
ด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน**

Study on diet and stocking density in net cage culture of Climbing perch
(*Anabas testudineus*) fingerlings

เพชรรัตน์ อึ้งเศรษฐ์พันธ์ ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมลและธนภัทร วรปัสสุ
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง เพื่อศึกษาผลของสูตรอาหารที่ต่างกันและความหนาแน่นในการอนุบาลลูกปลาหมอที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) อัตรารอดและต้นทุนค่าอาหาร โดยใช้ลูกปลาขนาดเฉลี่ย 0.95 ± 0.01 ก. อนุบาลในกระชังขนาด 1×3 ตร.ม. แขนงในบ่อดินขนาด 1000 ตร.ม. ที่มีการใส่ปุ๋ยให้เกิดน้ำเขียว ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5% น้ำหนักตัว/วัน วัดการเจริญเติบโตของลูกปลาและคุณภาพน้ำทุก 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาของการทดลอง 90 วัน ของแต่ละการทดลอง ในการทดลองที่ 1 ปล่อยลูกปลาด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. เลี้ยงด้วยอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ ปลาป่นผสมรำละเอียด (FM) อัตราส่วน 2:1 (38.2% CP) อาหารอนุบาลลูกปลาสำเร็จรูปไฮเกรด (40.4% CP) และหัวอาหารหมูรวมผสมรำละเอียด (SW) อัตราส่วน 2:1 (32.4% CP) การทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลาด้วยความหนาแน่น 100, 150 และ 200 ตัว/ตร.ม. ใช้อาหารสูตร SW (32.4% CP) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 น้ำหนักเพิ่ม (MWG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดของลูกปลาไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ต้นทุนค่าอาหารของอาหารสูตร SW มีค่าต่ำกว่าอาหารสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การทดลองที่ 2 พบว่าการอนุบาลลูกปลาที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มี MWG และ SGR ต่ำกว่าที่ 100 และ 150 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน FCR และอัตราการรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกความหนาแน่น อย่างไรก็ตามต้นทุนค่าอาหารมีค่าต่ำสุดเมื่ออนุบาลลูกปลาที่ความหนาแน่นสูงสุด 200 ตัว/ตร.ม. ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) พบว่าการอนุบาลลูกปลาที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงควรอนุบาลลูกปลาหมอในกระชังที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม.

คำสำคัญ : ปลาหมอ อาหารปลา

Abstract

Two experiments were set up to evaluate the effects of diets and stocking density (StD) on growth performance, feed conversion ratio (FCR), survival rate and feed cost per fish of Climbing perch (*Anabas testudineus*) fingerlings. The experiments were conducted in Hapa (1.0×3.0 m²) suspended within a fertilized earthen pond (1000 m²). Fish stocked (individual size of 0.95 ± 0.01 g) were fed twice daily at 5% (bw/day). In the first experiment, fish were stocked at 100 fish/m², and fed with diets with combinations of fish meal: fine rice bran (FM) at 2:1 (38.2% CP), Hi-grade® commercial nursery feed (HG, 40.4% CP) and commercial finishing swine feed: fine rice bran (SW) at 2:1 (32.4% CP). Water quality and fish growth were monitored biweekly for the period of 90 days. The fish were randomly divided into treatments of 100, 150 and 200 fish/m², and fed with SW (32.4% CP) for the second experiment. At the end of the first experiment, mean weight gain (MWG), specific growth rate (SGR), FCR and survival were unaffected by treatments ($p>0.05$). However, feed cost per fish fed SW diet was significantly ($p<0.05$) lower than other groups. In the second experiment, fish in StD of 200 fish/m² had significantly ($p<0.05$) lower MWG and SGR than those at 100 fish/m² and 150 fish/m². No differences ($p>0.05$) in FCR and survival were found among treatments. However, the lowest feed cost per fish was obtained with the highest stocking density of 200 fish/m². Furthermore, B/C ratio was significantly highest in the highest stocking density (200 fish/m²). Considering B/C ratio a stocking density of 200 fish/m² could be recommended for nursing Climbing perch fingerlings in net cage.

Keywords: Climbing perch (*Anabas testudineus*), fish feed

คำนำ

ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) เป็นปลาน้ำจืดพื้นบ้านไทยที่ประชาชนทุกระดับชนชั้นของสังคมไทยนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถประกอบอาหารได้หลากหลาย อย่างไรก็ตาม ผลผลิตส่วนใหญ่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ในด้านการเพาะเลี้ยงโดยทั่วไปเกษตรกรนิยมปล่อยลูกปลาหมอขนาด 2-3 เซนติเมตร ในอัตรา 30-50 ตัวต่อตารางเมตร หรือประมาณ 50,000 – 80,000 ตัวต่อไร่ ทั้งนี้อัตราความหนาแน่นในการปล่อยจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดการฟาร์มและเป้าหมายในการผลิตขนาดของปลาหมอที่ต้องการจับขาย ซึ่งหากต้องการปลาหมอที่มีขนาดใหญ่ ควรต้องปล่อยลูกปลาในความหนาแน่นต่ำลงมาประมาณ 20 ตัวต่อตารางเมตรหรือ 32,000 ตัวต่อไร่ (Sarawut, 2005)

แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาหมอก็คือ การปล่อยลูกปลาที่มีขนาดเล็กลงเลี้ยงในบ่อที่มีการเตรียมบ่อไม่ดีหรือไม่มีการกำจัดศัตรูปลาออกไปก่อน ทำให้ลูกปลาที่มีอัตราการรอดน้อยและได้ผลผลิตต่ำกว่าที่

ควรจะได้รับ หากเกษตรกรมีการอนุบาลลูกปลาให้มีขนาดโตพอสมควรก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อจะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น การปรับปรุงประสิทธิภาพการเลี้ยงปลาของเกษตรกรด้วยการแนะนำให้เกษตรกรอนุบาลลูกปลา ก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อนั้น ควรเสนอแนะวิธีการที่มีต้นทุนในการดำเนินการต่ำ และปฏิบัติได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่ง ต้นทุนการผลิตที่สำคัญของธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือต้นทุนค่าอาหาร การจัดการที่ดี สามารถช่วยลดต้นทุนนี้ได้ (De Silva *et al.*, 1986)

ฉะนั้นการอนุบาลลูกปลาหมอก่อนการปล่อยเลี้ยง จะทำให้ปลาเจริญเติบโตเร็วและมีอัตราการรอดที่เพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสม รวมทั้งการจัดการด้านอาหาร เพื่อที่จะหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหมอก เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต ลดความเสี่ยงและต้นทุนในการเลี้ยงปลาหมอกของเกษตรกร และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมหน่วยทดลอง

เตรียมบ่อดิน ขนาด 1,000 ตร.ม. จำนวน 1 บ่อ โดยใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 (N-P-K) เพื่อให้หน้าเป็นสีเขียว (Greenwater System) ในอัตรา 4 กก./ไนโตรเจน/ไร่/สัปดาห์ ใช้กระชังในลอนขนาด 1.0×3.0×1.5 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) ซึ่งในบ่อด้วยเสาไม้ใฝ่ให้กันกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. และรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 30 ซม. ตลอดการทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกปลาหมอกขนาด 2-3 ซม. ซึ่งมาจากฟาร์มเอกชน โดยก่อนปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงจะแช่ด้วยน้ำเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร เพื่อป้องกันโรคพยาธิที่อาจติดมากับตัวปลา ให้อาหารผงสำเร็จรูปไฮเกรดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนทำการทดลอง เพื่อให้ลูกปลาคุ่นเคยกับสภาพของบ่อ แล้วนับจำนวนลูกปลา ซึ่งน้ำหนักรวมของลูกปลาในแต่ละกระชังเพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของลูกปลาแต่ละตัว

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารและคุณภาพน้ำ

ผสมวัตถุดิบอาหารให้เข้ากันแล้วบรรจุอาหารทดลองในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาทดลอง วิเคราะห์โปรตีนในอาหารทดลอง โดยวิธี micro-Kjeldahl ตามวิธีการของ AOAC (1990) ใช้อาหารทดลองเลี้ยงลูกปลา โดยให้อาหารในอัตรา 5% (น้ำหนักตัว/วัน) ทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (09:00-10:00 น. และ 15:00-16:00 น.) ปรับปริมาณอาหารที่ให้ตามน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทุก 14 วัน

ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 14 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ และ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59) ค่า Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ค่า pH ใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840)

การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหมอในกระชัง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. ใช้กระชังในการทดลองทั้งหมด 9 กระชัง แบ่งเป็น 3 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน โดยใช้อาหารสูตรต่างๆกัน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ปลาป่นผสมรำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (FM)

สูตรที่ 2 อาหารอนุบาลลูกปลาสำเร็จรูปไฮเกรด (HG)

สูตรที่ 3 หัวอาหารหมูผสมรำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (SW)

การทดลองที่ 2 ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหมอในกระชัง

วางแผนการทดลองแบบ CRD ปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 100, 150 และ 200 ตัว/ตร.ม. ใช้กระชังในการทดลองทั้งหมด 9 กระชัง แบ่งเป็น 3 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกปลาโดยใช้สูตรอาหารที่สรุปจากผลการทดลองที่ 1 (SW)

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

นับและชั่งน้ำหนักลูกปลาในแต่ละหน่วยการทดลองทุกๆ 14 วัน ตลอดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปริมาณการให้อาหารและคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= 100 \times \frac{(\ln \text{ นน.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ นน.ปลาเมื่อเริ่มการทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

ข. อัตรารอด (Survival) %

$$= (\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (ก.)} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)}$$

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (mean weight gain; MWG) กรัม

$$= \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}$$

จ. อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)

$$= \text{ราคาลูกปลา (บาท)} / \text{ต้นทุนค่าอาหาร (บาท)}$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่า ลูกปลาหมอที่อนุบาลด้วยสูตรอาหารที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม (MWG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดที่ไม่แตกต่างกันในสูตรอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร ($P>0.05$) แสดงใน Table 1 แสดงว่าระดับโปรตีนในอาหาร ในช่วง 32-40% สามารถอนุบาลลูกปลาหมอได้ผลการเติบโตไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Rahman and Marimuthu (2010) อนุบาลลูกปลาหมอในบ่อดิน ด้วยอาหารโปรตีน 32.06% ด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่าลูกปลามีอัตราการรอดไม่ต่างกัน เช่นเดียวกับการอนุบาลลูกปลานิล Abdelghany (2000) รายงานว่า ระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับลูกปลานิลอยู่ในช่วง 30-40% ทำให้ลูกปลานิลมีอัตราการเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่ Alam *et al.* (2010) อนุบาลลูกปลาหมอในบ่อคอนกรีต ด้วยอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่าการทดลองครั้งนี้ (24.7-30.1%) ก็พบว่า ลูกปลามี SGR, FCR และอัตราการรอดไม่ต่างกัน แต่ ลูกปลามี SGR ต่ำกว่าการทดลองครั้งนี้มาก (0.98-1.43) เช่นเดียวกับการทดลองของ Yi *et al.* (2006) อนุบาลลูกปลาหมอในกระชังที่แขวนในบ่อดิน ด้วยอาหารโปรตีน 26-28% พบว่าลูกปลามีอัตราการเติบโตค่อนข้างต่ำ และสรุปว่าเป็นสาเหตุมาจากปริมาณโปรตีนในอาหารดังกล่าวต่ำกว่าความต้องการของปลาหมอซึ่ง Sangrattanakhul (1989) รายงานว่า ความต้องการโปรตีนของปลาหมอ อยู่ในช่วง 35-45%

อย่างไรก็ตามต้นทุนค่าอาหารในการอนุบาลลูกปลาด้วยสูตรอาหาร SW มีค่าต่ำสุดส่งผลให้ได้ผลตอบแทน (B/C ratio) สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงใน Table 1 ทั้งยังไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาในการทดลองครั้งนี้ นับว่าอาหารสูตร SW มีความเหมาะสม สามารถใช้ทดแทนอาหารสำเร็จรูป และทดแทนอาหารอนุบาลลูกปลาสูตรดั้งเดิมที่นิยมใช้กันทั่วไปที่ใช้ปลาป่นเป็นส่วนประกอบ ซึ่งนับเป็นข้อดีสำหรับเกษตรกรในพื้นที่ที่หาซื้อปลาป่นที่มีคุณภาพในตลาดท้องถิ่นได้ยาก ซึ่งสูตรอาหาร SW ดังกล่าวก็ใช้ได้ผลดีในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศอีกด้วย (Ungsethaphand *et al.*, 2009)

Table 1 Growth, feed conversion ratio, survival rate and B/C ratio of Climbing perch after 90 days of first experiment

Indicator	Feed formula (%Protein)			P-Value
	FM (38.2%)	HG (40.4%)	SW (32.4%)	
Initial weight (g)	0.93±0.02	0.92±0.02	0.97±0.01	0.121
Final weight (g)	9.49±0.04	9.40±0.04	9.52±0.06	0.288
Weight gain (g)	8.56±0.06	8.48±0.06	8.56±0.07	0.668
Specific growth rate, SGR (%/day)	2.73±0.07	2.76±0.07	2.63±0.05	0.413
Feed conversion ratio, FCR	2.97±0.04	3.02±0.01	3.05±0.02	0.224
Survival (%)	71.67±1.20	72.00±0.58	72.22±1.00	0.909
Feed cost per fish (Baht) ¹	0.75±0.01 ^a	1.23±0.01 ^b	0.52±0.01 ^c	0.000
B/C ratio ²	5.36±0.07 ^a	3.26±0.02 ^b	7.75±0.06 ^c	0.000

Note: Mean ± se in rows with the different alphabets were statistically different at the significant level of 0.05 when compared by Tukey's test

¹: Feed costs were calculated on the following variable costs: costs of Hi-grade® commercial nursery feed = B 40/kg, fish meal = B 50/kg, finishing swine feed = B 25/kg, fine rice bran = B 12/kg, and price of fingerling = B 4/fish

ในการทดลองที่ 2 พบว่า ปลาหมอที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าที่ความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสุดท้าย และ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด รองลงมาคือ 150 ตัว/ตร.ม. และ 200 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ SGR ที่ความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. แตกต่างกับ 200 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับ 150 ตัว/ตร.ม. ($P > 0.05$) ส่วน FCR และอัตราการรอดไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แสดงใน Table 2

การที่ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นนั้น สอดคล้องกับหลายการทดลองที่ผ่านมา เช่น Yi *et al.* (2006) อนุบาลลูกปลาหมอในกระชังที่แขวนในบ่อดิน ด้วยความหนาแน่น 50, 100, 150 และ 200 ตัว/ตร.ม. และ Rahman and Marimuthu (2010) อนุบาลลูกปลาหมอในบ่อดิน ด้วยความหนาแน่น 100, 120 และ 140 ตัว/ตร.ม. หรือในปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลในกระชังแขวนในบ่อดิน ด้วยความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัว/ตร.ม. (Ungsethaphand *et al.*, 2009) ทั้งนี้ Refstic and Kittelsen (1976) อธิบายว่า ลูกปลาที่อนุบาลไว้ที่ความหนาแน่นสูง จะได้รับอาหารน้อยลงเพราะต้องแย่งชิงแบ่งอาหารกับปลาตัวอื่น

อย่างไรก็ตาม Rahman and Marimuthu (2010) อนุบาลลูกปลาหมอในบ่อดินส่งผลให้ลูกปลามีอัตราการรอดที่ต่างกัน โดยลูกปลาที่อนุบาลในความหนาแน่นสูงจะมีอัตราการรอดน้อยกว่าที่ความหนาแน่นต่ำ ซึ่งเป็นผล

มาจากการอนุบาลลูกปลาที่ปล่อยลงในบ่อดินโดยตรงมักมีข้อดีคือ การให้อาหารไม่ทั่วถึง ที่มักส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดของลูกปลา แตกต่างจากการอนุบาลลูกปลาในกระชัง เป็นข้อยืนยันถึงข้อดีของการอนุบาลลูกปลาในกระชัง ซึ่ง Yi *et al.* (2006) อนุบาลลูกปลาหมอด้วยความหนาแน่นต่างกันในกระชังที่แขวนในบ่อดิน ก็พบว่าอัตราการรอดของลูกปลาไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการทดลองในครั้งนี้

เป็นที่น่าสังเกตว่า FCR ในการทดลองทั้งสองครั้งมีค่าค่อนข้างสูง (2.94-3.05) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองที่ผ่านมา พบว่า FCR มักมีค่าสูงเช่นกัน เช่น Hien *et al.* (2001) อยู่ในช่วง 2.44-3.76 Alam *et al.* (2010) อยู่ในช่วง 3.50-3.52 Rahman and Marimuthu (2010) อยู่ในช่วง 2.45-3.24 Yi *et al.* (2006) มีค่าสูงยิ่งกว่า คืออยู่ในช่วง 4.43-6.03 ซึ่ง Doolgindachabaporn (1994) รายงานว่า ค่า FCR ของการเลี้ยงปลาหมอด โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 1.8-3.0 ซึ่งขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง ซึ่งมีระดับโปรตีนแตกต่างกัน

Hien *et al.* (2001) ยังพบอีกว่า FCR ในการอนุบาลลูกปลาหมอดจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตามระดับของอัตราการให้อาหารต่อน้ำหนักตัวต่อวัน ซึ่ง Blarin and Haller (1982) อธิบายว่า FCR ที่สูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหาร เป็นผลมาจากกระบวนการย่อยอาหารที่ไม่สมบูรณ์ เพราะเมื่อปริมาณอาหารที่เคลื่อนผ่านระบบลำไส้มากขึ้นทำให้การย่อยและการดูดซึมลดลง ดังนั้นประสิทธิภาพการย่อยอาหารจะถูกลดทอนลงด้วยอัตราการให้อาหารที่สูงขึ้น ในทำนองเดียวกัน Reddy and Katro (1979) ก็พบว่า FCR จะสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารในการทดลองเลี้ยงปลาดุก

แต่ที่การทดลองครั้งนี้ให้อาหารในอัตราค่อนข้างสูง ในอัตรา 5% (น้ำหนักตัว/วัน) เพื่อป้องกันผลที่อาจเกิดขึ้นจากการที่ลูกปลาได้รับอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ สอดคล้องกับ Webster *et al.* (2000) ที่แนะนำว่า ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสูตรอาหารนั้น การให้อาหารมากเกินไปเกินความต้องการ ดีกว่าการให้อาหารที่ปลาได้รับอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ ซึ่งอาจส่งผลให้ได้ผลการทดลองที่ผิดพลาดได้

ต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาหมอด้วยความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีค่าต่ำที่สุด และมีอัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุนสูงที่สุด รองลงมาเป็นความหนาแน่น 150 และ 100 ตัว/ตร.ม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงใน Table 2

เมื่อศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการอนุบาลลูกปลาที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่า ที่ความหนาแน่นสูง 200 ตัว/ตร.ม. ให้ B/C ratio สูงสุด ($p < 0.05$) แม้ลูกปลาจะมีการการเติบโตต่ำสุด ($p < 0.05$) ซึ่งการเลือกความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ผลิตว่าเพื่อรายได้ในการจำหน่ายลูกปลา หรือเพื่อต้องการให้ลูกปลาเจริญเติบโตดี (Gomes *et al.*, 2000) เนื่องจากการจำหน่ายลูกปลาหมอดนั้นจะจำหน่ายด้วยหน่วยนับเป็นตัว และในการทดลองครั้งนี้ ความหนาแน่นไม่มีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลา ดังนั้นการตัดสินใจอนุบาลลูกปลาหมอดในกระชังที่อัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีความเหมาะสมมากที่สุดทั้งด้านอัตราการรอดของลูกปลาและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Table 2 Growth, feed conversion ratio, survival rate and B/C ratio of Climbing perch after 90 days of experiment two

Indicator	Stocking density (per m ²)			P-Value
	100	150	200	
Initial weight (g)	0.97±0.01	0.94±0.02	0.95±0.01	0.433
Final weight (g)	9.52±0.06 ^a	8.94±0.01 ^b	7.89±0.02 ^c	0.000
Weight gain (g)	8.56±0.07 ^a	8.00±0.00 ^b	6.94±0.02 ^c	0.000
Specific growth rate, SGR (%/day)	2.63±0.05 ^a	2.49±0.04 ^a	2.06±0.04 ^b	0.001
Feed conversion ratio, FCR	3.05±0.02	2.94±0.04	2.98±0.02	0.089
Survival (%)	72.22±1.00	72.33±0.33	72.28±0.40	0.993
Feed cost per fish (Baht) ¹	0.52±0.01 ^a	0.46±0.01 ^b	0.40±0.00 ^c	0.000
B/C ratio ²	7.75±0.06 ^a	8.63±0.10 ^b	9.88±0.10 ^c	0.000

Note: Mean ± se in rows with the different alphabets were statistically different at the significant level of 0.05 when compared by Tukey's test

¹: Feed costs were calculated on the following variable costs: costs of finishing swine feed = B 25/kg, fine rice bran = B 12/kg, and price of fingerling = B 4/fish

คุณภาพน้ำในบ่อทดลองของทั้งสองการทดลองเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทดลอง 90 วัน พบว่า pH อุณหภูมิ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และแอมโมเนีย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาโดยทั่วไป (Boyd, 1990) Tabel 3 และ 4

การทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า ในการอนุบาลลูกปลาหมอในกระชังสามารถใช้หัวอาหารหมูรวมสำเร็จรูปผสมรำละเอียด ในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ทดแทนสูตรดั้งเดิมที่ใช้ปลาป่น หรือ หัวอาหารอนุบาลลูกปลาสำเร็จรูปได้ โดยไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลา และ ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหมอในกระชัง คือ 200 ตัว/ตร.ม. เพราะให้ผลดีทั้งด้านอัตราการรอดของลูกปลาและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Table 3 Water quality in the pond after 90 days of first experiment

Indicator	Feed formula (%Protein)			
	FM (38.2%)	HG (40.4%)	SW (32.4%)	P-Value
pH	7.50±0.02	7.50±0.00	7.52±0.02	0.661
Temperature (°C)	28.75±0.03	28.79±0.02	28.77±0.03	0.698
DO (mg/l)	3.05±0.01	3.06±0.01	3.05±0.01	0.921
Total Ammonia (mg/l)	0.102±0.001	0.105±0.001	0.105±0.002	0.350

Table 4 Water quality in the pond after 90 days of experiment two

Indicator	Stocking density (per m ²)			
	100	150	200	P-Value
pH	7.52±0.02	7.52±0.01	7.50±0.00	0.496
Temperature (°C)	28.77±0.03	28.77±0.03	28.78±0.03	0.983
DO (mg/l)	3.05±0.01	3.04±0.01	3.01±0.01	0.071
Total Ammonia (mg/l)	0.105±0.002	0.106±0.001	0.107±0.000	0.501

เอกสารอ้างอิง

- Abdelghany, A.E. 2000. Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry using formulated semi-purified diets. In Fitzsimmons, K., Filho, J.C. (eds.). Tilapia Aquaculture in the 21st century. Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture, 101-108, RJ, Brazil.
- Alam, M.J., Mustafa, M.G., and Islan, M.M. 2010. Effects of some artificial diets on the growth performance, survival rate and biomass of the fry of climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). Nature and Science 8 (2): 36-42.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 15th edn., AOAC, Arlington, VA. 1360 p.
- Balarin, J.D., and Haller, R.O. 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In Muir, J.R., Roberts, R.J. (eds.). Recent and advance in aquaculture. Croom helm publisher, London, England. p. 267-355.

- Boyd, C.E. 1990. Water quality in pond for aquaculture. Birmingham Publishing, Alabama, pp. 482.
- De Silva, S.S., Gunasekera, R.M., and Keembiyahetty, C. 1986. Optimum ration and feeding frequency in *Oreochromis niloticus* young. pp. 559-564. In Maclean, J.L., Dizon, L.B., Hosillos, L.V. (eds.) The First Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Doolgindachabaporn, S. 1994. Development of optimal rearing and culturing system for climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch). Doctoral thesis, University of Manitoba, Canada. 189 p.
- Gomes, L.C., Baldisserotto, B., and Senhorini, J.A. 2000. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. *Aquaculture* 183: 73-81.
- Hien, T.T.T., Thien, B.T., Phuong, N.T., and Wilder, M.N. 2001. Effects of feeding rates and frequencies on growth and survival rates of climbing perch (*Anabas testudineus*) fingerlings. Proceedings of the 2000 annual workshop of JICAS Mekhong Delta project, pp. 1-8.
- Rahman, M.A., and Marimuthu, K. 2010. Effect of different stocking density on growth, survival and production of endangered native fish climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch) fingerlings in nursery ponds. *Advances in Environmental Biology* 4(2): 178-186.
- Reddy, S.R., and Katro, S. 1979. Growth rate and conversion efficiency of air breathing catfish, *Heteropheustes fossilis* in relation to ration size. *Aquaculture* 18: 35-50.
- Refstie, T., and Kittelsen, A. 1976. Effect of density on growth and survival of artificially reared Atlantic salmon. *Aquaculture* 8: 319-326.
- Sangrattanakhul, C. 1989. Effect of pelletized diets containing various levels of protein on growth and survival of climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch). Master's Thesis. Kasetsart University. Bangkok, Thailand. 74 p.
- Jesu, S. 2005. Climbing perch. Office of Development and Technology Transfer, Department of Fisheries, Bangkok. Thailand. 42 p. [in Thai].
- Ungsethaphand, T., Pimpimol, T., and Suvarnaraksha, A. 2009. Study on diet and stocking density in net cage culture of sex-reversal tilapia fry (*Oreochromis niloticus*). In Yi, Y., Xinzhong, W., Yingqi, Z. (eds.). *Cage aquaculture in Asia*. Proceedings from the second international symposium on Cage aquaculture in Asia, 184-190, Hangzhou, China.

- Webster, C.D., Kenneth R.T., Morgan, A.M., Grisby, E.J., and Gannam, A.L. 2000. Use of hempseed meal, poultry by-product meal, and canola meal in practical diets without fish meal for sunshine bass (*Morone chrysops X M. saxatilis*). *Aquaculture* 188: 299-309.
- Yi, Y., Phuong, N.T., and Lin, C.K. 2006. Integrated cage-cum-pond culture systems with high-valued climbing perch (*Anabas testudineus*) in cages suspended in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) ponds. In *Aquaculture CSRP 22nd Annual Technical Report*, 115-131.