ผลของระดับความหนาแน่นต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาหมอด้วยชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน

The Effect of Density on Climbing Perch (*Anabas testudineus*) Growth Performance and Water Quality in the Recirculation Aquaculture Tanks (RAT)

วรพงษ์ นลินานนท์[1*] และ สายชล เลิศสุวรรณ[1]

Warrapong Nalinanon[1*] and Saichon Lerdsuwan[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาระดับความหนาแน่นต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและค่าคุณภาพน้ำของปลาหมอที่เลี้ยงในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆละ 4 ซ้ำ รวม 20 หน่วยทดลอง โดยจัดชุดการทดลองตามระดับความแน่นของปลาในถังทดลอง 5 ระดับคือ 10 15 20 25 และ30 ตัว/ถัง ปลาหมอทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 5.98-6.07 กรัม ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ 10, 15 และ 20 ตัว/ถังมีค่าน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม ความยาวเพิ่ม น้ำหนักเพิ่มต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าที่สูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับปลาหมอที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ 25 และ 30 ตัว/ถัง ส่วนค่าคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงปลาทุกพารามิเตอร์ ที่ทุกระดับความหนาแน่นมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)ดังนั้นจึงสรุปว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาหมอในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนคือ 20 ตัว/ถัง
คำสำคัญ: ปลาหมอ, ความหนาแน่น, ชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน

ABSTRACT: Study on effect of density levels in the recirculation aquaculture tanks for Climbing perch (*Anabas testudineus*) culture was conducted in CRD 5 treatments with 4 replications each and 20 experimental units. Treatments at 5 densities: 10, 15, 20, 25 and 30 fish/tank. Fish with initial weight 5.98-6.07 g. Fish growth performance and water quality were monitored for a 16-week period. Results shown that the fish densities at 10, 15 and 20 were significantly better ($P < 0.05$) in final weight, final length, weight gain, length gain, ADG and SGR than the fish densities at 25 and 30 fish/tank.Moreover, water quality in all parameters of all fish densities were not significantly ($P > 0.05$) different.This study conclude that a density 20 fish/tank has suitable for culture Climbing perch in RAT.
Keywords: Climbing perch, density, recirculation aquaculture tanks

---

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 86160

Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon - Campus, Chumphon Province, 86160

* Corresponding author: warrapong.na@kmitl.ac.th

บทนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระบบน้ำหมุนเวียน (Recirculation Aquaculture System) เป็นเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำรูปแบบใหม่สำหรับประเทศไทย โดยการนำน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแล้วนำมาบำบัดให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ระบบเหล่านี้การกำจัดของเสียที่อยู่ในระบบน้ำหมุนเวียนเช่นเดียวกับการบำบัดน้ำทิ้งเป็นวิธีการหนึ่งในการใช้น้ำอย่างประหยัดและคุ้มค่า (ขวัญชัย, 2553) ชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน (Recirculation Aquaculture Tanks ;RAT) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบขนาดเล็ก เพื่อใช้ในงานทดลองวิจัย หรือใช้เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำภายในครัวเรือนโดยประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร และวัสดุพีวีซี เป็นต้น ปลาหมอClimbing Perch (*Anabas testudineus*) เป็นปลาที่ทุกคนรู้จักและนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วไปเนื่องจากเป็นปลาที่มีเลี้ยงง่าย โตเร็ว มีรสชาติดี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิด (สุจินต์, 2550) แต่ในปัจจุบันแทบไม่มีข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลาหมอในระบบน้ำหมุนเวียนโดยเฉพาะการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความหนาแน่นของปลาหมอที่เหมาะสมที่เลี้ยงในถังเลี้ยงของชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนที่พัฒนาขึ้น ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จึงมีความสนใจในการศึกษาถึงระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาหมอในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน โดยการตรวจสอบค่าคุณภาพน้ำ และค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอระหว่างการเลี้ยง เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

วิธีการศึกษา

การเตรียมสถานที่ ชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน และสัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้อาคารปฏิบัติการ หมวดงานฟาร์ม ศูนย์เกษตร อาหารและพลังงานทางเลือก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ โดยทดลองในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน (คำขอสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์เลขที่ 1301004910) ประกอบด้วย 1) ถังเลี้ยงขนาด 200 ลิตร จำนวน 20 ถัง2) ส่วนกรองชีวภาพ 1 ที่ภายในบรรจุด้วยตาข่ายพลาสติกน้ำหนัก 15 กก. ซึ่งเป็นวัสดุที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง 3) ส่วนกรองชีวภาพ 2 ที่ภายในบรรจุด้วยลูกบอลชีวภาพน้ำหนัก 10 กก.ที่สามารถเคลื่อนที่หมุนวนตามกระแสน้ำภายในถังกรอง 4) ส่วนกรองปรับสภาพน้ำ ที่ภายในบรรจุ เศษเปลือกหอยและปะการังน้ำหนัก 20 กก. ถ่านไม้ น้ำหนัก 10 กก. และหินพัมมิส น้ำหนัก 10 กก.เพื่อปรับสภาพน้ำ และดูดซับของเสียในน้ำ 5) ถังพักน้ำบน ที่มีการติดตั้งเครื่องผลิตโอโซน (ozonizer) เพื่อฆ่าและควบคุมเชื้อที่อาจก่อให้เกิดโรคในระบบ และเติมอากาศให้กับระบบ 6) ถังพักน้ำล่าง ที่มีการติดตั้งถาดกรองที่ภายในบรรจุด้วยใยกรองที่มีความละเอียดต่างกันจำนวน 3 ชั้น และ 7) ชุดกำจัดไนเตรทระบบปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายช่อง (คำขออนุสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์เลขที่ 1703001707) ทำหน้าที่กำจัดไนเตรทที่สะสมภายในระบบ ทั้งหมดประกอบติดตั้งเป็นเป็นชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน (Figure 1) น้ำที่ใช้ผ่านการกรองด้วยถุงกรองขนาด 200 ไมครอนเติมวัสดุปูนโดโลไมท์ และให้อากาศด้วยปั๊มลมผ่านหัวทราย และพักไว้อย่างน้อย 7 วันก่อนเติมเข้าในระบบถังเลี้ยง ลูกปลาหมอที่ใช้ทดลองได้รับการอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำชุมพร ตำบลทุ่งคา

อำเภอเมือง จ.ชุมพร มีขนาดใกล้เคียงกันคือ มีน้ำหนักเฉลี่ยระหว่าง 5.98-6.75 กรัม และความยาวเฉลี่ยระหว่าง 7.03-8.05 ซม. จำนวน 1,000 ตัวพักปลาไว้ในถังขนาด 500 ลิตรจำนวน 4 ถัง ๆ ละ 250 ตัว เพื่อให้ปลาปรับสภาพ และฝึกให้ปลายอมรับอาหารเม็ดลอยที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 % ก่อนทำการทดลองเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยจัดลงหน่วยทดลองที่เป็นถังพลาสติกที่มีปริมาตรน้ำขนาด 200 ลิตรในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ (**Figure 1**)

Figure 1 Recirculation Aquaculture Tanks; RAT

แผนการทดลอง

การทดสอบผลของระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกันต่อค่าคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอที่เลี้ยงในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) กำหนดให้ระดับความหนาแน่นของปลาหมอในถังเลี้ยงทดสอบที่แตกต่างกัน 5 ระดับ (ชุดทดลอง: Treatments) ระดับละ 4 ซ้ำ (Replications) รวม 20 หน่วยทดลอง (Experimental Units) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 (T1) ระดับความหนาแน่นของปลาหมอ10 ตัวต่อถัง200 ลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 (T2) ระดับความหนาแน่นของปลาหมอ 15 ตัวต่อถัง 200 ลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 (T3) ระดับความหนาแน่นของปลาหมอ 20 ตัวต่อถัง 200 ลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 (T4) ระดับความหนาแน่นของปลาหมอ 25 ตัวต่อถัง 200 ลิตร

ชุดการทดลองที่ 5 (T5) ระดับความหนาแน่นของปลาหมอ 30 ตัวต่อถัง 200 ลิตร

การจัดการทดลอง

ชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นชุดขนาด 20 ถังเลี้ยง (หน่วยทดลอง) ใช้ปั๊มขนาด 200 วัตต์ ยี่ห้อ SONIC AP5800 สามารถขับเคลื่อนมวลน้ำได้ 12,000 ลิตร/ชั่วโมง โดยมีปริมาณน้ำทั้งระบบที่ 5,820 ลิตร สามารถหมุนเวียนน้ำทั้งระบบได้ภายในเวลา 29.4 นาที/รอบ วันละ 48.97 รอบ คิดเป็นปริมาตรน้ำที่หมุนเวียน 285, 061.22 ลิตร/วัน และในถังเลี้ยง (หน่วยทดลอง) กำหนดให้มีการหมุนเวียนน้ำที่ 6.67 ลิตร/นาที/ถัง คัดเลือกปลาหมอทดลองไปปล่อยในถังเลี้ยงตามระดับความหนาแน่นที่กำหนด พร้อมปิดฝาถังด้านบนเพื่อลดสิ่งรบกวนจากภายนอก และป้องกันปลากระโดดหนีจากถังทดลอง ให้ปลากินอาหารเม็ดลอยที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% วันละ 2 ครั้ง คือเวลา 07.00 น.และ 16.00 น. โดยให้อาหารแบบให้กินจนอิ่ม (satiation) ด้วยการสังเกตพฤติกรรมการกินอาหาร (appetite) ของปลา บันทึกปริมาณอาหารที่ปลากินทำการชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของปลาเพื่อบันทึกการเติบโตทุก 2 สัปดาห์ ทำความสะอาด

ใยกรองในถาดกรองทุกวัน เช้า - เย็นก่อนให้อาหาร ดูดตะกอนออกจากถังเลี้ยงทุก 3 วัน ตรวจสอบระดับน้ำในถังพักบน – ล่าง และถังเลี้ยง พร้อมทั้งเติมน้ำเข้าในระบบเพื่อปรับปริมาณให้ได้ระดับที่กำหนดงดให้อาหารในวันที่การชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของปลา ทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำตามระยะเวลาและค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด ใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน 16 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 เก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วย

การตรวจสอบค่าคุณภาพน้ำ ตรวจสอบค่าคุณภาพน้ำในชุดถังทดลองระหว่างทำการทดลองทุกวัน ได้แก่ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าอุณหภูมิด้วยเครื่อง DO meter ของ Lutron PDO-519, ค่าพีเอช(pH)ด้วยเครื่อง pH meter ของ Lutron PH-222, ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)และค่าการนำไฟฟ้า(EC)ด้วยเครื่องTDS/EC meter ของ LutronPCD-431และค่าคุณภาพน้ำที่ตรวจสอบทุกสัปดาห์ ได้แก่ ค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness) ค่าแอมโนเนีย ค่าไนไตรท์ และค่าไนเตรทตามวิธีการของ Boyd (1990) มาวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง

การตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลาหมอ ทำการชั่งน้ำหนักปลาด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง และวัดความยาวทุก 2 สัปดาห์ โดยงดให้อาหารปลา 1 วันก่อนชั่งน้ำหนัก นำข้อมูลหนักปลา ความยาว น้ำหนักอาหารที่กินมาคำนวณเพื่อประเมินการเจริญเติบโต และอัตรารอดของปลาในแต่ละชุดการทดลอง ตามวิธีของ Halver (1972) ได้แก่ น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Final Weight: FW), น้ำหนักเพิ่ม (Weight Gain: WG), น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มต่อวัน (Average Daily Gain: ADG), ความยาวเฉลี่ย (Average Total length: ATL), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate: SGR%) อัตราการแลกเนื้อ (Feed conversion ratio: FCR) และอัตรารอด (Survival Rate: SR%) นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan’s new multiple rang test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS version 6.12 for Windows ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษา

ค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตรารอดตาย

จากการสังเกตลักษณะภายนอกและพฤติกรรมการดำรงชีวิตของปลาหมอตลอดระยะเวลาทำการทดลองที่ 16 สัปดาห์ พบว่าปลาหมอในทุกชุดการทดลองมีการเติบโตเป็นปกติ โดยพบว่าชุดการทดลองที่ 1 (10 ตัว/ถัง) มีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับปลาหมอในชุดการทดลองที่ 2 (15 ตัว/ถัง) และชุดการทดลองที่ 3 (20 ตัว/ถัง) แต่แตกต่างกันทางสถิติกับปลาหมอในชุดการทดลองที่ 4 (25 ตัว/ถัง) และชุดการทดลองที่ 5 (30 ตัว/ถัง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) **(Table 1)** ส่วนค่าอัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกชุดการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.80-2.05 และ 98.75- 100% ตามลำดับ **(Table 1)**

Table 1 Growth performance and survival rate for Climbing Perch (*Anabas testudineus*) grow in different density levels of 16 weeks

Growth parameters	Treatments (Density levels: fish/tank)[1/]					
	T1(10)	T2(15)	T3(20)	T4(25)	T5(30)	p-value
Initial weight (g/f)[ns 2/]	6.07±0.19	5.99±0.13	5.98±0.16	5.99±0.14	6.05±0.08	0.385
final weight (g/f)	69.07±3.31[a]	68.78±3.29[a]	68.72±4.27[a]	62.10±3.58[b]	58.62±2.23[c]	0.021
Initial length (cm)[ns]	7.03±0.23	7.0±0.11	7.05±0.37	7.02±0.09	7.0±0.24	0.323
final length (cm)	15.48±0.33[a]	15.53±0.32[a]	15.49±0.40[a]	15.02±0.36[b]	14.51±0.42[c]	0.018
weight gain (g/f)	63.05±1.03[a]	62.65±1.08[a]	62.54±1.12[a]	56.08±1.02[b]	52.37±1.10[c]	0.032
length gain (cm)	8.46±0.25[a]	8.56±0.21[a]	8.47±0.28[a]	8.0±0.18[b]	7.53±0.20[c]	0.039
average daily gain (g/f/d)	0.56±0.01[a]	0.56±0.01[a]	0.56±0.01[a]	0.50±0.01[b]	0.47±0.01[c]	0.034
specific growth rate(%/d)	0.90±0.02[a]	0.89±0.03[a]	0.90±0.01[a]	0.84±0.03[b]	0.79±0.01[c]	0.030
feed conversion ratio[ns]	1.80±0.20	1.83±0.14	1.81±0.15	1.92±0.23	2.05±0.21	0.316
survival rate (%)[ns]	100±0.0	100±0.0	98.75±2.50	100±0.0	99.16±1.67	0.561

[1/]The different subscript letters in each row are significantly different ($P < 0.05$) Mean ± SD

[2/]The letter [ns] are not significantly different ($P > 0.05$)

ค่าคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงของชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน

ค่าคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงปลาระหว่างการทดลองระดับความหนาแน่นของปลาหมอที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอทดลอง โดยพบว่าค่าคุณภาพน้ำทางกายภาพที่ประกอบด้วยค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ค่าพีเอช (pH) ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด(TDS) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness) และอุณหภูมิ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ในทุกระดับความหนาแน่นของปลาหมอทดลอง ส่วนค่าคุณภาพน้ำในกลุ่มสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่ประกอบด้วยค่าแอมโมเนีย ค่าไนไตรท์ และค่าไนเตรท ก็มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ในทุกชุดการทดลอง โดยพบว่าค่าแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 มก./ลิตร ค่าไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.20-0.21 มก./ลิตร และค่าไนเตรทมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.94-7.06 มก./ลิตร **(Table 2)** ซึ่งทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ

Table 2 Water quality in treatments of RAT cultured climbing perch in different density levels of 16 weeks

Water quality	Treatments (Density levels: fish/tank)[1/]					
	T1(10)	T2(15)	T3(20)	T4(25)	T5(30)	p-value
DO (mg/L)[ns]	8.93±0.36	8.63±0.21	8.56±0.24	8.52±0.33	8.46±0.41	0.235
pH[ns]	7.69±0.24	7.78±0.29	7.72±0.27	7.80±0.28	7.75±0.31	0.921
TDS (mg/L)[ns]	141.0±5.29	140.66±5.51	140.33±5.97	141.30±5.09	141.0±5.24	0.923
EC (μs/cm)[ns]	50.48±9.03	51.08±10.02	50.49±10.04	50.82±10.16	51.05±9.68	0.218
Hardness (mg/L)[ns]	81.25±1.43	80.65±1.38	80.50±1.32	81.30±1.18	80.90±1.20	0.632
Ammonia (mg/L)[ns]	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.939
Nitrite (mg/L)[ns]	0.20±0.03	0.21±0.02	0.21±0.07	0.20±0.05	0.20±0.01	0.234
Nitrate(mg/L)[ns]	6.94±0.98	6.95±0.87	7.06±0.85	6.93±1.03	7.02±1.06	0.813
Temperature (°C)[ns]	21.30±1.91	21.33±1.94	21.43±1.93	21.20±1.83	21.17±1.71	1.000

[2/]The letter [ns] are not significantly different ($P > 0.05$)

วิจารณ์

จากการทดลองพบว่าค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ในถังเลี้ยงปลาหมอทุกระดับความหนาแน่นภายในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) โดยพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าสูง เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.46-8.93 มก./ลิตร ส่วนอุณหภูมิน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำ เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21.17 – 21.43°C โดยปลาที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นสูง (30 ตัว/ถัง) จะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย **(Table 1)** เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนของปลาเพื่อการดำรงชีวิตเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tasmiah (2018) ที่ระบุว่าการเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนสามารถควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ในระดับสูง (8.30 มก./ลิตร) และมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในระบบที่ลดลง เมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลาในบ่อเลี้ยงทั่วไป ชุดถังเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงระบบในส่วนของถังพักบนที่มีการติดตั้งเครื่องผลิตโอโซน (ozonizer) เพื่อฆ่าและควบคุมเชื้อที่อาจก่อให้เกิดโรคในระบบ และเติมอากาศเพิ่มให้กับระบบ ร่วมกับการเติมอากาศจากการไหลเวียนของน้ำภายในระบบจึงทำมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับระบบเดิมที่ วรพงษ์ และสายชล (2561) รายงานว่าการเลี้ยงปลาหมอในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนที่ติดตั้งชุดกำจัดไนเตรทระบบปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายช่อง; (RAT + MDB) แบบ 4 ถังเลี้ยงที่ไม่มีถังพักบนติดตั้งเครื่องผลิตโอโซนมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ 5.93±0.10 มก./ลิตร ส่วนค่าคุณภาพน้ำในกลุ่มสารอินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งประกอบด้วยค่าแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทมีค่าอยู่ในระดับต่ำเฉลี่ยเท่ากับ 0, 0.20-0.21 และ 6.93-7.06 มก./ลิตร ตามลำดับซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ปฐมพงษ์ และคณะ (2555) ที่รายงานว่า การเลี้ยงปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียนพบมีแอมโนเนีย และไนไตรท์สะสมอยู่ในระบบในปริมาณต่ำเท่ากับ 0.059-0.13 และ 0.28มก./ลิตร ตามลำดับ เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียนที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในระดับสูง ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น (nitrification) ที่สามารถลดความเป็นพิษของแอมโนเนียและไนไตรท์ ในระบบลงได้ (Popma and Lovshin, 1996) ส่วนค่าไนเตรทในระบบมีค่าต่ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.93-7.06 มก./ลิตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ชลฤทัย และคณะ (2554) ที่รายงานว่าการทดลองเลี้ยงปลาบู่ทรายในระบบปิด (closed system) พบมีปริมาณไนเตรทสะสมในระบบต่ำ เฉลี่ยอยู่ที่ 1.69-5.76มก./ลิตร สอดคล้องกับการวิจัยของ วรพงษ์ และสายชล (2561) ที่รายงานว่ามีปริมาณไนเตรทเฉลี่ยที่สะสมในระบบเท่ากับ 6.67±0.90มก./ลิตร ในการเลี้ยงปลาหมอในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียนที่ติดตั้งชุดกำจัดไนเตรทระบบปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายช่องเป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์

ในด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโตพบว่าปลาหมอที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ 10, 15 และ 20 ตัว/ถังมีค่าน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม ความยาวเพิ่ม น้ำหนักเพิ่มต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าที่สูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับปลาหมอที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ 25 และ 30 ตัว/ถัง สอดคล้องกับการวิจัยของ Sophie et al., (2009) ที่พบว่าปลากะพง (*Dicentrarchus labrax*) ที่เลี้ยงด้วยระดับ

ความหนาแน่น 10 40 และ 70 กก./ลบ.ม. มีค่าอัตราการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการแลกเนื้อ อัตราการตาย ระดับความเครียด (plasma cortisol) และความต้านทานต่อเชื้อโรค (nodavirus) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระดับความหนาแน่นเป็น 100 กก./ลบ.ม. จะพบว่าปลากะพงจะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเฉลี่ย 14% และพบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดมีระดับสูงขึ้นและจากการวิจัยของ สมพงษ์ และคณะ (2560) ได้รายงานว่าการเลี้ยงปลาหมอไทยในถังพลาสติกกลมที่ระดับความหนาแน่น 55 ตัว/ตรม. มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และหากต้องการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นสูงขึ้นต้องเพิ่มน้ำเข้าในระบบ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำและเพิ่มพื้นที่การดำรงชีวิตให้แก่ปลาหมอ ส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยในคอกอวนพบว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมคือ 10 ตัว/ตรม. อย่างไรก็ตาม เทพรัตน์ และคณะ (2554) รายงานว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหมอในกระชัง คือ 200 ตัว/ตรม. เนื่องให้ผลดีทั้งด้านอัตรารอด และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

สรุป

ระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาหมอในชุดถังเลี้ยงปลาระบบน้ำหมุนเวียน คือ 20 ตัว/ถัง เนื่องจากให้ค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และอัตรารอดที่ดีไม่แตกต่าง ($p>0.05$) จากเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นที่ต่ำกว่า และชุดถังเลี้ยงระบบน้ำหมุนเวียนที่ใช้ถังเลี้ยงจำนวน 20 ถัง ยังสามารถควบคุมค่าคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอในทุกชุดการทดลองได้ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงที่ 16 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย กุลสันติธำรง. 2553. การออกแบบระบบน้ำหมุนเวียน (Reclaim Water). http://thailandindustry.com. ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2561.

ชลฤทัย พิญเดช, ประจวบ ฉายบุ, เกรียงศักดิ์ เม่งอำพันและฐปน ชื่นบาล. 2554. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาบู่ทรายระบบปิด. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง.5: 27-37.

ปฐมพงษ์กาศสกุล, ประจวบ ฉายบุ, ชนกันต์ จิตมนัสและเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2557. ความหนาแน่นที่เหมาะสมของการเลี้ยงปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียนแบบอควาโปนิกส์. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 8: 23-32.

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมลและธนภัทร วรปัสสุ.2554.การอนุบาลลูกปลาหมอในกระชังด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 5: 1-11.

สมพงษ์ดุลจินดาชบาพร, พรชัย จารุรัตน์จามร และ สำเนาว์ ข้องสาย.2560. การเลี้ยงปลาหมอไทยที่ความหนาแน่นต่างกัน.ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุจินต์ โรจนพิทักษ์. 2550. การเลี้ยงปลาหมอ. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ.

วรพงษ์นลินานนท์และ สายชล เลิศสุวรรณ.2561. ประสิทธิภาพของชุดกำจัดไนเตรทระบบปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายช่องในการเลี้ยงปลาหมอ. แก่นเกษตร.46: 301-308.

Boyd, C. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Co., Alabama.

Halver,J.E. 1972. In Fish Nutrition.pp. 651. In: J.E.Halver, Editor. Academic Press, New York.

Popma, T.J., and L.L. Lovshin. 1996. World wide prospects for commercial production of tilapia.In: Research and Development series No. 41. International Center for Aquatic Environments. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama.

Sophie S., R. Emmanuelle, G.Eric, L.Gilles, B.Gilles, M. Giovanna, C. Jean-Luc, F. Sveinung, and B. Jean Paul. 2009. The effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-basedrecirculating system.Aquacultural Engineering. 40: 72-78.

Tasmiah, T. 2018.Recirculating Aquaculture System. Department of Fisheries Biology & Aquatic Environment.,Bangabandhh Sheikh MujiburRahman Agricultural University.