ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลปลานิลแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*) ในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม

Optimum Stocking Density of Nursing Sex Reversal Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Hapa with Aeration to Reach at Least 30 gram Size

พิเชต พลายเพชร*

Pichet Plaipetch*

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำชลบุรี กรมประมง

Chonburi Aquatic Animal Feed Technology Research and Development Center, Department of Fisheries

Received : 19 January 2019

Revised : 27 February 2019

Accepted : 5 June 2019

บทคัดย่อ

ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลปลานิลแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*) ในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ทดลองในกระชังความจุ 1 ลูกบาศก์เมตร ที่แขวนในบ่อดินขนาด 300 ตารางเมตร ทดสอบความหนาแน่น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มีจำหน่ายในท้องตลาดแบบให้กินจนอิ่ม วันละ 3 ครั้ง โดยให้อาหารที่มีโปรตีน 40% ในช่วง 30 วันแรก และให้อาหารที่มีโปรตีน 30% ในช่วง 30 วันสุดท้าย ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาที่ทำให้ปลาที่อนุบาลทุกความหนาแน่นมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 30 กรัม คือ 60 วัน ปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 100 และ 150 ตัว/ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นอื่นๆ ($p<0.01$) ขณะที่อัตรารอดตายและอัตราการกินอาหารของปลาที่อนุบาลทุกความหนาแน่นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) การอนุบาลด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ทำให้ปลาเจริญเติบโตจนมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 30 กรัม เร็วที่สุดคือ 45 วัน และทำให้ได้ร้อยละของปลาที่มีขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม สูงกว่าปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นอื่นๆ ($p<0.01$) ดังนั้น ความหนาแน่น 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร มีความเหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลานิลแปลงเพศจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ในแง่การประหยัดระยะเวลาและผลผลิต

คำสำคัญ : ความหนาแน่น, ปลานิลแปลงเพศ, กระชังอวนมุ้ง, การให้อากาศ

*Corresponding author. E-mail : picet28@yahoo.com

Abstract

Optimum stocking density of nursing sex reversal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in hapa with aeration to reach at least 30 gram size was studied. Experiment was conducted by using 1-m^3 hapa hung in 300-m^2 earthen pond. Fives stocking densities of 100, 150, 200, 250 and 300 fish/m^3, respectively were tested. Fish was fed with commercial feed to an apparent satiation by three times a day using 40%P feed for first 30 days and 30%P feed for last 30 days. Culture period made fish nursed with all stocking density reached average weight at least 30 grams, was shown as 60 days. Non – significant differences of final weight and length, also specific growth rate were observed between fish nursed with stocking densities of 100 and 150 fish/m^3 ($p>0.05$), but higher than those of fish nursed with other stocking densities ($p<0.01$). Non-significant differences of survival rate and feed intake of fish nursed with all stocking density were observed ($p>0.05$). Nursing with stocking density of 100 fish/m^3 made fish grew to at least 30 grams with the fastest times of 45 days and yielded higher percentage of at least 30 gram size than fish nursed with other stocking densities ($p<0.01$). Therefore, stocking density of 100 fish/m^3 was optimum for nursing sex reversal Nile tilapia to reach at least 30 gram size in terms of saving time and productivity.

Keywords : stocking density, sex reversal Nile tilapia, hapa, seration

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในบ่อดินส่วนใหญ่นิยมซื้อลูกปลาขนาดเล็กเนื่องจากราคาถูก แต่มีข้อเสียคือต้องเลี้ยงเป็นระยะเวลานาน 6-8 เดือน กว่าที่ปลาจะได้ขนาดตลาด (Thongma-eng, 2010) ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนต่ำเนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงโดยเฉพาะค่าอาหารและต้นทุนการผลิตอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง เช่น ค่าจ้างแรงงาน ทั้งนี้การส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงปลานิลโดยใช้ลูกปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและทำให้ได้ผลผลิตในระยะเวลาสั้นลง ซึ่งในอนาคตรูปแบบการเลี้ยงปลานิลโดยใช้ระยะเวลาสั้นจะมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากปัญหาภัยแล้งที่กำลังทวีความรุนแรงและส่งผลให้เกษตรกรขาดแคลนน้ำสำหรับการเลี้ยงปลานิลในบางช่วงของปี (Nhoorit, 2014) อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงปลานิลโดยใช้ลูกปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไม่ใช่ประเด็นใหม่ เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังทั้งแบบที่แขวนในแม่น้ำหรือแบบแขวนในบ่อดินนิยมเลี้ยงปลานิลจากขนาดเริ่มต้นประมาณ 30-50 กรัม และได้ผลผลิตปลาขนาดตลาดภายในระยะเวลาเพียง 3-4 เดือน ซึ่งวิธีการนี้ช่วยลดระยะเวลาการเลี้ยงและทำให้ปลามีอัตรารอดตายสูง (Thongma-eng, 2010) นอกจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในบ่อดินจะได้รับประโยชน์ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว การส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงปลานิลโดยใช้ลูกปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถสร้างอาชีพการอนุบาลลูกปลานิลแบบเป็นช่วงเหมือนปลากะพงขาวได้ โดยอาชีพการเลี้ยงปลานิลอาจแบ่งออกเป็น 4 ช่วงที่เกษตรกรสามารถเลือกทำได้ เช่น 1) การฟักและอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนจนถึงระยะกินอาหาร 2) การอนุบาลจากลูกปลาระยะเริ่มกินอาหารจนได้ขนาด 2-3 เซนติเมตร 3) การอนุบาลลูกปลาจากขนาด 2-3 เซนติเมตร จนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม และ 4) การเลี้ยงปลาขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม จนได้ขนาดตลาด

การอนุบาลลูกปลานิลจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การอนุบาลในบ่อดิน การอนุบาลในกระชังที่แขวนในบ่อดินและการอนุบาลในบ่อคอนกรีต (Inland Fisheries Research and

Development Bereau, 2008) และแม้ว่าลูกปลาที่อนุบาลในบ่อดินจะเจริญเติบโตเร็วกว่าลูกปลาที่อนุบาลกระชังที่แขวนในบ่อดินและบ่อคอนกรีตเนื่องจากได้รับอาหารธรรมชาติและมีภาวะเครียดจากสภาพการเลี้ยงน้อยกว่า แต่การอนุบาลในกระชังที่แขวนในบ่อดินมีข้อดีคือสามารถดูแลจัดการได้อย่างทั่วถึง รวบรวมลูกปลาได้ง่าย สามารถทยอยอนุบาลและเก็บเกี่ยวอนุบาลลูกปลาเฉพาะส่วนที่ต้องการได้ ทั้งนี้ลูกปลาที่อนุบาลในกระชังที่แขวนในบ่อดินน่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกับการอนุบาลบ่อดินโดยตรงเนื่องจากได้รับอาหารธรรมชาติบางส่วนที่เกิดขึ้นในกระชังหรือเข้ามาในกระชัง อย่างไรก็ตาม การอนุบาลลูกปลาในกระชังที่แขวนในบ่อดินด้วยความหนาแน่นที่สูงเกินไปอาจทำให้ปลาเจริญเติบโตช้าและอัตรารอดตายต่ำ โดยเฉพาะการอนุบาลแบบไม่ให้อากาศซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปลาขาดแคลนออกซิเจน แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาจะบ่งชี้ให้เห็นว่าการอนุบาลลูกปลานิลแบบให้อากาศทำให้ปลานิลเจริญเติบโตและมีอัตรารอดตายดีกว่าการอนุบาลแบบไม่ให้อากาศ และการอนุบาลแบบให้อากาศช่วยเพิ่มความหนาแน่นในการอนุบาลได้ (Palad-im & Kraisurasre, 2008) แต่การทดลองดังกล่าวทำในตู้กระจกและเป็นการอนุบาลลูกปลาในช่วงการแปลงเพศซึ่งลูกปลามีอายุไม่เกิน 1 เดือน ทำให้ไม่สามารถใช้อ้างอิงสำหรับการอนุบาลปลานิลในบ่อดินหรือในกระชังที่แขวนในบ่อดินจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลานิลแปลงเพศในกระชังที่แขวนในบ่อดินแบบให้อากาศจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม โดยพิจารณาจากการประหยัดเวลาและให้ผลผลิตที่ต้องการดีที่สุด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรผู้อนุบาลลูกปลานิลในการกำหนดความหนาแน่นในการอนุบาลที่เหมาะสมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เพื่อศึกษาความหนาแน่น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในการอนุบาลปลานิลแปลงเพศในกระชังอวนมุ้งที่แขวนในบ่อดินแบบให้อากาศภายในกระชังจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม โดยทำการทดลอง 3 บ่อ (บล็อก)

การเตรียมบ่อและกระชังทดลอง

บ่อทดลองเป็นบ่อดินขนาด 10 x 30 x 1.5 เมตร (กว้าง x ยาว x ลึก) จำนวน 3 บ่อ ทำการสูบน้ำออกจนแห้ง หว่านปูนขาวอัตรา 15 กิโลกรัม/บ่อ และตากบ่อเป็นระยะเวลา 7 วัน ก่อนเติมน้ำให้มีความลึก 1 เมตร จากนั้นกางกระชังอวนมุ้งเขียวชนิด 20 ช่องตา/ตารางนิ้ว ขนาด 1 x 2 x 1 เมตร (กว้าง x ยาว x ลึก) จำนวน 5 กระชัง/บ่อ สำหรับความหนาแน่น 5 ระดับ ที่กำหนดไว้ โดยวางกระชังเรียงกันตามความยาวบ่อ ให้แต่ละกระชังห่างกัน 1 เมตร โดยให้พื้นกระชังห่างจากพื้นบ่อ 50 เซนติเมตร ทำให้มีส่วนกระชังที่จมใต้น้ำ 50 เซนติเมตร และส่วนอยู่เหนือผิวน้ำ 50 เซนติเมตร ซึ่งการกำหนดดังกล่าวทำให้กระชังมีปริมาตรเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร ปิดปากกระชังด้วยอวนมุ้งเขียวเพื่อป้องกันนกและศัตรูของปลาชนิดอื่นๆ แต่เว้นช่องตรงมุมกระชังไว้สำหรับการให้อาหาร การทดลองแบบให้อากาศใช้ปั๊มลม 1 เครื่อง สำหรับให้อากาศในทุกกระชังทดลอง โดยใช้หัวทรายจำนวน 2 หัว/กระชัง นอกจากนี้ ทำการทดลองอนุบาลลูกปลานิลด้วยความหนาแน่นต่างๆ แบบไม่ให้อากาศ จำนวน 1 บ่อ (ไม่มีซ้ำ) เพื่อใช้เปรียบเทียบผลเบื้องต้นระหว่างการอนุบาลแบบให้อากาศและไม่ให้อากาศ

วิธีการทดลอง

ทดลองที่สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ต. โพแตง อ. บางไทร จ. พระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2558 โดยปลาทดลองเป็นปลานิลที่ผ่านการแปลงเพศให้เป็นเพศผู้โดยใช้ฮอร์โมน 17 α-

methyltestosterone อายุ 25 วัน (ขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.3 กรัม) ก่อนการทดลอง ทำการเลี้ยงลูกปลานิลจำนวน 6,000 ตัว ในบ่อคอนกรีตขนาด 2 x 2 x 0.3 เมตร (กว้าง x ยาว x ลึก) จำนวน 2 บ่อๆ ละ 3,000 ตัว ฝึกให้ปลากินอาหารสำเร็จรูปขนาดเล็กที่มีโปรตีน 40% (อาหารลูกกบ) แบบให้กินจนอิ่ม วันละ 3 ครั้ง (08.00, 12.00 และ 16.00 น.) เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน เพื่อให้ปลาคุ้นเคยกับอาหารและวิธีการให้อาหาร ก่อนเริ่มการทดลอง ทำการคัดลูกปลาให้มีขนาดใกล้เคียงกันโดยใช้ตะแกรงคัดขนาดจำนวน 4,000 ตัว จากนั้นนับจำนวนตัวตามความหนาแน่นที่กำหนดไว้ก่อนชั่งน้ำหนักรวมและปล่อยลงกระชังทดลอง โดยกระชังที่ใช้ความหนาแน่นเดียวกันจะควบคุมให้น้ำหนักรวมของปลาให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

เดือนแรกของการทดลอง เลี้ยงปลาด้วยอาหารสำเร็จรูปขนาดเล็กที่มีโปรตีน 40% (อาหารลูกกบ) แบบให้กินจนอิ่ม วันละ 3 ครั้ง (08.00, 12.00 และ 16.00 น.) จากนั้นในเดือนที่สองเปลี่ยนเป็นอาหารสำเร็จรูปขนาดกลางที่มีโปรตีน 30% (อาหารปลาทับทิม) ทำการจดบันทึกปริมาณอาหารที่ปลากินไปในแต่ละวัน ตรวจวัดคุณภาพน้ำในบ่อทดลองทุกๆ สัปดาห์ เวลา 09.00 น. ดังนี้ วัดอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำด้วย DO meter (YSI 550A,) วัดความเป็นกรดเป็นด่างด้วย pH meter (HANNA HI0124) วัดความขุ่นด้วย Turbidity meter (OAKTON WD-35635-05) ส่วนการวัดแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ความเป็นด่างและความกระด้าง ทำตามวิธีของ Duangsawasdi & Somsiri (1985) โดยวัดแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ด้วย Spectrophotometer (Thermo UVA130420) ทั้งนี้การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำทำในวันเดียวกับการวัดคุณภาพน้ำตัวอื่นๆ แต่แบ่งเวลาการวัดออกเป็น 6 เวลา คือ 06.00, 10.00, 14.00, 18.00, 22.00 และ 02.00 น. โดยวัดในทุกกระชังของแต่ละบ่อ และในแต่บ่อโดยห่างจากแต่ละกระชังออกไป 2 เมตร ที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตร จากผิวน้ำ

การเก็บข้อมูลและการดูแลรักษากระชัง

รวบรวมปลาจากแต่ละกระชังโดยสุ่มมา 20% จากนั้นชั่งในถังพลาสติกที่มีการให้อากาศก่อนชั่งน้ำหนักรวมและวัดความยาวเหยียด (total length) ของปลาทุกตัว ทำการชั่งน้ำหนักวัดความยาวทุกๆ 15 วัน พร้อมทำความสะอาดกระชังโดยการฉีดน้ำก่อนปล่อยปลากลับลงสู่กระชัง ทดลองจนกระทั่งปลาในทุกกระชังมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 30 กรัม และระหว่างการทดลองทำการเก็บข้อมูล ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ย = น้ำหนักรวมของปลา (กรัม)/จำนวนปลา (ตัว)

ความยาวเฉลี่ย = ความยาวรวมของปลาทุกตัว (เซนติเมตร)/จำนวนปลา (ตัว)

การเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน) = 100 x (Ln(น้ำหนักสุดท้าย) –Ln(น้ำหนักเริ่มต้น))/ระยะเวลาทดลอง (วัน)

อัตรารอดตาย (%) = 100 x (จำนวนปลาที่เหลือ/จำนวนปลาเริ่มต้น)

อัตราการกินอาหาร = น้ำหนักรวมของอาหารที่ปลากิน/ระยะเวลาทดลอง (วัน)

อัตราแลกเนื้อ = น้ำหนักรวมของอาหารที่ปลากิน/น้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้น

Condition factor = น้ำหนักของปลา (กรัม)/(ความยาว (เซนติเมตร)^3) (Nash *et al*., 2006)

การแพร่กระจายของน้ำหนักตัว (ร้อยละ) = 100 x (จำนวนปลาที่มีน้ำหนักตามที่กำหนด/จำนวนปลาทั้งหมด)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเฉลี่ยของปลาจากแต่ละการชั่งวัดและอัตรารอดตายสุดท้าย ด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ ($p<0.05$) ทั้งนี้ผลการทดลองพบว่าไม่พบอิทธิพลของบ่อต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตรารอดตายซึ่งเป็นดัชนีทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นจึง

วิเคราะห์ ANOVA ของข้อมูลทั้งหมดใหม่ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แปลงค่าอัตรารอดตายและการแพร่กระจายของน้ำหนักด้วยวิธี Arcsine transformation ก่อนวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากเป็นค่าที่ได้จากการนับ

ผลการวิจัย

อิทธิพลของบ่อ

การอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศอายุ 1 เดือน ในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศ จำนวน 3 บ่อ (บล็อก) เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลจากการชั่งน้ำหนักทุก 15 วัน และอัตรารอดตายสุดท้ายของปลาที่เลี้ยงในแต่ละบ่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของบ่อไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดตาย (ตารางที่ 1) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดตามแผนการทดลองแบบ CRD เพื่อให้ได้ข้อสรุปของการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

อิทธิพลของความหนาแน่น

การเจริญเติบโต อัตรารอดตาย การใช้ประโยชน์อาหารและค่า Condition factor ของปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศด้วยความหนาแน่นต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน แสดงใน ตารางที่ 2 โดยปลานิลที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 100 และ 150 ตัว/ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่ามากกว่าปลานิลที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 200, 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ขณะที่อัตรารอดตาย อัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อและค่า Condition factor ของปลานิลที่อนุบาลทุกความหนาแน่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ระยะเวลาในการอนุบาลปลานิลจนมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 30 กรัม

ผลการทดลองพบว่าการอนุบาลด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ทำให้ปลานิลแปลงเพศเจริญเติบโตจนมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 30 กรัม โดยใช้เวลาเร็วที่สุดคือ 45 วัน (การชั่งวัดครั้งที่ 3) ส่วนความหนาแน่น 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้ระยะเวลาในการอนุบาล 60 วัน (การชั่งวัดครั้งที่ 4) และความหนาแน่น 150 และ 200 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ใช้ระยะเวลาในการอนุบาลมากกว่า 45 วัน ไม่ถึง 60 วัน (ภาพที่ 1)

อิทธิพลของการให้อากาศและไม่ให้อากาศ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักและอัตรารอดตายของปลานิลที่อนุบาล ในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศและแบบไม่ให้อากาศด้วยความหนาแน่นต่างๆ แสดงใน ตารางที่ 3 โดยการอนุบาลปลานิลแบบให้อากาศทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตรารอดตายสูงกว่าปลานิลที่อนุบาลแบบไม่ให้อากาศอย่างชัดเจน ขณะเดียวกันการเพิ่มความหนาแน่นในการอนุบาลทำให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตรารอดตายของปลานิลลดลงทั้งการอนุบาลแบบให้อากาศและไม่ให้อากาศ

ตารางที่ 1 น้ำหนักและอัตรารอดตายของปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศในบ่อทดลอง

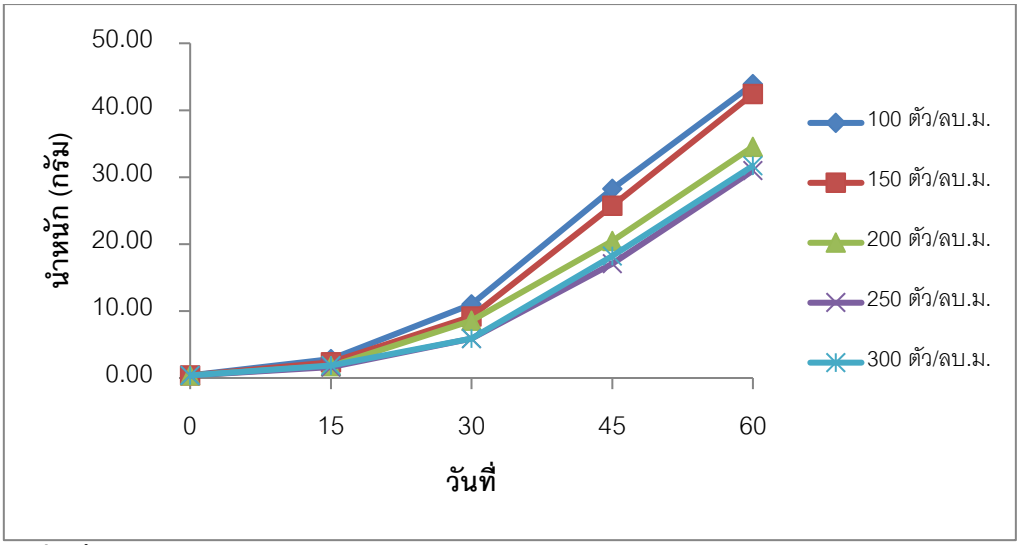
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
เริ่มต้น (ก.)	0.39±0.01[a]	0.39±0.01[a]	0.39±0.01[a]
วันที่ 15 (ก.)	2.02±0.44[a]	2.13±0.58[a]	2.08±0.48[a]
วันที่ 30 (ก.)	7.26±1.86[a]	8.98±2.67[a]	8.09±2.37[a]
วันที่ 45 (ก.)	21.29±4.43[a]	22.62±4.99[a]	21.96±5.30[a]
วันที่ 60 (ก.)	36.35±5.22[a]	37.09±5.68[a]	36.68±7.31[a]
อัตรารอดตาย (%)	92.23±2.88[a]	91.94±2.96[a]	90.41±2.41[a]

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนที่เหมือนกันหมายถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (*p>0.05*)

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโต อัตรารอดตาย การใช้ประโยชน์อาหารและค่า Condition factor ของปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลในกระชังแบบให้อากาศด้วยความหนาแน่นต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

	ความหนาแน่น (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)				
	100	150	200	250	300
น้ำหนักเริ่มต้น (ก.)	0.39± 0.01[a]	0.38± 0.01[a]	0.38± 0.01[a]	0.38± 0.00[a]	0.39± 0.01[a]
น้ำหนักสุดท้าย (ก.)	43.89±1.70[a]	42.42±1.10[a]	34.55±0.97[b]	30.98±0.91[c]	31.70±0.81[c]
การเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	7.87±0.06[a]	7.86±0.08[a]	7.52±0.07[b]	7.33±0.06[c]	7.33±0.02[c]
ความยาวเริ่มต้น (ซม.)	2.87±0.02[a]	2.85±0.02[a]	2.85±0.01[a]	2.85±0.02[a]	2.86±0.02[a]
ความยาวสุดท้าย (ซม.)	14.05±0.17[a]	13.94±0.51[a]	12.96±0.12[b]	11.70±0.22[c]	12.40±0.47[b]
อัตราการกินอาหาร (ก./วัน)	0.72±0.13[a]	0.70±0.08[a]	0.57±0.10[a]	0.51±0.11[a]	0.52±0.16[a]
อัตราแลกเนื้อ	1.03±0.07[a]	1.00±0.05[a]	1.16±0.16[a]	1.19±0.15[a]	1.17±0.10[a]
อัตรารอดตาย (%)	93.44±3.24[a]	91.78±1.02[a]	93.00±1.73[a]	91.87±0.92[a]	88.44±3.16[a]
ค่า Condition factor เริ่มต้น	1.66±0.04[a]	1.66±0.05[a]	1.65± 0.02[a]	1.64±0.03[a]	1.66±0.03[a]
ค่า Condition factor สุดท้าย	1.80±0.04[a]	1.77±0.05[a]	1.74±0.05[a]	1.70±0.07[a]	1.75±0.08[a]

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนที่แตกต่างกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (*p>0.01*)



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลในกระชังแบบให้อากาศด้วยความหนาแน่นระดับต่างๆ

ตารางที่ 3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตรารอดตายของปลานิลแปลงเพศที่อนุบาลในกระชังแบบให้และไม่ให้อากาศด้วยความหนาแน่นต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

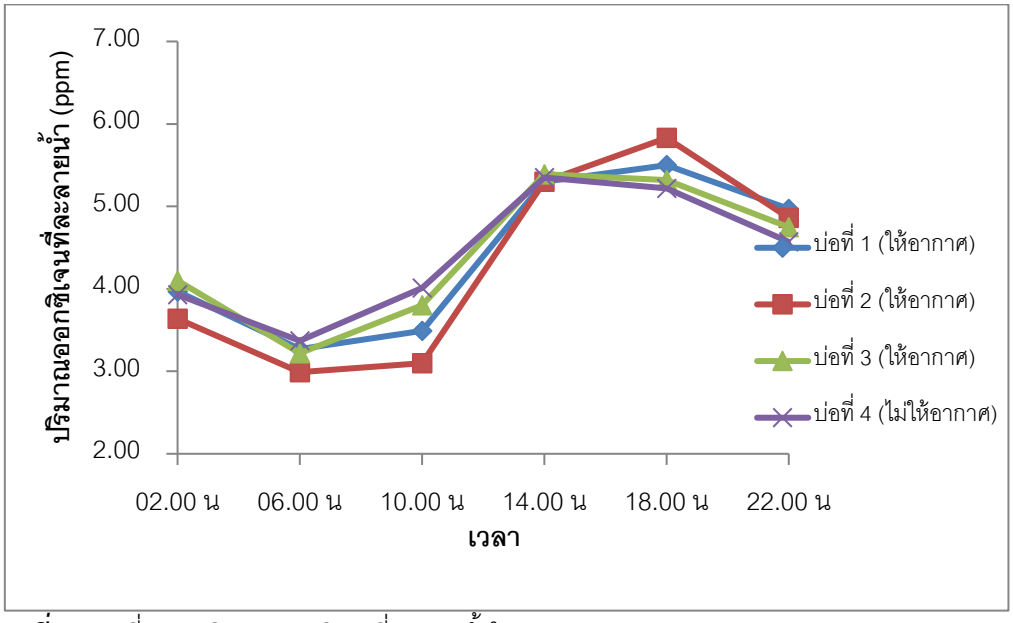
	ความหนาแน่น (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)				
	100	150	200	250	300
การเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)					
แบบให้อากาศ[1]	7.87	7.86	7.52	7.33	7.33
แบบไม่ให้อากาศ[2]	6.88	6.53	5.93	6.02	5.67
อัตรารอดตาย (%)					
แบบให้อากาศ[1]	93.44	91.78	93.00	91.87	88.44
แบบไม่ให้อากาศ[2]	87.00	85.33	82.50	82.00	78.33

หมายเหตุ [1]เป็นค่าเฉลี่ยจาก 3 บ่อทดลอง, [2] เป็นค่าจาก 1 บ่อทดลอง

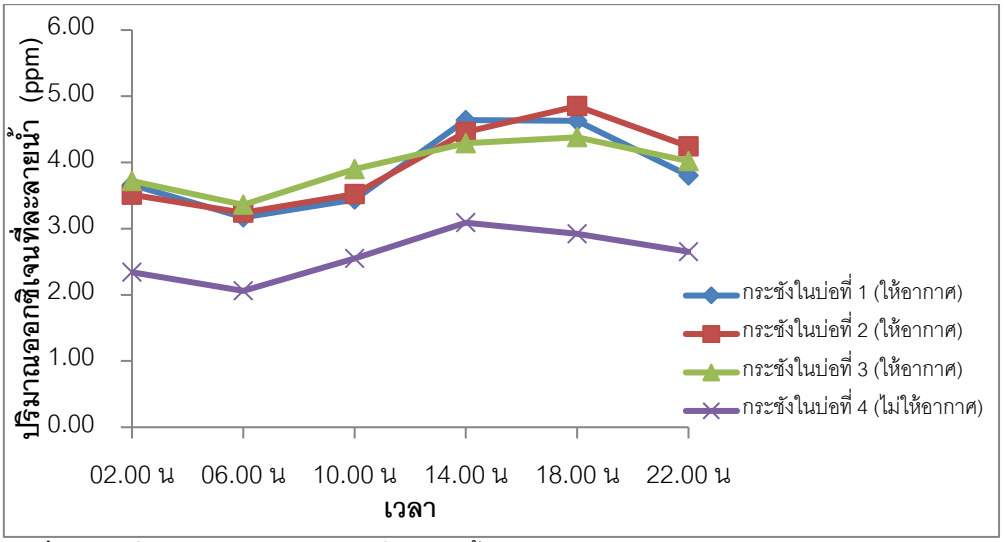
คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในบ่อที่อนุบาลปลานิลแบบให้อากาศและไม่ให้อากาศ พบว่าแต่ละบ่อมีค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ความเป็นด่าง ความกระด้าง ความขุ่น แอมโมเนียรวมและไนไตรท์ ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 27.5-31.8 ^{0}C, 7.22-7.78, 142-194 ppm, 130-185 ppm, 8.90-54.80 NTU, 0.02-0.68 ppm และ 0.007-0.101 ppm ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันของบ่อทดลองแสดงในภาพที่ 2 และค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันภายในกระชังแสดงในภาพที่ 3 โดยพบว่าในแต่ละบ่อมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มเหมือนกัน เมื่อพิจารณาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในกระชังพบว่ากระชังปลานิลที่อนุบาลแบบให้อากาศด้วยความหนาแน่นต่างๆ กัน มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้เคียงกันและแนวโน้มเหมือนกันทั้ง 3 บ่อ แต่สูงกว่าภายในกระชังที่อนุบาลแบบไม่ให้อากาศอย่างชัดเจน ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันภายในกระชังปลาที่อนุบาลแบบไม่ให้อากาศที่ทุกระดับความหนาแน่นของการอนุบาลมีค่าต่ำกว่า 3 ppm ตลอดการทดลอง ขณะที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันภายในกระชังปลาที่อนุบาลแบบให้อากาศที่ทุกระดับความหนาแน่นมีค่าไม่ต่ำกว่า 3 ppm ทั้งนี้การ

อนุบาลแบบให้อากาศช่วยให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในกระชังในช่วงเวลาวิกฤตคือ 02.00-06.00 น. มีค่ามากกว่า 3 ppm ตลอดระยะเวลาการทดลอง



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันของบ่อทดลองตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันภายในกระชังตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน

การแพร่กระจายน้ำหนักตัว

การศึกษาการแพร่กระจายน้ำหนักตัวของปลานิลที่อนุบาลในกระชังแบบให้อากาศด้วยความหนาแน่นต่างๆ พบว่าการอนุบาลด้วยความหนาแน่น 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ทำให้ร้อยละของของปลานิลขนาดเล็กคือ ขนาดน้ำหนักน้อยกว่า 30 กรัม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีค่ามากกว่าการอนุบาลด้วยความหนาแน่นอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และส่วนร้อยละของปลาขนาดใหญ่คือ ปลาขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ซึ่งเป็น

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ พบว่าปลานิลที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ลูกบาศก์ปลาเมตร มีร้อยละของปลาขนาดนี้สูงกว่าการอนุบาลด้วยความหนาแน่นอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การแพร่กระจายน้ำหนักตัวของปลานิลที่อนุบาลในกระชังแบบให้อากาศด้วยด้วยความหนาแน่นต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน (ร้อยละ)

	ความหนาแน่น (ตัว/ลูกบาศก์เมตร)				
	100	150	200	250	300
น้อยกว่า 20 กรัม[2]	11.89± 3.15^{b}	12.77± 4.91^{b}	13.25± 1.16^{b}	19.66± 1.20^{a}	22.07± 2.01^{a}
20-29 กรัม[2]	11.61± 2.06^{c}	25.43± 2.29^{b}	25.58± 4.50^{b}	31.64± 3.82^{ab}	35.37± 5.15^{a}
30-39 กรัม[2]	21.09± 2.55^{c}	26.16± 1.54^{ab}	30.61± 3.27^{a}	24.31± 1.98^{bc}	25.72± 2.21^{b}
40-49 กรัม[1]	23.14± 2.92^{a}	17.54± 5.47^{ab}	17.43± 4.82^{ab}	15.81± 1.19^{bc}	10.56± 1.54^{c}
ไม่ต่ำกว่า 50 กรัม[2]	32.27± 5.86^{a}	18.10± 0.94^{b}	13.13± 3.97^{bc}	8.57± 3.80^{cd}	6.28± 2.48^{d}
น้อยกว่า 30 กรัม[2]	23.50± 3.07^{c}	38.20± 4.77^{b}	38.83± 5.56^{b}	51.30± 4.69^{a}	57.45± 5.85^{a}
ไม่ต่ำกว่า 30 กรัม [2]	76.50± 3.07^{a}	61.80± 4.77^{b}	61.17± 5.56^{b}	48.70± 4.69^{c}	42.55± 5.85^{c}

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนที่แตกต่างกันหมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ โดย 1 = *($p<0.05$)* และ 2 = *($p<0.01$)*

ปลาขนาดน้อยกว่า 30 กรัม คือผลรวมของปลาขนาด 20-29 กรัม และปลาขนาดน้อยกว่า 20 กรัม

ปลาขนาด 30 กรัม ขึ้นไป คือผลรวมของปลาขนาด 30-39, 40-49 และ 50 กรัม ขึ้นไป

วิจารณ์ผลการวิจัย

การอนุบาลปลานิลแปลงเพศอายุ 1 เดือน หรือ ขนาดความยาว 2-3 เซนติเมตร ในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศด้วยความหนาแน่น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร จนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม พบว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมในแง่การประหยัดเวลาและผลผลิตคือ 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นสำหรับการอนุบาลแบบไม่ให้อากาศที่แนะนำโดยกรมประมง (Inland Fisheries Research and Development Bereau, 2008) อย่างไรก็ตาม การอนุบาลแบบไม่ให้อากาศต้องใช้ระยะเวลาอนุบาลนาน 60-90 วัน จึงจะได้ปลาขนาดดังกล่าว แต่ในการทดลองนี้ใช้ระยะเวลาเพียง 45 วัน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรประหยัดเวลาในการอนุบาลได้ครึ่งหนึ่งและทำให้สามารถเพิ่มรอบการผลิตได้ และการทดลองนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการอนุบาลแบบให้อากาศมีผลให้ปลามีอัตรารอดตายสูงกว่าการอนุบาลแบบไม่ให้อากาศ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Palad-im & Kraisurasre (2008) ขณะที่การเพิ่มความหนาแน่นในการอนุบาลที่สูงกว่า 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ทำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายลดลง สอดคล้องกับการอนุบาลลูกปลานิลขนาด 0.01, 0.02, 0.03 กรัม ในกระชังอวนมุ้งด้วยความหนาแน่น 1,000, 750 และ 2,670 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งทำให้ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายลดลงตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน (Ferdous *et al*., 2014; Ronald *et al*., 2014; Uddin *et al*., 2016)

มีการตั้งสมมติฐานว่าความหนาแน่นในการเลี้ยงที่สูงเกินไปทำให้ปลาเจริญเติบโตช้าเนื่องจากความเครียด ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากคุณภาพน้ำที่ด้อยลงเพราะปลามีการขับถ่ายของเสียมากขึ้น (Boyd, 1990) อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำ

ในทุกกระชังที่มีการให้อากาศของการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและปริมาณแอมโมเนียรวม ดังนั้นคุณภาพน้ำจึงไม่น่าใช่สาเหตุที่ทำให้ปลานิลที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นเพิ่มขึ้นของการทดลองนี้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายลดลง ทั้งนี้สาเหตุที่แท้จริงน่าเกิดการเลี้ยงปลาด้วยความหนาแน่นสูงทำให้ปลาเครียดเนื่องจากการแย่งชิงอาหารและที่อยู่อาศัย และส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตายและการใช้ประโยชน์อาหาร ดังเช่นกรณีของปลานิล *Oreochromis shiranus* (M'Balaka *et al*., 2013; Sanudi *et al*., 2015) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าการอนุบาลด้วยความหนาแน่นมากขึ้นทำให้ปลามีอัตราการกินอาหารลดลงและน่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อและอัตรารอดตายเช่นกัน

นอกจากนี้ความเครียดของปลาอาจมีมากขึ้นหากปลาที่เลี้ยงมีขนาดแตกต่างกัน โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปลานิลขนาดเล็กมีระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในเลือดมากขึ้นเมื่อเลี้ยงร่วมกับปลานิลขนาดใหญ่ (Barreto & Volpato, 2006) ซึ่งตามธรรมชาติแล้วปลานิลเป็นปลาที่แบ่งชนชั้นระหว่างปลาขนาดใหญ่และปลาขนาดเล็ก (Barreto & Volpato, 2006; Corrêa *et al*., 2003) โดยปลานิลขนาดใหญ่จะแย่งกินอาหารและขัดขวางไม่ให้ปลาขนาดเล็กกินอาหาร (Delicio *et al*., 2006) สอดคล้องกับการทดลองนี้ที่พบว่าการอนุบาลด้วยความหนาแน่น 200, 250 และ 300 ตัว/ลูกบาศก์เมตร มีจำนวนปลาขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ในกระชัง (คำนวณจากจำนวนปลาที่ปล่อย อัตรารอดตายและร้อยละของการแพร่กระจายของน้ำหนัก) มากกว่าความหนาแน่น 100 และ 150 ตัว/ลูกบาศก์เมตร อย่างเห็นได้ชัด ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหารและอัตราแลกเนื้อในภาพรวมของปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 3 อัตรานี้ มีค่าต่ำกว่าความหนาแน่น 100 และ 150 ตัว/ลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ ปลาขนาดใหญ่จำนวนมากขึ้นจากการอนุบาลด้วยความหนาแน่นสูง ได้ส่งผลกระทบให้ร้อยละของปลาขนาดน้ำหนักน้อยกว่า 30 กรัม เพิ่มขึ้น แต่ทำให้ร้อยละของปลาขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ลดลง ทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตปลาขนาดที่ต้องการน้อยลงหรือต้องอนุบาลด้วยใช้ระยะเวลานานขึ้น

การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อดินที่แขวนกระชังสำหรับอนุบาลปลานิลแบบให้อากาศและแบบไม่ให้อากาศภายในกระชัง พบว่ามีค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ไนไตรท์ แอมโมเนียรวมและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของปลานิล (Agbo, 2008) และแม้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อและภายในกระชังจะมีค่าเหมาะสม แต่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในกระชังที่อนุบาลปลาแบบให้อากาศมีความผันแปรน้อยกว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อและมีค่ามากกว่า 3 ppm ตลอดระยะเวลาการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการให้อากาศในกระชังอย่างต่อเนื่องช่วยควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำให้มีค่าคงที่และเหมาะสมโดยเฉพาะช่วงเวลาวิกฤตคือ 02.00-06.00 น. ขณะที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในกระชังที่อนุบาลปลานิลแบบไม่ให้อากาศมีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองต่ำกว่า 3 ppm ซึ่งเป็นค่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมและมีค่าต่ำกว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อ แสดงให้เห็นว่าไม่มีการแพร่ของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากบ่อเข้าสู่กระชังอนุบาล จึงส่งผลให้ปลานิลที่อนุบาลแบบไม่ให้อากาศมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายต่ำกว่าการอนุบาลแบบให้อากาศที่ทุกระดับความหนาแน่น และมีแนวโน้มลดลงตามความหนาแน่นในการอนุบาลที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้สาเหตุส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการอุดตันช่องตาของกระชังจากตะกอนดินและสาหร่าย ดังนั้นหากเกษตรกรไม่สะดวกในการติดตั้งระบบให้อากาศหรือต้องการอนุบาลแบบไม่ให้อากาศอาจจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดกระชัง เช่น อาจทำความสะอาดไม่ต่ำกว่าทุกๆ 2 สัปดาห์ หรืออาจมีการเปลี่ยนกระชังให้มีขนาดช่องตาใหญ่ขึ้นเมื่ออนุบาลเป็นระยะเวลานานขึ้นเพื่อให้น้ำไหลเวียนเข้าออกกระชังมากขึ้น เช่น ไม่ต่ำกว่าเดือนละครั้ง

แต่หากไม่มีการจัดการทั้งสองวิธีการนี้เกษตรกรควรอนุบาลปลานิลด้วยความหนาแน่นต่ำและใช้กระชังที่มีขนาดใหญ่เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของน้ำสำหรับการสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ และแม้ว่าในการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นว่าความ

หนาแน่นในการอนุบาลปลานิลจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ที่เหมาะสมคือ 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร แต่เป็นข้อมูลจากการทดลองโดยใช้กระชังขนาดเล็ก ซึ่งหากเกษตรกรอนุบาลลูกปลาด้วยกระชังขนาดใหญ่ขึ้นและอนุบาลแบบให้อากาศน่าจะสามารถอนุบาลได้ในอัตราที่สูงขึ้นและช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ เนื่องจากจำนวนปลาต่อกระชังที่มากขึ้นช่วยลดต้นทุนการผลิตลูกปลาต่อตัวได้ ทั้งนี้เกษตรกรอาจทดลองอนุบาลลูกปลาด้วยความหนาแน่นที่มากขึ้น เช่น ตัวอย่างเช่น 100, 125, 150, 175 และ 200 ตัว/ลูกบาศก์เมตร และพิจารณาความหนาแน่นที่เหมาะสมในแง่การประหยัดเวลาและผลผลิต ซึ่งไม่ควรเกิน 45 วัน และร้อยละของปลาขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม ซึ่งเป็นเป้าหมายของการอนุบาล ไม่ควรต่ำกว่า 75% ตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้

สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลานิลอายุ 1 เดือน ในกระชังอวนมุ้งแบบให้อากาศจนได้ขนาดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 30 กรัม โดยใช้ระยะเวลาเร็วที่สุด และได้ปลาขนาดที่ต้องการในสัดส่วนที่มากที่สุด ซึ่งพบว่าความหนาแน่น 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร เหมาะสมที่สุดเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการอนุบาลจนได้ปลาขนาดไม่ต่ำกว่า 30 กรัม เร็วที่สุดคือ 45 วัน และทำให้ได้ร้อยละของปลาขนาดดังกล่าวสูงที่สุด

2. การให้อากาศช่วยควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในกระชังที่แขวนในบ่อดินให้มีค่าคงที่และเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของปลานิล และช่วยให้ปลาเจริญเติบโตและมีอัตรารอดตายดีกว่าการอนุบาลแบบไม่ให้อากาศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง ที่สนับสนุนลูกพันธุ์ปลาและอุปกรณ์ในการทดลอง และขอขอบคุณ คุณพลพิพัฒน์ พิมพาลัย คุณชาญชัย อ่องสันเทียะ คุณประภัทร ทองดี และเจ้าหน้าที่ของสถาบันฯ ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Agbo, N.W. (2008). *Oilseed Meals as Dietary Protein Sources for Juvenile Nile Tilapia (Oreochromis niloticus L.)*. Scotland: Institute of Aquaculture, University of Sterling.

Barreto, R.E. & Volpato, G.L. (2006). Stress responses of the fish Nile tilapia subjected to electroshock and social stressors. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *39*(12), 1605-1612.

Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Alabama, USA: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.

Corrêa, S.A., Fernandes, M.O., Iseki, K.K. & Negrao, J..A. (2003). Effect of the establishment of dominance relationships on cortisol and other metabolic parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *36*(12), 1725-1731.

Delicio, H.C., Luchiari, A.C., Barreto, R.E. & Marcondes, A.L. (2006). Testing time-place learning in the cichlid fish Nile tilapia. *Journal of Ethology*, *24*(2), 195-200.

Duangsawasdi, M. & Somsiri, J. (1985). *Water Quality and Analysis Method for Fisheries Research*. Bangkok: National Inland Fisheries Institute, Department of Fisheries. (in Thai)

Ferdous, Z., Masum, M.A. & Ali, M.M. (2014). Influence of stocking density on growth performance and survival of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, *4*(2), 99-103.

Inland Fisheries Research and Development Bereau. (2008). *Knowledge Management of Breeding and Nursing Nile Tilapia*. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)

M'Balaka, M., Kassam, M.D. & Rusuwa, B. (2013). Effect of stocking density on the growth and survival of improved (F5 and F6) and unimproved native strains of *Oreochromis shiranus* (Trewavas) raised in hapas. *Indian Journal of Fisheries*, *60*(2), 151-155.

Nash, R.D.M., Valencia, A.H. & Geffen, A.J. (2006). The origin of Fulton 's condition factor setting the record straight. *Fisheries*, *31*(5), 236-238.

Nhoorit, K. (2014). Production situation and trades on Nile tilapia and its product in 2013 and trend in 2014. In *Workshop of Development Strategy on Nile Tilapia Year 2015-2019*. Petchburi: Petch Cha-am Resort. (in Thai)

Palad-im, J. & Kraisurasre, A. (2008). *Effect of Aeration and Stocking Density on Growth and Survival Rate of Male Sex Reverse Tilapia (Oreochromis niloticus, Linn)*. Bangkok: Inland Fisheries Research and Development Bereau. (in Thai)

Ronald, N., Gladys, B. & Gasper, E. (2014). The effects of stocking density on the growth and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry at Son Fish Farm, Uganda. *Journal of Aquaculture Research & Development*, *5*(2), 1-7.

Sanudi, F., Jere, B., Mzengereza, K. & Chirwa, B.B. (2015). Effect of stocking density and feed on growth of improved (F5) mono-sex *Oreochromis shiranus* reared in tanks. *Journal of Fisheries & Livestock Production, 3*(4), 1-5.

Thongma-eng, S. (2010). *Management Information System for Fish Farm: A Case Study Thongma-eng Farm.* Bangkok: Mahanakorn University of Technology. (in Thai)

Uddin, M.M., Islam, M.J. & Kunda, M. (2016). Development of value chain for sustainable quality tilapia (*Oreochromis niloticus*) seed production in cages and its distribution in the Haor Region of Bangladesh. *International Journal of Natural Sciences*, *6*(1), 33-42.