รายงานผลงานวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศ
ด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน

A Study on Feeding Formulation and Stocking Density for Nursing Sex Reversed Tilapia *(Oreochromis niloticus)* fry.

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2544
จำนวน 172,400 บาท

หัวหน้าโครงการ นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์
ผู้ร่วมโครงการ นางทิพสุคนธ์ จงเจริญ
นายอภินันท์ สุวรรณรักษ์

งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์
วันที่ 29 พฤศจิกายน 2545

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ และสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ในการจัดสรรงบประมาณวิจัยประจำปี 2544 จำนวนเงิน 172,400 บาท สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบุคคลอื่นที่มิได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความเกื้อหนุน ทำให้การวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

กองทองสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย	5
อุปกรณ์การวิจัยและวิธีการวิจัย	6
ผลของการวิจัย	9
วิจารณ์ผลการวิจัย	13
สรุปผลการวิจัย	16
เอกสารอ้างอิง	17

กองทองสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศ ด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน

A Study on Feeding Formulation and Stocking Density for Nursing Sex Reversed Tilapia *(Oreochromis niloticus)* fry.

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ทิพสุคนธ์ จงเจริญ อภินันท์ สุวรรณรักษ์

THEAPPARATH UNGSETHAPHAND

TIPSUKHON CHONGCHAROEN APHINUN SUVARNARAKSHA

ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง
คณะผลิตกรรมการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง (E1, E2 และ E3) เพื่อศึกษาผลของอาหารสูตรอาหารที่ต่างกัน, อัตราการปล่อย (StD) และระดับของวิตามินซี (AA) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR), อัตรารอด และ ผลตอบแทนเงินลงทุน (B/C ratio) ของการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชังขนาด 1×1 ม^2 แขวนในบ่อดินที่มีการใส่ปุ๋ยขนาด 1000 ม^2 โดยใช้ลูกปลาขนาด 0.33 ±0.01 ก. (E1) 0.33 ±0.01 ก. (E2) และ 0.78 ±0.01 ก. (E3) ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 6% (น้ำหนักตัว/วัน) ทำการวัดคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของลูกปลาทุก 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาของการทดลอง 90 วัน ของแต่ละการทดลอง ในการทดลองที่ 1 ปล่อยลูกปลาด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ม^2 เลี้ยงด้วยอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ หัวอาหารเป็ดไข่ : รำละเอียด (2:1, DR (38.64% CP)), ปลาป่น : รำละเอียด (2:1, FR (37.83% CP)) และ หัวอาหารหมูขุน : รำละเอียด (2:1, SR (28.34% CP)) การทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลาด้วยความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัว/ม^2 ใช้อาหารสูตร SR (28.34% CP) และการทดลองที่ 3 ใช้อาหารสูตร SR (25.04% CP) เสริมด้วย AA ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 50, 200 และ 400 มก./กก.อาหาร อนุบาลลูกปลาด้วยความหนาแน่น 200 ตัว/ม^2

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 น้ำหนักเพิ่ม (MWG), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR), ความยาวเหยียด (TL), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตรารอด ของลูกปลาไม่แตกต่างกัน (p>0.05) แต่ B/C ratio ของอาหารสูตร SR มีค่าสูงกว่าอาหารสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) การทดลองที่ 2 พบว่าปลาที่ StD 300 ตัว/ม^2 มี MWG และ SGR ต่ำกว่า แต่ FCR สูงกว่า ที่ StD 100 และ 200 ตัว/ม^2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่างกัน (p>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่าง StD 100 และ 200 ตัว/ม^2 อัตรารอด และ B/C ratio ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ในทุก StD ผลจากการทดลองที่ 3

แสดงให้เห็นว่าลูกปลาที่ได้รับอาหารเสริม AA 50-400 มก./กก.อาหาร มี MWG และ SGR ไม่แตกต่างกัน MWG และ SGR มีค่าสูงสุดในลูกปลาที่ได้รับอาหารที่เสริม AA 400 มก./กก.อาหาร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริม AA และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับค่าอื่นๆที่เหลือ อย่างไรก็ตาม B/C ratio มีค่าสูงสุดเมื่อเสริม AA 50 มก./กก.อาหาร

ABSTRACT

Three experiments (E1, E2 and E3) were set up to evaluate the effects of diets, stocking density (StD) and vitamin C (L-ascorbic acid, AA) levels on growth performance, feed conversion ratio (FCR), survival rate and benefit cost ratio (B/C ratio) of sex-reversed tilapia fry. All were conducted in hapa (1×1 m^2) suspended within a fertilized earthen pond (1000 m^2). Individual size of fish stocked (0.33 $\pm$0.01 g (E1), 0.33 $\pm$0.01 g (E2) and 0.78 $\pm$0.01 g (E3)) were fed twice daily at 6% (b.wt./day). Water quality and fish growth were monitored biweekly for the period of 90 days. In the E1, fish were stocked at 100 fish/m^2, and fed with diets with combinations of commercial egg laying duck feed : fine rice bran (2:1, DR (38.64% CP)), fish meal : fine rice bran (2:1, FR (37.83% CP)) and commercial finishing swine feed : fine rice bran (2:1, SR (28.34% CP)). The fish were randomly divided into treatments of 100, 200 and 300 fish/m^2, and fed with SR (28.34% CP) for E2. In E3, SR diet with AA levels of 0, 50, 200 and 400 mg/kg diet were each fed to fish at StD of 200 fish/m^2.

At the end of the E1, mean weight gain (MWG), specific growth rate (SGR), total length (TL), FCR and survival were unaffected by treatments ($p>0.05$). However, B/C ratio of fish fed SR diet was significantly ($p<0.05$) higher than in other groups. In the E2, fish in StD of 300 fish/m^2 had significantly ($p<0.05$) lower MWG and SGR and higher FCR than those at 100 fish/m^2 and 200 fish/m^2 but not significantly different ($p<0.05$) between 100 fish/m^2 and 200 fish/m^2. No differences ($p>0.05$) in survival and B/C ratios were found among treatments. Results from the E3 indicated there were no significantly ($p>0.05$) in MWG and SGR among fish fed diet supplemented with AA of 50-400 mg/kg diet. The highest MWG and SGR were those fed diet containing AA of 400 mg/kg diet. This was significantly higher than those fed the AA free diet. No significant variations were observed in the other parameters. However, B/C ratio was highest when 50 mg of AA/kg was added.

คำนำ

ปลานิลเป็นพันธุ์ปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตรวดเร็ว มีความทนทานปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดี รสชาดดี เป็นที่ยอมรับของตลาด และนิยมบริโภคของคนทั่วไป ปัจจุบันการเลี้ยงปลานิลจึงเป็นที่นิยมและขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็วทั่วทุกภาคของประเทศ นับได้ว่าปลานิลเข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารโปรตีนสำหรับประชาชน และเป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจัดเป็นอันดับหนึ่ง จากสถิติของกรมประมง ปี 2538 รายงานว่า มีผลผลิตปลานิลทั่วประเทศ 76,054 ตัน มีมูลค่า 1,521.08 ล้านบาท

ปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ (Sex Reversed) กันมากขึ้น เนื่องจากเป็นตัวผู้ทั้งหมด มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าตัวเมีย และไม่เกิดปัญหาการเกิดลูกแน่นบ่อเลี้ยง โดยการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศของเกษตรกรมีทั้งการเลี้ยงในบ่อและในกระชัง โดยเฉพาะการเลี้ยงในกระชังมีความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสามารถเลี้ยงได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปและให้ผลผลิตสูง ไม่ค่อยประสบปัญหากลิ่นสาบในเนื้อปลา (ยุพิน, 2541)

แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลก็คือ การปล่อยลูกปลาที่มีขาดเล็กลงเลี้ยงในบ่อที่มีการเตรียมบ่อไม่ดีหรือไม่มีการกำจัดศตรูปลาออกไปก่อน ทำให้ลูกปลามีอัตรารอดน้อยและได้ผลผลิตต่ำกว่าที่ควรจะได้รับ หากเกษตรกรมีการอนุบาลลูกปลาให้มีขนาดโตพอสมควรก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อจะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น

ยุพิน (2541) รายงานว่า เกษตรกรที่เลี้ยงปลานิลแปลงเพศเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่มักซื้อลูกปลาที่มีขนาดเท่าใบมะขามมาอนุบาลในกระชังด้วยอาหารลูกปลาสำเร็จรูป โดยให้อาหารวันละ 2-3 ครั้งประมาณ 2 สัปดาห์ และเลี้ยงต่อด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป โปรตีนสูง 25-30%

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเลี้ยงปลาของเกษตรกรด้วยการแนะนำให้เกษตรกรอนุบาลลูกปลาก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อนั้น ควรเสนอแนะวิธีการที่มีต้นทุนในการดำเนินการต่ำ และปฏิบัติได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งต้นทุนการผลิตที่สำคัญของธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือต้นทุนค่าอาหาร การจัดการที่ดี สามารถช่วยลดต้นทุนนี้ได้ (De Silva และคณะ, 1986)

Sado (1989) รายงานว่า การอนุบาลลูกปลานิลในกระชัง สามารถใช้อาหารเสริมที่มี Crude Protein 20% และใช้แหล่งโปรตีนจากพืชแทนปลาป่น สามารถทำให้ลูกปลาเจริญเติบโตได้ดี

นอกจากนี้ปัญหาการจัดหาวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมในอาหารอนุบาลลูกปลาที่มีประสิทธิภาพก็เป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นโครงการวิจัยระบบการเลี้ยงปลาแบบพื้นบ้าน ศูนย์พัฒนาการประมงน้ำจืดจังหวัดอุดรธานี แนะนำว่าการอนุบาลลูกปลาในกระชังสามารถใช้อาหารที่มีส่วนผสมของหัวอาหารเป็ดไข่ หรือหัวอาหารหมูเล็กผง 2 ส่วน ผสมกับ รำข้าว 1 ส่วน และให้อาหารวันละ 2 ครั้ง

เวียง (2542) สรุปว่า การให้อาหารลูกปลานิลขนาด 5-30 กรัม จะให้อาหารประมาณ 3-7% ของน้ำหนักตัวต่อวัน และจำนวนครั้งที่ให้อาหารแตกต่างกันไป 2-6 ครั้งต่อวัน

Guerrero (1986) พบว่าการปล่อยลูกปลาที่มีขนาดใหญ่ลงเลี้ยงในบ่อดินจะมีอัตรารอดสูงกว่าการปล่อยลูกปลาที่มีขนาดเล็ก โดยสามารถอนุบาลลูกปลานิลวัยอ่อนในกระชังอวนมุ้งเขียวในอัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร

Zonneveld และ Fedholi (1991) ทดลองเลี้ยงปลานิลแดง (Red Tilapia) ขนาด 7-15 กรัม ในบ่อซีเมนต์ ด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 28.2 และ 28.8% โดยให้อาหารจนปลากินอิ่ม พบว่า ความหนาแน่นของลูกปลา 12 ตัวต่อตารางเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด มากกว่าความหนาแน่น 0.125, 1.0, 4.0 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร

เป็นที่ทราบกันในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่าวิตามินซี เป็นวิตามินละลายน้ำที่สำคัญ และในการเลี้ยงปลามีความจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีลงในอาหารเพื่อป้องกันอาการที่เกิดจากการขาดวิตามินซี แต่เนื่องจากวิตามินซีในรูปแบบปกติ (L ascorbic acid) มีความคงทนต่ำ สามารถใช้ในการป้องกันอาการขาดวิตามินซีในสัตว์น้ำได้ แต่ต้องใช้ในปริมาณที่สูงกว่าวิตามินซีรูปแบบอื่นๆ โดยเสริมให้สูงกว่าปริมาณที่ต้องการจริง 4-5 เท่า เช่นในปลากดเหลืองจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีในรูปแบบปกติลงในอาหารอย่างต่ำ 500 มก./อาหาร 1 กก. จึงทำให้ปลาเจริญเติบโตได้ดี ไม่แสดงอาการขาดวิตามินซี (วุฒิพร, 2539 และ 2541)

ปลานิลจะแสดงอาการขาดวิตามินซี หากได้รับวิตามินซีจากอาหารไม่เพียงพอ ทำให้การเจริญเติบโตลดลง ครีบและเหงือกเปื่อย (Lim, 1996 และ Tacon, 1985) Soliman และคณะ (1994) ศึกษาถึงความต้องการของวิตามินซี ของปลานิล (*Orechromis nitoticus)* (L.) โดยทดลองเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่เสริมวิตามินซี 7 ระดับ คือ 0, 50, 75, 100, 125, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ขาดวิตามินซีจะมีอัตราเจริญเติบโตช้า ส่วนอัตราแลกเนื้อ และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร จะมีค่าดีขึ้นแปรผันตามวิตามินซีที่ได้รับเพิ่มขึ้นตั้งแต่ที่ระดับ 125 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัมขึ้นไป ระดับวิตามินซีที่แนะนำการเสริมในอาหารปลานิลอยู่ที่ระดับ 125 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม เมื่อผ่านขบวนการผลิตและเก็บรักษา แล้วจะเหลือวิตามินซีประมาณ 42 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของปลานิล

นอกจากนี้การอนุบาลลูกปลาในกระชังให้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูง ในทางปฏิบัติมักมีการผสมวิตามินซีเพิ่มเติมลงในอาหาร โดยวีรพงศ์ (2536) รายงานว่าลูกปลาวัยอ่อนมีความไวต่อการตอบสนองวิตามินซีสูงมาก และวิตามินซีพบมากในผักและผลไม้ ซึ่งไม่ได้ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลา Soliman และคณะ (1986) รายงานว่าลูกปลานิลซึ่งได้รับการถ่ายทอดวิตามินซีมาจากแม่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี จะมีอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตรารอดสูงขึ้น ในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศเชิงพาณิชย์จะผสมวิตามินซีลงไปในอาหารประมาณ 100-200 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

โดยทั่วไปความต้องการวิตามินซีเพื่อการเจริญเติบโตเป็นปกติไม่แสดงอาการขาดวิตามินซีในสัตว์น้ำนั้น อยู่ในเกณฑ์ต่ำเพียง 10-20 ppm แต่หากเสริมให้ในปริมาณสูง 1,000-2,000 มก/กก อาหาร ในปลาหางนกยูง จะช่วยลดความเครียด และเพิ่มภูมิต้านทานในสัตว์น้ำวัยรุ่นได้ดี ช่วยให้อัตรารอดสูงขึ้น (Lim และคณะ 2002) Vismara และคณะ (2000) รายงานว่า ตัวอ่อนของกบ (*Xenopus laevis*) ที่ได้แช่ในวิตามินซี 200 มก/ล จะมีความต้านทานความเป็นพิษของพาราควอทเพิ่มขึ้น

มะลิและคณะ (2533) ได้ศึกษาความต้องการวิตามินซีของลูกปลากะพงขาวในน้ำเค็ม พบว่าระดับวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 500 – 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และที่ระดับวิตามินซี 1,100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหารมีความจำเป็นต่อการรักษาระดับความปกติของวิตามินซีในเนื้อเยื่อปลา

Gouillou-Couillou et al.(1998) รายงานว่าความต้องการวิตามินซีในลูกปลาไน (*Cyprinus carpio)* ที่จะทำให้เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อสูงกว่า ความต้องการเพื่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโต เมื่อให้ลูกปลากินอาหารที่มีวิตามินซี 270 มก/กก จะตรวจพบวิตามินซีในเนื้อเยื่อปลาสูงสุด แต่การเจริญเติบโตจะดีที่สุดเมื่อได้รับวิตามินซีที่ระดับ 45 มก/กก

ดังนั้น การทดลองเลี้ยงปลานิลแปลงเพศในกระชังด้วยสูตรอาหาร ความหนาแน่น และระดับวิตามินซีที่เหมาะสม จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่า และให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด จึงน่าจะเป็นแนวทางในการช่วยสนับสนุนการเลี้ยงปลานิลให้มีการพัฒนาไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชัง
2. เพื่อศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชัง
3. เพื่อศึกษาปริมาณวิตามินซีที่เหมาะสมในอาหารอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชัง
4. เพื่อศึกษาอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศด้วยสูตรอาหารและวิธีการที่ต่างกัน

วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย

ดำเนินการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่วันที่ 5 พฤษภาคม 2544 ถึง 19 ตุลาคม 2545 รวมระยะเวลาในการทดลอง 18 เดือน

ก้องทองสุข ๆ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อุปกรณ์การวิจัย และวิธีการวิจัย

การเตรียมหน่วยทดลอง

เตรียมบ่อดิน ขนาด 1,000 ตารางเมตร จำนวน 1 บ่อ โดยใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 เพื่อให้น้ำเป็นสีเขียว (Greenwater System)ในอัตรา 4 กก.ไนโตรเจน/ตร.ม./สัปดาห์ ใช้กระชังไนลอนขนาด 1.0×1.0×1.2 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) ขึงในบ่อด้วยเสาไม้ไผ่ให้ก้นกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. และรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 30 ซม. ตลอดการทดลอง ทำการเปลี่ยนกระชังใหม่เพื่อนำกระชังเก่าไปล้างทำความสะอาดหลังจากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตรารอด ทุก 2 สัปดาห์

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกปลานิลแปลงเพศที่ใช้ในการทดลอง ซื้อมาจากฟาร์มเอกชนในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยก่อนปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงจะแช่ด้วยน้ำเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร เพื่อป้องกันโรคพยาธิที่อาจติดมา เลี้ยงปลาด้วยอาหารผงสำเร็จรูปเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนทำการทดลอง เพื่อให้ลูกปลาคุ้นเคยกับสภาพของบ่อ แล้วนับจำนวนลูกปลา ชั่งน้ำหนักรวมของปลาในแต่ละกระชังเพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปลาแต่ละตัวและสุ่มปลากระชังละ 30 ตัว วัดความยาวเหยียดลูกปลาเพื่อหาค่าเฉลี่ยความยาวของลูกปลาในแต่ละกระชัง เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวเริ่มต้นของลูกปลาก่อนการทดลอง

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารและคุณภาพน้ำ

ผสมวัตถุดิบอาหารให้เข้ากันดีแล้วบรรจุอาหารทดลองในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ –18°ซ ตลอดช่วงเวลาของการทดลอง วิเคราะห์โปรตีนในอาหารทดลอง โดยวิธี micro-Kjeldahl ตามวิธีการของ AOAC (1990) ใช้อาหารทดลองเลี้ยงลูกปลา โดยให้อาหารทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (09.00 และ 15.00 น.) ในอัตรา 6% ของน้ำหนักตัวลูกปลาต่อวัน บันทึกปริมาณอาหารที่ลูกปลากิน และปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดทุกการทดลอง

ตรวจสอบคุณภาพน้ำในกระชังทดลองทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ อุณหภูมิและ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 5[illegible]), Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophoto meter (Hach DR/2000) และค่า pH ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840)

การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

ปล่อยลูกปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.33 ±0.01 กรัมต่อตัว และความยาวเหยียด (total length) เฉลี่ย 2.53 ±0.15 ซม. ลงเลี้ยงในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. โดยใช้อาหารสูตรต่างๆกัน 3 สูตร (สูตรละ 3 ซ้ำ) ดังนี้

สูตรที่ 1 หัวอาหารเป็ดไข่ ผสม รำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (DR) โปรตีน 38.64%

สูตรที่ 2 ปลาป่น ผสม รำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (FR) โปรตีน 37.83%

สูตรที่ 3 หัวอาหารหมูผง ผสม รำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (SR) โปรตีน 28.34%

วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 9 กระชัง แบ่ง เป็น 3 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

ปล่อยลูกปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.33±0.1 กรัมต่อตัว และความยาวเหยียด (total length) เฉลี่ย 2.53 ±0.12 ซม. ลงเลี้ยงในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 100, 200, และ 300 ตัว/ตร.ม. วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 9 กระชัง แบ่ง เป็น 3 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกปลาโดยใช้สูตรอาหารที่เป็นอาหารผสมระหว่างหัวอาหารหมูผงผสมกับรำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (โปรตีน 28.34%) ซึ่งสรุปมาจากผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

ปล่อยลูกน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.78±0.01 กรัมต่อตัว และความยาวเหยียด (total length) เฉลี่ย 2.75 ±0.24 ซม. ปลาลงเลี้ยงในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. เลี้ยงลูกปลาด้วยอาหารผสมระหว่างหัวอาหารหมูผสมกับรำละเอียด อัตราส่วน 2 ต่อ 1 (โปรตีน 25.04%) เสริมด้วยวิตามินซี (L ascorbic acid) ลงในอาหารด้วยอัตราที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 50, 100, 200 และ 400 มก.ต่ออาหาร 1 กก. ตามลำดับ วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 15 กระชัง แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางสถิติ

ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และนับจำนวนลูกปลาในแต่ละกระชังทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 90 วัน และเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว คำนวณหา

- น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Mean weight gain) กรัม
  = น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)
- ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซ็นติเมตร)
  = ความยาวเฉลี่ยของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง-ความยาวเฉลี่ยของปลาเมื่อเริ่มต้น
- อัตรารอด (Survival) %
  = (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) x 100
- อัตราการแลกเนื้อ (FCR)
  = น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (ก.) / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)
- อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR) % / day

$$= 100 \times \frac{(\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

- วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยวิธีการ Partial budgets analysis โดย
  อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน (Benefit Cost Ratio, B/C ratio) ของต้นทุนค่าอาหาร
  = รายได้จากการขายลูกปลา (บาท) / ต้นทุนค่าอาหารที่ลูกปลากิน (บาท)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0.0

ลิขสิทธิ์ของ กองทองสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลการวิจัย

<u>การทดลองที่ 1</u> ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

อาหารทดลองทั้ง 3 สูตร ไม่มีผลต่อความแตกต่างของน้ำหนักเพิ่ม (MWG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ความยาวเหยียดของตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (TL) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตรารอดของลูกปลานิลแปลงเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาแปรผันตามปริมาณโปรตีนในสูตรอาหาร

ต้นทุนค่าอาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลา ด้วยอาหารสูตร SR (หัวอาหารหมูรวมผสมรำละเอียด) มีค่าต่ำสุด (8.71±0.86 บาท) และอัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน (B/C ratio) มีค่าสูงสุด (36.56 ± 3.26) แตกต่างจากอาหารสูตร DR และ FR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1
ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, อัตรารอด และผลตอบแทนเงินลงทุน ของลูกปลานิลแปลงเพศ ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นเวลา 90 วัน

	สูตรอาหาร (%โปรตีน)		
	DR (38.6%)	*FR (37.8%)*	*SR (28.3%)*
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.33 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.33 ± 0.01
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	2.26 ± 0.22	2.11 ± 0.16	1.93 ± 0.22
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, SGR (%/วัน)	2.28 ± 0.09	2.22 ± 0.07	2.13 ± 0.01
ความยาวเหยียดปลาเริ่มต้น (ซม.)	2.52 ± 0.17	2.54 ± 0.24	2.52 ± 0.15
ความยาวเหยียดปลาสุดท้าย (ซม.)	6.15 ± 0.41	5.88 ± 0.31	5.48 ± 0.24
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, FCR	2.18 ± 0.14	2.35 ± 0.16	2.55 ± 0.09
อัตรารอด (%)	76.00 ± 2.52	75.67 ± 2.40	73.33 ± 1.33
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท) [1]	8.71 ± 0.86 [a]	7.47 ± 0.69 [a]	4.08 ± 0.38 [b]
อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน, B/C ratio [2]	17.70 ± 1.31 [a]	20.49 ± 1.26 [a]	36.56 ± 3.26 [b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1 คำนวณจากราคา หัวอาหารเป็ดไข่ 32 บาท/กก, ปลาป่น 27 บาท/กก, หัวอาหารหมูรวม 14 บาท/กก, และรำละเอียด 5.30 บาท/กก

2 คำนวณโดยคิดราคาลูกปลาขนาด 5-6 ซม. ตัวละ 2 บาท

กองทองสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในกระชังทดลองอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้คือ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 22.1° ซ ถึง 23.5 ° ซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.8±0.3 ° ซ ในตอนเช้า และ อยู่ในช่วง 22.9 ° ซ ถึง 24.8 ° ซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.8±0.4 ° ซ ในตอนเย็น, ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ในช่วง 4.4 ถึง 5.5 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.9±0.2 มก/ล ในตอนเช้า และอยู่ในช่วง 10.3 ถึง 11.2 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.8±0.2 มก/ล ในตอนเย็น, ความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.4 ถึง 7.8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6±0.1 ในตอนเช้า และอยู่ในช่วง 8.8 ถึง 9.0 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.9±0.0 ในตอนเย็น, แอมโมเนีย (total ammonia) ในตอนเย็นอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 0.6 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5±0.1 มก/ล

<u>การทดลองที่ 2</u> ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

MWG, SGR และ FCR ของลูกปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยด้วยความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. มีค่าด้อยกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 100 และ 200 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนความยาวลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. มีค่าต่ำกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากลูกปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. อย่างไรก็ตามความหนาแน่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ไม่มีผลต่ออัตรารอด ของลูกปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ต้นทุนค่าอาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาแปรผันเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของลูกปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในทุกระดับความหนาแน่น แต่ไม่มีผลต่อ B/C ratio อย่างไรก็ตาม การอนุบาลลูกปลาที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ให้ B/C ratio สูงสุดเท่ากับ 35.08 ± 3.80 บาท (ตารางที่ 2)

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในกระชังทดลองอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นที่ต่างกันในการทดลองครั้งนี้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้คือ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 22.9 ° ซ ถึง 22.6 ° ซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.8±0.4 ° ซ ในตอนเช้า และ อยู่ในช่วง 24.9 ° ซ ถึง 25.7 ° ซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.3±0.2 ° ซ ในตอนเย็น, ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ในช่วง 4.2 ถึง 7.4 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.8±0.7 มก/ล ในตอนเช้า และอยู่ในช่วง 11.5 ถึง 14.4 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.0±0.6 มก/ล ในตอนเย็น, ความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.7 ถึง 8.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.9±0.1 ในตอนเช้า และอยู่ในช่วง 8.9 ถึง 9.2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.1±0.1 ในตอนเย็น, แอมโมเนีย (total ammonia) ในตอนเย็นอยู่ในช่วง 0.4 ถึง 0.6 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5± 0.0 มก/ล

ตารางที่ 2
ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, อัตรารอด และผลตอบแทนเงินลงทุน ของลูกปลานิลแปลงเพศ ที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน เป็นเวลา 90 วัน

	ความหนาแน่น (ตัว/ตารางเมตร)		
	100	*200*	*300*
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.33 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.33 ± 0.01
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	2.09 ± 0.10 [a]	1.83 ± 0.07 [a]	1.52 ± 0.01 [b]
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, SGR (%/วัน)	2.21 ± 0.04 [a]	2.09 ± 0.04 [a]	1.91 ± 0.07 [b]
ความยาวเหยียดปลาเริ่มต้น (ซม.)	2.52 ± 0.19	2.53 ± 0.19	2.53 ± 0.18
ความยาวเหยียดปลาสุดท้าย (ซม.)	6.17 ± 0.09 [a]	5.91 ± 0.05 [ab]	5.63 ± 0.07 [b]
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, FCR	2.55 ± 0.10 [a]	2.77 ± 0.14 [a]	3.48 ± 0.08 [b]
อัตรารอด (%)	73.33 ± 1.33	75.67 ± 1.85	74.00 ± 2.15
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท) [1]	4.41 ± 0.12 [a]	8.67 ± 0.37 [b]	13.27 ± 0.56 [c]
อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน, B/C ratio [2]	33.30 ± 0.38	35.08 ± 3.80	33.51 ± 1.63

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
1 คำนวณจากราคา หัวอาหารหมูรวม 14 บาท/กก, และรำละเอียด 5.30 บาท/กก
2 คำนวณโดยคิดราคาลูกปลาขนาด 5-6 ซม. ตัวละ 2 บาท

<u>การทดลองที่ 3</u> ศึกษาอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

การเสริมวิตามินซีลงในอาหารอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศมีผลทำให้ลูกปลามี MWG และ SGR เพิ่มขึ้น โดยลูกปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 400 มก/กก มี MWG และ SGR สูงกว่าลูกปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีการเสริมวิตามินซี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากลูกปลาที่ได้รับการเสริมวิตามินซี 50, 100 และ 200 มก/กก

ลูกปลาที่ได้รับการเสริมวิตามินซีในอาหารตั้งแต่ 50 มก/กก ช่วยให้ FCR มีประสิทธิภาพสูงกว่าลูกปลาที่ได้รับอาหารควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อย่างไรก็ตามการเสริมวิตามินซีในอาหารไม่มีผลต่อ TL อัตรารอด ต้นทุนค่าอาหาร และ B/C ratio ($p > 0.05$) แต่การเสริมวิตามินซีในอาหาร 50 มก/กก ให้ B/C ratio สูงสุด เท่ากับ 13.71 ± 0.70 บาท (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3
ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, อัตรารอด และผลตอบแทนเงินลงทุน ของลูกปลานิลแปลงเพศ ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นเวลา 90 วัน

	ระดับวิตามิน ซี ที่เสริมในอาหาร (มก/กก.)				
	0	50	100	200	400
น้ำหนักเพิ่ม(กรัม/ตัว)	6.92 ± 0.11 [a]	7.43 ± 0.27 [ab]	7.45 ± 0.22 [ab]	7.96 ± 0.47 [ab]	8.51 ± 0.10 [b]
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(%/วัน)	2.54 ± 0.01 [a]	2.62 ± 0.04 [ab]	2.62 ± 0.03 [ab]	2.68 ± 0.05 [ab]	2.75 ± 0.01 [b]
ความยาวเหยียดปลาสุดท้าย (ซม.)	5.18 ± 0.40	5.68 ± 0.20	5.64 ± 0.17	5.71 ± 0.17	5.58 ± 0.32
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ,FCR	2.20 ± 0.02 [a]	1.73 ± 0.06 [b]	1.78 ± 0.04 [b]	1.87 ± 0.02 [b]	1.74 ± 0.02 [b]
อัตรารอด(%)	86.83 ± 1.59	88.67 ± 1.86	92.67 ± 0.44	91.67 ± 1.64	90.67 ± 1.74
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท) [1]	29.94 ± 0.57	26.05 ± 1.76	28.19 ± 1.17	31.67 ± 2.12	31.65 ± 0.84
อัตราส่วนผลตอบแทนเงินลงทุน, B/C ratio [2]	11.61 ± 0.25	13.71 ± 0.70	13.19 ± 0.57	11.66 ± 0.69	11.47 ± 0.16

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
1 คำนวณจากราคา หัวอาหารหมูรวม 14 บาท/กก, รำละเอียด 5.30 บาท/กก และวิตามินซี 1,200 บาท/กก
2 คำนวณโดยคิดราคาลูกปลาขนาด 5-6 ซม. ตัวละ 2 บาท

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในกระชังทดลองอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้คือ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 25.7 ° ซ ถึง 27.5 ° ซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.6±0.4 ° ซ ในตอนเช้า และ อยู่ในช่วง 31.4 ° ซ ถึง 33.5 ° ซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.5±0.5 ° ซ ในตอนเย็น, ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ในช่วง 3.6 ถึง 4.6 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1±0.2 มก/ล ในตอนเช้า และอยู่ในช่วง 5.6 ถึง 6.9 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.2±0.3 มก/ล ในตอนเย็น, ความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.4 ถึง 7.9 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6±0.1 ในตอนเช้า และอยู่ในช่วง 8.3 ถึง 8.8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.5±0.1 ในตอนเย็น, แอมโมเนีย (total ammonia) ในตอนเย็นอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 0.4 มก/ล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.4±0.0 มก/ล

กองทุนสนับสนุน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วิจารณ์ผลการวิจัย

<u>การทดลองที่ 1</u> ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้อาหารทดลองที่มีโปรตีน 28.3 – 38.6% อนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชังได้ผลดี เพราะลูกปลามีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Wee และ Tuan (1988) พบว่าการทดลองเลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารที่มีโปรตีน 27.5-35% ให้ผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน และ Abdelghany (2000) รายงานว่า ระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับลูกปลานิลอยู่ในช่วง 30-40% ทำให้ลูกปลานิลมีอัตราการเติบโตไม่แตกต่างกัน

FCR ของลูกปลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อโปรตีนในอาหารลดต่ำลง ทั้งนี้เพราะ FCR เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของอาหาร โดยอาหารที่มีโปรตีนต่ำจะมีค่า FCR สูงกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง สำหรับลูกปลานิล ค่า FCR จะดีขึ้น เมื่ออาหารที่ใช้มีโปรตีนตั้งแต่ 30% ขึ้นไป (Abdelghany, 2000)

ต้นทุนค่าอาหารต่อกระชังของอาหารสูตร SR (หัวอาหารหมูรวมผสมรำละเอียด) มีราคาต่ำสุด และให้ผลตอบแทน (B/C ratio) สูงสุด ดังนั้น จึงเป็นแนวทางในการใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นได้ในพื้นที่ที่หาซื้อปลาป่นได้ยาก ทั้งยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตและได้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับความนิยมเดิมในการใช้ปลาป่นอีกด้วย

<u>การทดลองที่ 2</u> ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

MWG และ SGR ของลูกปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยด้วยความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. มีค่าต่ำกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 100 และ 200 ตัว/ตร.ม. TL ของลูกปลามีค่าลดลง เมื่อความหนาแน่นสูงขึ้น และมีค่าต่ำสุดที่ความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. แต่ที่ความหนาแน่น 100 และ 200 ตัว/ตร.ม. มีค่าไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับพรรณศรี และอภิรัตนา (2528) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลแดงในอัตรา 100, 150 และ 200 ตัว/กระชัง มีน้ำหนักเฉลี่ย 6.58, 6.50 และ 5.65 กรัม เมื่ออนุบาล 10 สัปดาห์ ปลานิลแดงมีน้ำหนักเฉลี่ย 26.30, 28.33 และ 22.53 กรัม ตามลำดับ ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ Gall และ Bakar (1999) รายงานว่าการเลี้ยงลูกปลานิลในบ่อซิเมนต์ด้วยความหนาแน่น 10-200 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 56 วัน พบว่าความหนาแน่นไม่มีผลต่อขนาดความยาวปลา

มีหลายการทดลองที่รายงานว่า การเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงปลาส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตและการกินอาหารของปลา Refstic และ Kittelsen (1976) กล่าวว่าปลาที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูงจะกินอาหารน้อยลง ซึ่งเป็นผลมาจากปลามีความสามารถในการหาและเข้าถึงอาหารได้น้อยลงเมื่อความหนาแน่นสูง และจากการทดลองของพรรณศรี และอภิรัตนา (2528) เกี่ยวกับอัตราการปล่อยปลานิลแดงที่เหมาะสมในกระชัง เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำ MWG และอัตราความหนาแน่น พบว่า MWG มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่ออัตราความหนาแน่นเพิ่มมาก

ขึ้น นอกจากนี้ FCR ยังเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองในลูกปลานิลแดง (*Oreochromis mosambicus* × *O. urolepis hornorum*) ของ D'silva และ Maughan (1995) โดยที่การทดลองครั้งนี้เป็นการให้อาหารในอัตราคงที่ 6% ของน้ำหนักตัวลูกปลาตลอดการทดลองลูกปลาที่ความหนาแน่นสูงเมื่อเข้าถึงอาหารได้น้อยลงกินอาหารน้อยลงเติบโตน้อยลง ค่า FCR จึงสูงกว่าที่ความหนาแน่นต่ำ

เมื่อศึกษาต้นทุนทางด้านอาหารต่อกระชังของลูกปลาที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่า ต้นทุนมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ B/C ratio ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่ความหนาแน่นในการอนุบาลลูกปลา 200 ตัว/ตร.ม. ให้ B/C ratio สูงสุด ซึ่งการเลือกความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ผลิตว่าเพื่อรายได้ในการจำหน่ายลูกปลา หรือเพื่อต้องการให้ลูกปลาเจริญเติบโตดี (Gomes และคณะ, 2000) เนื่องจากการจำหน่ายลูกปลานิลแปลงเพศขนาดปลานิ้ว (5-6 ซม.) นั้นจำหน่ายด้วยหน่วยนับเป็นตัว และในการทดลองครั้งนี้ ความหนาแน่นไม่มีผลต่ออัตรารอดของลูกปลา ดังนั้นการตัดสินใจอนุบาลลูกปลาในกระชังที่อัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ลบ.ม. มีความเหมาะสมมากที่สุดทั้งด้านการเจริญเติบโตของลูกปลาและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

เป็นที่น่าสังเกตว่า MWG, SGR และ FCR ในการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าสูงกว่าการทดลองที่ 3 และการทดลองที่ผ่านมาของ Souza และคณะ (2000) ทดลองในปลานิลแปลงเพศสายพันธุ์ไทย ด้วยอาหารสำเร็จรูป โปรตีน 28% Abdelghany (2000) ทดลองในปลานิลขนาด 35 ก. ด้วยอาหารที่มีโปรตีน 30-40% และ โยธินและคณะ (2521) ทดลองอนุบาลลูกปลานิลในความหนาแน่นต่างกัน ทั้งนี้เพราะเป็นการทดลองในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ที่อุณหภูมิน้ำต่ำ 22.8±0.3 ° ซ ในตอนเช้า ส่งผลให้ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ Weatherley และ Gill (1987) กล่าวว่า การเติบโตของปลาจะเพิ่มขึ้นได้ด้วยการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในการเลี้ยงให้เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ คุณภาพน้ำ และสารอาหาร และ Jobling (1993) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของอาหารขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่นอัตราการให้อาหารและอุณหภูมิน้ำ โดยประสิทธิภาพของอาหารจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจนถึงจุดสูงสุดจุดหนึ่งและจะค่อยๆลดลงหากอุณหภูมิเพิ่มต่อไปอีก นอกจากนี้ ณ อุณหภูมิสูงปลาจะกินอาหารมากขึ้นและกระบวนการย่อยอาหารจะเร็วขึ้น

อย่างไรก็ตาม Dan และ Little (2000) รายงานว่า ลูกปลานิลที่เลี้ยงผ่านฤดูหนาวทางตอนเหนือของประเทศเวียดนามแม้จะหยุดชะงักการเจริญเติบโตเมื่ออุณหภูมิต่ำก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อผ่านพ้นช่วงฤดูหนาว และคุณภาพน้ำตลอดทั้ง 3 การทดลองก็อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (Bhujel, 2000 และ Boyd, 1990)

<u>การทดลองที่ 3</u> ศึกษาอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลา

การทดลองครั้งนี้พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีระดับ 50-400 มก./กก. มี MWG และ SGR ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Shiau และ Hsu (1999, อ้างโดย พรศักดิ์,

2543) รายงานว่าปริมาณวิตามินซี ที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลานิลเท่ากับ 63.4 มก./กก. อาหาร และ Shiau และ Jan (1992) กล่าวว่าปลานิลขนาด 1.12±0.11 ก. มีความต้องการวิตามินซี ในอาหารเท่ากับ 79 มก./กก. อาหาร แต่การเสริมวิตามินซี 400 มก./กก. ลงในอาหารในการทดลองครั้งนี้ทำให้ลูกปลามี MWG และ SGR แตกต่างจากลูกปลาที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินซี ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Cavichiolo และคณะ (2000) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลขนาด 0.30 ก. เป็นเวลา 57 วัน ด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 300-1200 มก./กก. พบว่าลูกปลามีน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (3.72-3.89 ก.) และ Wutiporn (1994) ทำการทดลองใน ลูกปลานิล (น้ำหนัก 1.13-1.20 กรัม) พบว่าการเสริมวิตามินซีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอด ทั้งนี้เพราะลูกปลาได้รับวิตามินซีจากอาหารอย่างพอเพียงอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้พบว่าการเสริมวิตามินซี 50 มก./กก. ก็นับว่าเพียงพอต่อลูกปลานิลแปลงเพศ สอดคล้องกับข้อสรุปของ Shiau และ Hsu (1995) ที่ทดลองในปลานิลลูกผสม (*O. niloticus* × *O. aureus*) และ Stickney และคณะ (1984) ที่ทดลองในลูกปลานิล *O. aureus*

การทดลองครั้งนี้ยังพบว่า ความยาวเหยียดของลูกปลาก็ไม่ได้รับผลกระทบจากการเสริมหรือไม่เสริมวิตามินซี สอดคล้องกับ Cavichiolo และคณะ (2000) และ Leonardo และคณะ (2000)

ลูกปลาที่ได้รับการเสริมวิตามินซีในอาหารตั้งแต่ 50 มก./กก. ช่วยให้ FCR มีประสิทธิภาพสูงกว่าลูกปลาที่ได้รับอาหารควบคุม สอดคล้องกับ Anado และคณะ (1989 อ้างโดยพรศักดิ์, 2543) รายงานว่าปลา *Tilapia zillii* ที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีอัตราการเจริญเติบโต, FCR และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารดีกว่า กลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี

การเสริมวิตามินซีไม่มีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลา แต่มีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่อปริมาณวิตามินซีในอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Cavichiolo และคณะ (2000) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลขนาด 0.30 ก. เป็นเวลา 57 วัน ด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 300-1200 มก./กก. พบว่าลูกปลามีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน และการเสริมวิตามินซีในอาหารมีผลต่อการป้องกันพาราไซต์ได้ดี Leonardo และคณะ (2000) ทดลองเสริมวิตามินซี 0-2000 มก./กก. ในอาหารอนุบาลลูกปลานิล ขนาด 0.13-0.20 ก. พบว่าลูกปลามีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน ธนัฏฐาน และ นนทวิทย์ (2544) รายงานว่า การให้วิตามินซีโดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมียที่ใช้อนุบาลลูกกุ้ง มีผลช่วยให้ลูกกุ้งสามารถทนทานต่อความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Total ammonia nitrogen) และเมทธิลพารา-ไธออนได้มากขึ้น ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม และภาวะไร้ออกซิเจนได้ดีกว่าลูกกุ้งที่ไม่ได้รับวิตามินซี นอกจากนี้ยังช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายในกระบวนการ detoxification แต่ Leonardo และคณะ (2000) ให้ผลการทดลองที่แตกต่างออกไป โดยรายงานว่า ผลของวิตามินซีสามารถป้องกันพาราสิตภายนอก เพิ่มอัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลานิล ที่ดีขึ้นโดยการเสริมวิตามินซีที่ 1000 มก./กก. อาหาร ให้ผลดีที่สุด

ต้นทุนค่าอาหารและ B/C ratio ของการอนุบาลลูกปลาก็ไม่แตกต่างกัน เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตร ทั้งนี้เพราะลูกปลาในช่วงของการอนุบาลนี้มีขนาดเล็กกินอาหารในปริมาณน้อย ต้นทุนค่าวิตามินซีจึงไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของต้นทุนค่าอาหาร ประกอบกับอัตรารอด และ TL ของลูกปลาไม่ได้รับผลกระทบจากการเสริมหรือไม่เสริมวิตามินซี จึงไม่ส่งผลกระทบต่อรายได้จากการจำหน่ายลูกปลาที่จะส่งผลกระทบต่อ B/C ratio แต่อย่างไรก็ตาม

การเสริมวิตามินซีลงในอาหาร 50 มก./กก.ให้ B/C ratio สูงสุด จึงเป็นปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกปริมาณการเสริมวิตามินซีลงในอาหารอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศได้เป็นอย่างดีทั้งด้านผลตอบแทนและคุณภาพของลูกปลาที่ผลิตได้

สรุปผลการวิจัย

1. สามารถใช้อาหารสัตว์สำเร็จรูปแทนปลาป่นในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชังได้ โดยสูตรอาหารที่มีต้นทุนต่ำสุดและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนสูงสุดคืออาหารที่มีส่วนผสมของ หัวอาหารหมูรวมและรำละเอียด ในอัตราส่วน 2:1
2. อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชังคือ 200 ตัว/ตร.ม.เพราะให้อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนสูงสุด และลูกปลามีการเจริญเติบโตดี
3. ควรเสริมวิตามินซีในอาหารอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในกระชังอย่างน้อย 50 มก./กก. เพราะให้ผลดีทั้งในด้านเศรษฐกิจและการเติบโตของลูกปลา

กองทองสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

ธนัฏฐาน สุยวานิช และนนทวิทย์ อารีย์ชน, 2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbly dipotassium-2-sunfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรคของกุ้งกุลาดำ. ใน : การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, 151-161, กรุงเทพฯ.

พรศักดิ์ ศรีรัตนสมบูรณ์, 2543. การเปรียบเทียบผลของวิตามิน ซี รูปแบบต่างๆ ในอาหารปลานิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ. 85 น.

พรรณศรี จิริโมภาส และอภิรัตนา คุ้มเณร, 2528. การศึกษาผลผลิตของปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังด้วยอัตราการเลี้ยงต่าง ๆ กัน. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 44 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 26 น.

มะลิ บุณยรัตผลิน, นันทิยา อุ่นประเสริฐ และจารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์, 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา.

ยุพิน วิวัฒนชัยเศรษฐ์, 2541. การเลี้ยงปลานิลในกระชังที่ จ. ขอนแก่น. วารสารการประมง 51(2), 167-177.

โยธิน ลีลานนท์, ฉลอง วิลาลัย และธุชเสฏฐ์ สมปานแก้ว, 2521. การอนุบาลลูกปลานิลวัยอ่อนในกระชัง. รายงานประจำปีสถานีประมงจังหวัดพะเยา. หน้า 21-30.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536. อาหารปลา. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 216 หน้า.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง.วารสารสงขลานรินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 18(4), 413-420.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, อภิญญา สงประดิษฐ์ และปิยวรรณ สังฆมานาคิน, 2541. การใช้แอสคอบิล-2-ซัลเฟต เป็นแหล่งของวิตามินซีสำหรับปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 20(2), 149-156.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 255 หน้า.

สถิติและสารสนเทศการประมง, ฝ่าย. 2538. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2538. กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 86 หน้า.

Abdelghany, A.E., 2000. Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry using formulated semi-purified diets. *In* K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture in the 21st century. Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture,101-108 , RJ, Brazil.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. AOAC, Arlington, VA, 1298 pp.

Bhujel, R.C., 2000. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. Aquaculture 181: 37-59.

Boyd, C.E., 1990. Water quality in pond for aquaculture. Birmingham Publishing, Alabama, 482 pp.

Cavichiolo, F., Vargus, L.D., Ribeiro, R.P., Moreira, H.L.M., Botaro, D., Leonardo, J.M., 2000. Different levels of vitamin C (Ascorbic acid) and occurrence of ectoparasites, survival and biomass in fingerlings of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *In* K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture in the 21st century. Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture, 512-523 , RJ, Brazil.

Dan, N.C. and Little D.C., 2000. The culture performance of monosex and mixed –sex new-season and overwiintered fry in three strains of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. Aquaculture 184, 221-231.

D' Silva, A.M., Maughan, E., 1995. Effects of density and water quality on red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. urolepis hornorum*) in pulsed-flow culture systems. J. Appl. Aquacult. 5, 69-76.

De Silva, S.S., Gunasekera, R.M. and Keembiyahetty, C., 1986. Optimum ration and feeding frequency in *Oreochromis niloticus* young. p. 559-564. *In* J.L. Maclean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos (eds.) The First Fisheries Forum. Asain Fisheries Society, Manila, Philippines.

Gall, G.H.E., Bakar, Y., 1999. Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia. Aquaculture 173, 192-205.

Gomes, L.C., Baldisserotto, B., Senhorini, J.A., 2000. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxa, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. Aquaculture 183, 73-81.

Gouillou-Couillou, M.F., Bergot, P., Kaushik, S.J., 1998. Dietary ascorbic acid needs of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. Aquaculture 161, 453-461.

Guerrero, R.D. III., 1986. Production of Nile tilapia fry andfingerlings in earthen ponds at Pila, Languna, Philippines, p. 49-52. *In* J.L. Maclean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos (eds.) The First Fisheries Forum. Asain Fisheries Society, Manila, Philippines.

Jobling, M., 1993. Bioenergetics: feed intake and energy partitioning. In: Rankin, J.C., Jensen, F.B. (Eds.) Fish Ecophysiology, Chapman & Hall, London, pp. 1-44.

Leonardo, J.M.L.O., Vargas, L., Ribeiro, R.P., Cavichiolo, F., Marques, H.L., 2000. Effect of different levels of vitamin C on ectoparasite occurrence, survival rate and total biomass of thailandese Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae. *In* K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture

in the 21st century. Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture, 512-523 , RJ, Brazil.

Lim, L.C., Dhert, P., Chew, W.Y., Dermaux, V., Nelis, H., Sorgeloos, P., 2002. Enhancement of stress resistance of Guppy *Poecilia reticulata* through feeding with vitamin C supplement. Journal of world aquaculture society 33(1), 32-40.

Refstie, T., Kittelsen, A., 1976. Effect of density on growth and survival of artificially reared Atlantic salmon. Aquaculture 8, 319-326.

Sado, E.K., 1989. Tilapia feeds and nutrition: Screening of experiment diets for the semi-intensive culture of tilapia, Annual Report of Natural Institute of Freshwater Fish Resources Nigeria 1988-1989. p.167-174.

Shiau, S.Y., Jan, F.L., 1992. Dietary ascorbyl acid requirement of tilapia juvenile (*O. niloticus* × *O. aureus*). Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries, 58(4), 671-675.

Shiau, S.Y., Hsu, T.S.L., 1995. Ascorbyl-2-sulfate has equal antiescorbutic activity as ascorbyl-2-monophosphate for tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. Aquaculture, 133(2),147-157.

Soliman, A.K., Jauncey, K. and Roberts, R.J., 1986. The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, Survival rate and fry performance in *Oreochromis mossambicus (peters)*. Aquaculture 59,197-208.

Soliman, A.K., Jauncey, K., Roberts, R.J., 1994. Water - soluble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia; *Oreocheomis niloticus* (L.). Aquaculture and fisheries Management 25, 269-276.

Souza, V.L., Silva, P.C., Padua, D.M.C., Dalacorte, P.C., 2000. Comparison of productive performance of sex reversed male Nile tilapia, *Oreocheomis niloticus* (Thai strain) and Tetra hybrid red tilapia, (Israeli strain). *In* K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture in the 21st century. Proceedings from the fifth international symposium on Tilapia aquaculture, 83-87, RJ, Brazil.

Stickney, R.R., Mc Geachin, R.B., Lewis, D.H., Mazks, J., Riggs, A., Robinson, E.H., Wurts, W., 1984. Response of tilapia aurea (*Oreochromis aureus*) to dietary vitamin C. Journal world Mariculture society, 15, 179-185.

Vismara, C., Vailati, G., Bacchetta, R., 2000. Reduction in paraquat embriotoxicity by ascorbic acid in *Xenopus laevis*. Aquatic toxicology 51, 293-303.

Weatherley, A.H., Gill, H.S., 1987. The biology of fish growth. Academic Press, London, 443 p.

Wee, K. L. and Tuan N. A., 1988. The effect of dietary protein levels on growth and reproduction of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K., Maclean, J.L., (Eds.), The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceedings, 15, Department of fisheries, Bangkok. Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources, Manila Philippines, 623 pp.

Wutiporn, P., 1994. Effect of vitamin C levels on growth performance, feed conversion rates, survival rates and histopathology of gill, liver and kidney of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. Songkhlanakarin J. Sci. Technol. 16(2), 113-124.

Zonneveld, N. and Fadholi, R., 1991. Feed intake and growth of red tilapia at different stocking density in ponds in Indonesia. Aquaculture 99, 83-94.

ของหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้