



รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้



เรื่อง ²⁴⁶ การศึกษาความต้องการสารอาหาร ในกบบูลฟร็อก

A Study on Nutrients Requirement in Bullfrog, *Rana catesbieana*

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2542 - 2543

จำนวน 272,600 บาท

หัวหน้าโครงการ นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

ผู้ร่วมโครงการ
นายนิวัติ หวังชัย
นายกระสินธุ์ หังสพฤกษ์
นายสุฤทธิ สมบูรณ์ชัย

งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

วันที่ 4 ธันวาคม 2544

655/45

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ และสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ในการจัดสรรงบประมาณวิจัยประจำปี 2542 - 2543 จำนวนเงิน 272,600 บาท สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบุคคลอื่นที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความเกื้อหนุน ทำให้การวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

๖
กองห้องสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย	7
อุปกรณ์การวิจัยและวิธีการวิจัย	8
ผลของการวิจัย	14
วิจารณ์ผลการวิจัย	19
สรุปผลการวิจัย	23
เอกสารอ้างอิง	24

๒
กองห้องสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การศึกษาความต้องการสารอาหารในกบบูลฟร็อก

A Study on Nutrients Requirement in Bullfrog, *Rana catesbeiana*

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

กระสินธุ์ หังสพฤกษ์

THEPPARATH UNGSETHAPHAND

KRASINDH HANGSAPREURKE

นิวุฒิ หวังชัย

สุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย

NIWOOT WHANGCHAI

SURIT SOMBOONCHAI

ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง

คณะผลิตกรรมการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาผลของระดับโปรตีน ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุรวม และวิตามินซีในอาหาร ต่อ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (MWG) อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงโดยแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ซึ่งในแต่ละการทดลองจะเลี้ยงกบบูลฟร็อกในบ่อคอนกรีต (60 ตัว/ตร.ม.) จำนวน 3 ซ้ำ ให้อาหารจนสังเกตได้ว่ากบกินอิ่มวันละ 2 ครั้ง จัดบันทึกปริมาณอาหารที่กบกินทุกวัน ตลอดการทดลอง 120 วัน

ในการทดลองที่ 1 เป็นการทดลองแบบแฟกตอเรียล 3x2 โดยใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 4 ระดับ (25, 30, 35 และ 40% CP) และระดับไขมันต่างกัน 2 ระดับ (8 และ 10% DM) การทดลองที่ 2 ใช้อาหารทดลองที่มีระดับโปรตีนคงที่ (30% CP) แต่มีระดับไขมันต่างกัน 4 ระดับ (8, 10, 12 และ 14% DM) ในการทดลองที่ 3 และ 4 ใช้อาหารทดลองที่มีระดับโปรตีน ไขมัน และพลังงานคงที่ (30% CP, 10% DM และ 1.2 kJ/kg) แต่มีระดับวิตามินและแร่ธาตุรวมและวิตามินซี ต่างกัน 4 ระดับ (0, 0.5, 1 และ 2%) ในแต่ละการทดลองตามลำดับ

ผลจากการทดลองที่ 1 พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) รวมทั้งอัตราการรอดของกบก็ไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 25% ทั้ง 2 ระดับไขมัน (8 และ 12%) จะมี MWG และ ADG ต่ำกว่ากบที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) FCR ของกบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 40% มีค่าต่ำกว่ากบที่เลี้ยงอาหารที่มีโปรตีน 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับไขมันในอาหารจาก 8 เป็น 12% ไม่มีผลต่ออัตราการรอดของกบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าทำให้ MWG และ ADG มีค่าเพิ่มขึ้น ผลจากการทดลองที่ 2 พบว่า กบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับไขมันต่ำสุด (8%) หรือสูงสุด (14%) มีค่า MWG และ ADG ต่ำกว่า ($p < 0.05$) กบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนปานกลาง (10 และ 12%) แต่ระดับไขมันที่ต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการรอด และ FCR ของกบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการทดลองที่ 3 พบว่าการ

เสริมวิตามินและแร่ธาตุรวม ในอาหารที่ระดับ 0.5, 1 และ 2% ไม่มีผลต่อ MWG, ADG, FCR และ อัตรารอดของ กบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับการทดลองที่ 4 ระดับวิตามินซีที่เสริมเข้าไปในสูตรอาหาร ไม่มี ผลต่อ MWG, ADG และ FCR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่กบที่ได้รับอาหารควบคุมที่ไม่ได้มีการ เสริมวิตามินซี ก็ไม่ได้แสดงอาการของการขาดวิตามินซีแต่อย่างใด นอกจากกบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมด้วย วิตามินซี 2% มีอัตราการสูงกว่ากบที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากกบที่ เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมวิตามินซี 0.5 และ 1%

ผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า ระดับของสารอาหารที่เหมาะสมในสูตรอาหารเลี้ยงกบบูลฟร็อก ภายใต้สภาวะแวดล้อมของการทดลองในครั้งนี้ คือ โปรตีน 30% ไขมัน 10% และวิตามินซี 0.5%

กองห้องสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ABSTRACT

The effects of dietary protein, lipid, vitamins and minerals mixed (MM) and vitamin C (L-ascorbic acid, AA) levels on mean weight gain (MWG), average daily weight gain (ADG), feed conversion ratio (FCR) and survival rate of bullfrog were measured in the series of four trials. Triplicate groups of young bullfrog in concrete tank (60 frogs/m²) were fed to apparent satiation twice a day. Daily feed consumption was recorded for 120 days. In the first trial, young bullfrog were fed diets containing four protein levels (25, 30, 35 and 40% CP) and two lipid levels (8 and 12% DM) according to factorial design. Four isonitrogenous diets (30% CP) with increasing dietary lipid levels (8, 10, 12 and 14% DM) were fed to young bullfrog for second trial. In the third and fourth trials, four isonitrogenous (30% CP) and isoenergetic (1.2 kJ/kg, 10% DM lipid) diets with MM and AA levels of 0, 0.5, 1 and 2% were evaluated.

Results from the first trial indicated there were no significant ($p > 0.05$) interaction between dietary protein and lipid levels. No differences ($p > 0.05$) in survival were found among treatments. Significantly ($p < 0.05$) lowest MWG and ADG was observed in frog fed the 25% CP at 8 and 12% lipid levels. Feed conversion ratio (FCR) of frog fed diet containing 40% CP was lower than that in frog fed diet containing 25% CP. Increasing the dietary lipid level produced no significant effects on survival. However, increasing the level of lipid in the diet from 8 to 12%, resulted in higher MWG and ADG. In the second trial, frog fed either the lowest (8%) or highest (14%) lipid tended to produce lower ($p < 0.05$) MWG and ADG. Survival and FCR were not significantly affected by the dietary lipid concentration. In the third trial, no significant differences were found in survival, MWG, ADG and FCR in frog fed the 0.5, 1, 1.5 and 2% MM, or the control (0% MM) diets. In trial four, there was no effect of AA intake on MWG, ADG and FCR. Furthermore, no deficiency signs were observed in each treatment, or the control (0% AA). However, a significantly ($p < 0.05$) higher survival was observed in frog fed a diet containing 2% AA than frog fed the AA free diet except for those fed the diets supplemented with 0.5 and 1% AA.

In summary, the optimum nutrient levels for bullfrog growth and survival under our experimental conditions were 30% CP, 10% lipid and 0.5% vitamin C.

คำนำ

ในปัจจุบัน ความต้องการอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันที่ธรรมชาติถูกทำลายไปมาก ทำให้เกษตรกรต้องพยายาม หาแนวทางการเกษตรแนวใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มรายได้ เช่น การขุดบ่อเลี้ยงปลา การเลี้ยงกบ ฯลฯ ในการเลี้ยงกบนัน้ได้รับความสนใจจากเกษตรกรจำนวนมาก เพราะลงทุนน้อย ใช้เวลาสั้น และดูแลง่าย กบที่เลี้ยงได้แก่ กบนา นอกเหนือจากนี้ยังมีอีกชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความสนใจมาก คือ กบมูลฟร็อก แต่ในปัจจุบันยังประสบปัญหาด้านอาหารที่เหมาะสม และต้นทุนด้านอาหารอีกทั้งการศึกษาความต้องการสารอาหารในกบมีน้อยมาก จากข้อมูลและปัญหาดังกล่าว ทำให้มีความสนใจ เพื่อหาสร้างสูตรอาหารกบโดยการศึกษาความต้องการสารอาหาร และสร้างสูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อการเลี้ยงกบมูลฟร็อกและเป็นข้อมูลทางวิชาการและเป็นแนวทางกับเกษตรกรผู้สนใจต่อไป

กบมูลฟร็อกมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25-38 องศาเซลเซียส เมื่ออายุได้ประมาณ 1 ปี มีน้ำหนักประมาณ 400 กรัม (มุสตี, 2535) ในการเลี้ยงกบเนื้อ เอกพจน์ (2538) ได้แนะนำว่า ลูกกบเล็กควรลงบ่อเลี้ยงในอัตรา 100 ตัว/ตร.ม. และเมื่อกบอายุได้ 4 เดือนควรเลี้ยงในอัตรา 50 ตัว/ตร.ม. เมฆและคณะ (2520) รายงานว่าการเจริญเติบโตของกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารไกร่นผสมกับปลาสด โดยเลี้ยง 4 เดือน น้ำหนักเริ่มต้น 5.43 กรัม และเมื่อเลี้ยงได้ 1,2,3 และ 4 เดือน กบนามีน้ำหนักตัว 16-90, 40-135, 90-170 และ 100-247 กรัม ตามลำดับ ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของกบมูลฟร็อก ที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาเบ็ดสดอย่างเดียว โดยมีน้ำหนักเริ่มต้น 5-9 กรัม เมื่อเลี้ยงได้ 1,2,3,4,5,6 และ 7 เดือน กบมีน้ำหนักตัว 16-47, 50-120, 64-154, 49-226, 80-300, 98-390 และ 128-460 กรัม ตามลำดับ

ทรงพรรณ (2531) รายงานว่าในการขุนกบของเกษตรกรทั่ว ๆ ไป จะใช้วัสดุอาหารที่หาง่าย ต้นทุนถูก เช่น ปลาสด และเริ่มหันมาใช้อาหารสำเร็จรูป การเลี้ยงใช้เวลา 4 เดือน จะได้ขนาด 3-4 ตัวต่อกิโลกรัม การให้อาหารกบควรให้วันละ 2 เวลา คือ มือเช้าและมือเย็น (มุสตี, 2530)

วิทย์ และคณะ (2530) ได้ทดลอง เลี้ยงกบโดยใช้อาหารเม็ด พบว่าถ้าหากทำให้อาหารเม็ดเคลื่อนไหว กบจะชอบกินมากกว่าอาหารที่อยู่นิ่ง และอาหารที่ใช้ขุนกบควรมีโปรตีน 20-30 เปอร์เซ็นต์ ธนาภรณ์ และประเสริฐ (2531) ได้ทดลองเลี้ยงกบโดยใช้อาหารสูตร สปข.12 โดยให้เลี้ยงกบเล็กด้วยปลาเบ็ดผสมอาหารสูตร สปข.12 ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และต่อจากนั้นก็ให้อาหารสูตร สปข. อย่างเดียว โดยให้วันละ 2 มือ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน เมื่อเลี้ยงได้ 6 เดือน กบมีน้ำหนักเฉลี่ย 500 กรัม Sarwono (1992) รายงานว่าการเลี้ยงกบมูลฟร็อก (*R. catesbeiana*) โดยให้อาหารเม็ดที่มีโปรตีน 28 % และอาหารสดเสริม อัตราการปล่อย 50-100 ตัว/ตร.ม. น้ำหนักเริ่มต้น 5-10 กรัม เมื่อเลี้ยงครบ 4 เดือน กบมีน้ำหนัก 100-150 กรัม สุชาติ (2538) ได้ทดลองเลี้ยงลูกกบมูลฟร็อกขนาด 3.9-4.2 กรัมโดยทดลองนาน 15 เดือนพบว่าลูกกบเลี้ยงด้วยอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 30 และ 40 %ให้อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าลูกกบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 50 และ 60% เต็มดวง (2537) รายงานว่า ในการเลี้ยงกบเนื้อ เกษตรกรนิยมให้อาหารปลาสดมากกว่าอาหารกบเนื่องจากอาหารกบมีราคาแพงกว่าและเกษตรกรเชื่อว่าอาหารทั้งสองให้อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

สมศักดิ์ และ นิรุณี (2540) แนะนำว่า อาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงกบมูลฟร็อก ขนาด 3.86 กรัม คือ อาหารปลาสด และอาหารกบ โดยให้ผลอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีอัตราการเจริญเติบโต

1.40 และ 1.34 กรัมต่อวันตามลำดับ และมีอัตราการรอด 63.10 และ 65.00% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์อาหารปลาและอาหารกบมีปริมาณโปรตีน 29.32 % และ 28.50 % ตามลำดับ

McGoogan และ Gatlin III (2000) กล่าวว่าไขมันเป็นแหล่งพลังงานที่สัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง การเสริมไขมันเข้าไปในสูตรอาหาร เพื่อสร้างอาหารที่มีพลังงานสูงทำให้เกิดผลของ protein-sparing effect ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารและการเจริญเติบโตดีขึ้น Sheen และ Wu (1999) รายงานว่า ระดับไขมันที่เหมาะสมในสัตว์แต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน เช่นในกุ้ง *Penaeus japonicus* จะเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเสริมในอาหารด้วยน้ำมันตับปลา cod ผสมน้ำมันถั่วเหลือง ในอัตรา 6% ส่วนในกุ้งกุลาดำ จะเติบโตได้ดี เมื่อเสริมด้วยน้ำมันตับปลาและน้ำมันข้าวโพด (2:1) ในอัตรา 4-11% ระดับไขมันที่เหมาะสมในกุ้ง *Penaeus chinensis* อยู่ในช่วง 3.6-9.6% ในปูทะเลอยู่ในช่วง 5.3-13.8% ซึ่งไขมันในอาหารเป็นแหล่งสำคัญของพลังงานและกรดไขมันที่จำเป็น จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาระดับไขมันที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการเติบโตที่ดีที่สุดในสัตว์ทดลอง

วิลล (2526) รายงานว่า วิตามินและแร่ธาตุเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการเพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่ และเพื่อป้องกันโรคที่เกิดจากการขาดวิตามินและแร่ธาตุอาจมีความแตกต่างกับปริมาณที่ต้องมีในอาหารอย่างมาก เนื่องจากอุปนิสัยในการกินอาหาร ความสามารถในการสังเคราะห์วิตามินได้เอง โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ระบบการเลี้ยงขนาดของสัตว์น้ำ สารอาหารที่มีในอาหาร กรรมวิธีการผลิต และเก็บรักษาและคุณภาพของน้ำที่มีอิทธิพลต่อปริมาณของวิตามินและแร่ธาตุในอาหาร

สมพงศ์ (2535) กล่าวว่า อาหารปลาอัดเม็ดลอยน้ำที่ใช้เลี้ยงกบนี้ จะใช้ 3 ระยะ เหมือนกับการเลี้ยงปลานั้นคือ ช่วงที่เป็นลูกออดจะให้อาหารปลาถุงเล็กพิเศษ ช่วงกบวัยรุ่น ให้อาหารปลาถุงเล็กและในช่วงกบขุนจะให้อาหารปลาถุงใหญ่ แต่ต้องผสมวิตามินลงไปด้วยเนื่องจากวิตามินที่มีในอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของกบ เมื่อผสมวิตามิน แล้วสามารถช่วยลดความเครียดของกบได้

วีรพงศ์ (2536) รายงานว่า จากสูตรอาหารปลา สูตร สปข.1 สปข.2 สปข.11 ซึ่งเป็นสูตรใช้เลี้ยงปลานิล ปลาสวาย ปลาไน ปลาอีสงเทศ และปลาดุกตามลำดับ ใช้พรีมิกซ์เท่ากับ 1% ทุกสูตร ส่วนสูตร สปข.4 สปข.5 สปข.12 ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้เลี้ยงปลาดุกใหญ่ ปลาดุกกลาง ปลาดุกด้าน ปลาช่อน มีปริมาณพรีมิกซ์ที่ใช้เท่ากับ 1.6 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นปริมาณที่ปลาเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

สุพจน์ และคณะ (2533) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวด้วยวิตามินรวมระดับต่างๆ กัน พบว่าลูกปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมวิตามินซี เพียงอย่างเดียวและเสริมวิตามินรวมมีการเจริญเป็นปกติ อัตราการรอดตายอยู่ระหว่าง 80 - 90% ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่เสริมวิตามิน มีอัตราการรอดตายเพียง 13.3% แสดงให้เห็นว่าปลากะพงขาวมีความไวต่อการขาดวิตามินรวมมาก โดยเฉพาะวิตามินซี และระดับวิตามินรวมต่ำสุดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงขาว คือ 0.5%

สิทธิและคณะ (2532) รายงานว่า ทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวขนาด 1.2 - 1.7 ซม. ด้วยอาหารเม็ดเปียกที่มีวิตามินซี 6 ระดับ 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25% ของน้ำหนักอาหารแห้งเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีวิตามินซีเลย เจริญเติบโตช้าในช่วงแรกและหยุดการเจริญเติบโตใน 6 สัปดาห์หลัง มีองค์ประกอบเลือดผิดปกติและมีค่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและในตับต่ำ ปลากะพง

ชาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินซี 0.05% เจริญเติบโตช้าและมีความต้านทานโรคต่ำมีค่าองค์ประกอบเลือดและไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและในตับดีขึ้น ส่วนปลากะพงชาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินซี 0.10-0.25% มีองค์ประกอบเลือดและค่าไกลโคเจนใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์ปกติ มีการเจริญเติบโตดีและมีความต้านทานโรคสูง

Soliman และคณะ (1994) ศึกษาถึงความต้องการของวิตามินซี ของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) (L.) โดยทดลองเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่เสริมวิตามินซี 7 ระดับ คือ 0, 50, 75, 100, 125, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารที่ขาดวิตามินซีจะมีอัตราเจริญเติบโตช้า ส่วนอัตราแลกเนื้อ และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร จะมีค่าดีขึ้นแปรผันตามวิตามินซีที่ได้รับเพิ่มขึ้นตั้งแต่ที่ระดับ 125 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัมขึ้นไป ระดับวิตามินซีที่แนะนำการเสริมในอาหารปลานิลอยู่ที่ระดับ 125 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม เมื่อผ่านกระบวนการผลิตและเก็บรักษา แล้วจะเหลือวิตามินซีประมาณ 42 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของปลานิล

ธัญญา และนนทวิทย์ (2544) การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสต์ลาร์วา (PL) ที่ได้รับวิตามินซี ในรูป L-ascorbyl; dipotassium - 2 - sulfate dihydrate โดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมีย 4 ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าลูกกุ้งทุกชุดที่ได้รับวิตามินซีมีอัตราการตายต่ำกว่าชุดควบคุม เมื่อนำลูกกุ้งระยะ PL 19 มาทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Vibrio harveyi* พบว่าลูกกุ้งชุดที่ได้รับวิตามินซีมีความต้านทานต่อเชื้อดีกว่าชุดควบคุม

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

วุฒิพร (2539) รายงานว่า ทำการทดลองเลี้ยงปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยตัวละ 1.25 กรัม พบว่า อาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 มก. ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กก. เพียงพอต่อการเสริมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากดเหลือง

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

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความต้องการสารอาหารได้แก่ โปรตีน ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุรวม และวิตามินซี ของ กบ บูลฟร็อก
2. เพื่อศึกษาอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกบบูลฟร็อก

วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย

ดำเนินการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม 2542 ถึง 4 ธันวาคม 2544 รวมระยะเวลาในการ
ทดลอง 24 เดือน

กองห้องสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อุปกรณ์การวิจัย และวิธีการวิจัย

บ่อทดลอง

ใช้บ่อซีเมนต์ขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ $1.0 \times 1.5 \times 1.0$ เมตร พื้นที่บ่อมีความลาดเอียงเพื่อสะดวกต่อการถ่ายเทน้ำ ชัดทำความสะอาดบ่อ และล้างบ่อโดยการใช้น้ำเกลือเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร ตากบ่อทิ้งไว้ 7 วัน ก่อนปล่อยลูกกบลงเลี้ยง เติมน้ำให้มีความสูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร โดยมีพื้นที่น้ำประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่บ่อ ล้างทำความสะอาดและเปลี่ยนน้ำทุกวัน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง ใช้แผ่นกระเบื้องลอนคู่ขนาด 50×50 เซนติเมตร วางบนซีเมนต์บล็อกไว้ที่มุมบ่อเป็นถาดใส่อาหาร ใช้ตาข่ายพรางแสง 80% ปิดปากบ่อตลอดทุกการทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกกบมูลฟร็อกที่ใช้ในการทดลองนำมาจากฟาร์มเอกชนในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยปล่อยลูกกบทดลองในอัตราความหนาแน่น 60 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยงกบด้วยอาหารที่ใช้ทำการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนทำการทดลอง เพื่อให้กบคุ้นเคยกับอาหารและสภาพของบ่อ แล้วชั่งน้ำหนักลูกกบรวมในแต่ละบ่อ เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นของลูกกบก่อนการทดลอง

อาหารทดลองและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหาร

ทำการผสมวัตถุดิบอาหารให้เข้ากันดีแล้วเติมน้ำกลั่นประมาณ 400 มล/กก แล้วทำการอัดเม็ดด้วยเครื่องบดเนื้อ นำเม็ดอาหารที่ได้ไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 35°C ประมาณ 6 ชม. เพื่อให้มีความชื้นเหลืออยู่ประมาณ 10-15% ซึ่งอาหารที่ได้จะเป็นอาหารเม็ดจม บรรจุอาหารทดลองในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ -20°C ตลอดช่วงเวลาของการทดลอง

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอาหารในอาหารทดลอง โดยวิธีการดังต่อไปนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย micro-Kjeldahl, ไขมันโดยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxhlet method, เยื่อใย โดยวิธี fritted glass crucible, เถ้า โดยการเผาใน muffle furnace 550°C 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105°C 24 ชม. ตามวิธีการของ AOAC (1995)

การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของระดับโปรตีนและไขมันที่แตกต่างกัน

วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 4×2 จำนวน 3 ซ้ำ ใช้บ่อในการทดลอง ทั้งหมด 24 บ่อ เลี้ยงกบมูลฟร็อกด้วยอาหารทดลองทั้งหมด 8 สูตร โดยมีระดับโปรตีน 4 ระดับ คือ 25% 30% 35% และ 40 % และไขมัน 2 ระดับ คือ 8% และ 12% (จากการเสริมด้วยน้ำมันถั่วเหลือง 2 ระดับ คือ 3% และ 7 %) โดยควบคุมให้มีระดับพลังงานในอาหารทดลองใกล้เคียงกันทุกสูตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกบมูลฝอยหรือในการทดลองที่ 1

	% โปรตีน	25	30	35	40	25	30	35	40
	% ไขมัน		8				12		
ส่วนประกอบ (%)									
ปลาป่น		26.1	35.2	44.3	53.3	26.1	35.2	44.3	53.3
กากถั่วเหลือง		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
ปลายข้าว		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
รำละเอียด		17.4	14.1	10.8	7.5	17.4	14.1	10.8	7.5
น้ำมันถั่วเหลือง		3.0	3.0	3.0	3.0	7.0	7.0	7.0	7.0
ไฟเบอร์		28.0	22.2	16.4	10.6	24.0	18.2	12.4	6.6
วิตามินและแร่ธาตุรวม ¹		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ผลการวิเคราะห์ (% น้ำหนักแห้ง)									
ความชื้น		6.3	6.7	7.2	7.7	6.4	6.2	6.5	6.8
โปรตีน		25.1	30.2	34.9	40.0	25.2	30.1	35.0	39.8
ไขมัน		8.1	8.0	8.0	8.2	12.2	12.0	12.1	11.8
คาร์โบไฮเดรต		24.0	22.6	21.3	19.9	24.0	22.6	21.3	19.9
พลังงาน ² (kJ/kg)		1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
เถ้า		10.5	12.8	15.1	17.5	10.5	12.8	15.1	17.5

¹ วิตามินและแร่ธาตุรวม ประกอบด้วย : วิตามิน เอ 30,000 IU/กก, วิตามิน ดี 3 4,800 IU/กก, วิตามิน อี 30 มก/กก, วิตามิน เค 3 4.95 มก/กก, วิตามิน บี 1 3.3 มก/กก, วิตามิน บี 2 6.75 มก/กก, วิตามิน บี 12 67.5 มก/กก, กรดนิโคตินิก 9.0 มก/กก, ทองแดง 1.5 มก/กก, เหล็ก 150 มก/กก, ไอโอดีน 2.25 มก/กก, แมงกานีส 132 มก/กก, สังกะสี 132 มก/กก, โคบอลต์ 1.95 มก/กก, แคลเซียม 792 มก/กก

² คำนวณโดยใช้ : คาร์โบไฮเดรต x 16.7 J/kg ; โปรตีน x 16.7 J/kg ; ไขมัน x 37.7 J/kg

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของระดับไขมันที่แตกต่างกัน

เลี้ยงกบมูลฟร็อกด้วยอาหารทดลอง ที่มีโปรตีน 30% ซึ่งสรุปมาจากผลการทดลองที่ 1 แต่มีระดับไขมันต่างกัน 4 ระดับคือ 8%, 10%, 12% และ 14% (จากการเสริมด้วยน้ำมันถั่วเหลือง 3, 5, 7 และ 9% ตามลำดับ) วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้บ่อในการทดลอง ทั้งหมด 12 บ่อ แบ่ง เป็น 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ โดยควบคุมให้มีระดับพลังงานในอาหารทดลองใกล้เคียงกันทุกสูตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกบมูลฟร็อกในการทดลองที่ 2

% ไขมัน	8	10	12	14
<i>ส่วนประกอบ (%)</i>				
ปลาป่น	35.5	35.5	35.5	35.5
กากถั่วเหลือง	20.0	20.0	20.0	20.0
ปลายข้าว	5.0	5.0	5.0	5.0
รำละเอียด	15.9	15.9	15.9	15.9
น้ำมันถั่วเหลือง	3.0	5.0	7.0	9.0
ไฟเบอร์	20.1	18.1	16.1	14.1
วิตามินและแร่ธาตุรวม ¹	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>ผลการวิเคราะห์ (% น้ำหนักแห้ง)</i>				
ความชื้น	6.9	6.8	7.0	6.9
โปรตีน	30.0	30.2	30.0	29.9
ไขมัน	8.0	10.1	12.0	14.2
คาร์โบไฮเดรต	24.1	24.3	24.3	24.2
พลังงาน ² (kJ/kg)	1.2	1.3	1.4	1.4
เถ้า	13.1	12.8	13.2	13.0

¹ วิตามินและแร่ธาตุรวม ประกอบด้วย : วิตามิน เอ 30,000 IU/กก, วิตามิน ดี 3 4,800 IU/กก, วิตามิน อี 30 มก/กก, วิตามิน เค 3 4.95 มก/กก, วิตามิน บี 1 3.3 มก/กก, วิตามิน บี 2 6.75 มก/กก, วิตามิน บี 12 67.5 มก/กก, กรดนิโคตินิก 9.0 มก/กก, ทองแดง 1.5 มก/กก, เหล็ก 150 มก/กก, ไอโอดีน 2.25 มก/กก, แมงกานีส 132 มก/กก, สังกะสี 132 มก/กก, โคบอลต์ 1.95 มก/กก, แคลเซียม 792 มก/กก

² คำนวณโดยใช้ : คาร์โบไฮเดรต x 16.7 J/kg ; โปรตีน x 16.7 J/kg ; ไขมัน x 37.7 J/kg

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการเสริมวิตามินและแร่ธาตุในระดับที่แตกต่างกัน

เลี้ยงกบมูลฟร็อกด้วยอาหารทดลองที่มีโปรตีน 30% และไขมัน 10% (จากการเสริมด้วยน้ำมันถั่วเหลือง 5%) ซึ่งสรุปมาจากผลการทดลองที่ 1 และ 2 แต่มีระดับวิตามินและเกลือแร่รวมต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 0.5, 1, และ 2% วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้บ่อในการทดลอง ทั้งหมด 12 บ่อ แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ โดยควบคุมให้มีระดับพลังงานในอาหารทดลองใกล้เคียงกันทุกสูตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกบมูลฟร็อกในการทดลองที่ 3

วิตามินและแร่ธาตุรวม (%)	0	0.5	1	2
ส่วนประกอบ (%)				
ปลาป่น	31.0	31.0	31.0	31.0
กากถั่วเหลือง	20.0	20.0	20.0	20.0
ปลายข้าว	5.0	5.0	5.0	5.0
รำละเอียด	13.9	13.9	13.9	13.9
น้ำมันถั่วเหลือง	5.0	5.0	5.0	5.0
ไฟเบอร์	25.1	24.6	24.1	23.1
วิตามินและแร่ธาตุรวม ¹	0.0	0.5	1.0	2.0
ผลการวิเคราะห์ (%น้ำหนักแห้ง)				
ความชื้น	6.4	6.5	6.0	6.5
โปรตีน	30.0	30.0	30.0	30.1
ไขมัน	10.0	10.0	10.2	10.3
คาร์โบไฮเดรต	19.5	19.3	19.3	19.1
พลังงาน ² (kJ/kg)	1.2	1.2	1.2	1.2
เถ้า	11.6	12.0	11.2	11.5

¹ วิตามินและแร่ธาตุรวม ประกอบด้วย : วิตามิน เอ 30,000 IU/กก, วิตามิน ดี 3 4,800 IU/กก, วิตามิน อี 30 มก/กก, วิตามิน เค 3 4.95 มก/กก, วิตามิน บี 1 3.3 มก/กก, วิตามิน บี 2 6.75 มก/กก, วิตามิน บี 12 67.5 มก/กก, กรดนิโคตินิก 9.0 มก/กก, ทองแดง 1.5 มก/กก, เหล็ก 150 มก/กก, ไอโอดีน 2.25 มก/กก, แมงกานีส 132 มก/กก, สังกะสี 132 มก/กก, โคบอลต์ 1.95 มก/กก, แคลเซียม 792 มก/กก

² คำนวณโดยใช้ : คาร์โบไฮเดรต x 16.7 J/kg ; โปรตีน x 16.7 J/kg ; ไขมัน x 37.7 J/kg

การทดลองที่ 4 ผลของการเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน

เลี้ยงกบมูลฟร็อกด้วยอาหารทดลองที่มีโปรตีน 30% ไขมัน 10% (จากการเสริมด้วยน้ำมันถั่วเหลือง 5%) และระดับวิตามินและเกลือแร่รวม 0% ซึ่งสรุปมาจากผลการทดลองที่ 1, 2 และ 3 แต่มีระดับวิตามินซี (L ascorbic acid) ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 0.5, 1, และ 2 % วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้บ่อในการทดลอง ทั้งหมด 12 บ่อแบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำโดยควบคุมให้มีระดับพลังงานในอาหารทดลองใกล้เคียงกันทุกสูตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกบมูลฟร็อกในการทดลองที่ 4

วิตามินซี(%)	0	0.5	1	2
ส่วนประกอบ (%)				
ปลาป่น	37.4	37.4	37.4	37.4
กากถั่วเหลือง	20.0	20.0	20.0	20.0
ปลายข้าว	5.0	5.0	5.0	5.0
รำละเอียด	8.0	8.0	8.0	8.0
น้ำมันถั่วเหลือง	5.0	5.0	5.0	5.0
ไฟเบอร์	24.6	24.1	23.6	22.6
วิตามินซี	0.0	0.5	1.0	2.0
ผลการวิเคราะห์ (%น้ำหนักแห้ง)				
ความชื้น	7.3	7.6	7.3	7.5
โปรตีน	30.4	30.4	30.0	30.2
ไขมัน	10.2	10.1	10.0	10.2
คาร์โบไฮเดรต	20.8	20.7	20.4	20.9
พลังงาน ¹ (kJ/kg)	1.2	1.2	1.2	1.2
เถ้า	11.8	11.6	11.6	11.9

¹ คำนวณโดยใช้ : คาร์โบไฮเดรต x 16.7 J/kg ; โปรตีน x 16.7 J/kg ; ไขมัน x 37.7 J/kg

การให้อาหารและเปลี่ยนถ่ายน้ำ

ให้อาหารวันละ 2 ครั้งในช่วงเวลาเช้าและเย็น (08.00 และ 17.00 น.) โดยกองอาหารไว้บนกระเบื้องให้อาหารแก่ลูกกบกินจนเต็มท้อง โดยให้อาหารครั้งละน้อยแล้วสังเกตเมื่อกบหยุดกินอาหารจึงหยุดให้ แล้วจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละมื้อตลอดการทดลอง

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการชั่งน้ำหนัก และคำนวณอัตราการรอดของกบทดลอง โดยวิธีนับจำนวนตัวในแต่ละบ่อทดลองทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลอง 120 วัน นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Mean weight gain) กรัม

$$= \text{น้ำหนักกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \text{น้ำหนักกบเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}$$

อัตราการรอด (Survival) %

$$= (\text{จำนวนกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนกบเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่กิน (ก.)} / \text{น้ำหนักกบที่เพิ่มขึ้น (ก.)}$$

น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (Average daily weight gain) กรัม/วัน

$$= \frac{\text{น้ำหนักกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \text{น้ำหนักกบเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

จำนวนวันที่ทำการทดลอง

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0.0 แต่ในการทดลองที่ 1 หากพบว่าปฏิเสธพันธะระหว่างทรีตเมนต์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Student T-Test

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ผลของระดับโปรตีนและไขมันที่แตกต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงกบมูลฟร็อกอาหารทดลองที่มีโปรตีน 4 ระดับ และไขมัน 2 ระดับ ใช้เวลาการทดลอง 120 วัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5

1.1 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของระดับโปรตีนและระดับไขมัน

พบว่าไม่มีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับโปรตีนและระดับไขมันต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในกบมูลฟร็อก

1.2 ผลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราการรอดของกบมูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนทั้ง 4 ระดับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกบมูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยโปรตีน 25% และ 40% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีค่าต่ำสุดที่ระดับโปรตีน 25% ซึ่งแตกต่างจากระดับโปรตีนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่พบว่า ที่ระดับโปรตีน 30, 35 และ 40% ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ณ ระดับไขมันเดียวกัน

1.3 ผลของระดับไขมันที่แตกต่างกัน

พบว่าความแตกต่างของระดับไขมัน 2 ระดับ คือ 8% และ 12% ไม่มีผลต่ออัตราการรอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ความแตกต่างของระดับไขมันมีผลต่อน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่ระดับโปรตีน 30, 35 และ 40% โดยกบมูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมัน 12% มีน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมัน 8% (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5

ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ด้วยอาหารมีระดับโปรตีน และไขมัน ต่างกัน ในระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไขมัน (%)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว) (Initial weight)	น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/ตัว) (Weight gain)	อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน) (Daily weight gain)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio)	อัตรารอด (%) (Survival rate)
25	8	11.81 ± 0.40	34.06 ± 2.66 ^a	0.28 ± 0.02 ^a	1.77 ± 0.13 ^a	62.78 ± 8.73
	12	11.72 ± 0.03	37.32 ± 3.17 ^a	0.31 ± 0.03 ^a	1.63 ± 0.08 ^a	68.89 ± 2.00
30	8	12.22 ± 0.36	53.23 ± 5.57 ^{bc}	0.44 ± 0.04 ^{bc}	1.45 ± 0.01 ^{ab}	74.45 ± 4.94
	12	11.43 ± 0.51	73.74 ± 3.75 ^{de}	0.61 ± 0.03 ^{de}	1.43 ± 0.04 ^{ab}	61.11 ± 3.89
35	8	10.83 ± 0.57	59.11 ± 1.24 ^c	0.49 ± 0.08 ^c	1.43 ± 0.02 ^{ab}	62.78 ± 5.88
	12	11.41 ± 0.46	72.12 ± 2.39 ^{de}	0.60 ± 0.02 ^{de}	1.42 ± 0.10 ^{ab}	75.55 ± 1.47
40	8	12.30 ± 0.24	65.84 ± 3.47 ^{cd}	0.55 ± 0.03 ^{cd}	1.37 ± 0.07 ^b	66.11 ± 8.07
	12	12.24 ± 0.25	84.89 ± 2.60 ^e	0.71 ± 0.02 ^e	1.36 ± 0.04 ^b	59.44 ± 3.64

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)

โปรตีน	NS	0.000	0.000	0.008	NS
ไขมัน	NS	0.000	0.000	NS	NS
โปรตีน×ไขมัน	NS	NS	NS	NS	NS

หมายเหตุค่าเฉลี่ย (± S.E.) ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสมมุติเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ NS = Not significant.

การทดลองที่ 2 ผลของระดับไขมันที่แตกต่างกัน

อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร ไม่มีผลต่ออัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อ ของกบบูลฟร็อกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามอัตรารอดของกบบูลฟร็อกมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับไขมันในอาหารทดลอง

น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่มีระดับไขมันต่ำสุด 8% มีค่าต่ำกว่าอาหารสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อาหารทดลองที่มีระดับไขมันสูงสุด

14% กลับมี น้ำหนักเพิ่ม และ อัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำกว่าอาหารที่มีระดับไขมัน 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 6

ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับไขมันแตกต่างกัน 4 ระดับ ในระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน

	ระดับไขมัน (%)			
	8%	10%	12%	14%
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	13.86 $\pm$ 0.51	13.29 $\pm$ 0.20	13.31 $\pm$ 0.04	13.51 $\pm$ 0.36
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	67.07 $\pm$ 1.46 ^a	94.53 $\pm$ 1.48 ^b	88.25 $\pm$ 2.89 ^b	78.29 $\pm$ 1.34 ^c
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	0.56 $\pm$ 0.02 ^a	0.79 $\pm$ 0.02 ^b	0.74 $\pm$ 0.02 ^b	0.65 $\pm$ 0.01 ^c
อัตรารอด(%)	70.73 $\pm$ 5.46	81.87 $\pm$ 3.53	77.03 $\pm$ 4.49	84.83 $\pm$ 3.53
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.47 $\pm$ 0.04	1.42 $\pm$ 0.03	1.42 $\pm$ 0.03	1.37 $\pm$ 0.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ($\pm$ S.E.) ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 3 ผลของการเสริมวิตามินและแร่ธาตุในระดับที่แตกต่างกัน

กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีปริมาณระดับวิตามินและแร่ธาตุ 4 ระดับ คือ 0% (ชุดควบคุม) 0.5, 1% และ 2% มีอัตรารอด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าที่ระดับวิตามินและแร่ธาตุ 2% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันดีที่สุด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7

ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกบกุลฟร็อกที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ด้วยอาหารที่เสริมด้วยวิตามินและแร่ธาตุ 4 ระดับ ในระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน

	ระดับวิตามินและแร่ธาตุ(%)			
	0%	0.5%	1%	2%
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	8.17 ± 0.08	8.05 ± 0.04	8.76 ± 0.14	8.88 ± 0.40
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	32.21 ± 0.73	35.56 ± 2.50	37.04 ± 1.49	37.44 ± 1.31
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	0.33 ± 0.02	0.39 ± 0.03	0.41 ± 0.02	0.41 ± 0.02
อัตรารอด(%)	73.33 ± 2.31	74.82 ± 1.34	72.96 ± 1.62	72.22 ± 1.70
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.97 ± 0.08	1.71 ± 0.18	1.72 ± 0.19	1.64 ± 0.08

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (± S.E.) ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 4 ผลของการเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงกบกุลฟร็อกในบ่อซีเมนต์ ด้วยอาหารทดลองที่มีระดับวิตามินซีแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0% (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2% พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกบกุลฟร็อกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

แต่วิตามินซีในอาหารทดลองมีผลต่ออัตรารอดของกบกุลฟร็อก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกบกุลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ได้รับการเสริมวิตามินซี 2% จะมีอัตรารอดสูงสุดมีค่าเท่ากับ $76.67\% \pm 1.28$ แตกต่างจากกบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ไม่มีการเสริมวิตามินซี ซึ่งมีอัตราการรอดต่ำสุด $71.48\% \pm 0.74$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกบที่เสริมวิตามินซี 0.5% และ 1% ซึ่งมีอัตรารอดเท่ากับ 74.26 ± 1.30 และ 72.96 ± 0.37 ตามลำดับ (ผลการทดลองดังตารางที่ 8)

ตารางที่ 8

ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมวิตามินซีในระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ ในระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน

	ระดับวิตามินซี (%)			
	0%	0.5%	1.0%	2.0%
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	8.82 ± 0.39	8.95 ± 0.34	8.63 ± 0.09	8.35 ± 0.20
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	36.20 ± 1.75	34.76 ± 0.92	35.12 ± 1.54	35.51 ± 0.86
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	0.23 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01
อัตรารอด(%)	71.48 ± 0.74 ^a	74.26 ± 1.30 ^{ab}	72.96 ± 0.37 ^{ab}	76.67 ± 1.28 ^b
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.57 ± 0.08	1.92 ± 0.19	1.81 ± 0.17	1.55 ± 0.09

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (± S.E.) ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลของระดับโปรตีนและไขมันที่แตกต่างกัน

ในการทดลองครั้งนี้พบว่ากบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 30, 35 และ 40% มีน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ดีกว่ากบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 25% สอดคล้องกับวิทย์และคณะ (2530) รายงานว่ากบมูลพริกขนาด 3.9 – 4.2 กรัม ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 30 – 40% มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด สมศักดิ์ และนิวุฒิ (2540) ทดลองเลี้ยงกบมูลพริกในเวลา 120 วัน พบว่าอาหารปลาและอาหารกบมูลพริกซึ่งมีโปรตีน 29.32 และ 28.50 % ทำให้กบมูลพริกมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารสุนัขและอาหารไก่ ซึ่งมีโปรตีน 26.86 และ 20.93% ตามลำดับ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่ระดับโปรตีน 30% เป็นอาหารที่มีระดับโปรตีนเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกบมูลพริก เวียง (2542) กล่าวว่า โปรตีนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำคือ โปรตีนที่น้อยที่สุดที่ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตดีที่สุด แม้จะมีระดับโปรตีนสูงเกินความต้องการก็จะไม่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโต ทั้งนี้ เพราะโปรตีนจะต้องถูกเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานเสริมกับพลังงานจากไขมันและคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงควรเลือกอาหารที่มีระดับโปรตีน 30% ในการเลี้ยงกบมูลพริกในบ่อซีเมนต์ ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการเกษตร (2542) รายงานว่าเมื่อลูกกบมูลพริกอายุประมาณ 2 เดือน ควรให้อาหารที่มีโปรตีน 28 – 35%

ที่ระดับโปรตีนต่ำ 25% นั้น การเพิ่มระดับไขมันจาก 8% เป็น 12% ไม่มีผลต่อน้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ สอดคล้องกับสัตว์น้ำหลายชนิดที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำแต่พลังงานสูงจะกินอาหารลดลง เพราะได้รับพลังงานในปริมาณที่พอเพียงแล้ว ซึ่งอาจทำให้สัตว์น้ำได้โปรตีนไม่เพียงพอกับความ ต้องการ หรือไม่สามารถกินอาหารได้มากพอกับความ ต้องการของร่างกายเพราะขีดจำกัดด้านกายภาพ เช่น ความจุของกระเพาะอาหาร แม้ว่าสัตว์น้ำบางชนิดสามารถขยายขนาดของกระเพาะอาหารได้ แต่ก็ยังต้องใช้พลังงานที่มากขึ้นในการย่อยอาหารที่มีสารอาหารต่ำแต่มีปริมาณมากทำให้เหลือพลังงานไปสร้างการเจริญเติบโตลดลง ดังนั้นจึงควรเพิ่มระดับโปรตีนควบคู่ไปกับการเพิ่มระดับพลังงานเพื่อให้สัตว์น้ำได้รับสารอาหารอย่างพอเพียงแม้จะกินอาหารลดลง ในการให้อาหารสัตว์น้ำ (McGoogan และ Gatlin III, 2000)

ระดับไขมันมีผลต่อน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกบมูลพริก ที่ระดับโปรตีน 30, 35 และ 40% โดยกบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมัน 12% มีน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมัน 8% ในการทดลองที่ 1 อธิบายได้โดย Ogata and Shearer (2000) กล่าวว่าไขมันสามารถนำไปสู่การสะสมโปรตีนและช่วยในการปรับปรุงให้ประสิทธิภาพอาหารและการเจริญเติบโตขึ้น สมศักดิ์ และนิวุฒิ (2540) ทดลองเลี้ยงกบมูลพริกด้วยอาหารสำเร็จรูป พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารสุนัขซึ่งมีโปรตีน 26.86% และมีไขมัน 7.45% มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่ ซึ่งมีโปรตีน 20.93% และไขมัน 4.99% Yamamoto et al., (2000) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของไขมันในอาหารที่มีโปรตีน

สูงช่วยปรับปรุงการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราท์ เวียง (2542) กล่าวว่า สัตว์น้ำที่ได้รับไขมันน้อยเกินไปทำให้ร่างกายได้รับพลังงานและกรดไขมันชนิดจำเป็นน้อยตามลงไปด้วย ร่างกายจึงต้องหาพลังงานจากแหล่งอื่นมาชดเชย โดยการสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตจากอาหาร รวมทั้งสลายไขมันที่สะสมในร่างกาย โปรตีนจึงถูกเผาผลาญเป็นพลังงาน แทนที่จะถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต ในที่สุดทำให้สัตว์น้ำอ้วนและน้ำหนักลดลง

แต่ในการทดลองที่ 2 น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่มีระดับไขมันต่ำสุด 8% มีค่าต่ำกว่าอาหารสูตรอื่นที่มีระดับไขมันสูงขึ้น แต่อาหารทดลองที่มีระดับไขมันสูงสุด 14% กลับมี น้ำหนักเพิ่ม และ อัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำกว่าอาหารที่มีระดับไขมัน 10 และ 12% ซึ่งผลเสียของอาหารที่มีไขมันสูงต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำนั้นมีรายงานในพวก crayfish โดย Ackefors et al. (1992) รายงานว่า crayfish มีอัตราการเติบโตและอัตราการลดลง เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมัน 16% เปรียบเทียบกับ 9% ที่ระดับโปรตีน 22% เท่ากัน NRC (1983) รายงานว่าไขมันในอาหารที่สูงเกินไปทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ของไขมันได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีแหล่งพลังงานจากโภชนาตัวอื่นมาทดแทน โดยพบว่าในปู green crab ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันตับปลา cod 12-15% จะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเล็กน้อย ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้แสดงว่าระดับไขมัน 10% นั้นเหมาะสมสำหรับการสร้างสูตรอาหารกบบูลฟร็อกที่มีโปรตีน 30% มากกว่าระดับไขมันที่สูงหรือต่ำเกินไป (8 และ 14%)

ผลของการเสริมวิตามินและแร่ธาตุในระดับที่แตกต่างกัน

กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินและแร่ธาตุปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 ระดับ มีอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองในเตาของประโยชน์และคณะ (2535) ได้ศึกษาผลของวิตามินรวมและโคแคลเซียมฟอสเฟต ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของลูกเตากระเทียมและลูกเตากระเทียม พบว่าอัตราการตายเป็น 100% ไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ มะลิและคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาคผลของวิตามิน โคลิโน ไนอาซีน อินซิทอล และวิตามินอี ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร และอัตราการรอดของปลากะพงขาววัยรุ่นในน้ำจืด ผลการศึกษาพบว่าอัตราการรอดของปลากะพงขาวในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันเช่นกัน

กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินและแร่ธาตุในระดับต่างๆ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าที่ระดับวิตามินและแร่ธาตุ 2% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ต่ำกว่าระดับอื่น คล้ายกับการทดลองในปลากะพงขาวของสุพจน์และคณะ (2533) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวด้วยวิตามินรวมระดับต่างๆ กัน พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมวิตามินรวมในระดับที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างกัน แม้ว่าปลาที่กินอาหารที่มีการเสริมวิตามินรวมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เสริมวิตามินรวม เป็นไปได้ว่าที่ระดับการเสริมวิตามินและแร่ธาตุรวม 2% มีปริมาณวิตามินและแร่ธาตุสูงจึงทำให้มีวิตามินอี แร่ธาตุเหล็ก และแมกนีเซียมสูง วีรพงศ์ (2536) รายงานว่า ถ้าปลา

ขาดวิตามินซี จะทำให้เจริญเติบโตช้า ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงซึ่งคล้ายกับแร่ธาตุเหล็กและแมกนีเซียม คือ ถ้าปลาขาดจะทำให้เบื่ออาหาร ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ

การศึกษาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน พบว่า กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามิน และแร่ธาตุที่ระดับ 0, 0.5, 1 และ 2% มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับจูอะดี (2530) ซึ่งได้ทดลอง เสริมหัวอาหารในปริมาณที่ต่างกันลงในเนื้อปลาเปิดที่เลี้ยงลูกปลากะพงขาวพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นไม่มีความ แตกต่างกัน และมีแนวโน้มว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นของกบบูลฟร็อกในบ่อซีเมนต์ด้วยอาหารผสมวิตามินและแร่ธาตุ 2% มี อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าที่ระดับอื่น เพราะที่ระดับ 2% มีปริมาณวิตามินและแร่ธาตุสูงจึงทำให้มีเหล็ก แมกนีเซียม แมงกานีส และโคบอลต์สูง ซึ่งวีรพงศ์ (2536) ได้รายงานไว้ว่า แร่ธาตุเหล่านี้ช่วยในกระบวนการเมตาบอลิซึมของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ให้ทำงานดีขึ้น และช่วยให้การเจริญเติบโต

ผลของการเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน

ในการทดลองครั้งนี้ปริมาณการเสริมวิตามินซีในอาหารอยู่ในระดับสูงที่นับว่าเพียงพอ เนื่องจากเป็นวิตามิน ซีในรูปแบบปกติ (L-ascorbic acid) ซึ่งมีความคงทนต่ำ ดังนั้นจึงต้องเสริมลงในอาหารให้มากกว่าปกติ 4-5 เท่า เพื่อ ป้องกันการเสื่อมสลายของวิตามินในกระบวนการต่างๆ (วุฒิพร และคณะ, 2541) นอกจากนี้ วุฒิพร (2539) ยังแนะนำว่า ระดับวิตามินซีขั้นต่ำสุดที่ควรมีการเสริมลงไปในการปลากดเหลืองตั้งแต่ 500 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีความสำคัญต่อการเร่งการเจริญเติบโต ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดียิ่งขึ้น

แต่ในการทดลองครั้งนี้พบว่า การเสริมวิตามินซีในอาหารของกบบูลฟร็อก ไม่มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ซึ่งขัดแย้งกับหลายการทดลองที่ผ่านมา วุฒิพรและคณะ (2541) รายงานว่า การ เสริมแอสคอบิล - 2 - ซัลเฟต ในอาหารปลากดเหลือง 240 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ให้ผลต่อการเจริญเติบโตดีที่สุด สุภฎา และวุฒิพร (2541) รายงานว่า การเสริมแอสคอบิล - 2 - โมโนฟอสเฟตในอาหารปลากดเหลือง 45 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เพียงพอสำหรับปลา มะลิ (2531) รายงานว่า วิตามินซีมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหารสุขภาพและการอยู่รอดของปลากะพงขาว มะลิ และคณะ (2533) รายงานว่าวิตามินซีในอาหารมีความสำคัญยิ่งต่ออัตราการเจริญเติบโตระดับ 700 มก. ต่ออาหาร 1 กก. เป็น การเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตสูงสุด ไม่มีอาการผิดปกติ มะลิ และคณะ (2536) รายงานว่า การเสริม AsMP-Mg (L-ascorbyl-2-phosphate-Mg) ในอาหารปลากะรังที่ระดับ 30, 60 และ 100 มก.ต่อ กก.อาหาร ช่วยทำให้ปลา มี อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และอัตราการรอด ดีขึ้น และช่วยป้องกันการขาดวิตามินซีได้ Fracalossi และคณะ (1998) รายงานว่าปลาที่ไม่ได้รับอาหารที่มีวิตามินซีมีน้ำหนักต่ำกว่าปลาที่ให้อาหารเสริม วิตามินซี

เหตุผลของการทดลองเป็นเช่นนี้เป็นไปได้ว่ากบบูลฟร็อกสามารถสังเคราะห์วิตามินซีขึ้นได้เองจากไต ตาม รายงานของ Fracalossi et al. (2001) รายงานว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน นก และ ปลาหลายชนิดสามารถสังเคราะห์วิตามินซีขึ้นได้เองที่ไต Elwood (1985) กล่าวว่าสัตว์หลายชนิดที่ไม่ต้องการ

วิตามินซีจากแหล่งอาหารภายนอก เพราะสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้จากไต หรือตับ ได้แก่ หนู วัว แมว สุนัข กบ และไก่ แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองในภายหลังพบว่า ความสามารถดังกล่าวได้สูญหายไปในช่วงสายพันธุ์ จึงทำให้กบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณวิตามินซีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตอย่างเป็นปกติ ทั้งนี้เพราะกบทดลองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม ที่ไม่มีการเสริมวิตามินซีก็ไม่ได้แสดงอาการขาดวิตามินซีออกมาให้เห็นตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง หรืออีกกรณีหนึ่งก็เป็นไปได้ว่ากบทดลองได้รับวิตามินซีอย่างพอเพียงกับความต้องการจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตอาหารทดลอง ดังเช่นการทดลองของ Sato et al. (1978) ที่ทำการทดลองในลูกปลาไน (น้ำหนัก 0.25 และ 35 กรัม) และ Wutiporn (1994) ทำการทดลองใน ลูกปลานิล (น้ำหนัก 1.13-1.20 กรัม) พบว่าการเสริมวิตามินซีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด ทั้งนี้เพราะลูกปลาได้รับวิตามินซีจากอาหารอย่างพอเพียงอยู่แล้ว

อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้พบว่าวิตามินซีมีผลต่ออัตราการรอดของกบมูลพริก โดยกบมูลพริกที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ไม่มีการเสริมวิตามินซีมีอัตราการรอดต่ำสุด ส่วนกลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินซี 0.5-2% จะมีอัตราการรอดดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับหลายๆ การทดลองที่กล่าวถึงผลของการเสริมวิตามินซีในสูตรอาหารทำให้สัตว์ทดลองมีความต้านทานโรคและสารพิษที่เป็นอันตรายดีขึ้น เช่น Merchie และคณะ (1997) ในลูกปลา และสัตว์ประเภท กุ้ง, ปู Henrique et al. (1998) ในปลา Seabream (*Sparus aurata*) ลูกปลา Yellow tail Merchie (1998) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีในอาหารจาก 100 เป็น 3,400 มก.ต่ออาหาร 1 กก. ซึ่งเป็นผลทำให้กุ้ง (*Panaes monodon*) ในระยะตัวอ่อนลดอัตราการตายพร้อมกันหลังจากการเกิดการช็อคขึ้น ฐานฐาน และนนทวิทย์ (2544) รายงานว่า การให้วิตามินซีโดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมียที่ใช้อาหารลูกกุ้ง มีผลช่วยให้ลูกกุ้งสามารถทนทานต่อความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Total ammonia nitrogen) และเมทิลฟารา-ไฮดรอนได้มากขึ้น ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม และภาวะไร้ออกซิเจนได้ดีกว่าลูกกุ้งที่ไม่ได้รับวิตามินซี นอกจากนี้ยังช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายในกระบวนการ detoxification

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าวิตามินซีมีผลต่อพฤติกรรมของสัตว์น้ำหลายชนิด ช่วยในการลดความเครียด และความรำคาญ ก้าวร้าว ทำให้สัตว์ทดลองมีอัตราการสูงขึ้น (Sakakura et al., 1998) การที่กบมูลพริกที่ได้รับการเสริมวิตามินซีในการทดลองครั้งนี้มีอัตราการรอดดีกว่าก็น่าจะมาจากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ช่วยลดอัตราการตายที่เนื่องจากการกินกันเองของกบซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการเลี้ยงกบมูลพริก หากไม่มีการหมั่นคัดขนาดของกบดังรายงานของ สมศักดิ์และนิวุฒิ (2540)

สรุปผลการวิจัย

1. ระดับโปรตีน 30% และไขมัน 10% เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกบมูลฟร็อก
2. การเสริมวิตามินและแร่ธาตุรวมในอาหารเลี้ยงกบมูลฟร็อก ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ
3. การเสริมวิตามินซีในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่วิตามินซีจะมีผลต่ออัตราการรอดของกบบูลฟร็อก โดยกบบูลฟร็อกที่ได้รับการเสริมวิตามินซีที่ระดับ 0.5-2.0% จะมีอัตราการรอดสูงกว่ากบที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินซี

กองห้องสมุด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2542. การเลี้ยงกบ. ศูนย์พัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ, เชียงใหม่. 29 น.
- จوزهดี พงศ์มณีรัตน์. 2530. ผลของการเสริมหัวอาหารปริมาณต่างกันลงในเนื้อปลาเปิดเพื่อเลี้ยงลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). เอกสารวิชาการ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา. 10 น.
- เต็มดวง สมศิริ. 2537. สถานการณ์การเลี้ยงกบเพื่อการส่งออก. วารสารการประมง 47(4): 357-361.
- ทรงพรณ ลำเลิศเดชา. 2531. การเพาะเลี้ยงกบในประเทศไทย. วารสารการประมง 41(2): 101- 112.
- ธัญฐาน สุวานิช และนนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbly dipotassium-2-sulfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรคของกึ่งกุลาดำ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 : (บทคัดย่อ).
- ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และประเสริฐ สีตะสิทธิ์. 2531. การใช้อาหารปลาสูตร สปช.12 เลี้ยงกบ. วารสารการประมง 41(6): 589-592.
- ประโยชน์ แก้วสาสน์, อนันต์ สีหิรัญวงศ์ และช่อทิพย์ จรุงศักดิ์. 2535. ผลของวิตามินและโคคลเลียมฟอสเฟตที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของเต่ากระฮาน และเต่ากระเรียน. เอกสารวิชาการ ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดสตูล. 19 น.
- มุสตี ปริญานนท์. 2535. ชีวิตวิทยาของกบบูลฟรอก, ใน การเลี้ยงกบ. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. น. 48-49.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, นันทิยา อุ่นประเสริฐ, ไพรัตน์ กอสุธารักษ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และวิชญ์ โคชนะ. 2531. ผลของวิตามินโคลีน ไนอาซิน อินโนซิทอล และวิตามินอีต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร และอัตราการรอดของปลากะพงขาววัยรุ่นในน้ำจืด. เอกสารวิชาการ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา. 9 น.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, นันทิยา อุ่นประเสริฐ และจารุรัตน์ วรรณโกวิธน์. 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, จารุรัตน์ วรรณโกวิธน์ และชูศักดิ์ บริสุทธิ์. 2536. แหล่งวิตามิน C จาก L-ascorbyl-2-phosphate-Mg ในอาหารปลากะรัง. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา : (บทคัดย่อ).
- เมฆ บุญพราหมณ์, วิทย์ ธารชลาณกิจ และประวิทย์ สุรนิรันดร์. 2520. การเลี้ยงกบ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 33 น.
- วิทย์ ธารชลาณกิจ, สมหวัง พิมลบุตร, ชนันท ศรีทองสุข และสุจินต์ ธรรมศาสตร์. 2530. กบ. วารสารกรมประมง. 40 (1) : 25-27.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา โอ.เอส. ฟรินดิง แฮาส์, กรุงเทพฯ. 216 น.

- วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ อัตราการรอดตายของปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 18(4): 413-420.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง, อภิญา สंपระดิษฐ์ และปิยวรรณ สังฆานาคิน. 2541. การใช้แอสคอบิล-2-ซัลเฟต เป็น แหล่งของวิตามินซีสำหรับปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 20(2): 149-156.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนาศาสตร์และกบให้อาหารสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 น.
- สมพงศ์ วรภรณ์. 2535. ใช้อาหารเม็ดลอยน้ำเลี้ยงกบนา. สัตว์น้ำ. 3(31): 105.
- สมศักดิ์ พิภพิกัญญและนิวุฒิ หวังชัย. 2540. การเลี้ยงกบบูลฟร็อก (Bull Frog, *Rana catesbeiana*) โดยใช้อาหารสำเร็จรูป. วารสารการประมง 50(1): 79 - 85.
- สิทธิ บุญยรัตผลิน, กิจการ สุภมาตย์ และสถาพร ดิเรกนุชราคม. 2532. ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบเลือด และความต้านทานโรคของปลากะพงขาว. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, สงขลา: (บทคัดย่อ).
- สุภาว ศิริรัฐนิคม และวุฒิพร พรหมขุนทอง .2541. ความต้องการวิตามินละลายน้ำในปลากดเหลือง:ผลของ แอสคอบิล-2-โมโนฟอสเฟต ระดับต่างๆ.วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 23(2): 203-214.
- สุชาติ อุปถัมภ์. 2538. การพัฒนาอาหารเม็ด. ใน รายงานการประชุมวิชาการเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การเลี้ยงกบเชิงพาณิชย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. น. 41-46.
- สุพจน์ จิงแย้มปิ่น, มะลิ บุญยรัตผลิน และนิวัติ อนุรักษชนะชัย. 2533. การทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวด้วยวิตามินรวมระดับต่างๆ กัน. เอกสารวิชาการ สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา. 11 น.
- เอกพจน์ ศิริเจริญวงศ์ธนา . 2538. การเลี้ยงกบบูลฟร็อกเชิงพาณิชย์. ใน รายงานการประชุมวิชาการเชิงปฏิบัติการ เรื่องการเลี้ยงกบเชิงพาณิชย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Ackefors, H., Castell, J.D., Boston, L.D., Raty, P., Svensson, M., 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research: II. Growth and survival of juvenile *Astacus astacus* Zlinnex fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. Aquaculture 140, 341-356.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 16th edn. AOAC, Arlington, VA.
- Elwood, S.M., 1985. Geoscience Research Institute which vertebrates make vitamin C ? 12(2): 96-100.
- Fracalossi, D.M., Allen, M.E., Yuyama, L.K., Oftedal, O.T. 2001. Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. Aquaculture 192, 321-332.
- Gouillou-Couillou, M.F., Bergot, P., Kaushik, S.J., 1998. Dietary ascorbic acid needs of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. Aquaculture 161, 453-461.

- Henrique, M.M.F., Gomes, E.F., Gouillou-Coustans, M.F., Oliva-Teles, A., Davies, S.J., 1998. Influence of supplementation of practical diets with vitamin C on growth and response to hypoxic stress of seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture* 161, 415-426.
- McGoogan, B., Gatlin, D.M. III, 2000. Dietary manipulation affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenop ocellatus* : II. Effects of energy level and nutrient density at various feeding rates. *Aquaculture* 182, 271-285.
- Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos P., 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae-a Review. *Aquaculture* 155, 165-181.
- Merchie, G., Kontara, E., Lavens, P., Robles, R., Kurmaly, K., Sorgeloos, P., 1998. Effect of vitamin C and astaxanthin on stress and disease resistance of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture Research* 29, 579-585.
- NCR (National Research Council), 1983. Nutrition Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press, Washington, DC, 102 pp.
- Ogata, H.Y., Shearer, K.D., 2000. Influence of dietary fat and adiposity on feed intake of juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* 189, 237-249.
- Sakakura, Y., Koshio, S., Iida, Y., Tsukamoto, K., Kida, T., Blom, J.H., 1998. Dietary vitamin C improves the quality of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) seedlings. *Aquaculture* 161, 427-436.
- Sarwono, T., 1992. Growth out of bull frog (*Rana catesbeiana*) by using artificial feed and developing prospect. *Jurnal- Budidaya-Air-Tawar (Indonesia)* 3(1) : 13-19.
- Soliman, A.K., Jauncey, K., Roberts, R.J., 1994. Water - soluble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia; *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture and fisheries Management* 25, 269-276.
- 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*. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 16(2) : 113-124.
- Yamamoto, T., Unuma, T., Akiyama, T., 2000. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acid levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 182, 353-372.