

การเสริมวิตามินและแร่ธาตุในอาหารทดลองต่อการเจริญเติบโตในกบบูลฟร็อก

A STUDY ON SUPPLEMENTATION OF DIETS WITH VITAMINS AND MINERALS ON GROWTH PERFORMANCE IN BULLFROG, *Rana catesbeiana*

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์¹

นิวุฒิ หวังชัย¹

บัญญัติ ทองมี¹

THEPPARATH UNGSETHAPHAND

NIWOOT WHANGCHAI

BUNCHA THONGMEE

¹ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการเสริมวิตามินและแร่ธาตุรวม และวิตามินซีในอาหาร ต่อ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (MWG) อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงโดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ซึ่งในแต่ละการทดลองจะเลี้ยงกบบูลฟร็อกในบ่อคอนกรีต (60 ตัว/ตร.ม.) จำนวน 3 ซ้ำ ให้อาหารจนสังเกตได้ว่ากบกินอิ่มวันละ 2 ครั้ง จดบันทึกปริมาณอาหารที่กบกินทุกวันตลอดการทดลอง 120 วัน ใช้อาหารทดลองที่มีระดับโปรตีน ไขมัน และพลังงานคงที่ (30% CP, 10% ไขมัน และพลังงาน 12 kJ/kg) แต่มีระดับวิตามินและแร่ธาตุรวม (ในการทดลองที่ 1) และวิตามินซี (ในการทดลองที่ 2) ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 0.5, 1 และ 2% ในแต่ละการทดลองตามลำดับ ผลจากการทดลองที่ 1 พบว่าการเสริมวิตามินและแร่ธาตุรวม ในอาหารที่ระดับ 0.5, 1 และ 2% ไม่มีผลต่อ MWG, ADG, FCR และ อัตรารอดของกบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับการทดลองที่ 2 ระดับวิตามินซีที่เสริมเข้าไปในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อ MWG, ADG และ FCR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่กบที่ได้รับอาหารควบคุมที่ไม่ได้มีการเสริมวิตามินซี ก็ไม่ได้แสดงอาการของการขาดวิตามินซีแต่อย่างใด นอกจากกบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมด้วยวิตามินซี 2% มีอัตราการรอดสูงกว่ากบที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากกบที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมวิตามินซี 0.5 และ 1%

Abstract

The effects of 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 two 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 both trial, young bullfrog were fed isonitrogenous (30% CP) and isoenergetic (12 kJ/kg, 10% DM lipid) diets with MM (first trial) and AA (second trial) levels of 0, 0.5, 1 and 2%. Results from the first trial indicated there were no significant ($p > 0.05$) differences in survival, MWG, ADG and FCR in frog fed the 0, 0.5, 1, 1.5 and 2% MM diets. In second trial, there was no effect of AA intake on MWG, ADG and FCR. Furthermore, no deficiency signs were observed in each treatment. 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.

คำนำ

วิตามินและแร่ธาตุเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการเพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่ และเพื่อป้องกันโรคที่เกิดจากการขาดวิตามินและแร่ธาตุอาจมีความแตกต่างกับปริมาณที่ต้องมีในอาหารอย่างมาก เนื่องจากอุปนิสัยในการกินอาหาร ความสามารถในการสังเคราะห์วิตามินได้เอง โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ ระบบการเลี้ยง ขนาดของสัตว์น้ำ สารอาหารที่มีในอาหาร กรรมวิธีการผลิต การเก็บรักษา และคุณภาพของน้ำที่มีอิทธิพลต่อปริมาณของวิตามินและแร่ธาตุในอาหาร (วิมล, 2536) และ Martinez และคณะ (2004) ยืนยันว่า ความต้องการสารอาหารในกบบูลฟร็อก (*Rana catesbeiana*) คล้ายกับปลาน้ำจืด

สมพงษ์ (2535) กล่าวว่า อาหารปลาอัดเม็ดลอยน้ำที่ใช้เลี้ยงกบนั้น จะใช้ 3 ระยะ เหมือนกับการเลี้ยงปลาน้ำจืดคือ ช่วงที่เป็นลูกอ๊อดจะให้อาหารปลาตุ๊กเล็กพิเศษ ช่วงกบวัยรุ่น ใช้อาหารปลาตุ๊กเล็กและในช่วงกบขุนจะใช้อาหารปลาตุ๊กใหญ่ แต่ต้องผสมวิตามินลงไปด้วยเนื่องจากวิตามินที่มีในอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของกบ เมื่อผสมวิตามิน แล้วสามารถช่วยลดความเครียดของกบได้

วีรพงศ์ (2536) รายงานว่า จากสูตรอาหารปลา สูตร สปช.1 สปช.2 สปช.11 ซึ่งเป็นสูตรใช้เลี้ยงปลานิล ปลาสร้อย ปลาไน ปลายี่สกเทศ และปลาตะเพียนตามลำดับ ใช้ฟอสฟอรัสเท่ากับ 1% ทุกสูตร ส่วนสูตร สปช.4 สปช.5 สปช.12 ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้เลี้ยงปลาดุกใหญ่ ปลาดุกกลาง ปลาดุกดำ ปลาช่อน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้เท่ากับ 1.6 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นปริมาณที่ปลาเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

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

Soliman และคณะ (1994) ศึกษาถึงความต้องการวิตามินซีของปลานิล (*Oreochromis nitoticus*) 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 เมื่อผ่านขบวนการผลิตและเก็บรักษา แล้วจะเหลือวิตามินซีประมาณ 42 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของปลานิล

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

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

ในเมื่อความต้องการวิตามินของสัตว์แปรผันตามชนิด อายุ และช่วงวัย (Cavichiolo และคณะ, 2000) และแม้จะมีรายงานว่ากบสามารถสังเคราะห์วิตามินซีขึ้นได้เอง แต่การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณวิตามินและแร่ธาตุ และวิตามินซีที่เหมาะสมในอาหารเลี้ยงกบปลอดฟร็อกยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะการเสริมวิตามินซีในปริมาณที่สูงซึ่งอาจจะสามารถช่วยลดความเครียด ทำให้กบมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ป้องกันปัญหาการกัดกินกันเองของลูกกบในระยะแรกของการเลี้ยง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการเลี้ยงกบ (กรรณิการ์ และวุฒิชัย, 2540) การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมวิตามินและแร่ธาตุรวม และวิตามินซีต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด ของกบปลอดฟร็อก

อุปกรณ์การวิจัย และวิธีการวิจัย

บ่อทดลอง

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

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกกบปลอดฟร็อกที่ใช้ในการทดลองนำมาจากฟาร์มเอกชนในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยปล่อยลูกกบทดลองในอัตราความหนาแน่น 60 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยงกบด้วยอาหารลูกกบสำเร็จรูปเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนเริ่มการทดลอง เพื่อให้กบคุ้นเคยกับอาหารและสภาพของบ่อ แล้วชั่งน้ำหนักลูกกบรวมในแต่ละบ่อ เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นของลูกกบก่อนการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

เลี้ยงกบปลอดฟร็อกด้วยอาหารทดลองที่มีโปรตีน 30% ไขมัน 10% (จากการเสริมด้วยน้ำมันถั่วเหลือง 5%) โดยควบคุมให้มีระดับพลังงานในอาหารทดลองเท่ากันทุกสูตร (12 กิโลจูล/กิโลกรัม) แต่มีระดับวิตามินและแร่ธาตุรวม ในการทดลองที่ 1 และวิตามินซี ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 ก/กก ในรูปของ L ascorbic acid ในการทดลองที่ 2 ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 0.5, 1 และ 2 % ทั้งสองการทดลอง วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้บ่อในการทดลอง ทั้งหมด 12 บ่อ แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ (ตารางที่ 1 และ 2)

อาหารทดลองและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหาร

ผสมวัตถุดิบอาหารให้เข้ากันดีแล้วเติมน้ำกลั่นที่มีวิตามินและแร่ธาตุรวม (ในการทดลองที่ 1) และวิตามินซี (ในการทดลองที่ 2) ละลายอยู่ประมาณ 400 มล/กก คลุกเคล้าให้ทั่วแล้วอัดเม็ดด้วยเครื่องบดเนื้อ นำเม็ดอาหารที่ได้ไป

อบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 35°C ประมาณ 6 ชม. เพื่อให้มีความชื้นเหลืออยู่ไม่เกิน 10% บรรจุอาหารทดลองในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ-18°C ตลอดช่วงระยะเวลาของการทดลอง

วิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารทดลอง โดยวิธีการดังต่อไปนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย micro-Kjeldahl, ไขมันโดยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxhlet method, เยื่อใยโดยวิธี fritted glass crucible, เถ้าโดยการเผาใน muffle furnace 550°C 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105°C 24 ชม. ตามวิธีการของ AOAC (1990)

ตารางที่ 1 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกบบูลฟร็อกในการทดลองที่ 1

วิตามินและแร่ธาตุรวม (%)	0	0.5	1	2
<i>ส่วนประกอบ (%)</i>				
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
<i>ผลการวิเคราะห์ (% น้ำหนักแห้ง)</i>				
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)	12.0	12.0	12.1	12.1
เถ้า	11.6	12.0	11.2	11.5

¹ ใน 1 กก ของวิตามินและแร่ธาตุรวม 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

การให้อาหาร

ให้อาหารวันละ 2 ครั้งในเวลาเช้าและเย็น (08.00 และ 17.00 น.) โดยกองอาหารไว้บนกระเบื้อง ให้อาหารแก่ลูกกบกินจนเต็มที โดยให้อาหารครั้งละน้อยแล้วสังเกตเมื่อกบหยุดกินอาหารจึงหยุดให้ แล้วจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และ

ปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละมือตลอดการทดลอง

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

ชั่งน้ำหนัก และคำนวณอัตราการรอดของกบทดลอง โดยวิธีนับจำนวนตัวในแต่ละบ่อทดลองทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลอง 120 วัน นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Mean weight gain) กรัม

= น้ำหนักบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.) – น้ำหนักบเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)

อัตราการรอด (Survival) %

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

อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

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

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate) %/วัน

$$= \frac{\ln \text{น้ำหนักกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.)} - \ln \text{น้ำหนักกบเมื่อเริ่มการทดลอง (ก.)}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}} \times 100$$

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0

ตารางที่ 2 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกบบูลฟร็อก ในการทดลองที่ 2

	วิตามินซี (%)	0	0.5	1	2
<i>ส่วนประกอบ (%)</i>					
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 (200 ก/กก)		0.0	0.5	1.0	2.0
<i>ผลการวิเคราะห์ (%น้ำหนักแห้ง)</i>					
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)		12.4	12.3	12.2	12.4
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

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ผลของการเสริมวิตามินและแร่ธาตุในระดับที่แตกต่างกัน

การศึกษาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน พบว่า กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม วิตามินและแร่ธาตุที่ระดับ 0, 0.5, 1 และ 2% มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับจูละติ (2530) ซึ่ง ได้ทดลองเสริมหัวอาหารในปริมาณที่ต่างกันลงในเนื้อปลาเปิดที่เลี้ยงลูกปลากะพงขาวพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่ เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกัน และมีแนวโน้มว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นของกบบูลฟร็อกในบ่อซีเมนต์ด้วยอาหารผสม วิตามินและแร่ธาตุ 2% มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าที่ระดับอื่น เพราะที่ระดับ 2% มีปริมาณวิตามินและแร่ธาตุ

สูงจึงทำให้มีเหล็ก แมกนีเซียม แมงกานีส และโคบอลต์สูง ซึ่งวีรพงศ์ (2536) กล่าวว่า แร่ธาตุเหล่านี้ช่วยใน ขบวนการเมทาบอลิซึมของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ให้ทำงานดีขึ้น และช่วย ให้การเจริญเติบโตดี

ตารางที่ 3 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ด้วยอาหารที่เสริมด้วย วิตามินและแร่ธาตุ 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 (± SE) ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินและแร่ธาตุปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า ที่เลี้ยงด้วยอาหาร ทั้ง 4 ระดับ มีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน Martinez และคณะ (2004) และคณะยืนยันว่า ความต้องการสารอาหาร ในกบบูลฟร็อก (*Rana catesbeiana*) คล้ายกับปลาน้ำจืด และสัตว์น้ำในกลุ่ม carnivorous สอดคล้องกับการ ทดลองของ มะลิและคณะ (2531) ซึ่งศึกษาผลของวิตามิน โคลิน ไนอาซิน อินซิทอล และวิตามินอี ต่อการ เจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร และอัตรารอดของปลากะพงขาววัยรุ่นในน้ำจืด ผลการศึกษาพบว่าอัตรารอด ของปลากะพงขาวในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันเช่นกัน

กบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินและแร่ธาตุในระดับต่างๆ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าที่ระดับวิตามินและแร่ธาตุ 2% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ดีกว่าระดับอื่น คล้ายกับการทดลองในปลากะพงขาวของสุพจน์และคณะ (2533) ทดลองเลี้ยงปลากะพงขาว ด้วยวิตามินรวมระดับต่างๆ กัน พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริม วิตามินรวมในระดับที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างกัน แม้ว่าปลาที่กินอาหารที่มีการเสริมวิตามินรวมมีอัตราการ เปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เสริมวิตามินรวม

การทดลองที่ 2 ผลของการเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า การเสริมวิตามินซีในอาหารของกบบูลฟร็อกไม่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Cavichiole และ คณะ (2000) ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 300, 600, 900 และ 1,200 มก/กก อาหาร พบว่าลูกปลามีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน ลัดดาวัลย์ (2541) ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารทดลองที่ผสม วิตามินซีธรรมชาติ 0.25% และวิตามินซีเคลือบ 0.25% เปรียบเทียบกับอาหารกึ่งที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่า

อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน หรือ เสวต (2535) ทดลองในกึ่งกุลาดำ พบว่ากึ่งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมวิตามินซีธรรมชาติ 0.2% วิตามินซีเคเลือบ 0.2% หรือวิตามินซีฟอสเฟต 0.01% มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากกึ่งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีการเสริมวิตามินซี

เหตุผลของการทดลองเป็นเช่นนี้เป็นไปได้ว่าบงบูลฟร็อกสามารถสังเคราะห์วิตามินซีขึ้นได้เองจากไต (McCluskey, 1985) จึงทำให้กบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณวิตามินซีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตอย่างเป็นปกติ ทั้งนี้เพราะกบทดลองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม ที่ไม่มีการเสริมวิตามินซีก็ไม่ได้แสดงอาการขาดวิตามินซีออกมาให้เห็นตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง หรืออีกกรณีหนึ่งก็เป็นไปได้ว่ากบทดลองได้รับวิตามินซีอย่างพอเพียงกับความต้องการจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตอาหารทดลอง ดังเช่นการทดลองของ Sato และคณะ (1978, อ้างโดย Gouillo-Coustans และคณะ, 1998) ที่ทำการทดลองในลูกปลาไน (น้ำหนัก 0.25 และ 35 กรัม) พบว่าลูกปลาไนสามารถสังเคราะห์วิตามินซีขึ้นได้เอง และ Promkhunthong (1993) ทำการทดลองในลูกปลานิล (น้ำหนัก 1.13-1.20 กรัม) พบว่าการเสริมวิตามินซีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด ทั้งนี้เพราะลูกปลาได้รับวิตามินซีจากอาหารอย่างพอเพียงอยู่แล้ว

อย่างไรก็ตามผลการทดลองครั้งนี้ก็ขัดแย้งกับหลายการทดลองที่ผ่านมาซึ่งพบว่า การเสริมวิตามินซีทำให้สัตว์ทดลองมีการเจริญเติบโตดีขึ้น เช่น วุฒิพรและคณะ (2541) ทดลองในปลากดเหลือง มะลิ และคณะ (2533 และ 2536) ทดลองในปลากะพงขาว และปลากะรัง

ตารางที่ 4 ผลการเจริญเติบโต ผลผลิต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด ของกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมวิตามินซีในระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ ในระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน

	ระดับวิตามินซี (%)			
	0%	0.5%	1%	2%
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว) Initial weight (g)	8.82 ± 0.39	8.95 ± 0.34	8.63 ± 0.09	8.35 ± 0.20
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว) Weight gain (g)	36.20 ± 1.75	34.76 ± 0.92	35.12 ± 1.54	35.51 ± 0.86
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน) SGR	1.36 ± 0.02	1.33 ± 0.04	1.35 ± 0.04	1.38 ± 0.02
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ FCR	1.57 ± 0.08	1.92 ± 0.19	1.81 ± 0.17	1.55 ± 0.09
อัตราการรอด(%) Survival rate	71.48 ± 0.74 ^a	74.26 ± 1.30 ^{ab}	72.96 ± 0.37 ^{ab}	76.67 ± 1.28 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (± SE) ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

Fracalossi และคณะ (2001) รายงานว่า สัตว์มีกระดูกสันหลังพวกที่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีขึ้นได้เองนั้น เนื่องจากไม่มีเอนไซม์ L-gulonolactone oxidase ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์วิตามินซีจากกลูโคส ซึ่งเป็นขั้นตอนวิวัฒนาการในกลุ่มของสัตว์ที่ได้รับวิตามินซีอย่างเพียงพอจากอาหารในธรรมชาติอยู่แล้ว ดังนั้นจึงน่าจะทำการศึกษาดังกล่าว ในตับหรือไตของกบบูลฟร็อกในโอกาสต่อไป

อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้พบว่าวิตามินซีมีผลต่ออัตราการรอดของกบบูลฟร็อกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยกบบูลฟร็อกที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ได้รับการเสริมวิตามินซี 2% จะมี

อัตราการรอดสูงสุด แตกต่างจากกบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ไม่มีการเสริมวิตามินซี ซึ่งมีอัตราการรอดต่ำสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกบที่เสริมวิตามินซี 0.5% และ 1% (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับหลายๆ การทดลองที่กล่าวถึงผลของการเสริมวิตามินซีในสูตรอาหารทำให้สัตว์ทดลองมีอัตราการรอดสูงขึ้น เช่น Merchie และคณะ (1997) ในลูกปลา และสัตว์ประเภท กุ้ง, ปู Henrique และคณะ (1998) ในปลา Seabream (*Sparus aurata*) Sakakura และคณะ (1998) ในลูกปลา Yellow tail เศวต (2535) ในกุ้งกุลาดำ Merchie (1998) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีในอาหารจาก 100 เป็น 3,400 มก.ต่ออาหาร 1 กก. ซึ่งเป็นผลทำให้กุ้งกุลาดำ ในระยะตัวอ่อนลดอัตราการตายพร้อมกันหลังจากการเกิดการช็อคขึ้น

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าวิตามินซีมีผลต่อพฤติกรรมของสัตว์น้ำหลายชนิด โดยช่วยในการลดความเครียด และความดุร้าย ก้าวร้าว ทำให้สัตว์ทดลองมีอัตราการรอดสูงขึ้น (Sakakura และคณะ, 1998) ฐานุ และนนทวิทย์(2544) รายงานว่า การให้วิตามินซีโดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมียที่ใช้อนุบาลลูกกุ้ง มีผลช่วยให้ลูกกุ้งสามารถทนทานต่อปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียด เช่น ความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Total ammonia nitrogen) และเมทิลพารา-ไฮดรอกซีได้มากขึ้น ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม และภาวะไร้ออกซิเจนได้ดีกว่าลูกกุ้งที่ไม่ได้รับวิตามินซี นอกจากนี้ยังช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายในกระบวนการ detoxification การที่กบบูลฟร็อกที่ได้รับการเสริมวิตามินซีในการทดลองครั้งนี้มีอัตราการรอดดีกว่าก็น่าจะมาจากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ช่วยลดอัตราการตายที่เนื่องจากการกัดกินกันเองของกบซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการเลี้ยงกบบูลฟร็อก หากไม่มีการหมั่นคัดขนาดของกบดังรายงานของกรรณิการ์ และวุฒิชัย (2540) การทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่า ภายใต้สภาวะแวดล้อมของการทดลองในครั้งนี้ การเสริมวิตามินและแร่ธาตุรวม หรือวิตามินซีในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่การเสริมวิตามินซีในอาหาร 2% มีผลทำให้อัตราการรอดของกบบูลฟร็อกดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ และสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการทดลอง และคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เชื้อเพื่อสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กาญจนชาติรี และ วุฒิชัย เจนการ. 2540. ศึกษาการผสมพันธุ์กับ อาหารบระยะต่างๆ และเทคนิค การให้อาหาร. วารสารการประมง 50(1) : 11 - 19.
- จوزهดี พงศ์มนิรัตน์. 2530. ผลของการเสริมหัวอาหารปริมาณต่างกันลงในเนื้อปลาเปิดเพื่อเลี้ยงลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). เอกสารวิชาการ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา. 10 น.

- ธัญฐาน สุขวานิช และนนทวิทย์ อารีชน.2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbly dipotassium-2-sunfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรคของกุ้งกุลาดำ. ใน : การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 : 151-161.
- ประโยชน์ แก้วสาสน์, อนันต์ สีหิรัญวงศ์ และช่อทิพย์ จุญศักดิ์. 2535. ผลของวิตามินและโคแคลเซียม ฟอสเฟตที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของเต่ากระฮาน และเต่ากระเรียน. เอกสารวิชาการ ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดสตูล. 19 น.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, นันทิยา อุ่นประเสริฐ, ไพรัตน์ กอสุธาร์ภักษ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และวิชญ์ โคชนะ. 2531. ผลของไวตามินโคลีน ไนอาซีน อินโนซิทอล และวิตามินอีต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร และอัตราการรอดของปลากะพงขาววัยรุ่นในน้ำจืด. เอกสารวิชาการ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา. 9 น.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, นันทิยา อุ่นประเสริฐ และจารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์. 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, จารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์ และชูศักดิ์ บริสุทธิ์. 2536. แหล่งวิตามิน C จาก L-ascorbyl-2-phosphate-Mg ในอาหารปลากะรัง. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ , สงขลา : (บทคัดย่อ).
- ลัดดาวัลย์ ครอบพงษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซีเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 83 น.
- วิมล จันทโรทัย. 2536. การวางแผนวิจัยด้านอาหาร. วารสารการประมง. 46(4) : 323-328.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 216 น.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง.วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 18(4): 413-420.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง, อภิญา สงประดิษฐ์ และปิยวรรณ สังฆานาคิน. 2541. การใช้แอสคอปีล-2-ซัลเฟต เป็นแหล่งของวิตามินซีสำหรับปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 20(2):149-156.
- เศวต ไชยมงคล. 2535. วิตามินซีในอาหารกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (Fabricius). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 83 หน้า.
- สมพงศ์ วราภรณ์. 2535. ใช้อาหารเม็ดลอยน้ำเลี้ยงกบนา. สัตว์น้ำ. 3(31):105.
- สุพจน์ จึงแย้มปิ่น, มะลิ บุญยรัตผลิน และนิวัติ อนุรักษชนะชัย. 2533. การทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวด้วย ไวตามินรวมระดับต่างๆ กัน. เอกสารวิชาการ สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา. 11 น.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. AOAC, Arlington, VA, 1298 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.
- Fracalossi, D.M., Allen, M.E., Yuyama, L.K., Oftedal, O.T. 2001. Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. Aquaculture 192: 321-332.
- Gouillou-Coustans, 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.
- Martinez, I.P., Real, M., Alvarez, R., 2004. Growth of Rana perezi Seoane, 1885 froglets fed on diets with different nutrient compositions. Aquaculture 241: 387–394.
- McCluskey, E.S., 1985. Which vertebrates make vitamin C ?. Geoscience Research Institute 12(2): 96-100.
- Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos P., 1997. Optimisation 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 astaxantin on stress and disease resistance of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). Aquaculture Research 29: 579-585.
- 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.
- 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.
- Promkhunthong, W., 1993. 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.
-