



รายงานผลงานวิจัย

เรื่อง

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์
Some factors effecting on enhancing the development for economic culture of
Climbing perch (*Anabas testudineus*)

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความปลอดภัย
ด้านอาหาร

โดย

ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2556



รายงานผลงานวิจัย

เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์

Some factors effecting on enhancing the development for economic culture of
Climbing perch (*Anabas testudineus*)

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มความ
ปลอดภัยด้านอาหาร

ได้รับจัดสรรงบประมาณวิจัยประจำปี 2555

จำนวน 200,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

นางทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล

ผู้ร่วมโครงการ

นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 พฤศจิกายน 2555

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนในการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2555 จำนวนเงิน 200,000 บาท สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้และบุคคลอื่นที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความเกื้อหนุนในการทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีทำให้ การวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

ผู้วิจัย



สารบัญเรื่อง

หน้า

สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	14
ผลการวิจัย	18
วิจารณ์ผลการวิจัย	23
สรุปผลการวิจัย	26
เอกสารอ้างอิง	27

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาณวิตามินซีที่ปลาและกุ้งบางชนิดต้องการ	9
ตารางที่ 2 บทบาทของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ	9
ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์) ของอาหารที่ใช้ในการทดลอง	15
ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน	19
ตารางที่ 5 ผลผลิตและต้นทุนผลตอบแทนของปลานิลไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน ที่ระยะเวลา 120 วัน	21
ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิลไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน	22

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	สูตรโครงสร้างของวิตามินซี
ภาพที่ 2	สถานที่ทดลองเลี้ยงปลาหมอไทยด้วยอาหารเสริมวิตามินซี
ภาพที่ 3	ผลผลิตรวมทั้งหมดของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีใน ระดับที่แตกต่างกัน
ภาพที่ 4	การเก็บรวบรวมผลผลิตปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี



ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์

Some factors effecting on enhancing the development for economic culture of Climbing perch (*Anabas testudineus*)

ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมลและ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

Tipsukhon Pimpimol and Thepparath Ungsethaphand

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำมหาวิทยาลัยแม่โจ้เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลาหมอไทย ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง (กลุ่มละ 3 ซ้ำ) ตามระดับวิตามินซีที่ 0, 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 120 วัน ผลการศึกษาพบว่า การเสริมวิตามินซีมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต โดยเฉพาะกลุ่มปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่งผลให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และทำให้อัตราการแลกเนื้อต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย ($P < 0.05$) สำหรับอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ($P > 0.05$) ส่วนการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน พบว่าผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงปลาหมอไทยด้วยอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 2.40 ± 0.09 กิโลกรัมต่อกระชัง สามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม ดังนั้นในการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ควรเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมต่อผลผลิตรวมที่ได้และคุ้มค่ากับการลงทุน

คำสำคัญ : วิตามินซี ปลาหมอไทย การเจริญเติบโต ต้นทุนผลตอบแทน

ABSTRACT

The effect of vitamin C on the growth performance and biomass of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) was conducted by using a completely randomized experiment (CRD). Groups of four treatments (3 replications/ treatment) used formulated vitamin C levels at 0, 500, 1,000 and 1,500 mg/kg of diet. Fish were reared for 120 days, the results showed that vitamin C supplementation increased growth performance, especially vitamin C at 1,000 mg/kg of diet presented the highest final body weight, weight gain and specific growth rate with significantly difference ($P < 0.05$), while, lower feed conversion ratio (FCR) was appeared than those the fish fed with no supplementation vitamin C ($P < 0.05$). In addition, survival rate had no significantly difference between the treatments ($P > 0.05$). For the study of costs and benefit, biomass of fish fed with supplements of vitamin C at 1,000 mg/kg of diet was 2.40 ± 0.09 kg/cage which is the highest yield compares to the others by showing significantly difference ($P < 0.05$). The B/C ratio indicated no difference statistics significant with control. In conclusion, for intensive aquaculture, vitamin C at 1,000 mg/kg supplementation diet was considered to be the most suitable level based on the performances of total biomass and feed cost of raising Climbing perch.

Keywords : vitamin C, Climbing Perch, growth performance, cost and benefit

คำนำ

ปลาหมอไทยเป็นปลาที่นิยมบริโภคทั่วทุกภาคของไทย เป็นที่ต้องการในตลาดสูง มีราคาแพง แต่ยังไม่สามารถผลิตให้เพียงพอ เกษตรกรจึงได้ให้ความสนใจในการเลี้ยงปลาหมอไทยเพิ่มมากขึ้น เพราะเป็นปลาที่ทดทานสามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีน้ำน้อยๆ หรือที่ขุดขึ้นได้เป็นเวลานาน และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อย หรือน้ำที่มีสภาพค่อนข้างเป็นกรดได้เป็นอย่างดี และยังปรับการเลี้ยงทั้งในบ่อ อ่างเก็บน้ำ นาข้าว ร่องสวน และนาุ้งร้างจากข้อมูลของกรมประมง(2553) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2552 ผลิตปลาหมอไทยทั้งหมด 16,400 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 643.3 ล้านบาทแต่ในปัจจุบันผลผลิตปลาหมอได้ลดลงจากการสำรวจเบื้องต้นของศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำชุมพรสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตปลาหมอลดลงเกิดจากการขาดแหล่งพันธุ์ที่มีคุณภาพการใช้ปลาที่มีขนาดเล็กเป็นพ่อแม่พันธุ์ขนาดประมาณ 8-12 เซนติเมตรหรือน้ำหนัก 30-50 กรัมซึ่งสามารถจัดหาได้ง่ายราคาถูกและผลิตลูกพันธุ์ปลาได้เป็นจำนวนมากแต่ในระยะยาวผู้เลี้ยงประสบปัญหาในด้านอัตราการเจริญเติบโตของปลาปลาจะโตช้าเกิดโรคได้ง่าย และใช้ระยะเวลาการเลี้ยงนาน อีกทั้งสัดส่วนของปลาที่มีขนาดเล็กในแต่ละรุ่นจะเพิ่มสูงขึ้นเกษตรกรจะจำหน่ายปลาหมอได้ในราคาต่ำส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตสูงเสี่ยงต่อการขาดทุน (ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำชุมพร, 2555) วิตามินเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สิ่งมีชีวิตต้องการในปริมาณน้อยแต่มีความจำเป็นต่อระบบสรีระและกลไกทางชีวเคมีของร่างกายทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ มีความต้านทานต่อเชื้อก่อโรค และลดอัตราการตายได้ในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่นการเสริมวิตามินลงในอาหารเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตอัตราการรอดและผลผลิต(วุฒิพร, 2540)วิตามินซีเป็นวิตามินละลายน้ำที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตการสังเคราะห์คอลลาเจนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระดูกเอ็นผิวหนังฟันและผนังของหลอดเลือด (Halver, 1985)และระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำโดยปลาส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้ปลาที่ได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอจะแสดงอาการผิดปกติเช่นการเจริญเติบโตลดลง(Gouillou - Coustans et al., 1998) กระดูกคดงอกินอาหารน้อยลง (Lovell, 1991) อัตราการตายเพิ่มขึ้น(Affonso et al., 2007)จึงจำเป็นต้องมีการเสริมวิตามินซีในอาหารสัตว์น้ำอย่างไรก็ตามวิตามินซีที่ใช้เติมในอาหารสัตว์น้ำมักจะไม่มี ความคงทนสามารถถูกทำลายได้ง่ายในระหว่างกระบวนการผลิตอาหารการเก็บรักษาอาหารและระหว่างให้อาหารสัตว์น้ำ

ฉะนั้นงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาถึงปริมาณวิตามินซีที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตอัตราการรอดตายของปลาหมอไทย รวมทั้งการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงปลาหมอไทย เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนเพิ่มศักยภาพการผลิตปลาหมอไทย และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของระดับวิตามินซีที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตปลาหมอไทย
2. เพื่อศึกษาดัชนีทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาหมอเชิงพาณิชย์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงผลของวิตามินซีในระดับต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการเสริมในอาหารเม็ดต่อประสิทธิภาพเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตปลาหมอไทย
2. เพื่อเพิ่มศักยภาพทั้งด้านผลผลิตและต้นทุนผลตอบแทนการผลิตปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์
3. เป็นองค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปถ่ายทอดสู่เกษตรกรและบุคคลทั่วไป



การตรวจเอกสาร

ปลาหมออาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วไปของทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง คู นาข้าว เป็นต้น โดยธรรมชาติปลาหมออาศัยอยู่ในแม่น้ำ หนอง บึง และแหล่งน้ำทั่วไป เป็นปลาที่มีความทนทานเพราะมีอวัยวะพิเศษช่วยหายใจ (labyrinth organ) จึงอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีน้ำน้อยๆ หรือที่ข่มขืนได้เป็นเวลานาน สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อยหรือน้ำที่มีสภาพค่อนข้างเป็นกรดได้เป็นอย่างดี และยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อย ที่ลุ่มดินเค็มชายฝั่งทะเลที่น้ำมีความเค็มไม่เกิน 10 ppt ตลอดจนมักฝังหรือหมกตัวอยู่ในโคลนตมได้เป็นระยะเวลานานๆ รวมทั้งมีการอพยพแหล่งที่อยู่อาศัยในช่วงหน้าฝนจากแหล่งน้ำหนึ่งไปยังอีกแหล่งน้ำหนึ่งในบริเวณใกล้เคียง(สมพงษ์, 2542; สุจินต์, 2550)จากข้อมูลทางสถิติผลผลิตปลาน้ำจืดของไทย พบว่า ผลผลิตปลาหมอไทยเพิ่มสูงขึ้น โดยในปีพ.ศ. 2552 ผลผลิตปลาหมอไทยทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 16,400 ตัน คิดเป็นมูลค่า 643.3 ล้านบาท (กรมประมง, 2553) อีกทั้งปลาหมอไทยเป็นปลาที่มีรสชาติดี เนื้อแน่นสามารถประกอบอาหารหรือแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย นิยมนำมาบริโภคในรูปแบบปลาสด ประมาณ 69.92 เปอร์เซ็นต์ ปลาร้า ประมาณ 22.86 เปอร์เซ็นต์ และทำปลาเค็ม ตากแห้ง และอื่นๆ อีกประมาณ 7.22 เปอร์เซ็นต์ ปลาหมอสามารถขนส่งและจำหน่ายในรูปแบบสดมีชีวิตระยะทางไกลๆ และความต้องการของตลาดก็มีเพิ่มมากขึ้นทำให้มีราคาแพง โดยเฉพาะปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ (3-5 ตัวต่อกิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 100-120 บาท) ทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ เช่น ตลาดตะวันออกกลาง จีน ไต้หวัน เกาหลีและมาเลเซียมีความต้องการไม่ต่ำกว่า 100 เมตริกตันต่อปี ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมของทุกปี นับได้ว่าปลาหมอไทยเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ(สัตว์น้ำจืด, 2547; สราวุธ และคณะ, 2547)

การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย

ปลาหมอไทยวางไข่ในช่วงฤดูฝนตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปชอบวางไข่ในน้ำใหม่หรือฝนแรกปลาหมอเพศเมียจะมีส่วนท้องอูมเป่งและนึ่ม เมื่อบีบส่วนท้องเบาๆ จะเห็นไข่มีลักษณะกลมสีเหลืองอ่อน ส่วนเพศผู้จะมีลักษณะท้องปกติ รังไข่และถุงน้ำเชื้อของปลามีลักษณะยาวเป็นคู่ หากได้รับกระตุ้นด้วยน้ำใหม่ปลาหมอก็จะผสมพันธุ์วางไข่ ในฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป (สุจินต์, 2550)

ส่วนใหญ่เกษตรกรทำการเลี้ยงในบ่อดินซึ่งการเลือกลูกพันธุ์ปลาหมอที่เหมาะสมในการปล่อยเลี้ยงในบ่อดิน เกษตรกรนิยมลูกปลา ขนาด 2-3 เซนติเมตร(อายุ 20-30 วันหรือ 1-2 เดือน) เรียก ลูกปลาใบมะขาม อัตราปล่อย 30-50 ตัวต่อตารางเมตร หรือ 50,000-80,000 ตัวต่อไร่ หากใช้วิธีปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาให้ผสมพันธุ์วางไข่ อนุบาลและเลี้ยงในบ่อเดียวกันดังกล่าวมาข้างต้น โดยใช้อัตราพ่อ

แม่ปลา 40-60 คู่ต่อไร่ จะได้ลูกขนาดใบมะขามประมาณ 80,000-150,000 ตัวต่อไร่ แต่ถ้าเกษตรกรไม่มีความชำนาญก็อาจเลือกลูกปลาขนาด 2-3 นิ้ว (อายุ 60-75 วัน หรือ 2-3 เดือน) อัตราปล่อย 20 ตัวต่อตารางเมตร หรือ 32,000 ตัวต่อไร่ สำหรับการเลี้ยงปลาหมอบระบบพัฒนา ใช้บ่อขนาด 2 งานพร้อมติดตั้งระบบการเพิ่มออกซิเจนแบบทำน้ำพุหรือแบบสปริงเกอร์ก็ได้ อัตราปล่อยลูกปลาประมาณ 40,000 ตัว โดยจะต้องอนุบาลในคอกที่ทำด้วยมุ้งเขียวก่อนย้ายลงเลี้ยงในบ่อดินและให้อาหารอย่างสม่ำเสมอ ความทั่วถึงของอาหารที่ปลาจะได้รับในช่วงอนุบาลจะมีผลต่อการแตกไข่ของปลาได้ ดังนั้นการแก้ปัญหาคือการผสมอาหารและปั่นใส่ขยี้ไว้ (ประมาณ 20 ขยี้) เพื่อให้ปลามาตอดกินอาหารทั่วถึงทั้งบ่อพร้อมกับการหว่านอาหารด้วย

การเลี้ยงปลาหมอบแบบธุรกิจเชิงพาณิชย์นั้นนิยมใช้ลูกปลาขนาดใบมะขามเป็นปลารุ่น (อายุ 1-2 เดือน) ซึ่งมีความต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงมาก ไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หลังจากนั้นเมื่ออายุ 2-3 เดือน ต้องการอาหารระดับโปรตีนต่ำลงมากคือ 35-37 เปอร์เซ็นต์โดยการให้อาหารในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 3-4 มื้อ หลังจากเลี้ยงได้ 2 เดือนก็เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดปลาคุกกี้โดยหว่านอาหารให้รอบบ่อ ระยะเวลาการเลี้ยงขึ้นอยู่กับขนาดปลาที่ตลาดต้องการ สภาพสิ่งแวดล้อมภายในบ่อและสุขภาพปลาทั่วไปใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 90-120 วัน หรือ 4-5 เดือน (สรารัฐ และคณะ, 2547; ไชย, 2547; สมเจตน์, 2549)

อาหารและอัตราการให้อาหาร

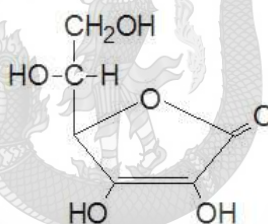
ปลาหมอบไทยเป็นปลากินเนื้อ (carnivorous fish) จึงเป็นปลาผู้ล่า (predator) สัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่าเช่น ตัวอ่อนแมลง สัตว์หน้าดิน ลูกกุ้งและลูกปลาวัยอ่อนทั้งยังสามารถกินเมล็ดข้าว รัญพืชปลวกตัวอ่อนแมลงน้ำตักแตนกุ้งฝอยหรือลูกปลาเล็กปลาน้อยที่มีชีวิตหรือตายแล้วเป็นอาหารตลอดจนอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารได้ ปลาหมอบมีพฤติกรรมกินอาหารที่ผิวน้ำและกลางบ่อ ชอบอาหารใหม่ สด รสชาติและมิกกลิ่นที่ดึงดูด โดยปลาจะกินอาหารภายในเวลา 20-30 นาที มีนิสัยกินอาหารอย่างว่องไวตะกละและกินจุ (สมพงษ์, 2542)

การเลี้ยงปลาหมอบไทยแบบยังชีพหรือแบบหัวไร่ปลายนานอกจากอาหารตามธรรมชาติแล้วเกษตรกรนิยมให้อาหารสมทบจำพวกเศษอาหารจากครัวเรือนรำละเอียดปลาสดสับปลวกและการใช้ฟัลดแมลงกลางคืนตลอดจนอาหารสำเร็จรูปบางส่วน ส่วนการเลี้ยงปลาหมอบไทยเชิงพาณิชย์นั้นในช่วงแรกจากลูกปลารุ่นอายุ 1-2 เดือนต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงมาก ไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่ออายุ 2-3 เดือน ต้องการอาหารระดับโปรตีนต่ำลงมากคือ 35-37 เปอร์เซ็นต์หรืออาหารเม็ดปลาคุกกี้ โดยให้ในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 3-4 มื้อ หลังจากเลี้ยงได้ 2 เดือนก็เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดปลาคุกกี้ใหญ่ โดยการให้อาหารต้องหว่านให้รอบบ่อ

ระยะเวลาการเลี้ยงขึ้นอยู่กับขนาดปลาที่ตลาดต้องการสภาพสิ่งแวดล้อมภายในบ่อและสุขภาพปลาใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 90-120 วัน หรือประมาณ 4-5 เดือน (วิทย์, 2533; สราวุธและคณะ, 2547)

โครงสร้างและคุณสมบัติของวิตามินซี

วิตามินซีหรือแอสคอร์บิกแอซิด(ascorbic acid)เป็นสารที่พืชส่วนใหญ่สามารถสังเคราะห์เองได้มีสูตรโครงสร้างเป็น $C_6H_8O_6$ น้ำหนักโมเลกุล 176.3 คาลตันจุดหลอมเหลว 192 องศาเซลเซียส คุณสมบัติทางเคมีของวิตามินซีเป็นผลึกสีขาวไม่มีกลิ่นแต่มีรสเปรี้ยวละลายน้ำได้ดีแต่ไม่ละลายในไขมันไม่คงทนและถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายปัจจัยที่มีผลต่อการออกซิไดซ์ของวิตามินซีได้ง่ายคือความชื้น ความร้อน ความดันความเป็นกรดเป็นด่างแสงออกซิเจนไขมันและโลหะหนักบางชนิด(วีรพงศ์, 2536) วิตามินซีถ้าอยู่ในรูปสารละลายจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายกลายเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (dehydroascorbic acid) กรดนี้ยังคงมีรูปเป็นวิตามินซีอยู่แต่ถ้ากรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกถูกออกซิไดซ์ต่อจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไดคีโตกลูโลนิก (diketoglulonic acid) จะไม่แสดงคุณสมบัติของวิตามินซีเลยและปฏิกิริยานี้ไม่สามารถย้อนกลับได้ (Halver, 1972)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของวิตามินซี

ที่มา : Halver (1972)

สัตว์ส่วนใหญ่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีสำหรับการเจริญเติบโตแต่มีสัตว์อยู่หลายชนิดที่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้โดยเฉพาะในสัตว์น้ำเนื่องจากขาดเอนไซม์ L-gulonolactone oxidase ในการสังเคราะห์วิตามินซีจากกลูโคสได้ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการผลิตวิตามินซีหลายรูปแบบให้คงรูปและสลายตัวช้ามาใช้ในด้านอาหารสัตว์เพื่อความคงทนต่อการผลิตการเก็บรักษาและไม่ละลายในน้ำเมื่อนำมาใช้กับสัตว์เลี้ยงเช่น L-ascorbate-2-sulfate ซึ่งมีความคงทนต่อความร้อนมากกว่าวิตามินซีธรรมชาติ(ascorbic acid), L-ascorbyl-2-phosphate magnesium (Phosphatan C or Vitamin C phosphate), L-ascorbate-2-polyphosphate (Patented) และวิตามินซีที่เคลือบด้วยสารต่างๆ (Coated Ascorbic acid) ได้แก่เคลือบด้วย Ethyl Cellulose, Silicone, Gelatin, Glyceride, Methylcellulose และ Fat (Akiyama et al., 1991)

วิตามินซีในอาหารสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้เองเนื่องจากสัตว์น้ำส่วนใหญ่ไม่มีเอนไซม์ L-gulonolactone oxidase (GLO) ที่ใช้ในการเปลี่ยน L-gulonolactone (อนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในอาหาร) ให้เป็น 2-keto-L-gulonate ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็น L-ascorbic acid (Yamamoto et al., 1978) ดังนั้นสัตว์น้ำเหล่านี้จึงจำเป็นต้องได้รับวิตามินซีเสริมจากอาหารที่บริโภคเข้าไป อีกทั้งวิตามินซีในรูป L-Ascorbic acid สูญเสียได้ง่ายในกระบวนการผลิตอาหารและในการเก็บรักษาอาหารผสมวิตามินซีโดยจะสูญเสียไปในกระบวนการผลิตอาหารถึง 40 เปอร์เซ็นต์หลังจากเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง 6 สัปดาห์เหลือวิตามินซีในอาหารเพียง 35 เปอร์เซ็นต์แต่ถ้าเก็บไว้ในสภาพที่ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายจะเหลือเพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Steffens, 1989)

จากสภาพไม่คงสภาพของวิตามินซีดังที่กล่าวมาแล้วจึงเป็นผลทำให้สัตว์น้ำได้รับวิตามินซีในปริมาณที่ไม่แน่นอนและไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้สัตว์น้ำเกิดอาการขาดวิตามินซีในปัจจุบันจึงต้องมีการเสริมวิตามินซีในอาหารในปริมาณที่มากเกินไปเพื่อเป็นการชดเชยการสูญเสียวิตามินซีไปในระหว่างกระบวนการผลิตและเก็บรักษาอาหารดังนั้นความต้องการวิตามินซีที่มีความคงสภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อธุรกิจการเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นผลทำให้มีการพัฒนาการผลิตวิตามินซีรูปแบบต่างๆเพื่อใช้ในค่าน้ำหนักอาหารสัตว์น้ำมากขึ้นเช่นวิตามินซีเคลือบ (Coated vitamin C) ซึ่งจะมีการเคลือบด้วย ethyl cellulose, silicone, gelatin, glyceride และไขมันเป็นต้นกลุ่มวิตามินซีเคลือบที่มีการใช้ในอาหารสัตว์น้ำได้แก่วิตามินซีเคลือบไขมันวิตามินซีเคลือบซิลิโคนอย่างไรก็ตามวิตามินซีที่เคลือบไขมันก็ยังถูกทำลายได้ง่ายภายใต้กระบวนการอัดเม็ดและกระบวนการผลิตที่มีความชื้นและใช้อุณหภูมิสูงโดยไขมันที่เคลือบจะเริ่มละลายที่อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส (Akiyama et al., 1991)

อาการขาดวิตามินซีในสัตว์น้ำ

ปลาที่ได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอจะมีผลต่อการสร้างคอลลาเจนทำให้การพัฒนาการสร้างกระดูกผิดปกติอย่างชัดเจนโดยปลาจะมีอาการโค้งงอของกระดูกสันหลังแนวบนแนวล่าง (lordosis) และแนวข้างตัว (scoliosis) ถ้าตัวคดงอมากจะมีสีเข้มถ้าหากเกิดขึ้นไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้นอกจากนี้ปลาจะมีอาการเบื่ออาหารเจริญเติบโตช้าผิวหนังเป็นแผลตกเลือดภายในและภายนอก ร่างกายกระดูกอ่อนบริเวณเหงือกก้านครีบหางกร่อนบดเบี้ยวสามารถพบการตกเลือดที่อวัยวะต่างๆ จะอวบปากมีรูปร่างผิดปกติระบบภูมิคุ้มกันเชื้อโรคของร่างกายลดลงปลาที่ได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอจะแสดงอาการเหล่านี้ออกมาเร็วมากเพราะปลามีความไวต่อการตอบสนองของวิตามินซีสูงมาก โดยเฉพาะลูกปลาวัยอ่อน (วีรพงศ์, 2536; มติ, 2536) นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาและแนะนำระดับวิตามินซีในอาหารอัดเม็ดแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณวิตามินซีที่ปลาและกุ้งบางชนิดต้องการ

ชนิด	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)
ปลาคูอเมริกัน	60
ปลานิล	1,250
แซลมอน	100-150
ปลาเทราท์	100-150
ปลากะพงขาว	700-1,100
ปลาชีกเคียว	60-100
กุ้งก้ามกราม	60-100
กุ้งขาว	50-200
กุ้งกุลาดำ	200-500

ที่มา : มติ (2536)

บทบาทของวิตามินซีต่อสัตว์น้ำ

1. บทบาทของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำโดยทั่วไปมีความต้องการวิตามินซีในปริมาณน้อยแต่จำเป็นต้องได้รับในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายเพื่อที่จะทำให้สัตว์น้ำสามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้เป็นปกติเนื่องจากวิตามินซีมีความสำคัญต่อกระบวนการชีวเคมีต่างๆภายในร่างกายของสัตว์น้ำในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาถึงระดับความต้องการวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตในสัตว์น้ำหลายๆชนิดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ

ชนิดสัตว์น้ำ	รูปแบบและระดับวิตามินซีที่มีผลต่อสัตว์น้ำ	เอกสารอ้างอิง
ปลากะพงขาว	วิตามินซีที่ระดับ 0.20 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย	มะลิและคณะ, 2531
ปลาแซลมอนแอตแลนติก (channel catfish)	ปลาขนาด 2 และ 15 กรัมมีความต้องการวิตามินซีในระดับ 50 และ 25 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม	Andrews and Murai, 1974
	ปลาที่เลี้ยงในบ่อดินจากขนาด 3 นิ้วถึงขนาดตลาด ต้องการวิตามินซี 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม	Lovell and Lim, 1978

ตารางที่ 2(ต่อ) บทบาทของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ

ชนิดสัตว์น้ำ	รูปแบบและระดับวิตามินซีที่มีผลต่อสัตว์น้ำ	เอกสารอ้างอิง
ปลา <i>Oreochromis spilurus</i>	ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาอยู่ในช่วง 100-200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยปลาที่ได้รับวิตามินซี ในระดับที่ต่ำกว่า 75 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจะแสดงอาการขาดวิตามินซีแต่ไม่พบว่าการเสื่อมสลายของกระดูกสันหลัง	Al-Amoudi et al., 1992
ปลาคูกลูกผสม	วิตามินซี L-ascorbic acid (ASA) ผสมอาหารในอัตราส่วน 0 และ 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และ ascorbate vitamin C-glucose(AAG) ผสมอาหารในอัตราส่วน 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมพบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนน้ำหนักปลาที่ได้รับและอัตราการรอดตายของปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับวิตามินซีมีค่าต่ำกว่าปลาในกลุ่มที่ได้รับวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05)	Khajarearn and Khajarearn, 1997
ปลาทะเล (<i>Dicentrarchus labrax</i> , <i>Scophthalmus maximus</i>)	วิตามินซี ascorbyl-palmitate ในระดับ 20 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีความเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลาทะเลทั้ง 2 ชนิดนี้	Merchie et al., 1997
กุ้งขาว(<i>Penaeus vannamei</i>) กุ้งก้ามกราม (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	ระดับวิตามินซี ascorbyl-palmitate เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวและกุ้งก้ามกรามคือ 20 และ 130 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม	Merchie et al., 1997

2. บทบาทของวิตามินซีต่อกระบวนการสร้างคอลลาเจน

วิตามินซีมีบทบาทต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายเป็นอย่างมากคือมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสร้างคอลลาเจนซึ่งเป็นโปรตีนในกระดูก (bone) กระดูกอ่อน (cartilage) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(connective tissue) โดยวิตามินซีทำหน้าที่เป็น co-factor ของเอนไซม์ propylhydroxylase และ lysyl hydroxylase สำหรับปฏิกิริยา hydroxylation ของ amino acid ชนิด proline และ lysine ให้อยู่ในรูป hydroxyproline และ hydroxylysine เพื่อใช้ในการสร้างคอลลาเจนที่สมบูรณ์ (mature collagen) โดยจะไม่ค่อยพบ hydroxyproline ในโปรตีนชนิดอื่นนอกจากในคอลลาเจนและอีลาสตินในคอลลาเจนประกอบด้วย proline และ hydroxyproline ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ของ

amino acid ทั้งหมด collagen จัดเป็นโปรตีนโครงสร้างที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(connective tissue) ที่พบในหนังเส้นเลือดเอ็นกระดูกตาและกระดูกต่างๆเป็นต้น(เวียง, 2542 ; Lehninger, 1982)จากการศึกษาในปลาตุ๊กตาด้าน (*Clarias batrachus*) ที่ขาดวิตามินซีจะมีการเลือดออกตามรอยต่อระหว่างส่วนหัวและลำตัวศีรษะคืบและเป็นแผลที่คางเมื่อให้อาหารปลาหมักที่ไม่ได้ผสมวิตามินซี (มะลิและคณะ, 2525) ส่วนในปลาตุ๊กตอย (*Clarias macrocephalus*) ที่ขาดวิตามินซีร้อยละ 80 จะมีลักษณะหัวสั้นผิดปกติคืบค้อมมีอาการตกเลือดและสั้นผิดปกติโคนคืบบวมแดงลำตัวคดงอ (ประเสริฐและคณะ, 2527) อีกทั้งมะลิและคณะ (2533) ได้กล่าวว่า ลูกปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีจะมีการเจริญเติบโตช้าลงปลามีลำตัวค้ำแข็งซึมตกละอองบริเวณเหงือกเส้นเลือดประกระจุกๆแก้มปิดเปิดเร็วและสั้นจะงอยปากสั้นเสียการทรงตัวคืบหางกร่อนตาโปนและบางตัวเกิดอาการคดงอของกระดูกสันหลังและพบว่าระดับของวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 500-700 มิลลิกรัมต่ออาหารหนึ่งกิโลกรัม

3. บทบาทของวิตามินซีในการต้านทานโรค

การศึกษาผลของวิตามินซีต่อความต้านทานโรคในปลา channel catfish พบว่าเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมวิตามินซีในระดับสูงจะช่วยป้องกันการขาดวิตามินซีและทำให้ปลามีความต้านทานต่อการติดเชื้อมากขึ้นมีรายงานความสัมพันธ์ของปริมาณวิตามินซีที่ผสมในอาหารกับความต้านทานโรคในปลา channel catfish หลังการทดสอบด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Edwardsiella tarda* โดยในปลา channel catfish ที่มีภูมิคุ้มกันตามธรรมชาติต่ำเนื่องจากอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมวิตามินซีมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความต้านทานการติดเชื้อแบคทีเรียส่วนปลาที่มีภูมิคุ้มกันตามธรรมชาติอยู่แล้วการให้อาหารเสริมวิตามินซีจะเพิ่มความต้านทานโรคได้เมื่อใช้วิตามินซีผสมอาหารในอัตราส่วนที่สูงกว่าความต้องการมากๆ (Durve and Lovell, 1982) วิตามินซีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อระบบภูมิคุ้มกันมากโดยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่างๆทางภูมิคุ้มกัน ดังเช่นอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงทำให้มีการสร้างอินเตอร์เฟอรอน (interferon) และการหมุนเวียนของอินเตอร์เฟอรอนดีขึ้น (Seigel, 1974) ดังนั้นจึงมีความต้านทานต่อโรคที่เกิดจากไวรัสวิตามินซีช่วยในการสังเคราะห์ส่วนประกอบของคอมพลีเมนต์และมีบทบาทสำคัญในการทำงานของ phagocyte ในการทำลายสิ่งแปลกปลอม (Thomas and Holt, 1978)

ปัจจัยทางกายภาพและการติดเชื้อที่พบอยู่เป็นประจำจะมีผลต่อปลาในด้านความต้านทานโรคและคุณภาพของเนื้อปลาการสร้างความเครียดจากความจำเป็นสำหรับการสมานแผลในระดับที่เหมาะสมในปลาและบทบาทของวิตามินซีในการสังเคราะห์คอลลาเจนเป็นสิ่งที่น่าสนใจจึงได้มีผู้ทำการศึกษาอาหารที่มีการเสริมวิตามินซีนำมาเกี่ยวข้องกับความสามารถในการช่วยการสมานแผลในปลากันมากขึ้น Lim and Lovell (1978) ได้ศึกษาบทบาทและหน้าที่ของวิตามินซีในอาหารปลาต่อความสามารถในการช่วยสมานแผลของ channel catfish โดยทำการกรีดแผลยาว 1

เซนติเมตรลึก 0.2 เซนติเมตรในทางขนานกับเส้นข้างตัวทำการให้อาหารทดลองที่มีการเสริมวิตามินซีในอัตราส่วน 0, 30, 60, 90 และ 120 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมและทำการศึกษาความสามารถของวิตามินซีในการช่วยการสมานแผลผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าบาดแผลจะมีการหายอย่างสมบูรณ์เมื่อเวลาผ่านไป 10 วันเมื่อให้อาหารเสริมที่มีการเสริมวิตามินซีในอัตราส่วน 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิตามินซีในสัตว์น้ำ

สิทธิและคณะ (2532) รายงานว่าทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวขนาด 1.2 - 1.7 เซนติเมตรด้วยอาหารเม็ดเปียกที่มีวิตามินซี6 ระดับ 0, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารแห้งเป็นเวลา 10 สัปดาห์ผลปรากฏว่าปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีวิตามินซีเลยเจริญเติบโตช้าในช่วงแรกและหยุดการเจริญเติบโตใน 6 สัปดาห์หลังมีองค์ประกอบเลือดผิดปกติและมีค่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและในตับต่ำปลากะพงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินซี 0.05 เปอร์เซ็นต์เจริญเติบโตช้าและมีความต้านทานโรคต่ำมีค่าองค์ประกอบเลือดและไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับดีขึ้นส่วนปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินซี 0.10 - 0.25 เปอร์เซ็นต์มีองค์ประกอบเลือดและค่าไกลโคเจนใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์ปกติมีการเจริญเติบโตดีและมีความต้านทานโรคสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแม้ว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใส่วิตามินซี 0.25 เปอร์เซ็นต์จะมีความต้านทานโรคสูง

วาศนา (2539) ศึกษาการใช้วิตามินในรูปแบบ Ascorbyl-2-Polyphosphate เพื่อเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อ *A. hydrophila* ในปลาดุกลูกผสมน้ำหนักเฉลี่ย 1.17 ± 0.05 กรัมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินในอัตรา 100 (กลุ่มควบคุม), 500, 1,000, 3,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมนาน 4 สัปดาห์พบว่าที่เวลา 48 ชั่วโมงขึ้นไปปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินในอัตรา 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

วุฒิพร (2539) ได้ศึกษาผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโตอัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) โดยเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 100 ลิตร น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยตัวละ 1.25 กรัมแบ่งการทดลองเป็น 7 ชุดการทดลองแต่ละชุดการทดลองแบ่งเป็น 3 ซ้ำได้รับอาหารเสริมวิตามินซี7 ระดับคือ 0, 50, 100, 200, 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับระยะเวลา 10 สัปดาห์พบว่าปลากดเหลืองที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจะมีการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด (P > 0.01) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับอัตราการรอดตายของปลาทุกชุดการทดลองอยู่

ในช่วง 87 – 97 เปอร์เซ็นต์สรุปได้ว่าอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเพียงพอต่อการเสริมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากดเหลือง

วุฒิพรและคณะ (2541) ได้ศึกษาการใช้ ascorbyl-2-sulfate เป็นแหล่งของวิตามินซีของปลากดเหลืองโดยนำปลากดเหลืองขนาดปลาเนื้อขาวทดลองด้วยอาหารเสริม L-ascorbic acid 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเปรียบเทียบกับอาหารอีก 4 สูตรซึ่งเสริม ascorbyl-2-sulfate 4 ระดับคือ 30, 60, 120 และ 240 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจากผลการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารแต่ละสูตรมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่อัตราการแลกเนื้อประสิทธิภาพการใช้โปรตีนการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิและอัตราการรอดตายไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการเสริม Ascorbyl-2-sulfate ในอาหารสำหรับปลากดเหลืองในปริมาณ 240 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและสามารถป้องกันอาการอันเกิดจากการขาดวิตามินซีได้

ขวัญตา (2552) รายงานว่าปลาบึกที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับ 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมส่งผลให้ผลต่อการเจริญเติบโต ทั้งน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอัตราการแลกเนื้อและผลผลิตที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีทั้ง 3 ระดับดีกว่ากลุ่มปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีการเจริญเติบโตดีที่สุด

Menezes et al. (2006) ได้ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซี (ascorbic acid or AA) วิตามินอี (α -tocopherol or α -T) และวิตามินซี + วิตามินอีต่อการเจริญเติบโตและการตอบสนองของระบบภายในร่างกายของปลา *Arapaima gigas* ที่เลี้ยงในกระชังเป็นเวลา 45 วัน โดยมี 4 ชุดการทดลองคือ เสริมวิตามินซี 800 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม วิตามินอี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม วิตามินซี 800+ วิตามินอี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และชุดควบคุมตามลำดับพบว่าปลาที่ได้รับการเสริมวิตามินซี + วิตามินอีมีน้ำหนักและอัตราการรอดเพิ่มมากขึ้น

Andrade et al. (2006) ได้ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซีและวิตามินอีปริมาณ 500 , 800 และ 1,200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมต่อการตอบสนองของร่างกายปลาช่อนเมซอน (*Arapaima gigas*) เป็นเวลา 2 เดือนพบว่าน้ำหนักและอัตราการรอดตายไม่มีผลกระทบจากการเสริมวิตามินซีและวิตามินอีเมื่อเสริมวิตามินซีในปริมาณ 800 และ 1,200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมและความเข้มข้นของฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมวิตามินอีในปริมาณ 500 มก. ต่ออาหาร 1 กก. ส่วนปริมาณของ corpuscular จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเสริมวิตามินซี 800 และ 1,200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและปริมาณความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน corpuscular มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้กระชังทำด้วยเนื่อวนโพลีขนาดกระชัง คือ $1.2 \times 2 \times 1.5$ เมตร (กว้าง×ยาว×ลึก)จำนวนกระชังทั้งหมด 12 กระชัง แขนวนในบ่อดินขนาดพื้นที่ 1,000 ตารางเมตร ใช้วัสดุไม้ไผ่เป็นวัสดุพยุงกระชังให้กันกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 เมตรและรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 0.3 เมตรเพื่อให้มีส่วนของกระชังแช่อยู่ในน้ำ 120 เซนติเมตรตลอดการทดลอง



ภาพที่ 2 สถานที่ทดลองเลี้ยงปลาหมอไทยด้วยอาหารเสริมวิตามินซี

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลาหมออายุประมาณ 60-75 วัน ขนาดความยาวประมาณ 2-3 นิ้ว มาพักให้ปรับตัวเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนทำการสุ่มจับและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในกระชังทดลองที่ความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารด้วยอาหารสำเร็จรูปปลาชุกเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ปลาปรับสภาพก่อนเริ่มให้อาหารทดลองโดยน้ำหนักเริ่มต้นของลูกปลาหมอตลอดมีค่าเฉลี่ย 7.66 ± 0.03 กรัมต่อตัว

การวางแผนการทดลองและอาหารทดลอง

ศึกษาระดับการเสริมวิตามินซีลงในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลาหมอไทย ได้ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatment) ตามปริมาณวิตามินซี (L (+)-Ascorbic acid Calcium salt dihydrate, Sigma, USA) ที่เสริมลงในอาหารระดับต่าง ๆ กันแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่เสริมวิตามินซี (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 เสริมวิตามินซีปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 3 เสริมวิตามินซีปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 4 เสริมวิตามินซีปริมาณ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปลอยน้ำสำหรับปลาดุกขนาดเล็กโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์นำมาเสริมวิตามินซี (L (+)-Ascorbic acid calcium salt dihydrate, Sigma, USA) ลงในอาหารระดับต่าง ๆ กันคือ 0, 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยละลายวิตามินซีปริมาณดังกล่าวในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตรสเปรย์ลงในอาหารผสมให้ทั่วแล้วเคลือบเม็ดอาหารด้วยแป้งอัลฟา 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเพื่อป้องกันการละลายน้ำจากนั้นผึ่งลมให้แห้งนำไปบรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้การเตรียมอาหารขึ้นใหม่ทุก 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง ได้แก่ ความชื้น, เถ้า, โปรตีน และไขมันตามวิธีการมาตรฐานของ AOAC โดยให้อาหารทดลองที่อัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา 2 ครั้งต่อวัน เวลา 09.00 – 10.00 น. และ 15.00 – 16.00 น. พร้อมปรับปริมาณอาหารให้สอดคล้องกับน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทุก 30 วัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์) ของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ระดับวิตามินซี (มก./อาหาร 1 กก.)	ความชื้น (%)	น้ำหนักร้อย (%)				
		โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เยื่อใย	เถ้า
0	7.66±0.07	31.48±0.32	9.38±0.16	44.14±0.15	4.55±0.16	10.44±0.01
500	7.79±0.01	31.17±0.03	9.21±0.16	44.63±0.19	4.49±0.09	10.49±0.01
1,000	7.39±0.01	31.16±0.05	9.13±0.19	44.73±0.24	4.54±0.12	10.44±0.02
1,500	7.80±0.19	31.01±0.22	9.81±0.13	44.16±0.38	4.63±0.18	10.38±0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SE)

การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 30 วันจนเสร็จสิ้นการทดลองได้แก่อุณหภูมิและออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้เครื่อง pH meter (HI 9812) ค่าแอมโมเนียและไนไตรท์วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000)

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

ทำการสุ่มปลาขึ้นมา 30 เปอร์เซ็นต์ของปลาแต่ละกระชังซึ่งน้ำหนักมีหน่วยเป็นกรัมทุก 30 วัน ตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการนับจำนวนปลาและชั่งน้ำหนักแต่ละชุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

1. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (weight gain; กรัม)
= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)
2. การเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR; เปอร์เซ็นต์/วัน)
= $[(\ln \text{ น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น.ปลาเมื่อเริ่มต้น}) / \text{ระยะเวลาทดลอง}] \times 100$
3. ปริมาณอาหารที่ปลากินทั้งหมด (TFI; กรัม/ตัว)
= น้ำหนักอาหารทั้งหมดที่ปลากิน/จำนวนปลา
4. อัตราการกินอาหาร (DFI; เปอร์เซ็นต์/วัน)
= $\frac{(\text{น.น.อาหารที่ปลากินเฉลี่ยต่อวัน} \times 100)}{(\text{น.น.ปลาเริ่มต้น} + \text{น.น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) / 2}$
5. อัตราแลกเนื้อ (FCR)
= น้ำหนักอาหารที่ปลากิน/น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น
6. อัตราการรอดตาย (Survival; เปอร์เซ็นต์)
= $(\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}) \times 100$
7. ผลผลิตรวมทั้งหมด (Total biomass ; กิโลกรัม/กระชัง)
= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละกระชัง

การวิเคราะห์ด้านต้นทุนและผลตอบแทน

1. ต้นทุนผลผลิตต่อปลา 1 กิโลกรัม (บาท)
= ต้นทุนค่าอาหารปลา + ต้นทุนค่าพันธุ์ปลา
2. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)
= B/C ratio = ราคาปลาต่อ กก. / ต้นทุนการผลิตปลาต่อ กก.

(B/C ratio มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับที่ลงทุนไปแต่ค่า B/C ratio น้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการไม่คุ้มกับเงินลงทุนที่เสียไป)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และต้นทุนการผลิตที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Tukey's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ผลการวิจัย

1. ด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากการศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในปริมาณที่ต่างกัน พบว่า การเติมวิตามินซีที่ระดับ 500 - 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมลงในอาหารส่งผลให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยดีขึ้น โดยค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้ายของปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสูงที่สุดเท่ากับ 40.05 ± 0.33 กรัมต่อตัว รองลงมาที่ระดับวิตามินซี 500 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 37.02 ± 0.06 และ 35.87 ± 0.29 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสูงที่สุดเท่ากับ 32.38 ± 0.24 กรัมต่อตัว รองลงมาที่ระดับวิตามินซี 500 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 29.35 ± 0.10 และ 28.17 ± 0.37 กรัมต่อตัว ตามลำดับ อีกทั้งปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.38 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาที่ระดับวิตามินซี 500 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1.31 ± 0.01 และ 1.28 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอัตราการแลกเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเฉลี่ยต่ำกว่าปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่ปลากินและอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 4 ชุดการทดลอง ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4

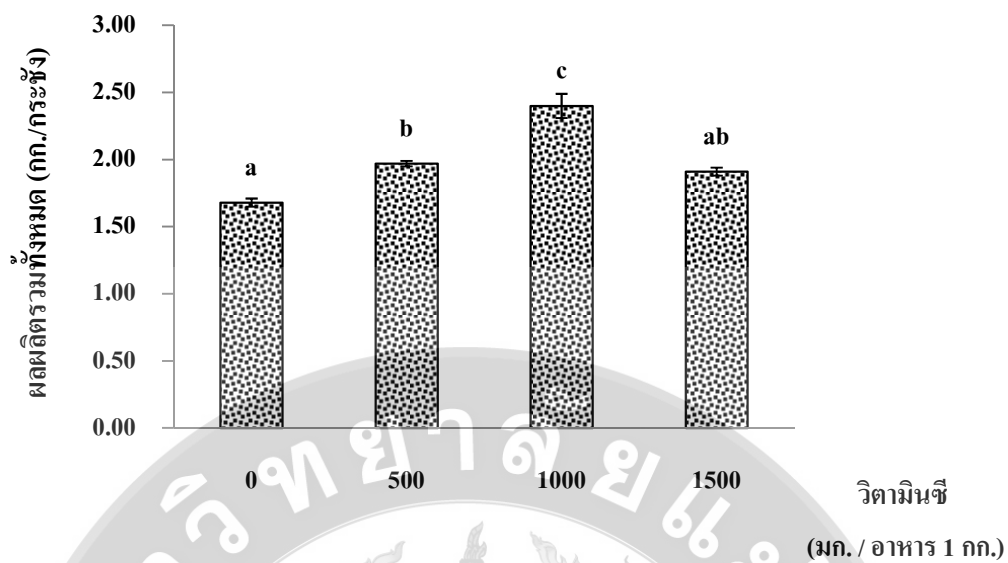
ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน

การเจริญเติบโต	วิตามินซี (มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)				P-Value
	0	500	1,000	1,500	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	7.61±0.04	7.67±0.09	7.67±0.09	7.69±0.08	0.923
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	31.22±0.73 ^a	37.02±0.06 ^b	40.05±0.33 ^c	35.87±0.29 ^b	0.000
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	23.60±0.75 ^a	29.35±0.10 ^b	32.38±0.24 ^c	28.17±0.37 ^b	0.000
อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	1.17±0.02 ^a	1.31±0.01 ^b	1.38±0.00 ^c	1.28±0.01 ^b	0.000
ปริมาณอาหารที่ปลากิน (กรัม/ตัว)	62.03±2.94	66.56±0.95	64.12±2.20	65.96±1.05	0.413
อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์/วัน)	2.52±0.06 ^a	2.39±0.04 ^{ab}	2.21±0.05 ^b	2.43±0.04 ^{ab}	0.016
อัตราการแลกเนื้อ	2.72±0.06 ^a	2.31±0.02 ^b	1.89±0.07 ^c	2.40±0.08 ^b	0.001
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	82.05±2.71	82.05±1.02	92.30±4.07	82.05±1.02	0.051

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

2. ด้านต้นทุนและผลตอบแทน

ผลผลิตรวมทั้งหมดของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 1.97±0.02 และ 2.40±0.09 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่การเสริมวิตามินซีในปริมาณที่สูงกลับไม่มีผลต่อผลผลิตที่ได้ จากการทดลองนี้ผลผลิตของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารวิตามินซี 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่วิตามินซี



ภาพที่ 3 ผลผลิตรวมทั้งหมดของปลาทอมไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4 การเก็บรวบรวมผลผลิตปลาทอมไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี

ด้านต้นทุนการผลิตพบว่าต้นทุนการผลิตปลาหมอไทยสูงสุด(106.83 ± 3.60 บาทต่อ กิโลกรัม) เมื่อเสริมวิตามินซี 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมแตกต่างจากกลุ่มทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) นอกจากนี้ในการเสริมวิตามินซีที่ 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มชุดควบคุม เมื่อพิจารณาอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) พบว่าในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.03 ซึ่งถือว่าคุ้มค่ากับต้นทุนการผลิต และไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี (1.09 ± 0.02) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลผลิตและต้นทุนผลตอบแทนของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน ที่ระยะเวลา 120 วัน

ระดับวิตามินซี (มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)	ผลผลิตรวมทั้งหมด (กิโลกรัม/กระชัง)	ต้นทุนการผลิต ¹ (กิโลกรัม/บาท)	B/C ratio ²
0	1.68 ± 0.03^a	64.00 ± 1.46^a	1.09 ± 0.02^a
500	1.97 ± 0.02^b	70.90 ± 0.71^a	0.99 ± 0.01^a
1,000	2.40 ± 0.09^c	70.97 ± 2.62^a	1.00 ± 0.03^a
1,500	1.91 ± 0.03^{ab}	106.83 ± 3.60^b	0.65 ± 0.02^b
P-Value	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในสคริปต์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์, ¹ต้นทุนราคาอาหารทดลองที่เสริมวิตามินซี 0, 500, 1000 และ 1500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเท่ากับ 23.50, 30.50, 37.55 และ 44.45 บาทต่อกิโลกรัม, ²อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)

คุณภาพน้ำในกระชังทดลอง

คุณภาพน้ำในกระชังเลี้ยงปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในปริมาณที่ต่างกันมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.30–27.10 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.60–7.84 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5.13–6.28 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.185–0.267 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ 0.014–0.022 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน

คุณภาพน้ำ	วิตามินซี (มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)				P-Value
	0	500	1,000	1,500	
อุณหภูมิ	25.55±0.00	25.60±0.07	25.67±0.04	25.66±0.13	0.658
pH	7.58±0.00	7.51±0.02	7.59±0.02	7.57±0.03	0.071
DO(มิลลิกรัม/ลิตร)	5.28±0.20	5.43±0.15	5.83±0.17	5.16±0.02	0.118
แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.227±0.006	0.207±0.013	0.254±0.007	0.218±0.013	0.061
ไนไตรท์(มิลลิกรัม/ลิตร)	0.015±0.000	0.015±0.000	0.018±0.002	0.019±0.002	0.204

วิจารณ์ผลการวิจัย

วิตามินซีเป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกายของสัตว์น้ำเพื่อให้การเจริญเติบโตการสืบพันธุ์และกลไกทางชีวภาพดำเนินได้อย่างปกติซึ่งปลาส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้ ในสภาพการเลี้ยงอาหารธรรมชาติสามารถได้รับวิตามินซีจากพวกแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำแต่สภาพการเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ปริมาณวิตามินซีในอาหารธรรมชาติไม่เพียงพอจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีในอาหารปลา การศึกษาที่ผ่านมาในปลาหลายชนิดแสดงให้เห็นว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ขาดวิตามินซีหรือมีวิตามินซีในอาหารไม่เพียงพอจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตเช่นปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) ปลานิล (*Tilapia zillii*) ปลาแซลมอนแอตแลนติก (*Salmo salar* L.) ปลาซิวรีม (*Sparus aurata*) ปลาจวด (*Pseudosciaena crocea*) และกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) (วุฒิพร, 2539; Anadu et al., 1990; Thompson et al., 1993; Henrique et al., 1998; Ai et al., 2006; He and Lawrence, 1993) จากการทดลองครั้งนี้การเสริมวิตามินซีลงในอาหารปลาหมอไทยส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 500 - 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเพิ่มขึ้นในทางตรงข้ามปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีจะมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าใกล้เคียงกับการทดลองของสิทธิและคณะ (2532) ที่เลี้ยงปลากะพงขาวขนาด 1.2 - 1.7 เซนติเมตรด้วยอาหารเม็ดเปียกที่ไม่มีวิตามินซีเลยจะเจริญเติบโตช้ากว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินซี 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารแห้งและหยุดการเจริญเติบโตในตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลองมะลิและคณะ (2533) กล่าวว่าระดับของวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงขาว (*Lates calcarifers*) ว่ายอ่อนอยู่ที่ระดับ 500 - 700 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งลูกปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีจะมีการเจริญเติบโตช้าลงปลามีลำตัวดำแข็งซึมคกเลือดบริเวณเหงือกเส้นเลือดประกระจ่างแก้มปิดเปิดเร็วและสันจะอวบปากสั้นเสียการทรงตัวครีบก้นหางกร่อนตาโปนและบางตัวเกิดอาการคดงอของกระดูกสันหลังความต้องการวิตามินซีจะแตกต่างกันไปตามชนิดของปลาขนาดสภาพแวดล้อมความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยงระดับความต้องการของวิตามินซีของกลุ่มปลากดอเมริกันไม่เกิน 880 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (Andrews and Murai, 1974) รายงานของคณัยและคณะ (2548) กล่าวว่าอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเพียงพอต่อการเสริมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 3.14 กรัม เนื่องจากลูกปลาที่ศึกษาโดยให้อาหารเสริมวิตามินซี 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตและความยาวตัวที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 750 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ในสภาพธรรมชาติปลาจะต้องพบกับสภาพแวดล้อมหลายๆอย่างที่แตกต่างกันออกไปได้แก่ ความหนาแน่นของการปล่อยปลาก็จะมากขึ้นการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงก็อาจไม่ดีความต้องการของปลาต้องการของปลาที่จะนำเอาวิตามินซีไปใช้ในการสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อต่อต้านการติดเชื้อเนื่องจากแบคทีเรียก็เพิ่มขึ้นนอกจากนี้ในสภาพการเลี้ยงจริงปลาอาจเกิดความเครียดจึงปล่อยสารนอร์เอพิเนฟริน (norepinephrine) ออกมาทำให้ร่างกายมีขบวนการเมตาบอลิซึมมากขึ้นเพื่อช่วยลดความเครียดอันเกิดเนื่องจากมลพิษที่มีอยู่ในน้ำซึ่งล้วนแต่ต้องการวิตามินซีในระดับที่เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น (Halver, 1989) จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้สอดคล้องกับผลการทดลองโดย Boonyaratpalin et al. (1989) ซึ่งสรุปว่าระดับของวิตามินซี 700 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมก็เพียงพอสำหรับการที่ทำให้การเจริญเติบโตของปลากะพงขาวดีที่สุดและสามารถป้องกันอาการอันเกิดจากการขาดวิตามินซีได้แต่วิตามินซีในระดับ 1,100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจะเป็นระดับที่ปลากะพงขาวต้องการเพื่อใช้ในการรักษาระดับของวิตามินซีในตับและเป็นระดับที่จะเชื่อได้ว่าปลาจะได้รับวิตามินซีในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการในสภาพของการเลี้ยงจริงในธรรมชาติ แม้ว่าการทดลองครั้งนี้ระดับวิตามินซีที่เสริมลงในอาหารทดลอง 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่งผลให้ปลาหมอไทยมีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งจะเป็นระดับที่เหมาะสมที่เสริมในอาหารปลาหมอไทย แต่เมื่อเพิ่มระดับวิตามินซีในอาหาร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยให้ดีขึ้น โดยเฉพาะปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 40.05 ± 0.33 , 32.38 ± 0.24 กรัมต่อตัว และ 1.38 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และยังมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลการศึกษากครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของวุฒิพร (2539) ที่ศึกษาผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโตอัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) โดยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยตัวละ 1.25 กรัมแบ่งอาหารเสริมวิตามินซี 7 ระดับคือ 0, 50, 100, 200, 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์พบว่าปลากดเหลืองที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมจะมีการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด ($P > 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับอัตราการรอดตายของปลาทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วง 87 – 97 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งเมื่อทำการเสริมวิตามินซีในอาหารปลาทุกกลุ่มผสมที่ระดับ 250, 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของแต่ละกลุ่มทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าระดับการเสริมวิตามินซี 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็นระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเป็นปกติในการเพิ่มระดับการเสริมวิตามินซีมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มค่าอัตราการ

เจริญเติบโตจำเพาะและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มของปลาคุกลูกผสมในเชิงเส้นตรง ($P < 0.05$) ที่สัปดาห์ 1-4 ของการทดลองอย่างไรก็ตามผลความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ไม่ต่อเนื่องเมื่อทำการวัดที่สัปดาห์ที่ 5-8 จึงสรุปได้ว่าการเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,000-1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในอาหารปลาคุกลูกผสมที่ระยะ juvenile จะทำให้ปลาคุกลูกผสมมีอัตราการเจริญเติบโตสูง (สุรินทร์และภคินิจ, 2553) เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาในปลาคุกออฟริกันที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมวิตามินซีที่ระดับ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน่าจะเป็นปริมาณที่เพียงพอที่ปลาจะไม่แสดงอาการขาดวิตามินซีและถ้าเพิ่มปริมาณวิตามินซีที่เสริมในอาหารเป็น 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมปลาคุกออฟริกันจะมีค่าสมรรถนะการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงที่สุด (Adewolu and Aro, 2009)

ทางด้านผลผลิตของปลาหมอไทยที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีระดับ 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีผลผลิตรวมทั้งหมดมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ต้นทุนการผลิตปลา 1 กิโลกรัมมีต้นทุนต่ำสุดในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี แม้ว่าปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจะมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 70.90 ± 0.71 และ 70.97 ± 2.62 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับแต่ก็ไม่แตกต่างกับกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในการศึกษาต้นทุนผลตอบแทน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับที่ลงทุนไปแต่ถ้าค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการไม่คุ้มกับเงินลงทุนที่เสียไปซึ่งผลการทดลองครั้งนี้มีเพียงกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี ($P > 0.05$) มีรายงานเกี่ยวกับต้นทุนผลตอบแทนในปลาบึกที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมากกว่า 1 แต่ระดับวิตามินซี 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด(ขวัญดา, 2552) แม้ว่าต้นทุนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเสริมวิตามินซีที่อาจเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตตามไปด้วยดังนั้นในการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีที่เหมาะสม จึงควรเสริมวิตามินซีในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตอยู่ในเกณฑ์ดีและได้ผลผลิตสูงที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การเสริมวิตามินซีที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาหมอไทย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตให้ดีขึ้นกว่าการไม่เสริมวิตามินซี

วิตามินซีที่ระดับ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่เพิ่มสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตในการเลี้ยงปลาหมอไทยสูงที่สุดและอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยเปรียบเทียบกับการไม่เสริมวิตามินซี ดังนั้นปริมาณที่เหมาะสมในการเสริมวิตามินซีต่อการเลี้ยงปลาหมอไทยเชิงพาณิชย์ที่คุ้มค่าต่อต้นทุนการผลิต คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2553. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.fisheries.go.th/it-stat/yearbook/> (4 กันยายน 2556).
- ขวัญตา พูลสำราญ. 2552. ผลของอาหารเสริมวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการสนองของระบบภูมิคุ้มกันโรคของปลาบึก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 109 น.
- ไชย ส่องอาชีพ. 2547. ปลาหมอไทยเลี้ยงง่ายขายคล่อง. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 12 (332): 102–10.
- คนัยอ่อนใจ, สมพงษ์คุณจินดาขำพรและประภาส โสภณพันธ์รัตน์. 2548. การศึกษาระดับของวิตามินซีที่เสริมในอาหารสำเร็จรูปต่อการเลี้ยงปลากดเหลือง. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 5: 89 –102.
- วาสนาณณิรัตน์. 2539. ผลของวิตามินซีต่อความต้านทานโรคและการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันในปลาดุกเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วิทย์ ธารชลาณกิจประจิดวงศ์รัตน์สุภูมิเจ้าใจประทักษ์ ตาบทพิชัยวรรณและลัดดาวงศ์รัตน์. 2533. การศึกษาคุณภาพน้ำและทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่พรุโต๊ะแดงจังหวัดนราธิวาส. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 111 น.
- วีรพงษ์วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 216 น.
- วุฒิพรพรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโตอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*). วารสารสงขลานครินทร์ วท.18(4): 413 – 420.
- วุฒิพรพรหมขุนทอง, ประกอบแสงสีแดงและกิจการศุภมาตย์. 2540. ความต้องการวิตามินซีละลายน้ำในปลากดเหลือง(I): ความต้องการวิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี3 และวิตามินซี. วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.19(3): 337 – 349.
- วุฒิพรพรหมขุนทอง, อภิญาส่งประดิษฐ์และปิยวรรณสังฆานาคิน. 2541. การใช้แอสคอบิล-2-ซัลเฟตเป็นแหล่งของวิตามินซีของปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์วท.20(2): 149 – 156.
- เวียงเชื้อ โพธิ์หลัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 255 น.
- ประเสริฐสีตะสิทธิ์, นันทิยาอุ้นประเสริฐและวิมลจันทร์โรทัย. 2527. ความต้องการวิตามินซีจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเหลือรอดของลูกปลาดุกอูย. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพฯ. 31 น.

- มตินิติน. 2536. คุณค่าทางโภชนาการของวิตามินซีในอาหารสัตว์น้ำ. วารสารโรคสัตว์น้ำ. 14(4):47-55.
- มะลิบุญขัตติผลินนันท์ ยานอ์ประเสริฐและอิดิตต้าปาลมาริโอ. 2525. อาหารปลาหมึก. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพฯ. 17 น.
- มะลิบุญขัตติผลินนันท์ ยานอ์ประเสริฐไพรัตน์ ก่อสุรารักษ์วิญญูโสธนะและศิริมลชุมสูงเนิน. 2531. ผลของระดับวิตามินซีที่เติมในอาหารต่อการเจริญเติบโตประสิทธิภาพอาหารและอัตราการรอดของปลากะพงขาว. กรุงเทพฯ: สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติกรมประมง. 21 น.
- มะลิบุญขัตติผลินนันท์ ยานอ์ประเสริฐและจารุวัฒน์วรรณโกวัฒน์. 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติกรมประมง. 18 น.
- สมพงษ์คุ้ยจินดาขบาพร. 2542. การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย. ภาควิชาประมง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 38 น.
- สมเจตน์ปัญญาวณิช. 2549. ปลาหมอไทย. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ. 184 น.
- สัตว์น้ำจืด. 2547. ปลาหมอไซค์ใหญ่ตลาดยังโต. วารสารสัตว์น้ำ 15 (173):119–126.
- สิทธิบุญขัตติผลิน, กิจการสุกมาตย์และสถาพรดิเรกบุษราคม. 2532. ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงขาวและความต้านทานโรคของปลากะพงขาว. สงขลา: สถาบันการเพาะเลี้ยงชายฝั่งกรมประมง. 48 น.
- สุจินต์ โรจนพิทักษ์. 2550. การเลี้ยงปลาหมอ. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ. 88 น.
- สุรินทร์ บุญอนันตสร และ ภคินจุฬพิทยานันท์. 2553. ผลของการเพิ่มวิตามินซีและวิตามินอีในอาหารปลาคูต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคในสภาพการเลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำลง. รายงานการวิจัย... สราวุธจะ ไล่ฮ่อนัญญาคำจุติสุชาติจุลตองกฤษฎพันธ์โกเมนไปรรินทร์เมตตาพิทยับรรพตและ นพพรสิทธิเกษมกิจ. 2547. ปลาหมอไทย: เทคนิคการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์. ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพร. 33 น.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำชุมพร. 2555. ปลาหมอสายพันธุ์ 'ชุมพร ๑'. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.fisheries.go.th/genetic-chumphon/images/.../year%2055.pdf (20 กุมภาพันธ์ 2556).
- Adewolu, M.A., Aro, O.O. 2009. Growth, feed utilization and haematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings fed diets containing different levels of vitamin C. **American Journal of Applied Sciences** 6:1675–1681.
- Affonso E.G., Silva, E. C., Tavares-Dias, M., de Menezes, G.C., de Carvalho, C.S., Nunes, E.S., Ituassú, D.R., Roubach, R., Ono E.A., Fim, J.D. and Marcon, J.L. 2007. Effect of high

levels of dietary vitamin C on the blood responses of matrinxã(*Brycon amazonicus*).

Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative

Physiology 147(2): 383 – 388.

Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Zhang, W., Ma, H. and Liufu, Z. 2006. Effects of dietary vitamin C on survival, growth, and immunity of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*.

Aquaculture 261: 327 – 336.

Akiyama, D.M., Dominy, W.G. and Lawrence, A.L. 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised. pp. 80–98. **In . Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop, Thailand and Indonesia September 19–25 .** Singapore, American Soybean Association.

Al-Amoudi, M.M., El-Nakkadi, A.M.N. and El-Nouman, B.M.. 1992. Evaluation of optimum dietary requirement of vitamin C for the growth of *Oreochromis spilurus* fingerlings in water from the Red Sea. **Aquaculture** 105: 165 – 173.

Andrews, J.W. and Murai, T. 1974. Studies on the vitamin C requirements of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition** 105(5): 557 – 561.

Anadu, D.I., Anozie, O.C. and Anthony, A.D.. 1990. Growth response of *Talapia zillii* feed diets containing various levels of ascorbic acid cobalt chloride. **Aquaculture** 88: 329–336.

AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Arlington, VA, USA.

Boonyaratpalin, M., Unprasert, N. and Buranapanidgit, J.. 1989. Optimal supplementary vitamin C level in seabass fingerling diet. pp. 149 – 157. **In The Proceeding of the Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, 28 August – 1 September 1988**. Japan: Toba.

Durve, V.S. and Lovell, R.T.. 1982. Vitamin C and disease resistance in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 39 : 948–951

Halver, J.E. 1972. **Fish Nutrition**. Academic Press, Inc., New York. 713 p.

. 1989. **Fish Nutrition**. New York: Academic Press. 789 p.

He, H. and Lawrence, A.L. 1993. Vitamin C requirements of shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture** 114: 305 – 316.

Henrique, M.M.F., Gomes E.F., Gouillou-Coustans M.F., Oliva-Teles A. and Davies S.J. 1997.

Influence of supplementation of practical diet with vitamin C on growth and response to hypoxic stress of seabream, *Sparus aurata*. **Aquaculture** 161 : 415–426.

Khajornern, J. and Khajarnern, S. 1997. Stability and bioavailability of vitamin C-glucose in

Clarias hybrid catfish (*Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus*). **Aquaculture** 151: 219–224.

Lehninger, L.A. 1982. **Principles of Biochemistry**. New York: Worth Publishers Inc. 500 p.

Lim, C. and Lovell, R.T. 1978. Pathology of the Vitamin C deficiency syndrome in channel catfish.

(*Ictalurus punctatus*) **Journal of Nutrition** 108 : 1137–1146.

Lovell, R.T. and Lim, C. 1978. Vitamin C in pond diets for channel catfish. **Transactions of the**

American Fisheries Society 107: 321 – 325.

Merchie, G., Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae : a review. **Aquaculture** 155: 165 – 181.

Seigel, B.V. 1974. Enhanced interferon response to murine leukemia virus by ascorbic acid. **Infection and Immunity** 10(2) : 409–410.

Steffens, W. 1989. **Principles of Fish Nutrition**. Ellis Horwood, Chichester. 384 p.

Thomas, W. R. and Holt, P. G. 1978. **Vitamin C and immunity : an assessment of evidence**. **Clinical & Experimental Immunology** 32(2) : 370–379.

Thompson, L., White A., Fletcher, T.C., Houlihan, D.F. and Secombes, C.J. 1993. The effect of stress on the immune response of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets containing different amounts of vitamin C. **Aquaculture** 114 : 1–18.

Yamamoto, Y., Sato, M. and Ikeda, S. 1978. Existence of L-glunolactone oxidase in some teleost. **Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish** 44 : 775–779.