ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาการ์ตูนส้มขาว

Effect of vitamin c on growth and survival of Clown Anemonefish (*Amphiprion ocellaris Cuvier*)

ชื่อนักศึกษา นายสันติพจน์ นาคด้วง

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อัจฉรี เรืองเดช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ดร.อัจฉรี เรืองเดช)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ซูโซติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 6 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาการ์ตูนส้มขาว

Effect of vitamin c on growth and survival of Clown Anemonefish (*Amphiprion ocellaris Cuvier*)

T099454

โดย

นายสันติพจน์ นาคด้วง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2547

ปพ.
ส583ส
2547

สชหมู่.....
เลขทะเบียน 99454
รับ เดือน ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาการ์ตูนส้มขาว

Effect of vitamin c on growth and survival of Clown Anemonefish (*Amphiprion ocellaris Cuvier*)

การศึกษาผลของการใช้วิตามินซีเสริมลงไปในอาหารที่ควบคุมความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต โดยนำลูกปลาการ์ตูนส้มขาวมาเลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 3 ระดับ คือ 0, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาที่ได้รับ คือ 10 และ 21 วัน โดยมีทั้งหมด 5 ทรีทเมนต์ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่วัดได้ในกลุ่มที่เสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน มีน้ำหนักหลังสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด คือ 0.0409 กรัม ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่เสริมวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน , 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน , 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และในกลุ่มที่ไม่เสริมวิตามินซี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0389, 0.0384, 0.0364, 0.0266 กรัม (ตามลำดับ) แต่ที่ระดับวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน พบว่าความยาวมาตรฐานเฉลี่ยหลังสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด คือ 10.88 มิลลิเมตรซึ่งมากกว่ากลุ่มที่เสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน , 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน , 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และในกลุ่มที่ไม่เสริมวิตามินซี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.81, 10.69, 10.57, 9.81 มิลลิเมตร (ตามลำดับ)

การศึกษาผลของการใช้วิตามินซีเสริมลงไปในอาหารที่ควบคุมความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับแตกต่างกันต่ออัตราการรอดตาย ผลการทดลองพบว่า อัตราการรอดตาย (ร้อยละ) ที่วัดได้ในกลุ่มที่เสริมวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน มีอัตรารอดตายมากที่สุด คือ 60ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่เสริมวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน , 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน , 200มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน และในกลุ่มที่ไม่เสริมวิตามินซี 21 วัน ซึ่งมีอัตรารอดตายเท่ากับ 56.66, 55.53, 48.86, 38.86 (ตามลำดับ)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวมาตรฐานเฉลี่ย และอัตรารอดตายของปลาในกลุ่มที่เสริมวิตามินซีทุกกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับวิตามินซี ซึ่งสรุปได้ว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 10 วัน เป็นความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต, อัตรารอดตาย และค่าคุมทุนของปลาการ์ตูนส้มขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ คงจะไม่สำเร็จลงได้หากขาดอาจารย์ ดร.อัจฉรี เรืองเดช ขอขอบคุณที่ให้คำปรึกษาในการจัดทำรูปเล่มให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธ์สำหรับการตักเตือนแนะนำสั่งสอน และเคี่ยวเข็ญข้าพเจ้าจนทำปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ ดร.วรเทพ มุธุวรรณ (พี่เล็ก) ที่ให้คำแนะนำปัญหาต่างๆ ตลอดการทดลอง และคำสั่งสอนรวมทั้งข้อคิดดีๆ ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ดร.เสาวภา สวัสดิ์พีระ (พี่เสา) ที่ให้คำปรึกษา และให้คำตอบที่ถามในทุกๆ เรื่อง ขอขอบคุณครับ

ขอขอบคุณ พี่รัฐ, พี่แอม, พี่น้อย, พี่อิ๊ด, พี่นะ, พี่ต้น, พี่ฟิน และคนอื่นๆที่ไม่เอยนาม ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ จนผมประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ ปลา, หญิง, แอน, น้องยิว, น้องเดียร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นเพื่อนคุย เพื่อนเที่ยวตลอด 4 เดือน ที่อยู่สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา

ขอขอบคุณสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพาที่อำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงเพาะเลี้ยง

ท้ายสุดคงไม่วันนี้ หากขาด คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้อย่างยิ่ง และส่งเสียให้เล่าเรียน จนมีวันนี้ขึ้นมาได้ กราบขอบคุณ

สุดท้ายขอฝาก สิ่งที่คิดจะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าเรายังไม่ลงมือทำ

นายสันติพจน์ นาคด้วง

พฤษภาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลองและวิจารณ์	12
สรุปและข้อเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ตารางแสดงค่าการวิเคราะห์ทางสถิติของผลการทดลองที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก, การวัดความยาวมาตรฐานเฉลี่ย, การวัดความยาวเฉลี่ย และอัตราการรอด	19
2	น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน	21
3	อัตรารอดเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน	22
4	ความยาวเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน	23
5	ความยาวมาตรฐานเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน	24
6	อัตราการตายลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน นับวันต่อวัน	25
7	จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับวิตามินซี 0 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร(โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร	26
8	จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับวิตามินซี 200 mg/l ระยะเวลา 10 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร(โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร	27
9	จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับวิตามินซี 200 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร(โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร	28
10	จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับวิตามินซี 300 mg/l ระยะเวลา 10 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร(โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร	29
11	จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับวิตามินซี 300 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร(โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร	30
12	ค่า PH และอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ในแต่ละวัน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของปลาที่ไม่ได้รับวิตามินซี	6
2	น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร(โรติเฟอร์) เสริมวิตามินซีที่ระดับ และระยะเวลาต่างกัน	12
3	ความยาวมาตรฐานเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร (โรติเฟอร์) เสริมวิตามินซีที่ระดับ และระยะต่างกัน	13
4	อัตรารอดตาย(ร้อยละ)ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร(โรติเฟอร์) เสริมวิตามินซีที่ระดับ และระยะต่างกัน	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาสวยงามเป็นที่ชื่นชอบ และนิยมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะการเลี้ยงปลาทะเล ซึ่งปลาทะเลสวยงามที่คนทั่วไปรู้จักกันดี คือ ปลาการ์ตูนส้มขาว มีชื่อสามัญว่า Clown Anemonefish ชื่อวิทยาศาสตร์ (*Amphiprion ocellaris* Cuvier) เป็นปลาประเภทออกลูกเป็นไข่ (Oviparous Fish) ซึ่งเป็นปลาสวยงามทางเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศ และปลาการ์ตูนเป็นปลาประเภทสีสันและความสวยหลากหลาย

การเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนส้มขาวในช่วงอายุ 1 สัปดาห์แรกหลังจากฟักออกมาจากไข่เป็นช่วงที่ลูกปลามีอัตราการรอดตายน้อยมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเพาะเลี้ยงของผู้เพาะเลี้ยงมาก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อม คุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปลา ซึ่งลูกปลาในช่วงสัปดาห์แรกต้องการอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตรวมไปถึงในการพัฒนาทางด้านสรีระปลา โดยทั่วไปแล้วผู้เพาะเลี้ยงจะให้อาหารแก่ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นโรติเฟอร์ ซึ่งเป็นอาหารมีชีวิตที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และไม่ทำให้คุณภาพน้ำเสียง่าย โดยเฉพาะลูกปลาการ์ตูนยังต้องการสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และเพิ่มอัตราการรอด โดยเฉพาะวิตามินซี เมื่อปลาขาดสารอาหารวิตามินซี หรือได้รับสารอาหารวิตามินซีไม่เพียงพอเป็นสาเหตุให้ทำ กระดูก ครีบ เบี้ยวผิดรูป เนื้อเยื่อบางส่วนไม่เจริญ น้ำหนักตัวลดลง ทำให้ส่งผลต่ออัตราการรอด จึงจำเป็นต้องเสริมด้วยอาหารเสริมวิตามินซี

วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ระบบสืบพันธุ์ ความต้านทานโรค และกระบวนการเมตาบอลิซึมจึงมีความจำเป็นในรูปสารอาหารสำหรับปลา แต่เนื่องจากปลาไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินชนิดนี้ขึ้นภายในร่างกายให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายได้ ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับของวิตามินซีที่เสริมลงในอาหาร (โรติเฟอร์) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และเพิ่มความต้านทานที่เกิดจากสภาพแวดล้อมของปลาการ์ตูนส้มขาวเพื่อลดอัตราการตาย

งานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการทดลองให้วิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตามลำดับ) ซึ่งที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงผลต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายได้ดีที่สุด จึงได้ทำการทดลองต่อว่า การให้ระดับวิตามินซีสูงขึ้นคือ ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีผลต่อต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายแตกต่างกับระดับวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาถึงความเข้มข้นของวิตามินซีที่ระดับเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

2. ศึกษาถึงระยะเวลาที่ได้รับของวิตามินซีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

อนุกรมวิธานของปลาการ์ตูน

ปลาการ์ตูนอยู่ใน Phylum Chordata และอยู่ใน Class Pomacentridae ปลาการ์ตูนทั่วโลกมีประมาณ 28 ชนิด แต่ชนิดที่พบในประเทศไทย ทั้งฝั่งอ่าวไทย และฝั่งอันดามัน มีประมาณ 7 ชนิด

1. ปลาการ์ตูนส้มขาว (Clown Anemonefish; *Amphiprion ocellris*)
2. ปลาการ์ตูนอินเดียน (Yellow Skunk Anemonefish; *Amphiprion akallopisos*)
3. ปลาการ์ตูนลายปล้อง (Clark's Anemonefish; *Amphiprion clarkii*)
4. ปลาการ์ตูนลายปล้องหางเหลือง (Sebae Anemonefish; *Amphiprion sebae*)
5. ปลาการ์ตูนดำแดง (Rea Seddleback Anemonefish; *Amphiprion ephippium*)
6. ปลาการ์ตูนอานม้า (Saddleback Anemonefish; *Amphiprion polymnus*)
7. ปลาการ์ตูนอินเดียแดง (Pink Skunk Anemonefish; *Amphiprion perideraion*)

(ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่, 2546)

การเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนส้มขาวในช่วงสัปดาห์แรกหลังจากที่ลูกปลาฟักออกจากไข่ จะเป็นช่วงที่ลูกปลามีอัตราการรอดตายน้อยมาก ซึ่งเป็นปัญหาต่อการเพาะเลี้ยงโดยอาจมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปลา ซึ่งในช่วงนี้ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวมีความต้องการคุณค่าทางอาหารสูงเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งอาหารในธรรมชาติมีปริมาณแร่ธาตุไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกปลา จึงจำเป็นต้องเสริมวิตามินซีลงไปในอาหาร

แหล่งของวิตามินซี

การเพาะเลี้ยงได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ในสัตว์ส่วนมากสามารถสร้างกรดแอสคอร์บิกจากกรด glucuronic แต่ในปลา และกุ้งขาดเอนไซม์ glunolacgone oxidase ที่จำเป็นสำหรับในการสังเคราะห์ทางชีวภาพ ด้วยเหตุนี้จึงต้องจัดหาวิตามินซีเสริมลงไปในอาหารในธรรมชาติให้เพียงพอ นานาชาติได้ทำการศึกษา และแนะนำปริมาณของวิตามินซีที่ระดับ 25-50 มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิกต่อกิโลกรัม ที่เสริมลงไปในอาหารซึ่งเป็นความต้องการของสัตว์น้ำ และปริมาณของวิตามินซีที่ระดับ 100 มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิกต่อกิโลกรัมที่เสริมลงไปในอาหารซึ่งเป็นความต้องการของกุ้ง วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิกมีสูตรโครงสร้าง $C_6H_8O_6$ มี 2 รูปแบบ คือ reduced form (ascorbic acid) และ oxidized form (dehydroascorbic acid) ซึ่งวิตามินซี สามารถออกซิไดซ์ได้รวดเร็วเป็น dehydroascorbic acid ในการเก็บวิตามินซีไว้ในเนื้อเยื่อของปลา ปลาสามารถรีดิวซ์กลับเป็น L-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ascorbic acid (Cowey *et al.*,1988) ซึ่งในปลาแซลมอน พบว่า L-ascorbic พร้อมที่จะเปลี่ยนรูปเป็น ascorbate-2-sulfate ซึ่งเป็นรูปที่เสถียรของวิตามินซีโดยถูกเก็บไว้ในเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย (Halver, 1988; Tucker and Halver, 1984)

วิตามินสามารถละลายได้ในไขมัน และในน้ำ วิตามินซี และวิตามินบีรวม ถ้ามีมากเกินไปจะถูกขับออกมากับ urine ซึ่งวิตามินที่ละลายในไขมันได้ คือ A, D, E และ K ซึ่งจะถูกสะสมอยู่ในไขมัน, ในร่างกาย และ ตับ

Ascorbyl palmitate เป็นรูปหนึ่งของวิตามินซีที่สามารถละลายได้ในไขมัน ซึ่งสามารถดูดซึมได้ดีกว่ากรดแอสคอร์บิค ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ แต่กรดแอสคอร์บิคสามรถสลายออกจากร่างกายได้ดีกว่า Ascorbyl palmitate ที่สามารถคงอยู่ในผนังเซลล์ จนกว่าร่างกายต้องการไขมัน Ascorbyl palmitate เป็น amphipathic molecule ซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำ และสารละลายที่เป็นไขมัน Ascorbyl palmitate สามารถซึมผ่านเซลล์ ภายใน และภายนอกได้ดีเมื่อรวมตัวกันภายในผนังเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง และช่วยป้องกันการ oxidation โดยอนุมูลอิสระ และมีความสามารถในการเป็น antioxidant ช่วยคงสภาพเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน, ช่วยลดโรคที่เกิดกับเส้นเลือด coronary artery และช่วยรักษาบาดแผล (Anon, 2000)

ผลของวิตามินซี

1. ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต

วิตามินซีมีความจำเป็นในปฏิกิริยา Hydroxylation ในกระบวนการเมตาบอลิซึมอัตรา Hydroxylation ต่อ proline จะแสดงถึงอาการขาดวิตามินซีของปลาระยะแรกของการพัฒนา (Cowey *et al.*, 1988) วิตามินซีจะเป็นตัวรีดิวซ์ของปฏิกิริยา Hydroxylation ของ proline และ lysine เป็น hydroxy-aminoacid เพื่อใช้เปลี่ยน procollagen เป็น collagen ดั้งนั้นอาการขาดวิตามินซีในปลาจึงเกี่ยวข้องกับความบกพร่องของ collagen ซึ่งความแข็งแรงของเนื้อค้ำจุนขึ้นอยู่กับการประสานไขว้กันของ collage และ elastin ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของ lysyloxidase โดยถูกกำหนดด้วยวิตามินซี (Cowey *et al.*, 1988) มีรายงานว่าในปลานกแก้ว *(Oplegnathus fasciatus)* ที่มีการขาดสารวิตามินซีในอาหารได้มีการแสดงลักษณะการเจริญเติบโตที่ล่าช้า, เชื่องซึม, มีภาวะเบื่ออาหาร น้ำหนักลด และมีอัตราการตายที่สูง โดยพบว่าวิตามินซี (ascorbic acid: AA) ทำหน้าที่เป็นปัจจัยรวมกับเอนไซม์ Hydroxylation ของ proline โดยมีความเกี่ยวข้องกับ collagen และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซึ่งพบว่าวิตามินซีเป็นสารอาหารที่มีความต้องการในปริมาณมาก แต่ไม่สามารถทำการสังเคราะห์เองได้ ซึ่งมีผลต่อสรีระวิทยาของสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปลา (Wang *et al.*, 2003)

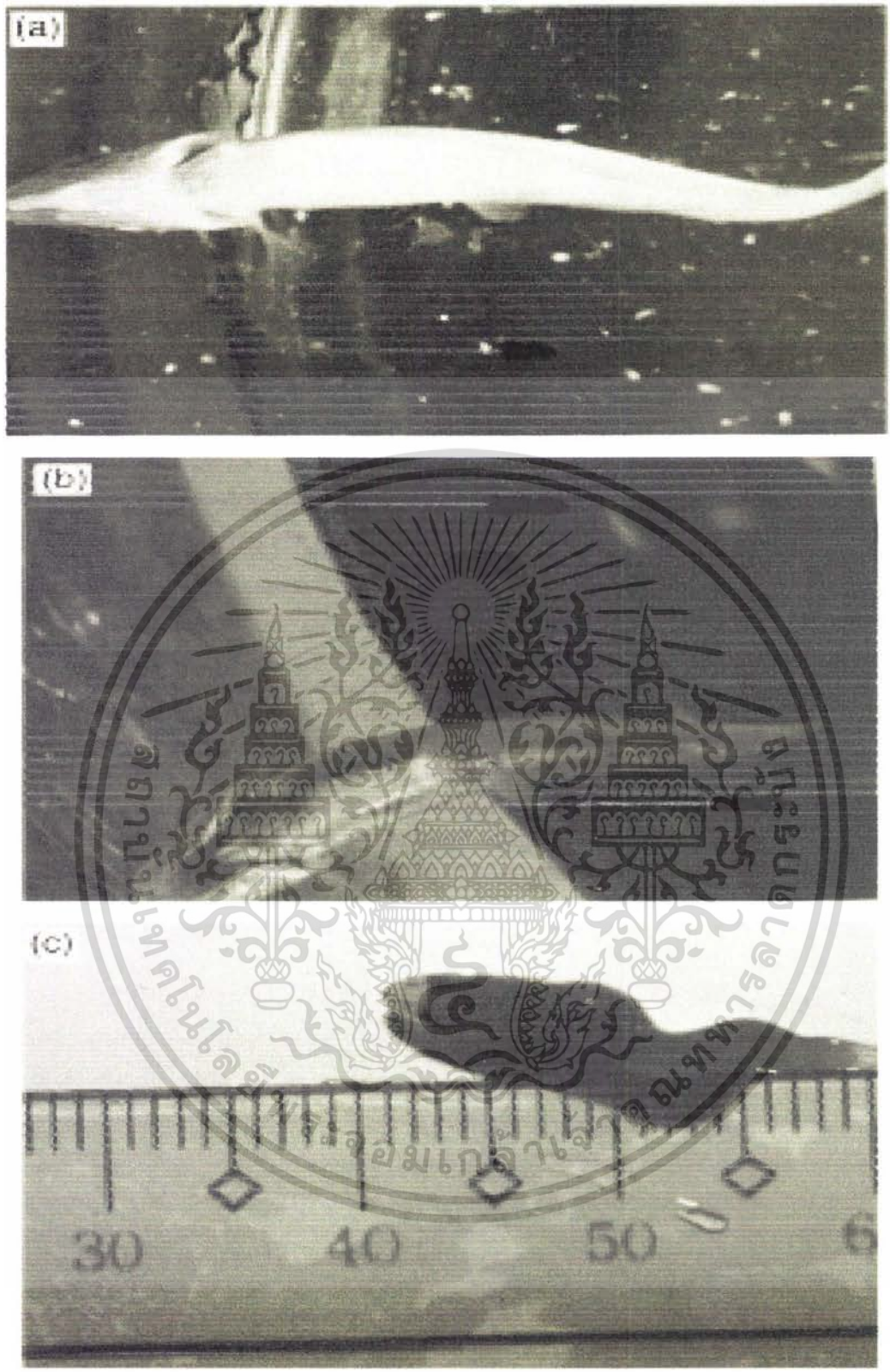
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินซีมีส่วนช่วยให้ลูกปลาเจริญเติบโตดีขึ้นในลูกปลานิลที่กินอาหารที่เสริมวิตามินซีมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าลูกปลานิลที่ได้อาหารที่ไม่เสริมวิตามินซี (อรุณี และรัชนี, 2546) ลูกปลากะพงที่กินอาหารที่มีการเสริมวิตามินซีพบว่ามีน้ำหนักมากกว่าลูกปลากระพงที่กินอาหารที่ไม่ได้เสริมวิตามินซี (มะลิ และคณะ, 2531) มีรายงานว่าลูกปลา african catfish ที่ได้รับอาหารเป็นอาร์ทีเมียระยะนอเพลียสที่เสริมด้วย ascorbyl palmitate 20 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีกว่าเมื่อเทียบกับลูกปลาที่ได้รับอาหารเป็นอาร์ทีเมียระยะนอเพลียส ที่เสริมด้วย ascorbyl palmitate 0 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ และในส่วนของ hepatocyte มีการแบ่งเซลล์เป็นจำนวนมาก และเซลล์มีโครงสร้างที่ดี (Merchie *et al*., 1997)

collagen เป็นส่วนประกอบของกระดูก กระดูกเหงือก เส้นเลือดผิวหนัง ครีบ ผลของการขาดวิตามินซีทำให้ปลามีกระดูกเหงือกเบี้ยวผิดรูป (ภาพที่ 1, a และ b) มีอาการตกเลือดทั้งภายในและภายนอก ครีบกร่อน กระดูกสันหลังคด (ภาพที่ 1c) การขาดแคลนวิตามินซีทำให้เกิดการผิดรูปร่างของกระดูกสันหลัง ซี่เหงือกถูกทำลาย เกิดบาดแผลที่ตา และเป็นโรคโลหิตจาง Lim and Lovell (1978)

มีรายงานว่าลูกปลากระพงขาวได้รับอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซี จะแสดงอาการขาดวิตามินซีโดยมีอาการเบื่ออาหาร เสียการทรงตัว ครีบหลัง และครีบหางแหว่ง ปลาที่มีการสะสมวิตามินซีที่สูงไว้ที่เนื้อเยื่อมีผลทำให้ปลาสามารถ ทนมลพิษในสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น ผลจากยาฆ่าแมลง และโลหะหนักจะส่งผลน้อยลง เมื่อปริมาณวิตามินซีที่ได้รับเข้าไปมีสูงและการวิตามินซีลงไปในอาหารจะลดความเสียหายของกระดูกสันหลังจากยาฆ่าแมลงซึ่งชี้ให้เห็นว่าวิตามินซีเป็นปัจจัยในการถอนพิษของยาฆ่าแมลง (Cowey *et al*., 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของปลาที่ไม่ได้รับวิตามินซี

ที่มา : Lim and Lovell (1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลของวิตามินซีต่ออัตราการรอด

วิตามินซีที่ปลาได้รับเข้าไปสามารถส่งผลต่อภูมิคุ้มกันต่อปลา ระดับวิตามินซีในอาหารที่สูงทำให้การผลิตภูมิคุ้มกันมีสูงมากขึ้น (Cowey *et al.*, 1988) เมื่อปลา atlantic salmon เกิดความเครียดจะมีปฏิกิริยาของ leucocyte การทำลายแบคทีเรียลดลง แต่ในภาวะที่มีวิตามินซีจะไม่มีผลกระทบจากความเครียด และการผลิตแอนติบอดีจะจำเพาะเจาะจงกับเชื้อ Aeromonas พบว่าลดลงโดยความเครียด และในปลาที่ได้รับวิตามินซีในอาหารที่ต่ำจะลดลงมากกว่า ปลาที่ได้รับวิตามินซีในอาหารที่สูง ในปลา rainbow trout ที่ให้อาหารเสริมวิตามินซี 1000 และ 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จะสามารถป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียได้ดี และมีเปอร์เซ็นต์การตายน้อยที่สุด เมื่อทดสอบด้วยเชื้อแบคทีเรีย เมื่อได้รับอาหารเสริมด้วยวิตามินซีเป็นเวลา 10 และ 20 สัปดาห์ (Thomsom *et al.*,1993)

วิตามินซีได้ถูกนำไปเสริมในอาหารเพื่อใช้เลี้ยงลูกปลา channel catfish วัยอ่อน โดยพบว่าเมื่อมีการขาดวิตามินซีมีผลทำให้น้ำหนักตัวลดลง และมีผลต่ออัตราการรอดชีวิต โดยยังพบว่าปริมาณวิตามินซียังมีอิทธิพลต่อลูกปลา channel catfish ในการต่อต้านเชื้อ *Edwardsieall ictaluri* ที่ส่งผลทำให้ลูกปลามีการตาย (Lim *et al.*,1978)

Li and Lovell (1984) แสดงให้เห็นว่าอัตราการตายของปลา channal catfish ที่ทดสอบด้วยเชื้อโรค มีอัตราการตายลดลง เมื่อเพิ่มระดับของวิตามินซีในอาหารที่ให้ และปลาที่กินอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีจะลดการต่อต้านแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคลดลง และเมื่อเพิ่มระดับวิตามินซีในอาหารสูงขึ้นจะเพิ่มการต่อต้านการติดเชื้อในปลา

ในปลา rainbow trout ที่ให้อาหารเสริมวิตามินซี 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้งสามารถป้องกันการติดเชื้อจากแบคทีเรียได้ดี และมีเปอร์เซ็นต์การตายน้อยที่สุด เมื่อทดสอบด้วยเชื้อแบคทีเรียและ Humoral antidody production จะเพิ่มขึ้น เมื่อให้อาหารที่เสริมวิตามินซีเป็นเวลา 10 หรือ 20 สัปดาห์ (Navrre and Halver, 1989)

ระดับความเข้มข้นของวิตามินซี

ปัจจัยที่มีผลกับความต้องการวิตามินซีมีหลายปัจจัย ประกอบด้วย ขนาดปลา อัตราการเจริญเติบโต ส่วนประกอบของสารอาหารอื่นๆ และความเครียดของปลาในการเพาะเลี้ยง (Cowey *et al.*, 1988) และรายงานของ Halver *et al.* (1969) ชี้ว่าความเข้มข้นวิตามินซีที่ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้งพอเพียงกับการเจริญเติบโต และการพัฒนาของกระดูกในปลา coho salmon แต่ที่ระดับความเข้มข้นวิตามินซีที่ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้งเป็นอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการวิตามินซีของปลาไม่สามารถกำหนดได้โดยง่าย ความต้องการวิตามินซีเพื่อการเจริญเติบโตที่รวดเร็วคือระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้ง และภายใต้สภาพแวดล้อมเดิม ความต้องการอาจเพิ่ม 5 ถึง 10 เท่า เมื่อลูกปลาได้รับความกระทบกระเทือนด้วยความเครียดหรือมลพิษในสิ่งแวดล้อม และเชื้อโรค ระดับความต้องการวิตามินซีจะเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยต่อต้านสภาวะความเครียด มลพิษในสิ่งแวดล้อม และจากเชื้อโรค ระดับความต้องการวิตามินซีจะเพิ่มขึ้นจากต่ำสุด 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้งถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้ง เมื่อปลาพบกับสภาวะที่เครียด (Cowey *et al.*, 1988) ความต้องการวิตามินซีของปลาคล้ายจะลดลงเมื่อปลามีอายุเพิ่มขึ้น Sato et al. (1978) พบว่าลูกปลา trouth อายุ 6 สัปดาห์ ที่ให้อาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีมีการเจริญเติบโตช้า และมีการตกเลือด ส่วนปลา trouth อายุมากกว่า 19 สัปดาห์ ไม่พบอาการ และรายงานของ Li and Lavell (1984) พบว่าระดับวิตามินซี 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตปกติ และการพัฒนาของกระดูกในปลา channal catfish ขนาดเล็ก แต่ที่ระดับวิตามินซี 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารแห้ง จะเพียงพอกับปลา channal catfish ขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. 99.0% 6-0-Palmitoyl-L-ascorbic acid (AP)
2. น้ำมันตับปลา
3. ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว (*Amphiprion* sp.) จำนวน 450 ตัว
4. ตู้กระจกปริมาตร 10 ลิตรจำนวน 15 ใบ ขนาด 15*15*25 cm^3
5. เหยือกใส่น้ำปริมาตร 1.2 ลิตร 5 ใบ
6. โรติเฟอร์ (*Brachionus rotundiformis*) ใช้ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อมิลลิลิตร
7. *Isochrysis galbana*
8. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
9. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
10. Salinometer
11. Compound microscope
12. UTHSCSA Image Tool software (for windows version 3.00)
13. กล้องดิจิตอล
14. เครื่องวัด pH
15. สายออกซิเจน
16. หัวทราย
17. กระชอน ขนาด 50 ไมครอน
18. แผ่นกระเบื้อง
19. ถุงดำ

วิธีการ

แผนการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาผลของวิตามินซีที่ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับแตกต่างที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD คือ ระดับวิตามินซีที่ให้ 3 ระดับ ได้แก่ 0 ,200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตรอาหาร และระยะเวลาที่ได้รับ 2 ระยะเวลา ได้แก่ 10 และ 21 วัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ไม่ใส่วิตามินซีลงในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ใส่วิตามินซีลงในอาหาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 10 วัน

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ใส่วิตามินซีลงในอาหาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 21 วัน

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ใส่วิตามินซีลงในอาหาร 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 10 วัน

ชุดการทดลองที่ 5 ให้อาหารลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ใส่วิตามินซีลงในอาหาร 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 21 วัน

วิธีการทดลอง

การเตรียมวิตามินซี

นำกรดแอสคอร์บิกมาเทผสมกับน้ำมันตับปลาแล้วคนให้เข้ากัน โดยใส่น้ำมันตับปลาที่ละน้อย จนกรดแอสคอร์บิกละลายหมด แล้วทำการเติมน้ำกลั่นอีก 1 เท่าของปริมาตรที่มีอยู่ เพื่อทำการลดความหนืดของวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

การเตรียมอาหาร

การเตรียมอาหารจะทำการผสมน้ำมันตับปลา และวิตามินซีลงในน้ำที่มีโรติเฟอร์ไว้นาน 18-24 ชั่วโมง โดยนำน้ำมันตับปลา วิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตรมาเทปั่นรวมกับน้ำเค็ม 32-34 พันส่วนในล้านส่วนปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วเติมสาหร่ายไอโซไครซีส 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมโรติเฟอร์ความหนาแน่น 10 ตัวต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นเติมน้ำเค็ม 32-34 พันส่วนในล้านส่วน ให้ครบ 1 ลิตร แล้วให้ออกซิเจน เมื่อครบ 18-24 ชั่วโมงทำการกรองโรติเฟอร์แล้วนำไปให้ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

การทดลอง

1. แบ่งลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุ 1 วัน เลี้ยงในตู้กระจกที่เตรียมไว้ 15 ตู้ๆละ 30 ตัว

2. ให้อาหาร(โรติเฟอร์)ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่แช่น้ำมันตับปลาและวิตามินซีไว้ 18-24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0,200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้วันละ 2 เวลา คือ 9.00 น และ 12.00 น โดยทำการตรวจสอบความหนาแน่นของโรติเฟอร์ก่อนให้ใหม่ทุกครั้ง(ความหนาแน่น 8 -10 ตัวต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการให้

3. เติมสาหร่ายไอโซไครซีส ที่ระดับเซลล์ 1.3×10^{6} เซลล์ต่อลิตร

4. เปลี่ยนถ่ายน้ำ 40 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน

5. ชั่งน้ำหนัก,วัดความยาว และบันทึกผลเมื่อลูกปลาการ์ตูนอายุ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

การทดลองที่ 1 ศึกษาถึงความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับของวิตามินซีที่เหมาะสมต่อการเจริญต่อการเติบโตของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

1. ทำการวางยาสลบลูกปลาการ์ตูนส้มขาวแล้วทำการชั่งด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งครั้งละตัว และนำไปถ่ายภาพเพื่อนำไปคำนวณหาความยาว โดยโปรแกรม Adobe Image Ready 7.0

2. ทำการชั่งน้ำหนัก และถ่ายภาพความยาวลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่อายุ 21 วัน

3. บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้ และคำนวณหาความยาวที่ถ่ายภาพไว้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองที่ 2 ศึกษาถึงความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับของวิตามินซีที่มีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

1. ทำการบันทึกจำนวนการตายสะสมทุกๆ 1 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง

2. นำจำนวนตายมาคำนวณเป็นอัตราการตาย (ร้อยละ)

3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD ด้วยโปรแกรม SPSS 11.0 for Window

สถานที่ทำการทดลอง

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

ระยะเวลาในการทดลอง

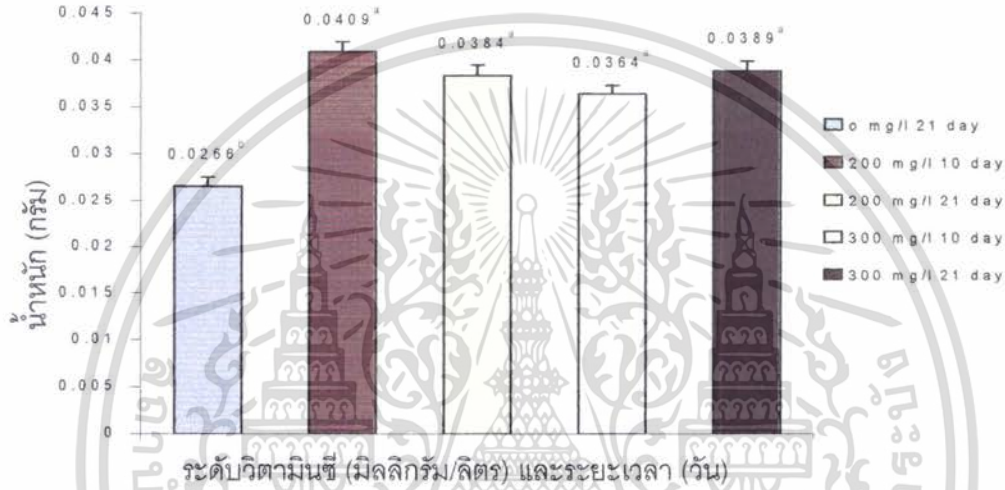
ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2547 ถึงเดือนพฤษภาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.การศึกษาผลของวิตามินซีที่ระดับและระยะเวลาที่ได้รับแตกต่างกัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

จากการทดลองเลี้ยงลูกปลาการ์ตูนส้มขาวด้วยอาหาร (โรติเฟอร์) เสริมวิตามินซีที่ระดับ 0 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาในการให้ 10 วัน และ 21 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าในกลุ่มที่ไม่ให้อาหารเสริมวิตามินซีมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.0266 กรัม ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.0409 กรัม



ภาพที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร(โรติเฟอร์)เสริมวิตามินซีที่ระดับ และระยะเวลาต่างกัน

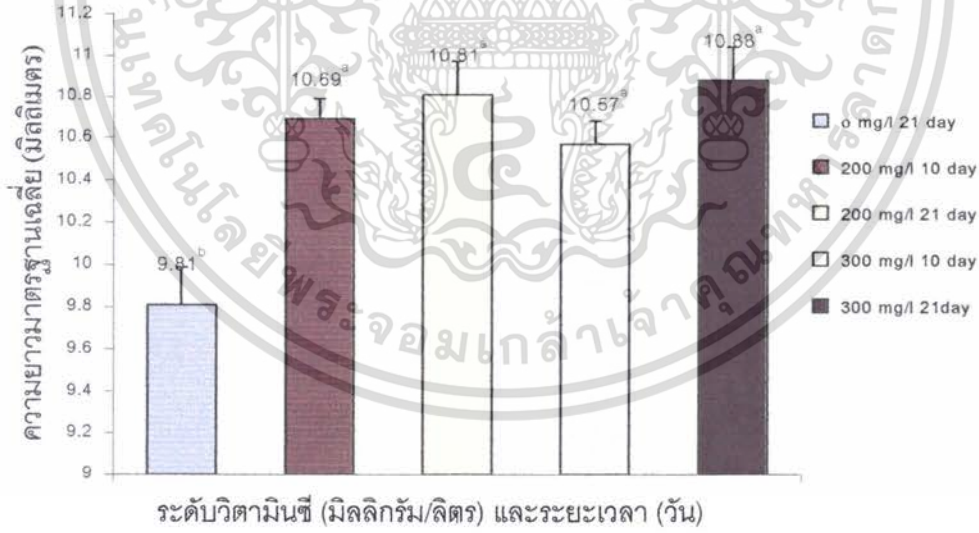
ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.0384 กรัม ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.0364 กรัม และในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.0389 กรัม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า น้ำหนักเฉลี่ย ที่วัดได้ในกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) ทางสถิติกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21 วัน และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21วัน แต่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21 วัน และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทางสถิติซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 10 วัน เป็นระดับต่ำสุด และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาต่ำสุด (ตามลำดับ) ที่ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวต้องการในการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับ อรุณี และรัชนี (2546) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารที่เสริมวิตามินซี 0 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 3.11±0.20 และ 4.60±0.34 กรัมตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมวิตามินซี) พบว่าต่ำกว่ากลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ความยาวมาตรฐานเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร (โรติเฟอร์) เสริมวิตามินซีที่ระดับ และระยะต่างกัน

จากการทดลองพบว่า ความยาวมาตรฐานเฉลี่ยของลูกปลาการตูนส้มขาวที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีมีความยาวมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 9.81 มิลลิเมตร ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน มีความยาวมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 10.69 มิลลิเมตร ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน มีความยาวมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 10.81 มิลลิเมตร ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน มีความยาวมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 10.57 มิลลิเมตร และในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วัน มีความยาวมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 10.88 มิลลิเมตร เมื่อนำไปทดสอบค่าทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

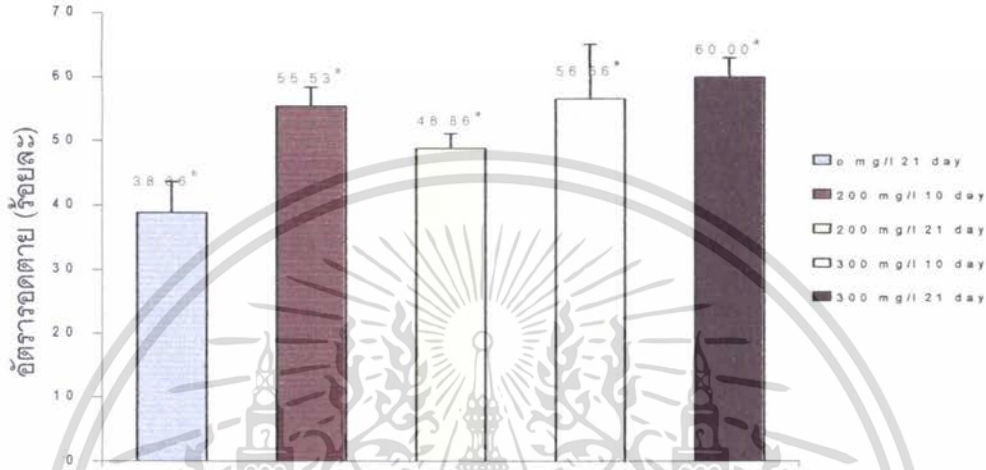


ภาพที่ 3 ความยาวมาตรฐานเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร (โรติเฟอร์) เสริมวิตามินที่ระดับ และระยะต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาผลของวิตามินซีที่ระดับและระยะเวลาที่ได้รับแตกต่างกัน ที่มีผลต่ออัตราการรอดตายลูกปลาการ์ตูนส้มขาว

จากการทดลองเลี้ยงลูกปลาการ์ตูนส้มขาวด้วยอาหาร (โรติเฟอร์) เสริมวิตามินซีที่ระดับ 0 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลาในการให้ 10 วัน และ 21 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าในกลุ่มที่ไม่ให้อาหารเสริมวิตามินซีมีอัตรารอดตาย 38.86 ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วันมีอัตรารอดตาย 55.53



ภาพที่ 4 อัตรารอดตาย (ร้อยละ) ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ให้อาหาร(โรติเฟอร์)เสริมวิตามินซีระดับ และระยะต่างกัน

ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วันมีอัตรารอดตาย 48.86 ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วันมีอัตรารอดตาย 56.66 ในกลุ่มที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 21 วันมีอัตรารอดตาย 60.00 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตาย (ร้อยละ) ที่วัดได้ในกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) ทางสถิติกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21 วัน และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21วัน แต่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21 วัน และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 10 วัน และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทางสถิติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 10 วัน เป็นระดับต่ำสุด และระยะเวลาต่ำสุด (ตามลำดับ) ที่ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวต้องการต่ออัตราการรอดตาย แต่การเลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 21 วัน เป็นระดับสูงสุด และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาสูงสุด (ตามลำดับ) ที่ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวรอดตายสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ Lim *et al.*(2002) ทำการทดสอบการต้านทานความเครียดที่ส่งผลต่ออัตรารอดของปลาหางนกยูง ที่ให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 0, 200, 1000 และ 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ระยะเวลา 13 วันพบว่ามีระดับความเครียดเฉลี่ย 117.3±6.4, 102.8±12.4, 81.5±15.7 และ 92.8±13.0 โดยระดับความเครียดเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมวิตามินซี) พบว่าสูงกว่ากลุ่มให้อาหารเสริมวิตามินซีที่ ระดับ 1000 และ 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ชนิด อายุ และสายพันธุ์ของปลาเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อปริมาณความต้องการวิตามินซีของปลา เนื่องจากปลาแต่ละชนิด อายุของปลาแต่ละสายพันธุ์ย่อมมีความต้องการวิตามินซีในปริมาณที่มากน้อย แตกต่างกันไป เช่น ปลา Japanese parrot fish ต้องการวิตามินซี 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ในปลา Salmon ต้องการวิตามินซี 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ลูกปลาในวัยอ่อนมีความต้องการวิตามินซีในปริมาณที่มากกว่าในปลาวัยรุ่น และปลาที่เจริญเต็มที่แล้ว เนื่องจากลูกปลาวัยอ่อนต้องการวิตามินซีเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต และใช้ในการเสริมสร้างอวัยวะต่างๆ ให้สมบูรณ์ (Halver, 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การเสริมวิตามินซีที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรอาหาร เป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยหลังสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด ที่ระดับ 300 มิลลิกรัมต่อลิตรอาหาร เป็นระยะเวลา 21 วัน พบว่าความยาวเฉลี่ยมาตรฐานเฉลี่ย และอัตราการรอดตายหลังสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติการเสริมวิตามินซีทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ต่อปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับวิตามินซี ซึ่งสรุปได้ว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 10 วัน เป็นระดับต่ำสุด และระยะเวลาต่ำสุด (ตามลำดับ) ที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต, อัตรารอดตาย และค่าคุมทุนของปลาการ์ตูนส้มขาว

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจาก ascorbic acid มีความไวสูงมากต่อการทำลายจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ในการเก็บรักษาจึงควรเก็บในที่เย็น หรือใช้วิตามินซีในรูปที่เสถียร เช่น ascorbate-2-sulfate หรือ scorbate-2-polyphosphate ซึ่งเป็นรูปที่ไม่สูญเสียในระหว่างการผลิต

2. ควรมีการศึกษาระยะเวลาการให้วิตามินซีที่เหมาะสมมากกว่านี้ โดยแบ่งเป็นการศึกษาระยะเวลาการให้วิตามินซีมีความถี่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

มะลิ บุณยรัตผลิน นันทิยา อุ่นประเสริฐ ไพรัฐ กอสุธารักษ์ วิษณุ โศธนะ และศิริมล ชุ่มสูงเนิน. 2531. ผลของระดับวิตามินซีที่เติมในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพของอาหาร และอัตราการรอดของปลาของปลากระพงขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2531. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ. 21 น.

อรุณี ลมมณี และรัชนี จิดาทิพย์. 2546. ผลของวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต การตาย และลักษณะผิดปกติของลูกปลานิล. วารสารประมง 56 (1) : 29-33.

Anon. (2005. May 2). Special update on fat-soluble vitamin c. http://www.smart-publications.com/artcles/030402.html.

Cowey, C.B., A.M. Mackie and J.B. Bell. 1988. Nutrition and feeding in fish. Institute of Marine Biochemistry, Aberdeen. 419 P.

Halver, J.E.. 1988. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. 55 P.

Halver, J.E., L.M. Ashley and K.K. Smith. 1969. Ascorbic acid requirement of coho salmon and rainbow trout. Cited by Tom Lovell. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. 55 P.

Li, Y. and R.T. Lovell. 1984. Elevated leved of dietary ascorbic acid increase immune Response in channel catfish. Cited by Tom Lovell. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. 55 P.

Lim, C. and R.T. Lovell. 1978. Pathology of the vitamin c deficiency syndrome in Channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Cited by Tom Lovell. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. 55 P.

Merchie, G., P. Larvens, J. Verreth, F. Ollevier, H. Nelis, A. De Leenheer, V. Storch and P. Sorgeloos. 1997. The effect of supplemental ascorbic acid in enriched live food for *Cliepinus gliepinu* larvae at startfeeding. Aquaculture 151 : 245-258.

Nvarre, O. and J.E. Halver. 1989. Diseases resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin c. Aquaculture 79 : 207-221.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99454

Sato, M., R. Yoshinaka and S. Yamamoto. 1978. Nonessentiality of ascorbic acid in the diet of carp. Cited by Tom Lovell. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. 55 P.

Thomson, I., A. White, T.C. Fleccher, D.F. Houlihan and C.S. Secombes. 1993. The effect of stress on the immune response of atlantic salmon (*salmo salar L.*) fed diets containing different amount of vitamin C. Aquaculture 114 : 1-18.

Tucker, B.W. and J.E. Halver. 1984. Ascorbate-2-sulfate metabolism in fish. Cited by Tom Lovell. Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. 55 P.

Wang, X., K. Kim, S.C. Bai, M. Huh and C. Byong. 2003. Effects of different levels of dietary vitamin c on growth and tissue ascorbic acid changes in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). Aquaculture 215 : 203-211.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ตารางแสดงค่าการวิเคราะห์ทางสถิติของผลการทดลองที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก, การวัดความยาวมาตรฐานเฉลี่ย, การวัดความยาวเฉลี่ย และอัตราการรอด (ตามลำดับ)

Duncan WT (WEIGHT)

Duncan[a]

TRETMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	3	.026633	
vit c 300 mg/l 10 d	3		.036433
vit c 200 mg/l 21 d	3		.038467
vit c 300 mg/l 21 d	3		.038933
vit c 200 mg/l 10 d	3		.040933
Sig.		1.000	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Duncan SL (standard length)

Duncan[a]

TRETMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	3	9.8133	
vit c 300 mg/l 10 d	3		10.5700
vit c 200 mg/l 10 d	3		10.6933
vit c 200 mg/l 21 d	3		10.8167
vit c 300 mg/l 21 d	3		10.8833
Sig.		1.000	.160

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Duncan TL (tolal lenght)

Duncan[a]

TRETMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
tretmen 1 control	3	10.9800	
tretmen 4 vit c 300 mg/l 10 d	3		13.0533
tretmen 2 vit c 200 mg/l 10 d	3		13.3600
tretmen 5 vit 300 mg/l 21 d	3		13.4200
tretmen 3 vit c 200 mg/l 21 d	3		13.5133
Sig.		1.000	.402

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Duncan SR (survival rate)

Duncan[a]

TREATMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	3	38.8867	
vit c 200 mg/l 21 d	3	48.8833	48.8833
vit c 200 mg/l 10 d	3		55.5533
vit c 300 mg/l 10 d	3		56.6633
vit c 300 mg/l 21 d	3		64.4433
Sig.		.173	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดงานวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

20544

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน

น้ำหนักลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน (กรัม)															
ระดับวิตามินซี	ระดับวิตามินซี 0 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 21 วัน		
ตัวที่	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
1	0.0237	0.0232	0.0213	0.0436	0.0329	0.0378	0.0505	0.0401	0.0329	0.0337	0.0378	0.0317	0.0417	0.0386	0.0326
2	0.0295	0.0236	0.0336	0.0533	0.0456	0.0357	0.052	0.0341	0.047	0.045	0.0276	0.0389	0.0347	0.0378	0.0321
3	0.025	0.0286	0.0387	0.0427	0.0534	0.0544	0.0361	0.0414	0.051	0.0453	0.0323	0.028	0.0442	0.0382	0.0367
4	0.0322	0.0264	0.0335	0.0376	0.0442	0.0495	0.0381	0.0355	0.0288	0.0389	0.0343	0.0324	0.0485	0.0434	0.0409
5	0.0388	0.0216	0.0286	0.0441	0.0406	0.0514	0.0432	0.038	0.0281	0.0358	0.0287	0.0427	0.047	0.0502	0.0374
6	0.0257	0.0198	0.0262	0.048	0.0312	0.0336	0.0358	0.0411	0.0458	0.0376	0.0387	0.037	0.0583	0.0414	0.0513
7	0.0238	0.0267	0.0412	0.0324	0.0546	0.0324	0.0583	0.0378	0.0346	0.0217	0.0376	0.0352	0.0554	0.0339	0.0333
8	0.0292	0.0295	0.0258	0.0421	0.0478	0.0451	0.05	0.0386	0.0353	0.0285	0.0284	0.0428	0.0454	0.0403	0.0287
9	0.0218	0.0189	0.0128	0.0307	0.0341	0.0335	0.0337	0.0357	0.0342	0.0274	0.0248	0.0435	0.0512	0.0336	0.0336
10		0.0263	0.0219	0.038	0.0326	0.0464	0.0451	0.0445	0.0365	0.0385	0.0339	0.0595	0.0325	0.0442	0.0434
11		0.025	0.0261	0.0415	0.0348	0.0447	0.0324	0.0391	0.023	0.0399	0.0396	0.0357	0.0284	0.044	0.0435
12		0.0207	0.0281	0.0401	0.0322	0.0389	0.0314	0.0273	0.0448	0.038	0.0322	0.0324	0.0356	0.0428	0.0257
13		0.0223		0.0386	0.0325	0.0509	0.0303	0.0309	0.0301	0.0367	0.0335	0.0438	0.0352	0.0249	0.0377
14		0.026		0.0416	0.058	0.0421	0.0417	0.0426	0.0314	0.0426	0.0326	0.0458	0.0578	0.0456	0.0325
15				0.0357	0.0459	0.0386			0.0457		0.0435	0.0385	0.0481	0.0472	0.037
16					0.0381	0.0301			0.0405		0.0292		0.0367	0.0329	0.0346
17					0.0395	0.0338					0.0317		0.0405	0.0328	0.0386
18					0.0438						0.0398		0.0285	0.0372	0.0333
19											0.0284		0.0327	0.0428	
20											0.031			0.032	
21											0.0345			0.0245	
22											0.0433				
sum	0.2497	0.3385	0.3378	0.608	0.7418	0.6989	0.5786	0.5247	0.5878	0.5096	0.7432	0.5889	0.8004	0.8081	0.6539
Average	0.0277	0.0242	0.0282	0.0405	0.0412	0.0411	0.0413	0.0375	0.0367	0.0364	0.0338	0.0393	0.0421	0.0385	0.0363

ตารางผนวกที่ 3 อัตรารอดเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน

อัตรารอดเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน															
ระดับวิตามินซี	ระดับวิตามินซี 0 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 21 วัน		
จำนวนตัวที่เหลือ	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
sum	9	14	12	15	18	16	14	14	16	14	22	15	19	21	18
เปอร์เซ็นต์รอด	30.00	46.67	40.00	50.00	60.00	53.33	46.67	46.67	53.33	46.67	73.33	50.00	63.33	70.00	60.00

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางผนวกที่ 4 ความยาวเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน

ความยาวเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน															
ระดับวิตามินซี	ระดับวิตามินซี 0 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 21 วัน		
ตัวที่	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
1	11.63	11.87	12.5	12.49	13.69	12.61	12.62	12.55	14.15	14.18	13.84	12.98	14.18	12.96	12.82
2	12.18	11.95	11.17	12.09	13.14	13.46	14.54	13.45	14.76	12.47	14.03	13.59	13.11	13.56	12.06
3	11.56	11.29	10.91	13.45	12.54	13.83	13.79	12.9	12.5	12.71	14.9	12.64	11.65	13.4	12.72
4	13.6	11.22	12.92	14.36	13.21	13.51	13.58	14.11	12.32	12.5	13.43	12.85	14.75	13.66	14.84
5	11.35	12.51	13.45	13.56	13.03	13.62	13.24	12.63	14.23	11.17	12.74	12.06	14.74	14.51	13.65
6	9.89	11.63	13.07	13.88	13.57	13.3	13.4	13.41	13.21	12.4	13.75	13.4	13.39	14.71	13.81
7	11.6	13.61	12.5	14.1	13.94	13.4	15.1	13.79	12.72	11.29	13.61	12.74	14.53	13.82	13.02
8	11.96	14.69	12.78	14.27	12.45	12.53	15.22	12.81	15.96	13.25	12.74	12.76	11.98	13.04	14.45
9	11.69	14.08	13.99	13.17	15.13	12.87	14.51	12.71	16.23	13.22	13.11	13.56	12.41	13.59	13.33
10		12.7	12.03	13.74	13.63	13.29	12.72	13.12	15.95	13.26	11.76	12.26	15.65	13.32	12.62
11		13.08	10.91	12.4	12.87	11.62	13.47	13.65	12.15	13.09	12.43	12.55	12.7	14.17	13.35
12		12.88	11.62	12.88	12.62	14.1	14.87	12.88	12.68	13.12	12.41	11.53	15.37	14.56	14.78
13		12.36		13.26	13.38	14.13	12.69	12.6	14.13	12.81	12.51	12.59	14.61	14.14	13.7
14		12.88		13.41	12.59	13.5	12.47	14.45	13.18	13.51	13.18	12.14	10.29	11.15	10.4
15				13.27	12.99	14.96			12.27		12.99	14.15	13.78	14.41	13.19
16					14.66	13.33			13.99		10.99		12.48	14.71	12.54
17					13.66	13.44					13.2		13.92	12.67	13.78
18					13.11						12.54		12.72	12.83	12.92
19											12.66		11.64	13.43	
20											13.08			14.08	
21											13.62			13.09	
22											12.82				
sum	105.46	176.75	147.85	200.33	240.25	227.5	182.02	185.06	220.43	178.98	286.24	191.8	253.9	285.81	237.98
Average	11.72	12.63	12.32	13.36	13.35	13.38	13.72	13.22	14.70	12.78	13.01	12.79	13.36	13.61	13.22

ตารางผนวกที่ 5 ความยาวมาตราฐานเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน

ความยาวมาตราฐานเฉลี่ยลูกปลาการ์ตูนส้มขาที่ได้รับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน															
ระดับวิตามินซี	ระดับวิตามินซี 0 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 21 วัน		
ตัวที่	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
1	9.25	9.43	10.12	10.06	11.13	10.06	10.2	10.06	11.68	11.74	11.39	10.54	11.7	10.53	10.38
2	9.68	9.47	8.62	9.65	10.65	10.98	12.16	10.97	12.28	10.03	11.59	11.15	10.6	11.13	9.61
3	8.8	8.93	8.36	10.93	10.11	11.3	11.25	10.46	10.01	10.26	12.47	10.21	9.21	10.96	10.28
4	11.34	8.81	10.44	11.82	10.56	11.07	11.19	11.72	9.89	10.06	10.95	10.4	12.27	11.24	12.4
5	9.11	9.93	11.03	11.1	10.48	11.14	10.89	10.12	11.76	8.75	10.32	9.59	12.26	12.06	11.22
6	7.31	9.25	10.63	11.4	11.21	10.9	10.94	10.98	10.84	9.93	11.32	10.91	10.92	12.24	11.42
7	9.67	11.12	9.93	11.63	11.43	10.83	12.6	11.36	10.24	8.86	11.19	10.28	12.05	11.42	10.61
8	10.29	12.09	10.28	11.74	10.15	10.03	12.77	10.38	13.52	10.8	10.29	10.21	9.51	10.54	11.98
9	8.98	11.51	11.51	10.66	12.59	10.39	12.08	10.31	13.78	10.78	10.68	11.11	10	11.14	10.89
10		10.31	9.58	11.28	11.05	10.84	10.28	10.69	13.52	10.79	9.32	9.7	13.22	10.84	10.17
11		10.72	8.5	9.95	10.31	9.26	10.95	11.15	9.7	10.6	9.99	9.99	10.26	11.69	10.92
12		10.32	9.19	10.39	10.03	11.67	10.91	10.5	10.18	10.62	9.93	9.06	12.92	12.14	12.32
13		9.9		10.76	10.99	11.66	10.31	9.64	11.73	10.34	10.01	10.06	12.18	12.71	11.29
14		11.41		11.03	10.12	10.94	10.05	10.02	10.77	11.03	10.73	9.71	7.87	8.77	7.94
15				10.72	10.38	12.45			10.36		10.49	11.74	11.34	11.83	10.77
16					12.18	10.86			11.52		8.53		10.04	12.26	10.08
17					11.2	10.92					10.79		11.5	10.19	11.35
18					10.33						10.11		10.26	10.4	10.49
19											10.24		7.79	11.05	
20											10.54			11.62	
21											11.05			10.65	
22											10.99				
sum	84.43	143.20	118.19	163.12	194.88	185.30	156.58	148.38	181.78	144.59	232.92	154.66	205.90	235.41	194.12
Average	9.38	10.23	9.85	10.87	10.83	10.90	11.18	10.60	11.36	10.33	10.59	10.31	10.84	11.21	10.78

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการตายลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน โดยนับวันต่อวัน

อัตราการตายลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี และระยะเวลาต่างกัน (กรัม) นับวันต่อวัน															
ระดับวิตามินซี	ระดับวิตามินซี 0 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 21 วัน		
วันที่	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
19-Apr-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-Apr-47	3	4	4	5	2	4	3	5	5	3	0	5	4	4	3
21-Apr-47	4	3	5	5	3	3	6	3	4	2	3	5	1	3	6
22-Apr-47	4	5	3	2	3	3	4	2	2	4	1	3	3	1	2
23-Apr-47	7	1	2	3	3	2	0	4	3	4	3	2	2	1	1
24-Apr-47	2	2	1	0	1	1	2	2	0	2	1	0	1	0	0
25-Apr-47	0	1	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
26-Apr-47	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-Apr-47	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-Apr-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-Apr-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-Apr-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-May-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	21	16	18	15	12	14	16	16	14	16	8	15	11	9	12
เหลือรอด	9	14	12	15	18	16	14	14	16	14	22	15	19	21	18
เปอร์เซ็นต์รอด	70.00	53.33	60.00	50.00	40.00	46.67	53.33	53.33	46.67	53.33	26.67	50.00	36.67	30.00	40.00

ตารางผนวกที่ 7 จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี 0 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน และอ
(โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร

จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี 0 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน

		ซ้ำที่ 1					ซ้ำที่ 2					ซ้ำที่3				
วันที่	อายุ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ
18-Apr-47	ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวฟักออกจากไข่เวลาประมาณ 17:30 น.															
19-Apr-47	0	30	-	-	-	10	30	-	-	-	9	30	-	-	-	11
20-Apr-47	1	27	-	-	-	11	26	-	-	-	9	26	-	-	-	10
21-Apr-47	2	23	-	-	-	8	23	-	-	-	10	21	-	-	-	9
22-Apr-47	3	19	-	-	-	7	18	-	-	-	8	18	-	-	-	8
23-Apr-47	4	12	-	-	-	10	17	-	-	-	9	16	-	-	-	11
24-Apr-47	5	10	-	-	-	6	15	-	-	-	7	15	-	-	-	10
25-Apr-47	6	10	-	-	-	6	14	1	-	-	8	13	-	-	-	6
26-Apr-47	7	9	1	-	-	7	14	3	-	-	5	13	2	-	-	7
27-Apr-47	8	9	3	-	-	1	14	5	-	-	0	12	5	-	-	2
28-Apr-47	9	9	4	-	-	4	14	10	-	-	4	12	5	-	-	3
29-Apr-47	10	9	5	-	-	6	14	11	-	-	6	12	8	-	-	4
30-Apr-47	11	9	7	-	-	0	14	13	-	-	0	12	10	-	-	1
1-May-47	12	9	9	1	-	3	14	14	2	-	0	12	10	2	-	1
2-May-47	13	9	9	5	-	1	14	14	6	-	0	12	12	6	-	0
3-May-47	14	9	9	6	-	0	14	14	10	-	1	12	12	8	-	0
4-May-47	15	9	9	6	-	3	14	14	10	-	5	12	12	10	-	3
5-May-47	16	9	9	8	-	4	14	14	12	-	5	12	12	12	-	3
6-May-47	17	9	9	9	2	2	14	14	14	2	4	12	12	12	1	5
7-May-47	18	9	9	9	4	5	14	14	14	3	4	12	12	12	3	4
8-May-47	19	9	9	9	4	4	14	14	14	5	2	12	12	12	5	5
9-May-47	20	9	9	9	5	6	14	14	14	8	5	12	12	12	6	7
10-May-47	21	9	9	9	7	-	14	14	14	10	-	12	12	12	8	-

ตารางผนวกที่ 8 จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี 200 mg/l ระยะเวลา 10 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร (โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร

ได้รับระดับวิตามินซี 200 mg/l ระยะเวลา 10 วัน โดยนับวันต่อวัน

		ซ้ำที่ 1					ซ้ำที่ 2					ซ้ำที่3				
วันที่	อายุ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ
18-Apr-47	ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวฟักออกจากไข่เวลาประมาณ 17:30 น.															
19-Apr-47	0	30	-	-	-	11	30	-	-	-	13	30	-	-	-	13
20-Apr-47	1	25	-	-	-	10	28	-	-	-	9	26	-	-	-	10
21-Apr-47	2	20	-	-	-	14	25	-	-	-	12	23	-	-	-	7
22-Apr-47	3	18	-	-	-	9	23	-	-	-	10	20	-	-	-	5
23-Apr-47	4	15	-	-	-	12	20	-	-	-	8	18	-	-	-	9
24-Apr-47	5	15	-	-	-	6	19	-	-	-	5	17	-	-	-	3
25-Apr-47	6	15	-	-	-	5	18	-	-	-	7	16	-	-	-	5
26-Apr-47	7	15	2	-	-	6	18	2	-	-	4	16	1	-	-	5
27-Apr-47	8	15	5	-	-	2	18	5	-	-	2	16	4	-	-	4
28-Apr-47	9	15	8	-	-	3	18	7	-	-	3	16	6	-	-	2
29-Apr-47	10	15	9	-	-	5	18	12	-	-	6	16	10	-	-	6
30-Apr-47	11	15	12	-	-	0	18	15	-	-	2	16	13	-	-	1
1-May-47	12	15	12	5	-	3	18	18	2	-	4	16	15	1	-	5
2-May-47	13	15	15	8	-	1	18	18	2	-	2	16	16	5	-	4
3-May-47	14	15	15	9	-	0	18	18	6	-	2	16	16	10	-	1
4-May-47	15	15	15	11	-	3	18	18	9	-	2	16	16	12	-	5
5-May-47	16	15	15	15	-	3	18	18	14	-	6	16	16	16	-	3
6-May-47	17	15	15	15	1	2	18	18	18	3	1	16	16	16	2	3
7-May-47	18	15	15	15	3	4	18	18	18	5	3	16	16	16	4	5
8-May-47	19	15	15	15	6	5	18	18	18	8	4	16	16	16	4	3
9-May-47	20	15	15	15	8	5	18	18	18	11	7	16	16	16	6	4
10-May-47	21	15	15	15	10	-	18	18	18	12	-	16	16	16	8	-

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี 200 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร (โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร

ได้รับระดับวิตามินซี 200 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน

		ซ้ำที่ 1					ซ้ำที่ 2					ซ้ำที่3				
วันที่	อายุ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ
18-Apr-47	ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวฟักออกจากไข่เวลาประมาณ 17:30 น.															
19-Apr-47	0	30	-	-	-	9	30	-	-	-	12	30	-	-	-	8
20-Apr-47	1	27	-	-	-	11	25	-	-	-	10	25	-	-	-	9
21-Apr-47	2	21	-	-	-	8	22	-	-	-	9	21	-	-	-	7
22-Apr-47	3	17	-	-	-	11	20	-	-	-	11	19	-	-	-	13
23-Apr-47	4	17	-	-	-	9	16	-	-	-	6	16	-	-	-	8
24-Apr-47	5	15	-	-	-	7	14	-	-	-	8	16	-	-	-	7
25-Apr-47	6	14	-	-	-	10	14	-	-	-	5	16	1	-	-	8
26-Apr-47	7	14	3	-	-	8	14	1	-	-	7	16	2	-	-	6
27-Apr-47	8	14	4	-	-	0	14	3	-	-	0	16	4	-	-	1
28-Apr-47	9	14	8	-	-	4	14	4	-	-	5	16	7	-	-	3
29-Apr-47	10	14	9	-	-	3	14	7	-	-	4	16	9	-	-	5
30-Apr-47	11	14	12	-	-	1	14	11	-	-	1	16	10	1	-	3
1-May-47	12	14	13	2	-	4	14	14	1	-	5	16	13	1	-	2
2-May-47	13	14	14	7	-	0	14	14	3	-	4	16	16	3	-	3
3-May-47	14	14	14	10	-	4	14	14	7	-	1	16	16	7	-	3
4-May-47	15	14	14	10	-	5	14	14	8	-	3	16	16	11	-	8
5-May-47	16	14	14	14	1	0	14	14	10	-	4	16	16	15	-	5
6-May-47	17	14	14	14	1	6	14	14	14	2	5	16	16	16	3	4
7-May-47	18	14	14	14	4	5	14	14	14	3	3	16	16	16	5	4
8-May-47	19	14	14	14	5	7	14	14	14	6	5	16	16	16	7	2
9-May-47	20	14	14	14	8	8	14	14	14	8	5	16	16	16	9	6
10-May-47	21	14	14	14	9	-	14	14	14	10	-	16	16	16	10	-

ตารางผนวกที่ 10 จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี 300 mg/l ระยะเวลา 10 วัน โดยนันวันต่อวัน และอาหาร (โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร

ได้รับระดับวิตามินซี 300 mg/l ระยะเวลา 10 วัน โดยนันวันต่อวัน

		ซ้ำที่ 1					ซ้ำที่ 2					ซ้ำที่3				
วันที่	อายุ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ
18-Apr-47	ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวฟักออกจากไข่เวลาประมาณ 17:30 น.															
19-Apr-47	0	30	-	-	-	13	30	-	-	-	10	30	-	-	-	8
20-Apr-47	1	27	-	-	-	12	30	-	-	-	9	25	-	-	-	12
21-Apr-47	2	25	-	-	-	7	27	-	-	-	7	20	-	-	-	9
22-Apr-47	3	21	-	-	-	8	26	-	-	-	9	17	-	-	-	7
23-Apr-47	4	17	-	-	-	7	23	-	-	-	8	15	-	-	-	7
24-Apr-47	5	15	-	-	-	7	22	-	-	-	9	15	-	-	-	9
25-Apr-47	6	14	-	-	-	5	22	2	-	-	7	15	1	-	-	6
26-Apr-47	7	14	2	-	-	7	22	2	-	-	5	15	3	-	-	5
27-Apr-47	8	14	5	-	-	3	22	6	-	-	2	15	6	-	-	4
28-Apr-47	9	14	7	-	-	1	22	12	-	-	2	15	8	-	-	0
29-Apr-47	10	14	10	-	-	2	22	16	-	-	2	15	10	-	-	3
30-Apr-47	11	14	13	-	-	0	22	20	3	-	4	15	12	2	-	2
1-May-47	12	14	13	1	-	3	22	21	5	-	1	15	15	3	-	0
2-May-47	13	14	14	4	-	6	22	22	8	-	5	15	15	5	-	5
3-May-47	14	14	14	8	-	7	22	22	14	-	6	15	15	8	-	8
4-May-47	15	14	14	12	-	0	22	22	19	-	1	15	15	15	-	0
5-May-47	16	14	14	14	1	8	22	22	22	-	5	15	15	15	-	9
6-May-47	17	14	14	14	1	5	22	22	22	1	6	15	15	15	2	7
7-May-47	18	14	14	14	4	8	22	22	22	4	2	15	15	15	6	0
8-May-47	19	14	14	14	5	5	22	22	22	7	4	15	15	15	8	6
9-May-47	20	14	14	14	8	9	22	22	22	9	8	15	15	15	9	7
10-May-47	21	14	14	14	9	-	22	22	22	15	-	15	15	15	11	-

ตารางผนวกที่ 11 จำนวนตัวที่เกิด bars ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับระดับวิตามินซี 300 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน และอาหาร (โรติเฟอร์)ที่เหลือต่อมิลลิลิตร

ได้รับระดับวิตามินซี 300 mg/l ระยะเวลา 21 วัน โดยนับวันต่อวัน

		ซ้ำที่ 1					ซ้ำที่ 2					ซ้ำที่3				
วันที่	อายุ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ	จำนวนที่เหลือ	bar 1	bar 2	bar 3	อาหารเหลือ
18-Apr-47	ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวฟักออกจากไข่เวลาประมาณ 17:30 น.															
19-Apr-47	0	30	-	-	-	11	30	-	-	-	8	30	-	-	-	13
20-Apr-47	1	26	-	-	-	13	28	-	-	-	12	27	-	-	-	10
21-Apr-47	2	25	-	-	-	9	23	-	-	-	8	21	-	-	-	11
22-Apr-47	3	22	-	-	-	7	22	-	-	-	7	19	-	-	-	6
23-Apr-47	4	20	-	-	-	5	21	-	-	-	6	18	-	-	-	9
24-Apr-47	5	19	-	-	-	8	21	-	-	-	5	18	-	-	-	8
25-Apr-47	6	19	2	-	-	4	21	-	-	-	8	18	1	-	-	9
26-Apr-47	7	19	5	-	-	5	21	3	-	-	4	18	2	-	-	2
27-Apr-47	8	19	8	-	-	2	21	6	-	-	0	18	5	-	-	1
28-Apr-47	9	19	14	-	-	3	21	13	-	-	5	18	9	-	-	2
29-Apr-47	10	19	17	-	-	5	21	16	-	-	5	18	13	-	-	7
30-Apr-47	11	19	19	1	-	3	21	20	2	-	0	18	14	1	-	1
1-May-47	12	19	19	2	-	2	21	21	5	-	0	18	18	4	-	4
2-May-47	13	19	19	5	-	5	21	21	7	-	3	18	18	9	-	4
3-May-47	14	19	19	10	-	5	21	21	12	-	9	18	18	13	-	10
4-May-47	15	19	19	14	-	2	21	21	17	1	5	18	18	17	-	2
5-May-47	16	19	19	19	1	4	21	21	21	3	4	18	18	18	1	6
6-May-47	17	19	19	19	4	8	21	21	21	2	6	18	18	18	3	6
7-May-47	18	19	19	19	7	5	21	21	21	6	3	18	18	18	5	1
8-May-47	19	19	19	19	9	0	21	21	21	9	5	18	18	18	9	3
9-May-47	20	19	19	19	12	6	21	21	21	12	5	18	18	18	11	8
10-May-47	21	19	19	19	13	-	21	21	21	14	-	18	18	18	12	-

ตารางผนวกที่ 12 ค่า PH และอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดในแต่ละวัน

ค่า PH และอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดในแต่ละวัน

ระดับวิตามินซี			อุณหภูมิ		ระดับวิตามินซี 0 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 200 mg/l 21 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 10 วัน			ระดับวิตามินซี 300 mg/l 21 วัน		
วันที่	อายุ (วัน)	เวลา	สูงสุด	ต่ำสุด	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
19-Apr-47	0	10:05 น.	30.0	27.5	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
20-Apr-47	1	9:55 น.	31.0	28.0	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
21-Apr-47	2	10:00 น.	30.0	28.0	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
22-Apr-47	3	9:50 น.	31.0	27.5	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8
23-Apr-47	4	9:35 น.	29.5	24.3	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9
24-Apr-47	5	9:45 น.	29.0	24.0	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
25-Apr-47	6	9:35 น.	29.5	25.0	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
26-Apr-47	7	9:35 น.	30.0	26.0	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
27-Apr-47	8	9:50 น.	31.0	28.0	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8
28-Apr-47	9	9:40 น.	30.0	26.0	8.06	8.02	8.06	8.05	80.9	80.9	80.9	80.9	8.10	8.04	8.07	8.07	8.07	8.04	8.06
29-Apr-47	10	9:35 น.	30.0	27.5	7.92	7.95	7.99	8.00	8.03	8.03	8.03	8.03	8.06	8.06	8.00	8.03	8.03	8.01	8.04
30-Apr-47	11	10:20 น.	31.0	27.5	8.00	8.03	8.05	8.03	8.05	8.05	8.07	8.06	8.07	8.07	8.03	8.05	8.05	8.03	8.05
1-May-47	12	9:30 น.	30.0	27.0	8.01	8.02	8.04	7.99	8.00	8.01	8.02	8.04	8.01	8.00	8.00	8.03	8.01	8.04	8.02
2-May-47	13	9:35 น.	29.5	26.5	8.06	8.06	8.06	8.01	7.94	7.96	8.01	8.03	8.00	7.98	8.00	8.01	7.94	8.01	8.01
3-May-47	14	9:45 น.	30.5	28.0	8.01	8.01	7.99	7.95	7.92	7.95	7.98	8.03	8.01	8.00	8.01	8.03	7.98	7.98	8.00
4-May-47	15	9:35 น.	30.0	27.5	8.02	8.02	8.02	8.00	7.99	8.00	7.99	8.03	8.01	8.01	8.02	8.03	8.00	8.00	8.01
5-May-47	16	9:35 น.	30.0	27.0	7.96	7.99	7.99	7.98	7.99	7.99	7.98	8.01	7.98	7.97	7.99	8.02	7.99	7.95	8.00
6-May-47	17	9:45 น.	30.5	28.5	8.04	8.07	8.08	8.05	8.03	8.03	8.03	8.05	8.05	8.01	8.03	8.04	8.04	7.99	8.05
7-May-47	18	9:50 น.	31.0	28.0	7.99	8.03	8.01	8.00	8.00	8.02	8.00	7.98	8.04	8.01	8.03	7.98	8.02	8.04	8.03
8-May-47	19	9:35 น.	31.0	27.5	8.01	8.03	8.04	7.99	8.05	8.04	8.07	8.08	8.05	8.05	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
9-May-47	20	9:45 น.	30.0	28.0	8.05	8.03	8.05	8.05	8.03	8.07	8.07	8.08	8.07	8.05	8.05	8.03	8.05	8.03	8.04
10-May-47	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-