ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อสีของกุ้งก้ามกราม
(*Macrobrachuim rosenbergii*)
Effect of fish meat supplement on color of giant freshwater prawn
(*Macrobrachuim rosenbergii*)

นางสาวพิไลลักษณ์ นนทวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 17 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23080
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อสีของกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachuim rosenbergii*)

Effect of fish meat supplement on color of giant freshwater prawn (*Macrobrachuim rosenbergii*)

T099427

โดย

นางสาวพิไลลักษณ์ นนทวัฒน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99427.....
วัน,เดือน,ปี.....15 JUN 2006.....
b.....11883145.....
i.....

ภาควชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

ผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อสีของกุ้งก้ามกราม
(*Macrobrachuim rosenbergii*)
Effect of fish meat supplement on color of giant freshwater prawn
(*Macrobrachuim rosenbergii*)

การศึกษาผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อสีของกุ้งก้ามกราม(*Macrobrachium rosenbergii*) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง และชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง เมื่อทำการทดลองเป็นระยะเวลา 82 วัน พบว่ากุ้งก้ามกรามในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง มีจำนวนการลอกคราบสูงที่สุด คือ 78 คราบ ในด้านการวิเคราะห์สีกุ้ง พบว่ากุ้งก้ามกรามก่อนการนึ่ง ค่าความสว่างของสี (L*) และค่าความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสีน้ำเงิน (b*) ในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าความเข้มของแสงสีแดงและสีเขียว (a*) ในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองให้ค่าสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากชุดการทดลองอื่น ยกเว้นชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง ในด้านของสีปรากฏ (H°) ในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง และชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้งให้สีปรากฏ เป็นสีเขียว ส่วนชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง และชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้งให้สีปรากฏเป็น สีเขียวค่อนไปทางสีน้ำเงิน โดยชุดการทดลองที่มีเข้มที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง ซึ่งเป็นที่ใกล้เคียงสีตามธรรมชาติมากที่สุดที่พบในการทดลองนี้ ในด้านของกุ้งก้ามกรามหลังนึ่ง ผลปรากฏว่า ค่าสีปรากฏชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้งให้ค่าสีปรากฏเป็นสีส้มแดงมากที่สุด และชุดที่ให้สีปรากฏอ่อนที่สุดคือชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ที่ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษได้คอยช่วยเหลือ คอยให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และคอยตักเตือนสิ่งที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังคอยจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ จนปัญหาพิเศษครั้งนี้บรรลุผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอน และให้ความรู้ตลอดที่ผ่านมา 4 ปี จนกลายมาเป็นว่าที่บัณฑิตในวันนี้ โดยความรู้ที่ได้รับมานั้นบางส่วนได้นำมาเป็นแนวทางในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ด้วย

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ คุณบรรจงและคุณนิตยา นิสภาวาณิชย์ เจ้าของ บรรจงฟาร์ม ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านของสัตว์ทดลอง ที่มีสุขภาพดี และราคาย่อมเยาว์ รวมไปถึงความรู้ต่างๆ ตลอดระยะเวลาการฝึกงาน

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ คุณนภพล เผ่ามนัส คุณแสง ฟักหอม คุณสัญญา นามธรรม และทุกๆ คนที่คอยช่วยเหลือในด้านวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลา 4 ปีที่อยู่ร่วมกันมา โดยเฉพาะนายณัฐพงษ์ วงศ์เจริญ เพื่อนร่วมปัญหาพิเศษที่ทั้งคอยช่วยแก้ปัญหาและให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายขอบขอบคุณพ่อ แม่ และทุกๆ คนในครอบครัว ที่ให้ความรัก ความอบอุ่นและให้กำลังใจในทุกๆ เรื่องตลอดมา ถ้าไม่มีท่านคงไม่มีหนูในวันนี้

นางสาวพิไลลักษณ์ นนทวัฒน์

พฤษภาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	14
สรุป	25
เอกสารอ้างอิง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสว่างของสี (L*) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	15
2	ความเข้มของแสงสีเขียวและแสงสีแดง (a*) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	17
3	ความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสีน้ำเงิน (b*) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	18
4	สีปรากฏ (h°) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	20

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachuim rosenbergii*)	2
2	ภาพสามมิติของระบบการวัดสีแบบ CIELAB	7
3	ปลาทูข้างเหลืองที่ใช้เป็นอาหารเสริม	10
4	chromameter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CH330	10
5	ตะกร้าเลี้ยงที่มีการแบ่งเป็นสามช่องเท่าๆ กัน	11
6	วิธีการดำเนินการ โดยการนำกุ้งก้ามกรามที่เตรียมไว้มาใส่ในตะกร้า ช่องละ 1 ตัว	12
7	การวัดความเข้มสีของกุ้ง บริเวณปล้องที่ 2	13
8	การลอกคราบของกุ้งก้ามกราม ที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	14
9	ความสว่างของสี (L^*) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะ เวลาที่แตกต่างกัน	16
10	ความเข้มของแสงสีเขียว (-a) และแสงสีแดง (a) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	18
11	ความเข้มของแสงน้ำเงิน (-b) และแสงสีเหลือง (b) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	19
12	กุ้งก้ามกรามก่อนนึ่ง	21
13	กุ้งก้ามกรามหลังนึ่ง	22
14	สีปรากฏ (hue;H^0) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันกุ้งก้ามกรามจัดเป็นสัตว์น้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในและนอกประเทศ เนื่องจากเนื้อกุ้งชนิดดังกล่าวมีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำจืดชนิดอื่น ในอดีตกุ้งก้ามกรามสามารถที่จะพบได้ตามแหล่งน้ำจืดต่างๆ อาทิเช่น คลอง แม่น้ำ เป็นต้น แต่เนื่องจากความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม จึงทำให้ปริมาณกุ้งก้ามกรามในธรรมชาติลดลงอย่างรวดเร็ว การเพาะเลี้ยงจึงเป็นแนวทางเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนกุ้งในธรรมชาติ แต่ในการเพาะเลี้ยงก็ยังมีปัญหาอีกหลายประการที่เป็นอุปสรรคต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ปัญหาหนึ่งที่สำคัญได้แก่ ความนิยมของผู้บริโภคที่จำเพาะต่อโครงร่าง ขนาด และสีสันของตัวกุ้งก้ามกราม โดยปกติผู้บริโภคจะนิยมบริโภคกุ้งที่มีขนาดใหญ่ที่มีโครงร่างและสีสันที่สวยงาม จึงทำให้มีการศึกษาเทคนิคที่จะทำให้กุ้งมีลักษณะตรงตามความต้องการของผู้บริโภค การเสริมปลาสดก็เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการผลิตกุ้งก้ามกรามให้ได้ตามลักษณะที่ตลาดต้องการ โดยการเสริมปลาสดมักกระทำในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว

สีสันของกุ้งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ดึงดูดให้ผู้บริโภคตัดสินใจที่จะบริโภค โดยปกติกุ้งที่อยู่ในธรรมชาติจะมีสีสันที่สวยงามมากกว่ากุ้งที่มาจากการเลี้ยง

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้จึงมีการใช้ปลาสดซึ่งเป็นอาหารสดและเป็นที่ต้องการของกุ้งก้ามกรามมาเสริมในมื้ออาหารเพื่อทดแทนอาหารธรรมชาติในอัตราที่แตกต่างกัน เพื่อหาอัตราที่เหมาะสมที่ทำเพื่อให้กุ้งก้ามกรามมีสีสันที่สวยงามและเป็นที่ต้องการของท้องตลาด ทำให้ได้กุ้งก้ามกรามที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อทั้งการบริโภคภายในประเทศและเพื่อส่งออกต่อตลาดภายนอกประเทศอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อการลอกคราบของกุ้งก้ามกราม
2. เพื่อศึกษาผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อสีของกุ้งก้ามกราม

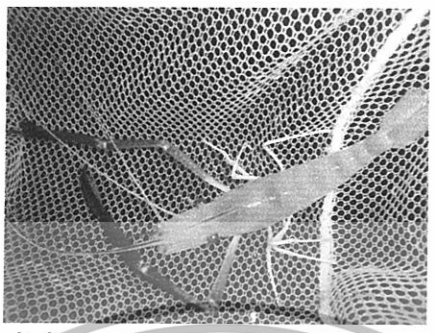
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการใช้อาหารเพื่อทำให้กุ้งมีสีตามความต้องการ
2. ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะสีกุ้งสดและสีกุ้งหลังทำให้สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของกุ้งก้ามกราม



ภาพที่ 1 กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachuim rosenbergii*)

กุ้งก้ามกราม หรือ กุ้งนาง หรือ กุ้งหลวง หรือ กุ้งแห หรือ กุ้งใหญ่ เป็นชื่อเดียวกัน มีชื่อสามัญว่า Giant Freshwater Prawn (ภาพที่ 1) และชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Macrobrachuim rosenbergii* (De Man, 1879) จัดอยู่ใน Phylum: Arthopoda Class: Crustacea Order: Decapoda Suborder: Natantia Family: Palaemonidae Genus: Macrobrachium Species: rosenbergii New (1995) อ้างโดย Chen and Kou (1996) กล่าวว่า กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์ที่สามารถดำรงชีวิตได้ได้บริเวณน้ำจืดและบริเวณที่มีความเค็มเล็กน้อย โดยในธรรมชาติจะอยู่ในน้ำจืดในระยะตัวอ่อนและเมื่อถึงระยะ postlarvae จะเคลื่อนย้ายไปบริเวณน้ำกร่อย กุ้งก้ามกรามถือเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง เป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ในธรรมชาติพบอาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำจืดทั่วไปที่มีทางน้ำไหลติดต่อกับทะเล สำหรับในประเทศไทยเรานั้นพบกุ้งก้ามกรามแพร่กระจายอยู่ทั่วๆ ไป ในภาคกลางพบชุกชุมในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำบางปะกง ภาคตะวันออกพบในแม่น้ำจันทบุรี และที่ทะเลสาบสงขลา ส่วนในภาคเหนือจะพบในแม่น้ำเมย ซึ่งมีต้นทางน้ำอยู่ในประเทศพม่า (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2545)

โดยทั่วๆ ไป กุ้งก้ามกรามจะมีเปลือกหุ้มลำตัวสีน้ำเงินอมฟ้า และมีรูปร่างลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน แยกเป็นส่วนหัว ประกอบด้วยตาซึ่งอยู่บนก้านตา สามารถโยกคลอนได้ปลายสุดของหัวจะมีกรีย่นออกมามีลักษณะแบนด้านข้าง ส่วนโคนนูนหนาและเรียวแหลมไปทางส่วนปลาย บริเวณกลางกรีจะโค้งงอแอ่นลงด้านล่างปลายงอขึ้นขึ้น ส่วนกรีทั้งสองด้านเป็นหนามหยักคล้ายกับฟันเลื่อย ด้านล่างของหัวมีขาเดิน 3 คู่ และมีขาที่มีลักษณะเป็นก้ามอีก 2 คู่ คู่แรกนั้นใช้ในการป้อนอาหารเข้าปาก และทำความสะอาดร่างกาย ส่วนคู่ที่ 2 มีขนาดยาวและใหญ่เท่าคู่แรก ใช้ในการต่อสู้และจับเหยื่อ ส่วนลำตัว แบ่งออกเป็นปล้องๆ ทั้งหมด 6 ปล้อง ด้านท้องมีขาว่ายน้ำ 5 คู่ ใช้ประโยชน์ในการว่ายน้ำหรือเคลื่อนที่ส่วนหาง ประกอบด้วยแพนหางข้างละคู่ ตรงส่วนกลางมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะปลายแหลม กุ้งตัวผู้และกุ้งตัวเมีย มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในกุ้งขนาดโตเต็มวัยที่มีอายุเท่ากัน กุ้งตัวผู้จะมีขนาดใหญ่กว่ากุ้งตัวเมีย และขาเดินคู่ที่ 2 ของกุ้งตัวผู้ก็มีขนาดใหญ่กว่าจนเห็นได้ชัด นอกจากนี้กุ้งตัวผู้จะมีเปลือกหุ้มตัวที่บริเวณท้องแคบกว่ากุ้งตัวเมีย เมื่อตรวจดูช่องเปิดบริเวณท้อง ถ้าเป็นกุ้งตัวผู้ช่องเปิดหรือทางออกของน้ำเชื้อจะอยู่บริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 ส่วนตัวเมียมีช่องเปิดสำหรับไข่อยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่ 3 ซึ่งในฤดูของการผสมพันธุ์และวางไข่ เราสามารถแยกกุ้งตัวเมียโดยดูได้จากขาว่ายน้ำจะมีขนเล็กๆ และใต้เปลือกคลุมหัว กุ้งตัวเมียจะมีสีแสดหรือแดงอมเหลืองเด่นชัด ที่ชาวบ้านมักเรียกกันว่า "กุ้งแก้ว" ซึ่งจะไม่พบในกุ้งตัวผู้ (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2545)

การลอกคราบและการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม (molting and growth)

กุ้งเป็นสัตว์ในกลุ่มครัสเตเซีย มีโครงสร้างที่เป็นเปลือกแข็ง (exoskeleton) ปกคลุมภายนอกลำตัว เพื่อป้องกันอันตรายให้กับลำตัวและอวัยวะภายใน นอกจากนี้ยังช่วยในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ เมื่อกุ้งเจริญเติบโตมีขนาดใหญ่ขึ้น จำเป็นต้องมีการลอกคราบหรือสลัดเปลือกเก่าทิ้งและสร้างเปลือกใหม่ทดแทนเพื่อขยายขนาดของร่างกาย ซึ่งวัฏจักรการลอกคราบนี้เกิดขึ้นตลอดเวลาในการดำรงชีวิต ส่วนที่เป็นเปลือก (cuticle) มี 2 ชั้น คือ ชั้นนอก (epicuticle) ชั้นใน (endocuticle) ซึ่งประกอบด้วยไคตินและโปรตีน มีเกลือแคลเซียมผสมอยู่ด้วย ในการลอกคราบกุ้งต้องดูดน้ำเข้าตัวเป็นจำนวนมากในขณะที่เปลือกใหม่ยังนิ่มอยู่ เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาตรของของเหลวในร่างกาย ทำให้ผิวเปลือกยืดตัวออก เป็นการเพิ่มขนาดตัวกุ้ง หลังจากนั้นจึงสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาเป็นเปลือกใหม่และจะค่อยๆ แข็งเป็นปกติ ลูกกุ้งจะลอกคราบครั้งแรกเมื่ออายุได้ 2 วัน อัตราการเจริญเติบโตจะขึ้นอยู่กับความถี่ในการลอกคราบ ความถี่ของการลอกคราบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง คือ ขนาดของกุ้ง เมื่อกุ้งมีขนาดใหญ่ขึ้นความถี่ในการลอกคราบจะลดลง คุณสมบัติของน้ำ ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง รวมทั้งปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น แสง อุณหภูมิ และความเค็ม เป็นต้น ซึ่งพบว่าสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบมากที่สุด คือ อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในช่วงสภาวะปกติจะทำให้กุ้งลอกคราบบ่อยขึ้น น้ำที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้กุ้งลอกคราบช้าลง ส่วนความเค็มของน้ำมีผลต่อการลอกคราบน้อยกว่าอุณหภูมิ (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2545)

การลอกคราบของกุ้งเกิดขึ้นโดยการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและถูกควบคุมด้วยฮอร์โมน 2 ตัว คือ ฮอร์โมนยับยั้งการลอกคราบ (Molt Inhibiting Hormone: MIH) และฮอร์โมนลอกคราบ (Molting Hormone: MH) นอกจากนี้สภาพแวดล้อมภายใน เช่น การสะสมอาหารของเฮพพาโตแพนเครียส ซึ่งถ้าเฮพพาโตแพนเครียส มีการสะสมอาหารพร้อม ก็จะส่งสัญญาณไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการลอกคราบ โดยสัญญาณนี้จะเกิดเมื่อสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการจะเปลี่ยนโครงสร้างภายนอกไปสู่การลอกคราบ ถ้าสัตว์อดอาหารจะยับยั้งการลอกคราบจนกว่าจะได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์ แต่หากมีการสูญเสียระยางค์ เช่น ถ้าเอาขาว่ายน้ำออก 4–6 อัน จะเหนี่ยวนำให้เกิด autonomy มีการสร้างขาขึ้นทดแทนและลอกคราบ ถึงแม้การสะสมอาหารในเฮพพาโตแพนเครียสไม่พร้อมหรือสิ่งแวดล้อมภายนอกไม่เหมาะสมก็ตาม แต่ถ้าขาหายเพียงขาเดียวจะไม่กระตุ้นการลอกคราบ (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2545) โดยจะแบ่งการลอกคราบออกเป็น 4 ระยะ คือ

1. ระยะก่อนการลอกคราบ (premolt) ในระยะนี้จะเริ่มมีการสร้างไคตินและโปรตีน กุ้งเริ่มมีการดึงแคลเซียมที่สะสมจากเปลือกเก่ากลับเข้าสู่ร่างกาย ทำให้คราบเก่าอ่อนลง ก่อนที่จะสลัดเปลือกทิ้งไป

2. ระยะลอกคราบ (molting) ในระยะนี้กุ้งจะหยุดการเคลื่อนไหวและไม่กินอาหาร เริ่มมีการลอกคราบกุ้งจะสลัดเปลือกเก่าออก และจะมีเปลือกที่สร้างใหม่ที่ค่อนข้างนิ่ม หลังจากการสลัดเปลือกเก่าออก การดูดซึมน้ำเข้าสู่ร่างกายจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้ตัวกุ้งมีขนาดโตขึ้นในขณะที่เปลือกกุ้งยังนิ่ม ทำให้ไม่แข็งแรง ศัตรูสามารถเข้าทำอันตรายได้ง่าย

3. ระยะหลังการลอกคราบ (postmolt) มีการดูดซึมน้ำเข้าร่างกายก่อนเพื่อให้ตัวขยายใหญ่ขึ้นและมีการเติบโตของเนื้อเยื่อแทนที่น้ำ ในช่วงนี้กุ้งจะมีการสะสมแคลเซียมมาเสริมทำให้เปลือกด้านนอกแข็งขึ้นและมีการสะสมอาหารสำรองไว้ใช้สำหรับการลอกคราบในครั้งต่อไป เปลือกกุ้งจะมีสีสดใสเนื่องจากมีการขับเม็ดสี (pigment) ออกมาที่เปลือก

4. ระยะช่วงระหว่างการลอกคราบ (intermolt) ระยะนี้เปลือกใหม่เริ่มแข็งกุ้งจะเริ่มเข้าสู่สภาวะปกติ ถ้ามีความเค็ม เปลือกกุ้งจะแข็งตัวเร็วขึ้น

เมื่อมีการลอกคราบ ระยะที่สลัดเปลือกเก่าออกเป็นช่วงวิกฤตอย่างยิ่งของกุ้ง เพราะศัตรู เช่นปลากินเนื้อ หรือกุ้งที่อยู่ใกล้ๆ อาจจับกินตัวที่ลอกคราบใหม่ๆ ดังนั้นเปลือกชั้นในที่มีลักษณะอ่อนนุ่มมีการพัฒนาให้แข็งขึ้น เพื่อเป็นโครงร่างปกคลุมร่างกายโดยเร็ว

อาหารกุ้ง

1. อาหารมีชีวิต

ธีรวัฒน์และจรีภรณ์ (2548) ได้ทำการศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วย ไรแดงเสริมสารอาหารและอาร์ทีเมีย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ 2 ให้ไรแดงที่เสริมสารอาหารเพียงอย่างเดียว และชุดการทดลองที่ 3 ให้ไรแดงเสริมสารอาหารสลับกับการให้อาร์ทีเมีย เมื่อดำเนินการอนุบาลจนครบ 10 วัน (ลูกกุ้งอายุ 13 วัน) พบว่าลูกกุ้งในชุดการทดลองที่ 1 (ให้อาร์ทีเมียอย่างเดียว) ชุดการทดลองที่ 2 (ให้ไรแดงเสริมสารอาหารอย่างเดียว) และชุดการทดลองที่ 3 (ให้ไรแดงเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอาหารสลับกับการให้อาร์ทีเมีย) มีน้ำหนักเฉลี่ย 2.10±0.35, 2.57±0.26 และ 2.51±0.34 มิลลิกรัม ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และมีอัตรารอด 64.59±5.30, 71.60±3.19 และ 66.02±4.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้น ผลการทดลองในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า สามารถใช้ไรแดงเสริมอาหาร ทั้งในรูปแบบการใช้ไรแดงเสริมอาหารเพียงอย่างเดียว หรือให้สลับกับอาร์ทีเมีย ในการอนุบาลลูกุ้งก้ามกรามเพื่อทดแทนการให้อาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว

เชิดศักดิ์และศศิวิมล (2545) ได้ทำการศึกษาการอนุบาลกุ้งก้ามกรามโดยใช้ไรแดงเป็นอาหารร่วมกับการให้อาร์ทีเมียในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 5 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาร์ทีเมีย 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไรแดง 25 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาร์ทีเมีย 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไรแดง 50 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาร์ทีเมีย 25 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไรแดง 75 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 5 ให้ไรแดง 100 เปอร์เซ็นต์ การทดลองนี้กระทำที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดชลบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2544 ในบ่อซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร ปริมาตรน้ำ 800 ลิตร อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามอายุ 7 วัน ที่มีความยาวเฉลี่ย 3.98±0.28 มิลลิเมตร บ่อละ 120,000 ตัว ให้อาหารวันละ 6 ครั้ง จนลูกกุ้งคว่ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ลูกกุ้งแต่ละชุดการทดลองมีความยาวเฉลี่ย 7.77±0.28, 7.68±0.21, 7.84±0.29, 7.70±0.10 และ 6.55±0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การให้อาร์ทีเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ และให้ไรแดงร่วมกับอาร์ทีเมียในทุกอัตราส่วน มีความยาวที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ต่างกับลูกกุ้งที่ให้ไรแดง 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 62.40±0.50, 60.42±4.98, 32.82±10.66 และ 20.19±2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ลูกกุ้งที่อาร์ทีเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ และลูกกุ้งที่ให้ อาร์ทีเมีย 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับไรแดง 25 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับลูกกุ้งที่ให้ไรแดงในอัตราส่วนอื่น ดังนั้น การทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้การให้ไรแดง 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารร่วมกับการให้อาร์ทีเมียในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามได้

2. อาหารเสริม

Cavalli *et al.* (2003) ทำการศึกษาผลของการเสริมวิตามินซี (ascorbic acid, AA) และวิตามินอี (tocophenol) ต่อแม่พันธุ์และพัฒนาคุณภาพของลูกพันธุ์กุ้งก้ามกราม *Macrobrranchium rosenbergii* โดยในการศึกษาใช้กุ้งก้ามกรามตัวเมียเลี้ยงด้วยอาหารที่แตกต่างกันของ 2-ascorbyl-L-plyphosphate (ApP) และ α- tocopherol acetate (α-TA) เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา 155 วัน โดยมีระดับของการเสริมวิตามินซี (ascorbic acid, AA) 3 ระดับ คือ 59, 121 และ 918 μg g^{-1} DW และ α- tocopherol acetate 1 ระดับ คือ 300 μg g^{-1} DW โดยทั้ง 4 กลุ่มการทดลองจะนำไปเปรียบเทียบกับการเสริมด้วย α-TA ในระดับสูงคือ 899 μg g^{-1} DW และมีระดับของวิตามินซีที่ 957 μg AA g^{-1} ในสูตรอาหารนี้ด้วย ผลคือ การเสริมด้วยวิตามินซี (ascorbic acid, AA) และ α-TA ไม่มีต่อกุ้งแม่พันธุ์ ทั้งในด้านของการลอกคราบ การเจริญเติบโต อัตราการตาย ความถี่ในการผสมพันธุ์ และความสมบูรณ์เพศ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษายังพบว่าวิตามินดังกล่าวมีผลดีต่อ ต่อมน้ำย่อย (midgut gland) รังไข่ ไข่ และตัวอ่อนที่ฟักใหม่ กล่าวคือลูกกุ้งก้ามกรามที่มาจากแม่พันธุ์ที่เสริมด้วยวิตามินดังกล่าวจะมีความทนทานต่อสภาพน้ำที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เพิ่มสูงขึ้น สรุปได้ว่า การเสริมด้วยวิตามินซีและวิตามินอีในกุ้งแม่พันธุ์ควรอยู่ในระดับ 60 μg AA g^{-1} และ 300 μg α-TA g^{-1} จึงเป็นระดับที่เหมาะสม

Menasveta *et al.* (1991) ทำการศึกษาผลของแอสตาแซนทิน โดยการนำกุ้งกุลาดำขนาดหนัก 88 กรัม บีบตาและเลี้ยงด้วยอาหารเสริมแอสตาแซนทินสังเคราะห์ 100 ส่วนในล้าน ในถังกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เมตรลึก 1.5 เมตร นาน 80 วัน มีแอสตาแซนทินสะสมในตับมากกว่ากุ้งเลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เสริมแอสตาแซนทิน กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมและไม่เสริมแอสตาแซนทินมีแอสตาแซนทินสะสมในรังไข่เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พฤติกรรมการผสมพันธุ์วางไข่ (จำนวนไข่เฉลี่ย ร้อยละของการผสมติด และร้อยละของการพัฒนาตัวอ่อนถึงขั้นโปรโตซูเอีย) ของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมและไม่เสริมแอสตาแซนทินไม่แตกต่างกัน แต่ไข่จากกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมแอสตาแซนทินมีขนาดโตกว่าไข่ของกุ้งเลี้ยงด้วยอาหารไม่เสริมแอสตาแซนทิน ส่วนในกุ้งที่ไม่บีบตานั้นอาหารเสริมแอสตาแซนทินไม่มีผลต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์วางไข่ของกุ้ง

การวัดค่าคุณภาพด้านสี

1. การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหาร (food acceptance) การที่ผู้บริโภคจะยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารหนึ่งๆ จะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยคุณภาพ (Teasue, 1995)

1.1 สีและลักษณะปรากฏ (color and appearance)

1.2 กลิ่นรส (flavor)

1.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)

สีและลักษณะปรากฏเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เนื่องจากโดยปกติผู้บริโภคจะมีโอกาสในการทดลองรับประทานผลิตภัณฑ์ ดังนั้นปัจจัยในการตัดสินใจซื้อส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่ที่คุณภาพด้านสีและลักษณะปรากฏเท่านั้น หากผลิตภัณฑ์มีสีหรือลักษณะปรากฏที่ผิดไปจากที่ผู้บริโภคต้องการหรือคาดหวัง ผู้บริโภคก็จะมีแนวโน้มว่าจะไม่ซื้อผลิตภัณฑ์นั้น

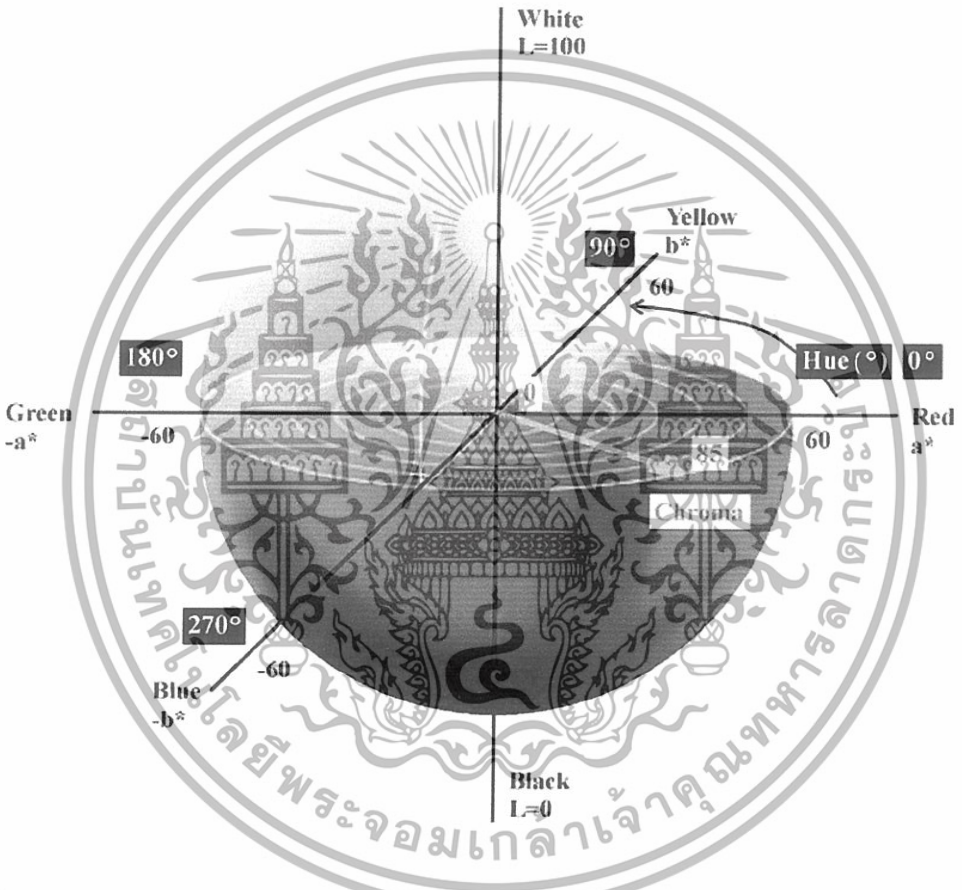
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบการวัดสี เช่น ระบบ CIE L*a*b* (CIELAB) ซึ่ง พัฒนาโดย CIE เริ่มใช้เมื่อปี 1976 เพื่อปรับปรุงค่าสีใน color space ให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น โดยจะบอกลักษณะของสีหนึ่งๆ ประกอบด้วย 3 ลักษณะ (Teasue, 1995) ดังนี้

2.1 ค่าสี (Hue) หมายถึงสีที่ปรากฏ เช่น สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ฯลฯ

2.2 ค่าความสว่าง (Value, Lightness) หมายถึงความสว่างของสี

2.3 ค่าความเข้มของสี (Chroma, Saturation) หมายถึง ความสดใส หรือ ความเข้มของสี



ภาพที่ 2 ภาพสามมิติของระบบการวัดสีแบบ CIELAB โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ สีปรากฏ (hue; 0°= สีแดงบริสุทธิ์ 90°= สีเหลืองบริสุทธิ์ 180°= สีเขียวบริสุทธิ์ และ 270°= สีน้ำเงินบริสุทธิ์) ค่าความเข้มของสี และค่าความสว่างของสี (L-value; สีดำ=0 สีขาว=100) ค่า a* (อยู่ระหว่าง 60 คือค่าสีแดง และ -60 คือค่าสีเขียว) ค่า b* (อยู่ระหว่าง 60 คือค่าสีเหลือง และ -60 คือค่าสีน้ำเงิน)

ที่มา : Salm *et al.* (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AMSA (1991) อ้างโดย Ramos *et al.*(2005) หาความสัมพันธ์ของค่าความเข้มของแสงสีเขียวและแสงสีแดง (a*) และค่าความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสารแดง (b*) กับสีปรากฏ (hue;h°) ดังสมการ

$$h^{\circ} = \arctan (b^*/ a^*)$$

โดยที่ h° คือ ค่าสีปรากฏ

a* คือ ค่าความเข้มของแสงสีเขียวและแสงสีแดง

b* คือ ค่าความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสารแดง

4. การวัดค่าความแตกต่างของสี สิ่งที่เราได้จากระบบวัดสีต่างๆ ก็คือ "ค่าสี" นั่นเอง แต่โดยทั่งไปในการใช้งาน ผู้ผลิตไม่ได้ต้องการทราบค่าของคุณภาพสีเหล่านั้น แต่ต้องการทราบ "ค่าความแตกต่างของสีผลิภัณฑ์กับสีมาตรฐาน" และต้องการทราบค่าความแตกต่างของสีที่นำไปกำหนด ค่าการยอมรับ (tolerances) หรือเพื่อกำหนดขอบเขตในการยอมรับ/ปฏิเสธ ตัวอย่างหนึ่งๆ นั่นเอง โดยประโยชน์ของการวัดค่าความแตกต่างของสี (Teasue, 1995) มีดังนี้

4.1 สามารถนำค่าความแตกต่างของสีมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยเปรียบเทียบคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์กับมาตรฐาน

4.2 ช่วยในการปรับเปลี่ยนด้านวัตถุดิบและกระบวนการผลิต เพื่อที่จะปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่มีสีไม่ได้มาตรฐานให้ได้มาตรฐานได้ทันท่วงที่

4.3 ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดสีที่เปลี่ยนแปลงไปของผลิตภัณฑ์ ทั้งเนื่องจากอากาศ แสง หรือการซะล้าง เป็นต้น

4.4 ช่วยให้การตัดสินใจในการรับหรือปฏิเสธทำได้ง่ายขึ้น

4.5 ลดความขัดแย้งระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

แอสตาแซนทินในกุ้ง

สิทธิพร (2548) กล่าวว่าแอสตาแซนทินเป็นรงควัตถุสีแดง พบทั่วไปในสิ่งมีชีวิต เช่น พวกกุ้ง หอย สาหร่ายชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อประกอบอาหารจากสัตว์เหล่านี้จะเห็นเป็นสีแดงที่เปลือกกุ้งหรือกระดองของปู นักวิจัยพบว่าสารสีที่ทำให้เกิดสีในกุ้ง มีชื่อว่า แอสตาแซนทิน เมื่อสารนี้เข้าไปอยู่ในตัวกุ้ง จะเกาะติดกับโปรตีนที่ชื่อว่า ครัสตาไซยานิน ถ้าหากกุ้งถูกต้มให้สุก ความร้อนจะทำให้โปรตีนคลายตัว ทำให้สารแอสตาแซนทินหลุดออกมาเป็นอิสระ กลไกที่ทำให้สารสีนี้กลายเป็นสีน้ำเงินดำ คือเมื่อติดอยู่กับโปรตีนในกุ้งที่มีชีวิตโมเลกุลของสารแอสตาแซนทินที่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีน จะจับกลุ่มกันเป็นคู่ และเกิดการไขว้กันของโมเลกุล ในลักษณะของตัวอักษรเอกซ์ ซึ่งการที่โมเลกุลไขว้กันนี้ ทำให้เกิดการแทรกแซงกันเอง คล้ายกับการเกิดสัญญาณซ้อนกันในสายโทรศัพท์ ซึ่งส่งผลต่อสถานะพลังงานควอนตัมของสาร และทำให้สามารถดูดกลืนแสงในช่วงสเปกตรัมอื่นได้ด้วย ทำให้สีที่ปรากฏค่อนไปทางสีดำ

มะลิและคณะ (2537) ศึกษาผลของการเสริมสารรงควัตถุ แคนตาแซนทิน (canthaxanthin) และแอสตาแซนทิน (astaxanthin) ที่ระดับต่างๆ ในอาหารต่อสีของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* เมื่อเริ่มมีการทดลองกุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.7-4.0 กรัม มาเลี้ยงด้วยอาหารทดสอบ 6 สูตร คือสูตรควบคุมเป็นสูตรที่ไม่มีการเสริมรงควัตถุใดๆ สูตร 1 และ 2 เสริมแคนตาแซนทิน ที่ระดับ 50 และ 100 มก./กก. ส่วนสูตรที่ 3, 4 และ 5 เสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 25, 50 และ 75 มก./กก. ตามลำดับ ดำเนินการทดลองในโรงเรือนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สรุปว่าทั้งแคนตาแซนตินและแอสตาแซนตินมีส่วนช่วยในการปรับปรุงสีของกุ้งกุลาดำและช่วยให้กุ้งสีฟ้าลดลง แอสตาแซนทินมีประสิทธิภาพสูงกว่าแคนตาแซนทินประมาณ 2.8 เท่า กุ้งจะสะสมรงควัตถุในเนื้อเยื่อในรูปของแอสตาแซนทินเป็นส่วนใหญ่ การเสริมแอสตาแซนทิน 50 มก./กก. เลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพียงพอที่จะช่วยให้กุ้งมีได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มว่าการเสริมสารรงควัตุทั้ง 2 ชนิด ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพอาหาร

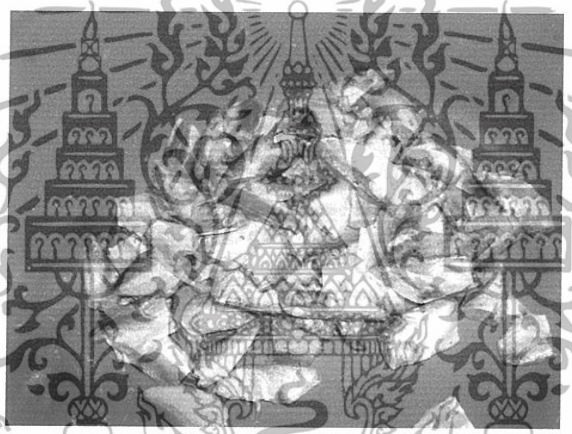
Choosuwan *et al.* (1991) ทำการวิจัยในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยรุ่นหนัก 9-12 กรัม ในถังไฟเบอร์จุน้ำ 200 ลิตร ด้วยการเสริมแอสตาแซนทินในรูป carrophyll pink ในอัตรา 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาหารเสริมแคนตาแซนทินในรูป carrophyll red ในอัตรา 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่าสีของกุ้งที่เลี้ยงนาน 2 เดือนเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีแอสตาแซนทิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแคนตาแซนทิน 100มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่พบในตัวกุ้งเพิ่มขึ้นตามระดับที่เพิ่มขึ้นของแคโรทีนอยด์ในอาหารและระยะเวลาในการเลี้ยง และมีแนวโน้มว่ากุ้งที่อาหารผสมองสารสีทั้ง 2 ชนิดในระดับสูงมีน้ำหนักสูงกว่ากุ้งที่ผสมสารสีระดับต่ำแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แอสตาซนทินเสริมในอาหารอัตรา 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแคนตาแซนทินเสริมในอาหารในอัตรา 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการเปลี่ยนสีกุ้งเป็นสีม่วง โดยแอสตาแซนทินมีประสิทธิภาพสูงกว่าแคนตาแซนทิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

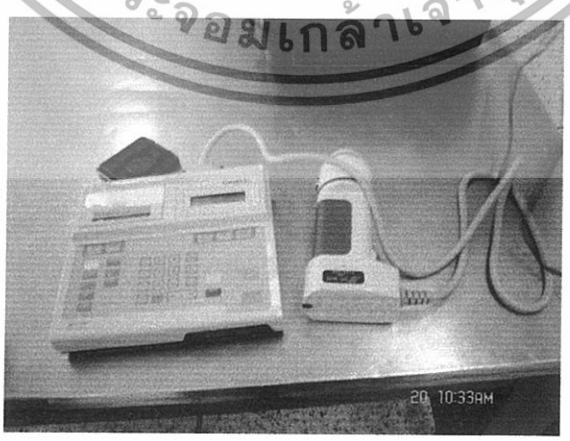
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กุ้งก้ามกรามตัวผู้น้ำหนัก10.65±1.04 กรัม จำนวน 80 ตัว
2. ชุดตะกร้าพลาสติกสำหรับเลี้ยง (ตะกร้าพลาสติกขนาด 42 x 60 เซนติเมตร + ตาข่ายพลาสติกสำหรับกั้น + ฝาปิดตะกร้า) จำนวน 28 ชุด
3. ถาดสำหรับใส่อาหาร เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร จำนวน 80 ถาด
4. อุปกรณ์ให้อากาศ (สายลม+หัวทราย) จำนวน 16 ชุด
5. อาหารกุ้งชนิดเม็ดเบอร์ 3 ระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์
6. ปลาทูข้างเหลือง (ภาพที่ 3)
7. chromameter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CH330 (ภาพที่ 4)
8. ไมโครเวฟ



ภาพที่ 3 ปลาทูข้างเหลืองที่ใช้เป็นอาหารเสริม



ภาพที่ 4 chromameter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CH330

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ T-test ที่อัตราในการให้ปลาสดที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0, 2, 4, 6 วันต่อครั้ง เลี้ยงในบ่อโดยมีจำนวนกุ้งก้ามกรามบ่อละ 20 ตัว

ชุดการทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 2 กลุ่มที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง

ชุดการทดลองที่ 3 กลุ่มที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง

ชุดการทดลองที่ 4 กลุ่มที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง

วิธีการการทดลอง

1. สัตว์ทดลอง

คัดเลือกกุ้งก้ามกรามตัวผู้น้ำหนักเฉลี่ย 10.65±1.04 กรัม จากฟาร์มกุ้งในเครือบรรจงฟาร์ม จำนวน 80 ตัว มาพักในบ่อซีเมนต์ขนาด 0.95 x 1.45 x 0.8 เมตร เพื่อปรับสภาพ (ลดความเค็มจาก 7 ppt จนกระทั่งเหลือ 0 ppt) เป็นเวลา 7 วัน โดยให้อาหารเม็ดวันละ 2 มื้อ (เช้า-เย็น)

2. ตะกร้าทดลอง

เตรียมตะกร้าพลาสติกขนาด 42 x 60 เซนติเมตร จำนวน 28 ใบ โดยวัดตาข่ายพลาสติกและตัดขนาดตามความกว้างและสูงของตะกร้า แล้วจึงใช้เชือกพลาสติกเย็บติดกับตะกร้าเพื่อแบ่งตะกร้าแต่ละใบเป็น 3 ช่อง ช่องละเท่าๆ กัน ติดหมายเลขแต่ละช่อง (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 5 ตะกร้าเลี้ยงที่มีการแบ่งเป็นสามช่องเท่าๆ กัน

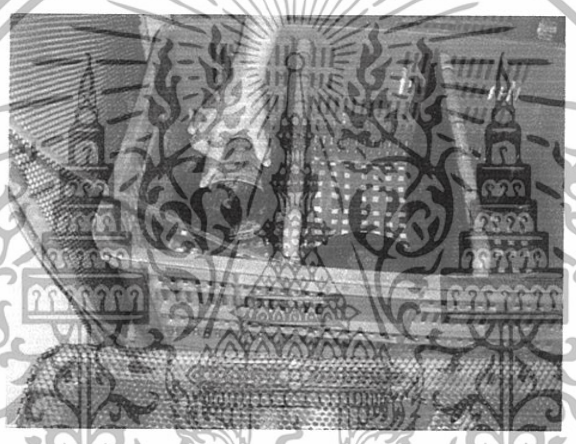
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บ่อทดลอง

ใช้บ่อซีเมนต์ขนาด 1.72 x 2.72 x 0.78 เมตร โดยฆ่าเชื้อด้วยด่างทับทิม (potassium permanganate; $KMnO_4$) นาน 24 ชั่วโมง นำตะกร้าทดลองที่เตรียมไว้ มาเรียงในบ่อ บ่อละ 7 ตะกร้า ใส่ถาดอาหารในช่องตะกร้าที่กั้นไว้ให้ครบ แล้วจึงเติมน้ำสูง 14 เซนติเมตร ใส่ชุดให้อากาศ บ่อละ 4 ชุด

4. การดำเนินการ

นำกุ้งที่พักไว้มาชั่งน้ำหนักเริ่มต้นแต่ละตัว แล้วจึงใส่ในช่องตะกร้า โดยใส่ช่องละ 1 ตัว (ภาพที่ 6) ทำการทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ให้อาหารคิดเป็น 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยกลุ่มที่เสริมปลาสดจะให้ในมื้อเย็น ทำการเปลี่ยนน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ ทุก 2 วัน



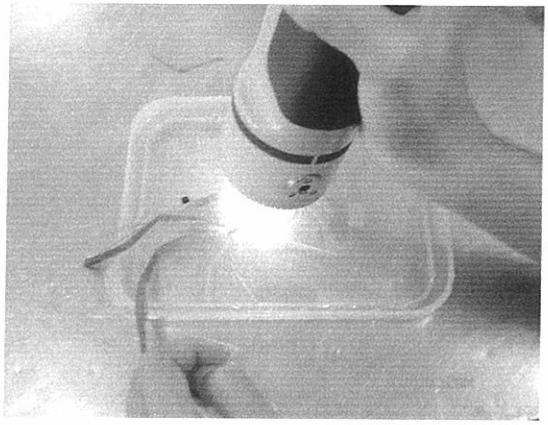
ภาพที่ 6 วิธีการดำเนินการ โดยการนำกุ้งก้ามกรามที่เตรียมไว้มาใส่ในตะกร้า ช่องละ 1 ตัว

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลการลอกคราบของกุ้งก้ามกรามแต่ละชุดการทดลองทุกวันเพื่อหาจำนวนการลอกคราบตลอดการทดลอง

2. ทำการวัดความเข้มสีของกุ้งก่อนและหลังนึ่ง ปริเวณปล้องที่ 2 (ภาพที่ 7) ด้วยเครื่องวัดสี (Chromameter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CH330 ซึ่งเป็นการวัดสีระบบ CIE L*a*b* (CIELAB) โดยทำการสุ่มวัดจำนวนบ่อละ 4 ตัว ในวันที่ 82 ของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 การวัดความเข้มสีของกุ้ง บริเวณปล้องที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาจำนวนการลอกคราบของกุ้งก้ามกรามแต่ละชุดการทดลอง
2. นำข้อมูลการวัดความเข้มสีของกุ้งก่อนและหลังนึ่งมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม SPSS for window version 10.0

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงน้ำเค็ม ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง ห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

18 มกราคม 2550 – 20 เมษายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการให้ปลาสดต่อสีของกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) จากการให้อาหารเม็ดเสริมด้วยการให้ปลาสดในวันที่แตกต่างกัน แล้วทำการเก็บข้อมูลการลอกคราบและคุณภาพด้านสี ผลที่ได้คือ

จำนวนการลอกคราบตลอดการทดลองของแต่ละชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุม ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง พบว่าชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง มีจำนวนการลอกคราบสูงที่สุด คือ 78 คราบ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง และชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง โดยมีจำนวนการลอกคราบคือ 67, 57 และ 36 คราบตามลำดับ (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 การลอกคราบของกุ้งก้ามกราม ที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความสว่างของสี (L) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

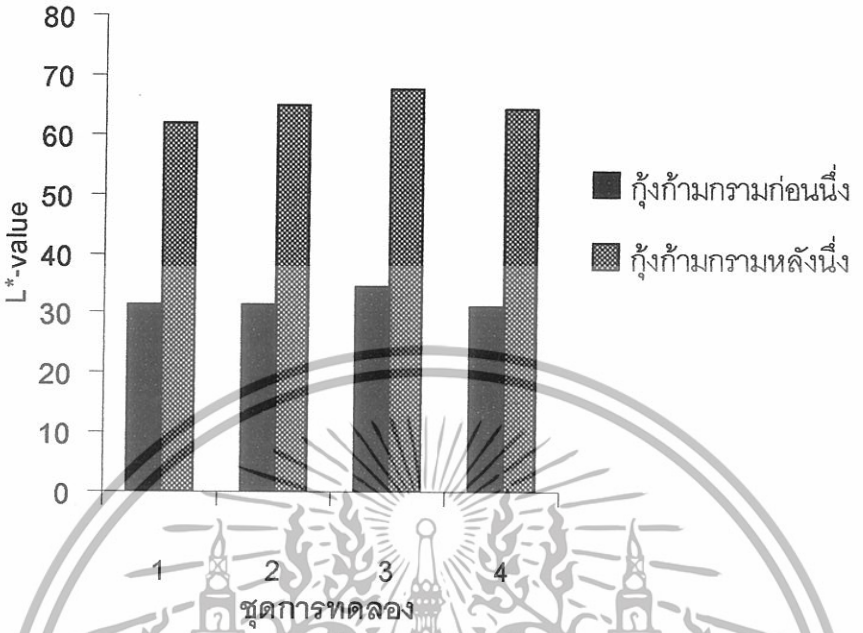
ชุดการทดลอง	L*-value (mean±SD)	
	ก่อนนึ่ง	หลังนึ่ง
ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง	31.54 [a]	61.91 [b]
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง	31.44 [a]	64.87 [a]
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง	34.40 [a]	67.47 [a]
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง	31.15 [a]	64.20 [ab]

หมายเหตุ ความสว่างของสี (L*) อยู่ในช่วง 0-100 โดยที่ 0=สีดำ และ 100=สีขาว
อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)
อักษรที่ไม่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าความสว่างของสี (L*) ของกุ้งก้ามกรามก่อนนึ่ง ในชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง ให้ค่าความสว่างของ (L*) คือ 31.54±1.45, 31.44±1.26, 34.40±3.00 และ 31.15±1.74 ตามลำดับ โดยทั้ง 4 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เมื่อนำกุ้งก้ามกรามจากแต่ละชุดการทดลอง มานึ่งด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 1 นาที วัดค่าความสว่างของแสง (L*) ของแต่ละชุดการทดลอง ได้ผลคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง ให้ค่าความสว่างสูงสุดคือ 67.47±2.25 รองลงมาคือชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง คือ 64.87±1.09 โดยทั้งสองชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง โดยให้ค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 61.91±2.09 โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกุ้งก้ามก่อนนึ่งและหลังนึ่ง (ภาพที่ 9) จะเห็นได้ว่า ค่าความสว่างของสีกุ้งหลังจากการนึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าที่วัดได้ก่อนการนึ่ง เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับการลอกคราบของกุ้งก้ามกรามตลอดระยะเวลาที่เลี้ยง (ภาพที่ 8) สอดคล้องกันคือเมื่อกุ้งลอกคราบมากส่งผลต่อการสูญเสียรงควัตถุในส่วนที่อยู่ที่เปลือก โดยผลจะเห็นชัดเจนในส่วนของกุ้งที่มีการนึ่ง คือ กุ้งก้ามกรามในชุดที่มีการลอกคราบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีค่าความสว่างของสีสูงและค่าความสว่างของหลังการนึ่งก็แปรผันตามการลอกคราบของกุ้ง ส่วนกุ้งก่อนนึ่งให้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 9 ความสว่างของสี (L*) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ค่าความสว่างอยู่ช่วง 0-100 โดยที่ 0=สีดำ และ 100=สีขาว

ค่าความเข้มของแสงสีแดงและแสงสีแดง (a*) พบว่า ในกุ้งก่อนนึ่ง ค่าความเข้มของสีที่วัดได้อยู่ในช่วงลบ (-a) ซึ่งเป็นช่วงของสีเขียว โดยพบว่าชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง ให้ค่าความเข้มของแสงสีเขียวสูงสุด คือ -1.22±0.26 รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองและชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง ให้ค่าคือ -1.09±0.32 และ 0.82±0.22 ตามลำดับ โดยในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองและชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2 ความเข้มของแสงสีเขียวและแสงสีแดง (a*) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	A*-value (mean±SD)	
	ก่อนนึ่ง	หลังนึ่ง
ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง	-1.09±0.32 ^{ab}	8.31±2.81 ^{a}
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง	-1.22±0.26 ^{a}	8.15±2.62 ^{a}
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง	-0.82±0.22 ^{ab}	4.70±2.90 ^{b}
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง	-0.72±0.16 ^{b}	4.94±1.90 ^{b}

หมายเหตุ ค่า a* แบ่งออกเป็น 2 ช่วงความเข้มแสง คือ ค่า -a แสดงความเข้มของแสงสีเขียว และค่า +a แสดงความเข้มของแสงสีแดง

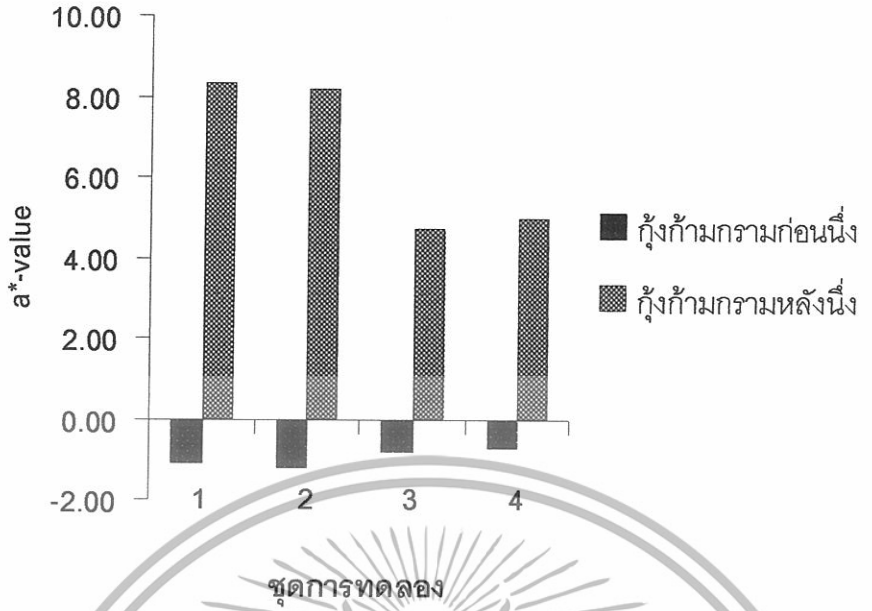
อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

อักษรที่ไม่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ส่วนในกุ้งหลังนึ่งพบว่าความเข้มของสีที่วัดได้อยู่ในช่วงบวก (+a) ซึ่งช่วงของแสงสีแดง โดยชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง มีค่าแสงสีแดง (+a) สูงที่สุดคือ 8.31±2.81 รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้งและชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง มีค่าความเข้มของแสงสีแดง เท่ากับ 8.15±2.62, 4.94±1.90 และ 4.70±2.90 ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 และ 6 วันต่อครั้ง ซึ่งทั้งสองชุดการทดลองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 10)

99427

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ความเข้มของแสงสีเขียว (-a) และแสงสีแดง (a) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสีน้ำเงิน (b*) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกราม ที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	B*-value (mean±SD)	
	ก่อนนึ่ง	หลังนึ่ง
ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง	-1.18± 0.73[a]	19.81±3.39[a]
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง	-1.63 ±0.99[a]	18.81±4.14[a]
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง	-1.78 ±0.80[a]	15.87±3.53[ab]
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง	-2.27±1.21[a]	13.05±2.37[b]

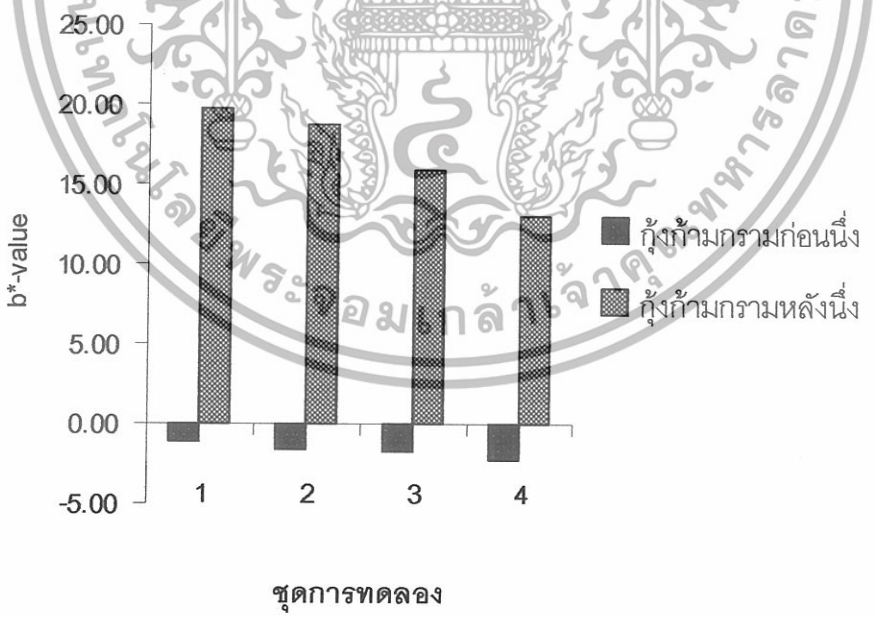
หมายเหตุ ค่า b* แบ่งออกเป็น 2 ช่วงความเข้มแสง คือ ค่า –b แสดงความเข้มของแสงสีน้ำเงิน และค่า +b แสดงความเข้มของแสงสีเหลือง

อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

อักษรที่ไม่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า ความเข้มแสงสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) ในกุ้งก่อนนึ่งมีค่าความเข้มของสีที่วัดได้ อยู่ในช่วงลบ (-b) ซึ่งเป็นช่วงความเข้มของแสงสีน้ำเงิน โดยชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง มีค่าความเข้มของแสงสีน้ำเงินสูงที่สุด คือ -2.27±1.21 รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง และชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง มีค่าความเข้มของแสงสีน้ำเงิน (-b) เท่ากับ -1.78 ±0.80, -1.63 ±0.99 และ -1.18± 0.73 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละชุดการทดลอง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในด้านความเข้มของแสงหลังนึ่ง พบว่ามีความเข้มของแสงหลังนึ่งในช่วงลบ (-b) ซึ่งเป็นช่วงของแสงสีเหลือง โดยในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง มีค่าความเข้มของแสงสีเหลืองสูงที่สุดคือ 19.81±3.39 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดทุก 2 วันต่อครั้ง มีค่าความเข้มของแสงสีเหลืองเท่ากับ 18.81±4.14 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง มีค่าความเข้มของแสงสีเหลืองเท่ากับ 13.05±2.37 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้ยังพบว่า ในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและให้ปลาสด 4 วันต่อครั้ง มีค่าความเข้มของแสงสีเหลืองเท่ากับ 15.87±3.53 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) กับทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 3) และ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ความเข้มของแสงน้ำเงิน (-b) และแสงสีเหลือง (b) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 สีปรากฏ (H°) บริเวณปล้องท้องที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	H°- value (mean±SD)			
	ก่อนนึ่ง	สีปรากฏ	หลังนึ่ง	สีปรากฏ
ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง	224.33±14.06 [b]	สีเขียว	67.83±3.42 [b]	สีส้มแดง
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง	229.10±20.77 [b]	สีเขียว	67.00±2.10 [b]	สีส้มแดง
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง	243.80±4.83 [a]	สีเขียวค่อนไปน้ำเงิน	77.45±11.16 [a]	สีส้ม
ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง	250.08±8.32 [a]	สีเขียวค่อนไปน้ำเงิน	69.78±8.47 [b]	สีส้มแดง

หมายเหตุ สีปรากฏ (hue; 0° = สีแดงบริสุทธิ์ 90° = สีเหลืองบริสุทธิ์ 180° = สีเขียวบริสุทธิ์ และ 270° = สีน้ำเงินบริสุทธิ์)
อักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)
อักษรที่ไม่เหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4 คุณสมบัติด้านของสีปรากฏ (hue;H°) พบว่ากุ้งก้ามกรามก่อนนึ่ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองและชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง มีค่าสีปรากฏ เท่ากับ 224.33±14.06 และ 229.10±20.77 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงแสงปรากฏสีเขียวโดยทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้งและชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง มีค่าสีปรากฏ เท่ากับ 243.80±4.83 และ 250.08±8.32 ตามลำดับ ซึ่งสีปรากฏเป็นสีเขียวค่อนไปทางสีน้ำเงิน โดยทั้งสองกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยชุดการทดลองที่ให้สีก่อนนึ่งเข้มที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง และชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง ตามลำดับ (ภาพที่ 12) และ (ภาพที่14) จากรายงานของณัฐพงษ์ (2550) เรื่องผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

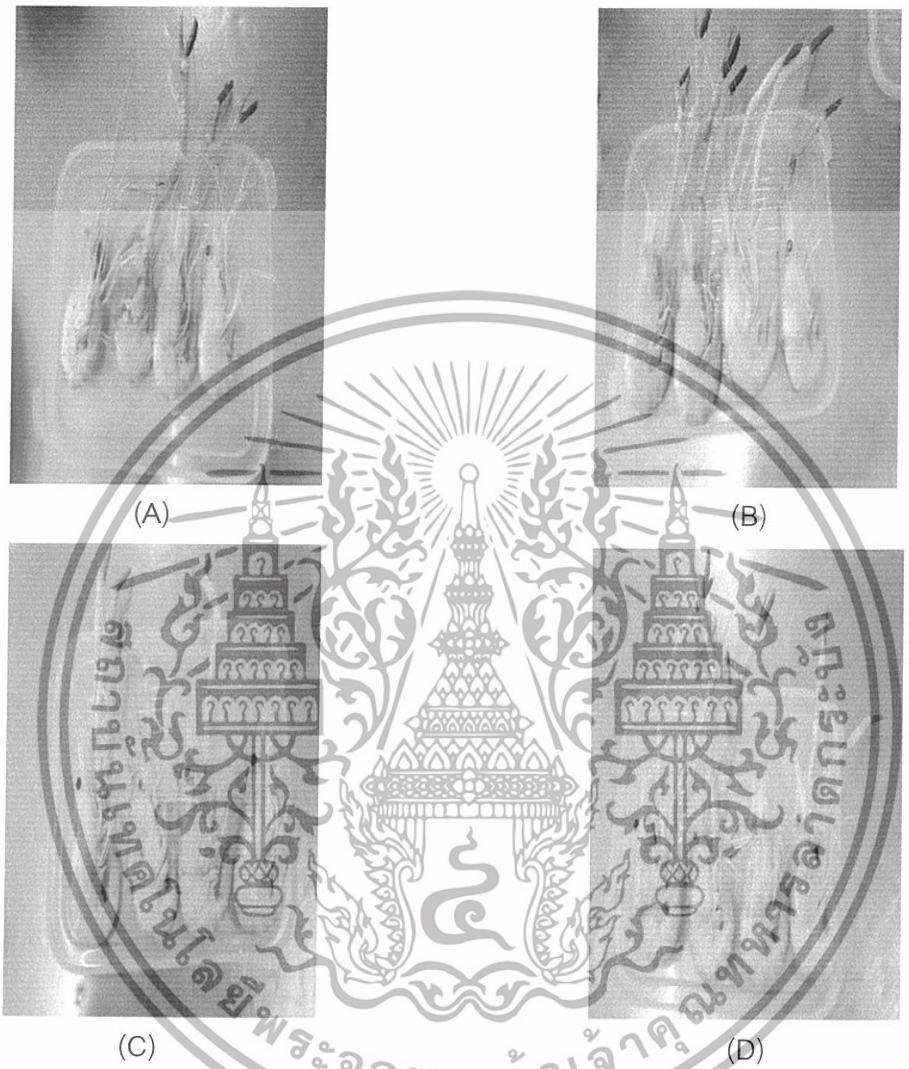
โดยชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง ให้อัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด จะเห็นว่าในกุ้งก่อนการนึ่งในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง แม้จะไม่ใช่ชุดที่ให้สีที่ดีที่สุดแต่ก็เป็นชุดที่ให้ความเข้มของสีไม่แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่มีให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง นอกจากนี้ยังให้อัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดอีกด้วย

ภาพที่ 12 กุ้งก้ามกรามก่อนนึ่ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง (A) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง (B) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง (C) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 8 วันต่อครั้ง (D)

ส่วนค่าสีปรากฏหลังนึ่งพบว่า ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้งมีค่าสีปรากฏเท่ากับ 77.45±11.16 เป็นค่าสีปรากฏในช่วงสีส้ม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง ชุดการทดลองที่ให้

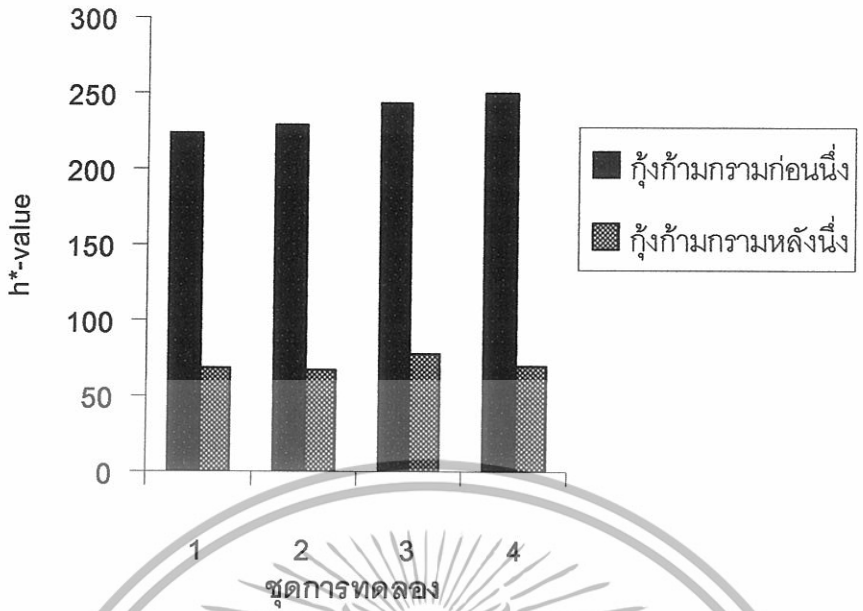
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง และชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง ให้ค่าสีปรากฏเท่ากับ 67.83±3.42, 67.00±2.10 และ 69.78±8.47 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าในช่วงสีส้มแดงทั้งสามชุดการทดลอง (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 13) และ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 13 กุ้งก้ามกรามหลังนึ่ง ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง (A) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้ง (B) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง (C) ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 8 วันต่อครั้ง (D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 สีปรากฏ (hue;H°) ของกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารเม็ดและปลาสดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดย ปรากฏ (hue; 0° = สีแดงบริสุทธิ์ 90° = สีเหลืองบริสุทธิ์ 180° = สีเขียวบริสุทธิ์ และ 270° = สีน้ำเงินบริสุทธิ์)

โดยปกติแล้ว สารสี (pigment) ที่ทำให้เกิดสีในกุ้ง มีชื่อว่า แอสตาแซนทิน (astaxanthin) ซึ่งเป็นสารสีประเภทแคโรทีนอยด์ ซึ่งให้สีแดงสดใส สารแอสตาแซนทินยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสีแดงในพืชและสัตว์อื่นๆ อีก เช่น ส้ม มะเขือเทศ และสีของขนนก เมื่อสารนี้เข้าไปอยู่ในตัวกุ้ง จะเกาะติดกับโปรตีนที่ชื่อว่า ครัสตาไซยานิน (crustacyanin) เมื่อแอสตาแซนทินอยู่รวมกันกับโปรตีนชนิดดังกล่าวจะไม่แสดงผล เนื่องจาก โปรตีนที่หุ้มสารสีนี้ ทำให้สารสีมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดการดูดกลืนแสงในช่วงสเปกตรัมอื่นด้วย แต่พบว่า ด้วยการเปลี่ยนรูปร่างของสารสีเพียงอย่างเดียว สามารถทำให้เกิดการดูดกลืนแสงในช่วงสเปกตรัม อื่นได้เพียงหนึ่งในสามของทั้งหมดเท่านั้น แต่สาเหตุหลักน่าจะมาจากโมเลกุลของสารแอสตาแซนทินที่อยู่ในโปรตีน จะจับกลุ่มกันเป็นคู่ และเกิดการไขว้กันของโมเลกุล ในลักษณะของตัวอักษรเอกซ์ ซึ่งการที่โมเลกุลไขว้กันนี้ ทำให้เกิดการแทรกแซงกันเอง คล้ายกับการเกิดสัญญาณซ้อนกันในสายโทรศัพท์ ซึ่งส่งผลต่อสถานะพลังงานควอนตัมของสาร และทำให้สามารถดูดกลืนแสงในช่วงสเปกตรัมอื่นได้ด้วย ทำให้สีที่ปรากฏค่อนไปทางสีดำ ถ้าหากกุ้งถูกต้มให้สุก ความร้อนจะทำให้โปรตีนคลายตัว ทำให้สารแอสตาแซนทินหลุดออกมาเป็นอิสระ สารสีที่เป็นอิสระนี้จะให้สีแดง (สิทธิพร, 2548)

โดยในการทดลองพบว่ากุ้งก้ามกรามก่อนนึ่งจะมีสีปรากฏ (hue;H°) ในช่วง สีเขียวจนถึงสีเขียวค่อนไปทางน้ำเงิน และกุ้งหลังการนึ่งจะมีสีปรากฏ (hue;H°) อยู่ในช่วง สีส้มจนถึงสีส้มแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นผลเนื่องมาจากในกุ้งก่อนนึ่งจะมีค่าความเข้มของแสงสีเขียวและแสงสีแดง (a*) ในช่วงที่เป็นค่าลบ ซึ่งแสดงถึงความเข้มแสงในช่วงสีเขียว (-a) ประกอบกับค่าความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสารแดง (b*) ที่พบในช่วงค่าลบเช่นกัน ซึ่งค่าลบดังกล่าวบ่งบอกถึงความเข้มของแสงสีน้ำเงิน (-b) ในขณะที่กุ้งที่ผ่านการนึ่งจะมีค่าความเข้มของแสงสีเขียวและแสงสีแดง (a*) ในช่วงที่เป็นค่าบวก ซึ่งแสดงถึงความเข้มแสงในช่วงสีแดง (+a) ประกอบกับค่าความเข้มของแสงสีเหลืองและแสงสารแดง (b*) ที่พบในช่วงค่าบวกเช่นกัน ซึ่งค่าบวกดังกล่าวบ่งบอกถึงความเข้มของแสงสีเหลือง (+b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการให้อาหารเม็ดและปลาสดเป็นอาหารเสริม พบว่า กุ้งก้ามกรามในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง มีจำนวนคราบสูงที่สุด ในด้านการวิเคราะห์สีกุ้งก้ามกรามก่อนการนึ่ง พบว่า ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้งให้ค่าความสว่างของสี (L*) สูงที่สุด ส่วนค่าความเข้มของแสงสีเขียว (a*, -a) ให้ค่าสูงที่สุดในชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง ส่วนด้านของสีปรากฏ (H^{o}) และค่าแสงสีน้ำเงิน (b*, -b) พบว่า ชุดการทดลองที่มีผลดีที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 6 วันต่อครั้ง โดยให้สีเป็นสีเขียวเข้มค่อนไปทางสีน้ำเงิน ในด้านของกุ้งก้ามกรามหลังนึ่ง ผลปรากฏว่า ค่าสีปรากฏชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 2 วันต่อครั้งให้ค่าสีปรากฏเป็นสีส้มแดงมากที่สุด และชุดที่ให้สีปรากฏอ่อนที่สุดคือชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดและปลาสด 4 วันต่อครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เชิดศักดิ์ วงษ์กมลชุณห์ และศศิวิมล ปิติพรชัย. 2545. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามโดยใช้อาร์ทีเมียและไรแดงในอัตราส่วนต่างๆ กัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2545. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดชลบุรี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 น.

ณัฐพงษ์ วงศ์เจริญ. 2550. ผลของการให้ปลาสดเป็นอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*). ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

ธีรวัฒน์ สัมภวมานะ และจรีภรณ์ มีศรี. 2548. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยไรแดงเสริมสารอาหารและอาร์ทีเมีย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 น.

มะลิ บุณยรัตผลิน จารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์ ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และสุจินต์ บุญช่วย. 2537. ผลของแคนตาแซนทินและแอสตาแซนทินที่ระดับต่างๆ ต่อสีของกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2537. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 11 น.

สิทธิพร ปริกัมศีล. 2548. "ทำไมกุ้งสุกจึงเปลี่ยนสี" พฤษภาคม 2548. *http://update.se-ed.com/212/w212_02.html.*

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 2545. ชีววิทยาของกุ้งก้ามกราม. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 11 น.

AMSA. 1991. Guidelines for meat color evaluation. Cited by Ramos, E. M., L. A. M. Gomide, P. R. Fontes, A. L. S. Ramos, L. A. Peternelli. 2005. Meat color evaluation and pigment level in bullfrog (*Rana catesbeiana*) slaughtered by different methods. Aquaculture 245: 175-182.

Ben Teasue. 1995. Industrial color test : fundamental and techniques. 51: 936 p.

Cavalii, R. O., F. M. Batista, P. Lavens, P. Sorgeloos, H. J. Nelis and A. P. Leenheer. 2003. Effect of dietary supplementation of vitamin C and E on matermal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

performance and larval quality of prawn *Macrobranchium rosenbergii*. Aquaculture 227: 131-146.

New, M. B., 1995. Status of freshwater prawn farming. Cited by Chen, J. C. and C. T. Kou. 1996. Nitrogenous excretion in *Macrobranchium rosenbergii* at different pH levels. Aquaculture 144: 155-164 .

Choosuwan, J., P. Menasveta, I. I. Bühler, W. Schierle and T. Latscha. 1991. Effect of dietary astaxanthin and canthaxanthin on the pigmentation of tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius). In Proceeding the Third Technical Conference on Living Aquatic Resourced, 17-18 January 1991. Chulalongkorn University, Bangkok. p. 431-446.

Menasveta, P., N. Chaiyanetr, S. Piyatiratitivorakul and P. Kittakoop. 1997. Dietary prophylaxis against yellow-head disease in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *In* Shrimp Biotechnology in Thailand. BIOTECH Publication 2/1997. 61-69 .

Salm, A. L., M. Martínez, G. Flik and S. E. W. Bonga. 2004. Effect of husbandry condition on skin colour and stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*. Aquaculture 241: 371-386.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้