สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานการวิจัย

การวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารเสริมกรดไขมันจากทรอสโทไคตริดส์

Research and Technology Transfer on Culture technique for Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) fed on diets supplemented with Fatty acid from Thraustochytrids

ผู้วิจัย
ผศ.จันทร์พิมพ์ กังพานิช
ผศ.ดร.สมถวิล จริตควร

เริ่มบริการ
20 ก.พ. 2557

AB00 98482
-7 พ.ย. 2556
328467
QL1 59876

สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสกอ.ผ่านเครือข่ายภาคตะวันออก
ประจำปีงบประมาณ 2554

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมอาหารกุ้งก้ามกรามด้วยกรดไขมันจากทรอสโทไคตริดส์ (*Schizochytrium* sp.) 4 ระดับคือ 0 (ทดแทนด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์), 2, 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับอาหารจากบริษัทเอกชนต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม เลี้ยงในสภาพโรงเพาะฟัก ณ สาขาวิชาประมงคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นเวลา 60 วัน พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมทรอสโทไคตริดส์ที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (ทดแทนด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์)ให้น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุดและไม่แตกต่างจากที่ระดับ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากที่ระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ และอาหารจากบริษัทอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อัตราแลกเนื้อ และอัตรารอดตาย พบว่าให้ผลดีที่สุดที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างจากระดับ 0 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ และอาหารจากบริษัทอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) ดังนั้น การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นด้วยอาหารเสริมกรดไขมันจากทรอสโทไคตริดส์ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมและสามารถใช้แทนการเสริมน้ำมันปลาในระดับที่เท่ากันได้

Abstract

To study the effect of fatty acid from Thraustochytrids (*Schizochytrium* sp.) as a feed supplement for giant freshwater prawns, (*Macrobrachium rosenbergii*) was conducted by using 4 formulated diet to contain fatty acid of 0 (fish oil 2%), 2, 4 and 8 %. The prawns were raised in the hatchery at Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources for 60 days, compare to the prawns fed on company diet. It was found that the prawns fed on 0 % fatty acid, 2 % fish oil showed percentage weight gain, average daily weight gain, specific growth rate which were not difference from the prawns fed on 2 and 4 % fatty acid ($p > 0.05$) but significantly different from that fed on 8 and company diet ($p < 0.05$). The feed conversion ratios and survival rates showed the best results at 2 % fatty acid which were not difference from the prawns fed on 0 and 4 % fatty acid ($p > 0.05$) but significantly different from the prawn fed on 8 % and company diet ($p < 0.05$). Hence, 2 % fatty acid from Thraustochytrids (*Schizochytrium* sp.) in juvenile prawns feed is suitable for raising on giant freshwater prawns and supplementation to fish oil at this level is recommended.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การทบทวนวรรณกรรม	4
อุปกรณ์และวิธีการ	12
วิธีการศึกษาวิจัย	13
ผลการศึกษาวิจัย	17
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	22
เอกสารอ้างอิง	25

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาดเล็กระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 %	14
2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหาร 5 สูตร	18
3 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกุ้งก้ามกรามก่อนทดลองและหลังทดลอง	20
4 คุณภาพของน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหาร 5 สูตร	21

บทนำ

กุ้งก้ามกรามเป็นสินค้าสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออกที่เลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในหลายจังหวัดของประเทศไทย ปัจจุบันประชากรโลกนิยมบริโภคกุ้งก้ามกรามเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การส่งออกในช่วง 2545-2553 ปริมาณเฉลี่ย 3,573 ตันต่อปี มูลค่าเฉลี่ย 768 ล้านบาทต่อปี ในปี 2549 มีการส่งออกกุ้งก้ามกรามมากที่สุด ปริมาณ 8,087 ตัน มูลค่า 1,712 ล้านบาท (กองประมงต่างประเทศ, 2554) แต่ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่ยังคงประสบกับปัญหาขาดทุนเนื่องจากกุ้งมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายต่ำ ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงไม่แน่นอน ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับรายได้น้อย

กุ้งเป็นสัตว์น้ำที่มีความต้องการกรดไขมันจำเป็นจากอาหารเพื่อการเจริญเติบโต เป็นโครงสร้างเซลล์ ให้ความแข็งแรงแก่เซลล์เมมเบรน และเป็นสารต้นกำเนิดของฮอร์โมนหลายชนิดเช่นพรอสตาแกลนดิน(prostaglandins) และลิวโคไตอีน(leukotrienes) (Sagent et al., 1999) และช่วยเพิ่มอัตราการรอดตาย ดังนั้นการเสริมกรดไขมันซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของกุ้งจึงมีความจำเป็น เนื่องจากกุ้งไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันที่จำเป็นเหล่านี้ได้เอง จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น โดยแหล่งที่มาหลักๆของกรดไขมันไม่ อิ่มตัวที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ ได้แก่ น้ำมันปลา แต่เนื่องจากน้ำมันจาก ปลามี DHA อยู่ค่อนข้างจำกัด คือประมาณ 7-14 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (Gonz´alez-F´elix *et al.*, 2002) รวมทั้ง ปริมาณกรดไขมันภายในตัวปลาก็มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงและถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายจึงทำให้กลิ่นรส และ คุณภาพลดลง ทำให้การผลิตต้องใช้ปลาเป็นจำนวนมากประกอบกับปัญหาต้นทุนพลังงาน โดยเฉพาะราคา น้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น ส่งผลให้ค่าวัตถุดิบต่างๆ ที่นำมาใช้ในการผลิตอาหารมีค่าสูงขึ้น การลดต้นทุนการผลิต โดยหาแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นมาทดแทนน้ำมันปลาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

จุลินทรีย์ทะเลในกลุ่มทรอสโทไคตริดส์ เช่น *Schizochytrium* sp. เป็นกลุ่มเป้าหมายที่สำคัญที่สามารถนำมาทดแทนน้ำมันปลา มีรายงานการสะสมไขมันภายในเซลล์สูงถึง 30 % และมีความหลากหลายของชนิดกรดไขมันไม่มาก แต่มีปริมาณของเออาร์เอ(ARA) อีพีเอ(EPA) หรือดีเอชเอ(DHA)ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะดีเอชเอ มีปริมาณสูงถึง 30 - 40 % ของกรดไขมันทั้งหมด (Bajpai *et al.*, 1991, Li and Ward, 1994; Barclay and Zeller, 1996, Bowles *et al.*, 1999; Jaritkhuan *et al.*, 2004, 2005) ซึ่งน่าจะนำมาเป็นแหล่งทดแทนกรดไขมันไม่อิ่มตัว

สูงจากน้ำมันปลาได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นทรอสโทไคตริดส์มีกลิ่นน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำมันปลา สามารถควบคุมคุณภาพของกรดไขมันได้และมีปริมาณดีเอชเอสูงกว่าที่พบในน้ำมันปลาอีกด้วย (Nakahara *et al.*, 1996) ในแง่ของการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการผลิตภายใต้สภาวะควบคุมในห้องปฏิบัติการจะสามารถทำให้การผลิตในเชิงการค้าทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลความจำเป็นที่จะช่วยเหลือเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้สามารถประกอบอาชีพได้อย่างมั่นคง และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับกุ้งก้ามกราม ซึ่งส่งต่อคุณค่าทางอาหารให้กับมนุษย์อีกทอดหนึ่ง คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผลิตสูตรอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถสร้างกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกลุ่มโอเมก้า-3 คือทรอสโทไคตริดส์ มาเสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อหาระดับที่เหมาะสม และนำผลการวิจัยถ่ายทอดสู่ชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของการเสริมอาหารกุ้งก้ามกรามด้วยกรดไขมันจากทรอสโทไคตริดส์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มคุณค่าทางอาหารของเนื้อกุ้ง

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ชีววิทยาของกุ้งก้ามกราม

ชื่อเรียกทั่วไปในท้องถิ่นต่างๆ ของกุ้งก้ามกรามได้แก่ กุ้งนาง กุ้งหลวง กุ้งก้ามเกลี้ยง กุ้งแห กุ้งใหญ่ชื่อสามัญ Giant Freshwater Prawn ชื่อวิทยาศาสตร์ *Macrobrachium rosenbergii de man*

อนุกรมวิธานของกุ้งก้ามกราม

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Order Decapoda

Suborder Natantia

Family Palaemonidae

Genus *Macrobrachium*

Species *rosenbergii*

การแพร่กระจาย

กุ้งก้ามกรามมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย พบชุกชุมในประเทศไทย พม่า เวียดนาม เขมร มาเลเซีย บังคลาเทศ อินเดีย ศรีลังกา อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ สำหรับในประเทศไทยพบกุ้งก้ามกรามแพร่กระจายอยู่เกือบทั่วทุกภาค ภาคกลางมีชุกชุมบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีน เจ้าพระยาแม่กลอง ปราณบุรี นครนายก และแม่น้ำบางปะกง ในท้องที่ของจังหวัดอยุธยา ชัยนาท ปทุมธานี นนทบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี เป็นต้น ส่วนภาคตะวันออกพบในแม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำระยอง และแม่น้ำตราด ทางภาคใต้มีชุกชุมในแม่น้ำหลังสวน แม่น้ำตาปี แม่น้ำกระบุรี แม่น้ำตรัง แม่น้ำปัตตานี และทะเลสาบสงขลา (บรรจง, 2535) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบชุกชุมมากในจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี (วณิชยา, 2544)

ในธรรมชาติกุ้งก้ามกรามตัวโตเต็มวัย เมื่อถึงฤดูวางไข่จะมีการอพยพย้ายถิ่นมายังบริเวณปากแม่น้ำ หรือปากทะเลสาบเพื่อผสมพันธุ์วางไข่ ลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักออกเป็นตัวจะล่องลอยไปตามกระแสน้ำในสภาพของแพลงก์ตอน มีลักษณะส่วนหัวค่อนข้างโต ลำตัวเรียวเล็ก และห้อยหัวลงขณะที่ลอยตัวอยู่ในน้ำหรือเคลื่อนที่ ชอบแสงสว่าง กินแพลงก์ตอนพืชและ

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหาร และพัฒนาจนเป็นกุ้งคว่ำที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ จากนั้นเปลี่ยนสภาพจากอาศัยบริเวณผิวน้ำคว่ำตัวลงอาศัยหน้าดิน แล้วกลับเข้าสู่แหล่งน้ำจืดเพื่อเจริญเติบโตเป็นกุ้งขนาดใหญ่ต่อไป (ประจวบ, 2527; บรรจง, 2535)

รูปร่างและลักษณะทั่วไป

กุ้งก้ามกรามมีหนวด 2 คู่ ขาเดิน 5 คู่ และขาว่ายน้ำ 5 คู่ ปลายหางจะมีลักษณะเป็นหนามแหลม และมีแพนหาง 2 ข้าง มีเปลือกคลุมตัว บนเปลือกคลุมหัวทางส่วนหน้ามีหนาม 2 อัน สองข้างแก้มร่างกายมีร่องปรากฏอยู่เห็นชัดเจน กรีมีลักษณะแบนข้างยาวเรียว โคนกรีหนาและนูน ตรงกลางโค้งแอ่นลง ปลายงอนขึ้นมีหยักคล้ายฟันเรื่อย สันกรีล่างมีหยักประมาณ 10-14 หยัก สันกรีบนหยักประมาณ 12-15 หยัก ก้านตายื่นออกนอกเบ้าตาเคลื่อนไหวไปมาได้ ขาเดินคู่ที่ 1 และ 2 ส่วนปลายเป็นก้าม โดยที่ขาเดินคู่ที่ 1 ใช้ในการจับอาหารเข้าปากและทำความสะอาดร่างกาย ขาเดินคู่ที่ 2 จะเป็นก้ามที่มีขนาดใหญ่มากโดยเฉพาะเพศผู้ ใช้สำหรับต่อสู้และจับเหยื่อ ส่วนขาเดินคู่ที่ 3, 4และ 5 มีลักษณะเป็นปลายแหลมธรรมดา (ประจวบ, 2519; ยนต์, 2529) สำหรับร่างกายของกุ้งก้ามกรามสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ร่างกายส่วนหัว-อก และร่างกายส่วนท้อง โดยร่างกายส่วนหัว-อก จะเป็นบริเวณที่มีอวัยวะสำคัญในระบบต่าง ๆ วางตัวอยู่ในร่างกายส่วนนี้จำนวนมาก เช่น สมอง กระเพาะอาหาร ตับและตับอ่อน เหงือก หัวใจ อวัยวะขับถ่าย รวมทั้งอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ร่างกายส่วนนี้จะมีเปลือกชิ้นเดียวที่เรียกว่า คาราเพซ (carapace) ปกคลุมอยู่ทั้งหมด ส่วนร่างกายส่วนท้องจะมีเปลือกหุ้มอยู่เช่นกัน แต่จะมีลักษณะเป็นแผ่นเปลือกที่มีขนาดเล็กมากกว่าเรียงซ้อนทับกันจำนวน 6 ชิ้น ร่างกายในส่วนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกล้ามเนื้อซึ่งใช้ในการบริโภค และทาง ด้านบนจะมีหลอดเลือดและลำไส้ทอดตัวอยู่ (วิกรม, 2549)

วงจรชีวิต

ตามธรรมชาติของกุ้งชนิดนี้ ช่วงวัยอ่อนจะหงายท้องว่ายน้ำ อาศัยเจริญเติบโตอยู่ในแหล่งน้ำกร่อย (ความเค็มระหว่าง 10-17 ส่วนในพันส่วน) แต่เมื่อเข้าสู่วัยรุ่น (juveniles) ก็จะเดินทางเข้าไปอาศัยเจริญเติบโตอยู่ในแหล่งน้ำจืด (อนันต์, 2546) โดยธรรมชาติแม่กุ้งจะวางไข่ตามบริเวณปากแม่น้ำ ลูกกุ้งที่ฟักออกมามีขนาดเล็ก มีการพัฒนาการเจริญเติบโตจนมีอายุประมาณ 2 เดือน ลำตัวยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร เรียกว่ากุ้งวัยรุ่น หรือระยะอ่อนวัย กุ้งระยะนี้มีอวัยวะครบเหมือนพ่อแม่ทุกประการ กุ้งระยะวัยรุ่นจนถึงกุ้งตัวเต็มวัยจะหากินบริเวณหน้าดิน และกินอาหารได้เกือบทุกชนิด เช่น ไรน้ำ ไข่ปลา ไข่หอย ลูกกุ้ง ลูกปลา ลูกปู ตลอดจนซากสัตว์ที่เน่าสลาย (บรรจง, 2535) กุ้งก้ามกรามมีนิสัยปราดเปรียว ไวต่อแสง ชอบ

ออกหากินตอนกลางคืน กินอาหารได้ทุกประเภท และยังชอบกินกันเองในช่วงลอกคราบด้วย กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงกันหลายประเทศจัดเป็นสัตว์ที่กินพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Weidenbach, 1982) แต่ที่ชอบคือ อาหารจำพวกเนื้อสัตว์เช่น ปลาสด หอย เนื่องจากกุ้งมีทางเดินอาหารคือ กระเพาะและลำไส้สั้น ดังนั้น จึงควรให้อาหารในปริมาณน้อยแต่ให้บ่อยครั้ง อย่างน้อยวันละ 2-4 ครั้ง โดยแบ่งให้ทีละส่วนจนครบปริมาณที่ให้ต่อวัน อัตราการให้อาหารลูกกุ้งในช่วงแรกประมาณ 30-40% ของน้ำหนักกุ้งเดือนแรกหลังจากนั้นลดลงมาเหลือ 3-5% ของน้ำหนักตัวกุ้งที่เลี้ยงต่อวันในเดือนที่ 3 ปริมาณอาหารที่ให้ในเดือนแรกตามอัตราการปล่อยที่กำหนดประมาณ 0.5-1.0 กก./ไร่/วัน และเพิ่มขึ้นเป็น 1.0-2.0 กก./ไร่/วัน ในเดือนที่ 2 เนื่องจากกุ้งกินอาหารด้วยวิธีการแทะ ดังนั้นอาหารของกุ้งควรเป็นอาหารจมชนิดเม็ดหรือแท่งสั้นๆ เพื่อสะดวกในการกัดกินและคงสภาพในน้ำได้นานประมาณ 6-12 ชั่วโมง โดยไม่ละลายน้ำ ถ้าละลายน้ำง่ายจะทำให้พื้นบ่อกุ้งเสียง่ายน้ำที่ใช้เลี้ยงคุณภาพไม่เหมาะสม ผลผลิตขั้นสุดท้ายของกุ้งลดต่ำเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเลี้ยง เวลาการให้อาหารควรให้อาหารกุ้งวันละ 2-4 ครั้ง ปกติกุ้งจะกินอาหารได้ดีและกลางคืน ดังนั้นอาจจะแบ่งอาหารให้เป็นช่วงเช้าเพียงเล็กน้อย และให้มากในเวลาตอนเย็นถ้าให้อาหารวันละ 2 มื้อ โดยให้ช่วงเช้า 3 ส่วน ช่วงเย็น 7 ส่วน อาหารที่ให้จะมีกลิ่นหอมชวนให้กุ้งกินอาหารได้ดี

ความต้องการสารอาหารของกุ้งก้ามกราม

สารอาหารที่กุ้งต้องการได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุ ซึ่งไขมันจัดว่าเป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับกุ้ง เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยกรดไขมันอิสระฟอสฟอลิปิดไตรกลีเซอไรด์ น้ำมัน แวกซ์ และ สเตอรอล ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนัก เป็นตัวนำวิตามินที่ละลายในไขมันไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ช่วยประหยัดการใช้โปรตีน เป็นแหล่งกรดไขมันที่จำเป็น(essential fatty acid) ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต เป็นโครงสร้างของเซลล์ในร่างกาย ใช้รักษาสภาพและให้ความแข็งแรงแก่เซลล์เมมเบรน และเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนหลายชนิดได้แก่พรอสตาแกลนดิน (prostaglandins) และลิวโคไตรอีน (leukotrienes) นอกจากนั้นยังเป็นสารช่วยหล่อลื่นทำให้อัดเม็ดง่ายไม่มีฝุ่นมากและเพิ่มรสชาติให้อาหารกุ้ง โดยทั่วไปแล้วกุ้งก้ามกรามและกุ้งทะเลสามารถย่อยไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไขมันและน้ำมันที่ใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำที่สำคัญมาจาก 2 แหล่งคือจากพืชและจากสัตว์ จากพืชได้แก่น้ำมันปาล์ม น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันดอกคำฝอยเป็นต้น และจากสัตว์ที่สำคัญได้แก่น้ำมันหมู น้ำมันวัว และ

น้ำมันปลาเป็นต้น ความแตกต่างด้านคุณสมบัติและคุณภาพของไขมันและน้ำมันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกรดไขมันในไขมัน(Furuichi, 1988)

คุณสมบัติของกรดไขมัน

กรดไขมัน (fatty acid) เป็นกรดคาร์บอกซิลิค(carboxylic acid) ที่มีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group, -COOH) แสดงความเป็นกรดต่อกับโซ่ไฮโดรคาร์บอนสายยาว โดยอาจแตกแขนงหรือไม่แตกแขนงก็ได้ มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 2-24 อะตอมหรืออาจมากกว่านั้น มีโครงสร้างโดยทั่วไปคือ R-COOH โดย R เรียกว่าหมู่อัลคิล (alkyl group) เป็นตัวแทนของคาร์บอนที่มีจำนวนต่าง ๆ กัน (De Silva and Anderson, 1995) กรดไขมันแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกรดไขมันอิ่มตัว(saturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids)

กรดไขมันไม่อิ่มตัว

เป็นกรดไขมันที่มีสายคาร์บอนยาว 18-22 อะตอม และมีพันธะคู่ตั้งแต่ 1-6 คู่ กรดไขมันกลุ่มนี้มีจุดหลอมเหลวต่ำ ซึ่งจุดหลอมเหลวของไขมันแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะคู่ ตำแหน่งของพันธะคู่ และจำนวนของคาร์บอนอะตอม ไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมจำนวนมากจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมจำนวนน้อย ไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหรือมีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุลจะมีจุดหลอมเหลวต่ำ กว่าไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวหรือไม่มีพันธะคู่และจุดหลอมเหลวจะยิ่งต่ำลงตามจำนวนพันธะคู่ที่เพิ่มขึ้น (เวียง, 2543) โดยทั่วไปกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและบางชนิดเป็นของเหลวที่จุดเยือกแข็งเช่น กรดไขมันไลโนเลนิค (18: 3n-3) มีจุดหลอมเหลวที่ -10 องศาเซลเซียส

กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งตามจำนวนพันธะคู่มี 2 ชนิด คือ

1. Monounsaturated Fatty Acid คือกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่เพียงคู่เดียว เช่น palmitoleic acid (16: 1n-7) , oleic acid (18: 1n-9) เป็นต้น กรดไขมันเหล่านี้สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัว

2. Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) คือกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป เช่น linoleic acid (18:2n-6), γ-linolenic acid (18:3n-6) และ eicosapentaenoic acid (20:5n-3) กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 อะตอมขึ้นไป และจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 3 คู่ขึ้นไปจะเรียกว่า highly unsaturated fatty acid (HUFA) โดยทั่วไปจะใช้เรียกกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 ซึ่งประกอบด้วย eicosapentaenoic acid (EPA ; 20:5n-3) และ docoxahexaenoic acid (DHA ; 22:6n-3)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งตามตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนมี 3 กลุ่มคือ

1.กลุ่มโอเมก้า – 3 (n-3) เป็นกรดไขมันในกลุ่ม linolenate (linolenate series) มีตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนอยู่ที่คาร์บอนตัวที่ 3 ได้แก่ α-linolenic acid (18:3n-3) หรือ ALA ,eicosatrienoic acid (20:3n-3), eicosa -tetraenoic acid (20:4n-3) หรือ ETA, eicosapentaenoic acid (20:5n-3) หรือ EPA, docosapentaenoic acid (22:5n-3) หรือ DPA และ docosahexaenoic acid (22:6n-3) หรือ DHA กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มนี้พบมากในสาหร่าย และน้ำมันที่ได้จากสัตว์ทะเล (บุญล้อม, 2542)

2. กลุ่มโอเมก้า – 6 (n-6) เป็นกรดไขมันในกลุ่ม linoleate (linoleate series) มีตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนอยู่ที่คาร์บอนตัวที่ 6 ได้แก่ linoleic acid (18:2n-6) หรือ LA, γ-linolenic acid (18:3n-6) หรือ GLA, dihomo-γ-linolenic acid (20:3n-6) หรือ DGLA, arachidonic acid (20:4n-6) หรือ ArA, adrenic acid (22:4n-6) และ docosapentaenoic acid (22:5n-6) กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มนี้พบมากในน้ำมันพืช ปลาน้ำจืด และปลาน้ำกร่อยบางชนิด

3. กลุ่มโอเมก้า – 9 (n-9) เป็นกรดไขมันในกลุ่ม oleate (oleate series) มีตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนอยู่ที่คาร์บอนตัวที่ 9 ได้แก่ eicosatrienoic acid (20:3n-9) กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มนี้พบมากในสัตว์บก เช่น น้ำมันหมู น้ำมันวัว เป็ นต้น 4.2.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Highly Unsaturated Fatty Acid; HUFA)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง(HUFA)

เป็นกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 อะตอมขึ้นไปมีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 3 คู่ขึ้นไป และเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่มโอเมก้า-3 Nettleton (1985) รายงานว่าในน้ำมันปลามีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ประมาณ 7 ชนิด แต่มีเพียง 2 ชนิดที่มีความสำคัญคือ eicosapentaenoic acid (20: 5n-3; EPA) และ docosahexaenoic acid (22: 6n- 3; DHA) EPA เป็นกรดไขมันที่มีคาร์บอน 20 อะตอม และมีพันธะคู่ 5 พันธะที่ตำแหน่ง 5, 8, 11, 14 และ 17 เมื่อนับจากปลายด้านคาร์บอกซิล (carboxyl end) ส่วน DHA เป็ นกรดไขมันที่มีคาร์บอน 22 อะตอม และมีพันธะคู่ 6 พันธะที่ตำแหน่ง 4, 7, 10, 13, 16 และ 19 เมื่อนับจากปลายด้านคาร์บอกซิล กรดไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่ม HUFA มี 5 ชนิด ได้แก่

Eicosatrienoic acid (20:3n-3)

Eicosatetraenoic acid (20:4n-3)

Eicosapentaenoic acid (20:5n-3)

Docosapentaenoic acid (22:5n-3)

Docosahexaenoic acid (22:6n-3)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกายกุ้งมี 4 ชนิด ได้แก่ กรดไลโนเลอิค (linoleic acid; 18:2n6) กรดไลโนเลนิค (linolenic; 18:3n3) กรดไอโคซะเพนตะอีโนอิค (eicosapentaenoic acid; EPA; 20:5n-3) และกรดโดโคซะเฮกซะอีโนอิค (docosahexaenoic acid; DHA; 22:6n-3) กุ้งต้องการกรดไขมันจำเป็นจากอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและการรอดตายกุ้งที่ไม่ได้รับกรดไขมันจำเป็นหรือได้รับในปริมาณที่ไม่เพียงพอนั้นจะแสดงอาการขาดกรดไขมันจำเป็นและมีการเจริญเติบโตช้า (Cuzon et al., 2004)

เนื่องจากกุ้งไม่มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนคาร์บอนอะตอมและจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันให้เป็น EPA และDHA (Lim et al., 1997) กุ้งจึงจำเป็นต้องได้รับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากอาหารเท่านั้น ซึ่งกุ้งมีความต้องการกรดไขมันในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดหรืออายุ แหล่งของกรดไขมันที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้งส่วนใหญ่ได้แก่ น้ำมันปลาทะเลและ น้ำมันจากสัตว์ทะเลอื่นๆแหล่งที่พบกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง -3HUFA (EPA, DHA) แหล่งที่สำคัญของ EPA และ DHA คืออาหารทะเลและน้ำมันจากสัตว์ทะเลโดยเฉพาะปลาทะเล เนื่องจากปลามีกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ในการสร้างและรักษากรดไขมันเหล่านี้ไว้จึงทำให้ไขมันปลาแตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่น คือ มีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำทำ ให้เยื่อหุ้มสมองของปลาคงสภาพเป็นของเหลวอยู่ได้ในน้ำแข็ง จากการศึกษาปริมาณEPA และ DHA ในปลาชนิดต่างๆ พบว่ามีปริมาณ EPA และ DHA อยู่ระหว่าง 4-37 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด (Kinesella, 1986) ปริมาณ EPA และ DHA จะแตกต่างกันตามชนิดของปลา แหล่งที่อยู่อาศัย ฤดูกาล ช่วงเวลาการวางไข่และปริมาณเอนไซม์ในการสร้าง EPA และ DHAจากกรดไขมันชนิดอื่น คือ desaturase และ elongase (Stansby et al., 1990) นอกจากนี้ปริมาณกรดไขมันภายในตัวปลาก็มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงและถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายจึงทา ให้กลิ่น รส และคุณภาพของกรดไขมันลดลงเนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากปลาทะเลมีคุณภาพแตกต่างกันดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจแหล่งไขมันที่ได้จากสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำพวกแพลงก์ตอนและสาหร่าย

ทรอสโทไคตริดส์ (Thraustochytrids)

เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในประเภทก้ำกึ่งระหว่างราและสาหร่ายจึงถูกแยกออกมาอยู่ในKingdom Chromista พบได้ทั่วไปตามป่าชายเลนและซากใบไม้ที่ทับถมกนจนเน่าเปื่อย สามารถใช้ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานได้ และสามารถเลี้ยงได้ในระดับ

อุตสาหกรรมได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์และแสงและสามารถผลิตกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้ในปริมาณสูงสมาชิกในกลุ่ม Thraustochytrids แบ่งออกเป็ น 8 สกุล คือ *Thraustochytrium, Japonochytrium, Schizochytrium, Althornia, Aplanochytrium, Labyrinthulids, Ulkenia* และ*Corollochytrium* ซึ่งในแต่ละสกุลสามารถแบ่งได้อีกหลายสปีชีส์ (Moss, 1986)

***Schizochytrium* spp**

ลักษณะเซลล์ปกติของ *Schizochytrium* มีรูปร่างกลมอาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ หรือหลายเซลล์เกาะรวมกันเป็นกลุ่มมีส่วนของเอคโตพลาสมิคเนท (ectoplasmic net) ยึดเกาะกับซับสเตรททำหน้าที่ส่งเอนไซม์ไลติก (lytic) ไปยังซับสเตรทแล้วย่อยสลายดูดซึมสารอาหารเพื่อไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของทัลลัส (thallus) (Bowles, 1997) ส่วนที่เป็ นเอคโตพลาสมิกเนทไม่มีผนังเซลล์(cell wall) และออแกนเนล (organell) ส่วนไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ของทัลลัสจะแยกจากรูเมน(rumen) ของเอคโตพลาสมิกเนท โดยไปรวมกับซาจีโนเจน (sagenogen) (Moss, 1986)ซึ่งเป็ นลักษณะพิเศษของ Thraustochytrids แม้ว่าจะยังไม่สามารถยืนยันหน้าที่ของซาจีโนเจนได้ชัดเจน แต่คาดว่าน่าจะเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในระบบการทำงานของเอคโตพลาสมิกเนท และช่วยป้องกันไม่ให้ออแกนแนลภายในทัลลัสไหลไปยังเอคโตพลาสมิก (Bowles, 1997) การสืบพันธุ์ของ *Schizochytrium* เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) โดยทัลลัส (vegetative thallus) จะพัฒนาไปเป็นสปอร์แรงเจียม (sporangium) ซึ่งสปอร์แรงเจียมมีการแบ่งครึ่งเซลล์แบบทวีคูณ (successive binary division) จำนวน 4-5 ครั้ง แต่ละเซลล์จะผลิตซูโอสปอร์ (zoospore)

Schizochytrium sp. มีบทบาทต่อระบบนิเวศน์ป่าชายเลนเนื่องจาก *Schizochytrium* จัดเป็นพวกเฮเทอโรโทรฟ (heterothrop) ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแซโพรไฟต์ (saprophyte) โดยอาศัยซากพืช ซากสัตว์ และอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งอาหารทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สารซึ่งเป็นการเพิ่มและหมุนเวียนแร่ธาตุต่างๆในระบบนิเวศน์ (Naganuma et al.,1998) จุลินทรีย์กลุ่ม Thraustochytrids มีปริมาณ DHA สูงถึงร้อยละ 30-40 ของกรดไขมันทั้งหมดจึงทำให้มีความสำคัญในแง่ของแหล่งกรดไขมันในธรรมชาติ ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ในระบบนิเวศน์นอกจากนี้ *Schizochytrium* spp. ยังมีบทบาทต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเป็นแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า-3 ซึ่งปัจจุบันในทางการค้านิยมใช้กรดไขมันจาก 3 แหล่งใหญ่ คือน้ำมันปลา สาหร่ายขนาดเล็กและ Thraustochytrids ซึ่งพบว่า Thraustochytrids มีสัดส่วน DHA สูงกว่า EPA ขณะที่น้ำมันที่

ได้จากปลานั้นมีสัดส่วน DHA ต่ำกว่า EPA โดยทั่วไปสัตว์น้ำมีความต้องการปริมาณ DHA สูง (เวียง, 2543) จึงได้มีการนำThraustochytrids มาใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับสัตว์น้ำโดยมีการศึกษาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยง *Schizochytrium* เพื่อขยายและคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณ DHA สูง รวมทั้งการนำ*Schizochytrium* spp.มาเสริมอาหารในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กุ้งก้ามกราม
2. ถังไฟเบอร์กลาส
3. สายอากาศ
4. หัวทราย
5. สายยาง
6. สวิง
7. วัตถุดิบอาหารกุ้ง
8. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
9. เครื่องป่นวัตถุดิบอาหาร
10. เครื่องอัดเม็ดอาหารกุ้ง
11. ตู้อบแห้ง

วิธีการศึกษาวิจัย

1. การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งของเอกชนมานำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์เพื่อปรับสภาพกุ้งก่อนการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป หลังจากนั้นทำการแยกกุ้งไปเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส โดยคัดกุ้งที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 4.89 ±0.02 กรัม และความยาวเริ่มต้นเท่ากับ 8.00 ± 0.02 เซนติเมตร โดยเลี้ยงที่ความหนาแน่น 40 ตัวต่อตารางเมตร

2. การประกอบสูตรอาหาร

คำนวณสูตรอาหาร 4 สูตรให้มีปริมาณโปรตีนรวมไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวมไม่น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ พลังงานไม่น้อยกว่า 319.79 กิโลแคลลอรี่/100กรัม โดยใช้อาหารพื้นฐาน(basal diet) เหมือนกันทุกสูตร แต่ต่างกันที่ชนิดของกรดไขมันและระดับของกรดไขมัน (ตารางที่ 1) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สูตรที่ 1 อาหารสูตรพื้นฐานผสมกับน้ำมันปลาในสัดส่วน 2 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 2 อาหารสูตรพื้นฐานผสมกับ *Schizochytrium* sp. ในสัดส่วน 2 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 3อาหารสูตรพื้นฐานผสมกับ *Schizochytrium* sp. ในสัดส่วน 4 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 4 อาหารสูตรพื้นฐานผสมกับ *Schizochytrium* sp. ในสัดส่วน 8 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองสูตรที่ 5 อาหารจากบริษัทเอกชน

3. การเตรียมอาหารเม็ด

ชั่งวัตถุดิบที่บดละเอียดแล้วตามปริมาณที่คำนวณของแต่ละสูตร นำมาผสมคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกันผสมน้ำให้วัตถุดิบมีความชื้นเพียงพอที่จะอัดเป็นเม็ดอาหาร จากนั้นนำเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหารแบบจมน้ำ แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำอาหารที่ผลิตได้ในแต่ละสูตรไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ตามวิธีของ AOAC (2005) คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองแต่ละสูตรแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาดเล็กระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 %

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ปลาป่น	38	38	38	38
กากถั่วเหลือง	38	38	28	28
แกลบกุ้ง	14	14	14	14
ข้าวโพดป่น	3	3	3	3
แป้งสาลี	8	8	6	3
รำละเอียด	3	3	3	5
น้ำมันปลา	3	3	6	3
Schizochytrium	3	3	3	8
สารเหนียว	1	1	1	1
vitamin premix	3	3	3	5
โภชนะในอาหารจากการวิเคราะห์				1
ความชื้น (%)	6.12	6.86	6.51	5.42
โปรตีน (%)	40.88	40.88	40.68	40.28
ไขมัน (%)	10.33	8.73	9.27	11.76
เถ้า (%)	15.05	15.15	15.51	15.46
เยื่อใย(%)	4.00	3.79	4.06	3.78
พลังงาน (Kcal/100g)	328.73	316.88	319.79	336.91

4. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองในทุก ๆ การทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design; CRD) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง แต่ละกลุ่มทดลองมี 3 ซ้ำ กุ้งที่นำมาทดลองต้องปรับเข้าสู่สภาพการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ควบคุมคุณภาพน้ำตลอดการเลี้ยง และทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ สุ่มวัดขนาดกุ้งทุก 2 สัปดาห์ ข้อมูลน้ำหนักกุ้งนำไปคำนวณอัตราการเจริญเติบโตรวม เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโต

จำเพาะ อัตราแลกเนื้อ และ อัตรารอด ด้วยวิธีการของดันแคน (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกสัปดาห์เพื่อยืนยันสภาพการเลี้ยง พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(dissolved oxygen: DO) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) อุณหภูมิของน้ำ (temperature) ค่าความเป็นด่าง (total alkalinity) ความกระด้าง (total hardness) และแอมโมเนีย (total ammonia)

6. การบันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์การเจริญเติบโต

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการนับจำนวนกุ้งทั้งหมด สุ่มกุ้งมาชั่งหาน้ำหนัก และวัดความยาว เพื่อนำไปคำนวณหาข้อมูลการเจริญเติบโต โดยมีสมการวิเคราะห์ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (percentage weight gain)

$$= \frac{\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยเริ่มต้น}} \times 100$$

2. อัตราการเจริญเติบโต (absolutely daily weight gain: ADG) กรัม/ตัว/วัน

$$= \frac{\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}}$$

3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(specific growth rate, SGR; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \frac{\ln\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}} \times 100$$

4. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion rate: FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้กุ้งกินทั้งหมด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกุ้งทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น(กรัม)}}$$

5. อัตราการรอด (survival rate) เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{\text{จำนวนกุ้งที่เหลือ (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง (ตัว)}}$$

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาวิจัย

การทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารเสริมกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (ทดแทนด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์) , 2, 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับอาหารจากบริษัทเอกชน เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย

กุ้งก้ามกรามเริ่มต้นทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 4.89±0.02 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มสูงสุดเมื่อได้รับอาหาร สูตรที่ 1 มีค่าเท่ากับ 106.36±2.94 รองลงมาคือสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 106.21±1.44, 97.48±7.50, 89.03±3.77 และ 83.44±6.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.2 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 และ2 มีค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.09±0.00 กรัม รองลงมาคือสูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.08±0.01 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และสูงกว่าสูตรที่ 4 และ 5อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ0.07±0.00 กรัม (ตารางที่ 2)

1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดเมื่อได้รับอาหารสูตรที่ 1มีค่าเท่ากับ 1.21±0.02 รองลงมาคือสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ1.21±0.01, 1.13±0.06, 1.06±0.03และ 1.01±0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อวันตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2)

2. อัตราแลกเนื้อ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีอัตราแลกเนื้อดีที่สุดเมื่อได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.45±0.01 รองลงมาคือสูตร 1, 3, 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 1.46±0.02, 1.52±0.06, 1.59±0.03 และ 1.64±0.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าอัตราแลกเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

3. อัตรารอด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 มีอัตรารอดสูงที่สุดเท่ากับ 93.33±1.67 รองลงมาคือสูตรที่ 5 และ1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 88.33 ±1.67 และ 86.67±1.67 ส่วนอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ให้อัตรารอดเท่ากันมีค่าเท่ากับ 81.67±1.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยอาหารสูตรที่ 2 และ5 ให้อัตรารอดไม่ต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 1, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหาร 5 สูตร

ประเมินผลการเลี้ยง	อาหารทดลอง				
	สูตรที่1	**สูตรที่2**	**สูตรที่3**	**สูตรที่4**	**สูตรที่5**
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย(เปอร์เซ็นต์)	106.36±2.94^{b}	106.21±1.44^{b}	97.48±7.50^{ab}	89.03±3.77^{a}	83.44±6.02^{a}
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน(กรัม)	0.09±0.00^{c}	0.09±0.00^{c}	0.08±0.01^{bc}	0.07±0.00^{ab}	0.07±0.00^{a}
การเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	1.21±0.02^{b}	1.21±0.01^{b}	1.13±0.06^{ab}	1.06±0.03^{a}	1.01±0.06^{a}
การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.46±0.02^{a}	1.45±0.01^{a}	1.52±0.06^{ab}	1.59±0.03^{b}	1.64±0.06^{b}
อัตรารอดตาย(เปอร์เซ็นต์)	86.67±1.67^{ab}	93.33±1.67^{c}	81.67±1.67^{a}	81.67±1.67^{a}	88.33±1.67^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. องค์ประกอบทางเคมีของตัวกุ้ง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหาร 5 สูตรเทียบกับกุ้งก่อนทดลองให้ผลวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3

4.1 ความชื้น

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีความชื้นในเนื้อกุ้งมากที่สุดเมื่อได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 11.85±0.84 รองลงมาคือสูตร 3, กุ้งก่อนทดลอง, สูตร 5, สูตร 1 และสูตร 4 มีค่าเท่ากับ 10.80±0.86, 10.70±0.83, 10.07±0.63, 9.63±0.30 และ 9.52±0.45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2 โปรตีน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีโปรตีนในเนื้อกุ้งมากที่สุดในกุ้งก่อนทดลองมีค่าเท่ากับ 25.38±0.38 รองลงมาคือกุ้งที่ได้รับอาหารทดลองสูตร 2, 4, 3, 1 และ 5 มีค่าเท่ากับ 24.52±0.36, 24.36±0.17, 24.26±0.23, 24.26±0.13 และ 24.09±0.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$)

4.3 ไขมัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีปริมาณไขมันในเนื้อกุ้งมากที่สุดเมื่อได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 5.26±0.31 รองลงมาคือสูตร 3, 1, 2, กุ้งก่อนทดลอง และ สูตร5 มีค่าเท่ากับ 4.69±0.54, 4.61±0.27, 4.08±0.23, 3.15±0.26และ 2.57±0.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.4 เถ้า

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีปริมาณเถ้ามากที่สุดเมื่อได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีค่าเท่ากับ 18.01±1.44 รองลงมาคือกุ้งก่อนทดลอง, กุ้งที่ได้รับอาหารสูตร 3, 1, 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 17.37±0.23, 17.27±0.12, 15.93±0.99, 15.76±0.12 และ 15.24±0.14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

4.5 เยื่อใย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งก้ามกรามมีปริมาณไขมันในเนื้อกุ้งมากที่สุดเมื่อได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีค่าเท่ากับ 10.70±0.40 รองลงมาคือสูตร 2, 3, กุ้งก่อนทดลอง,สูตร 5 และ 4 มีค่าเท่ากับ 8.11±0.02, 8.04±0.01, 7.65±0.05, 7.29±0.16และ 6.89±0.01 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกุ้งก้ามกรามก่อนทดลองและหลังทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	ก่อนทดลอง	อาหารทดลอง				
		สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4	สูตรที่5
ความชื้น	10.70±0.83 ^{a}	9.63±0.30 ^{a}	11.85±0.84	10.80±0.86 ^{a}	9.52±0.45 ^{a}	10.07±0.63 ^{a}
โปรตีน	25.38±0.38 ^{b}	24.26±0.13 ^{c}	24.52±0.36 ^{c}	24.26±0.23 ^{bc}	24.36±0.17 ^{ab}	24.09±0.38 ^{a}
ไขมัน	3.15±0.26 ^{b}	4.61±0.27 ^{a}	4.08±0.23 ^{ab}	4.69±0.54 ^{a}	5.26±0.31 ^{a}	2.57±0.36 ^{a}
เถ้า	17.37±0.23 ^{a}	15.93±0.99 ^{b}	15.76±0.12 ^{b}	17.27±0.12 ^{b}	15.24±0.14 ^{c}	18.01±1.44 ^{a}
เยื่อใย	7.65±0.05 ^{bc}	10.70±0.40 ^{d}	8.11±0.02 ^{c}	8.04±0.01 ^{c}	6.89±0.01 ^{a}	7.29±0.16 ^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คุณสมบัติของน้ำ

1. คุณสมบัติน้ำระหว่างการทดลอง

ในระหว่างทดลองเลี้ยงกุ้งด้วยอาหารทั้ง 5 สูตรพบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 28.38± 0.24-29.25±0.32 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 3.37±0.73 – 4.17±0.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.62±0.27 – 7.94±0.19 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 64.04±10.48 – 84.50±0.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างอยู่ในช่วง 75.33±2.21 – 83.33±6.54มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.09±0.04 – 0.22±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังตารางที่ 4 คุณสมบัติของ

น้ำ ทุกพารามิเตอร์ในทุกกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ตารางที่ 4 คุณภาพของน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหาร 5 สูตร

คุณภาพน้ำ	อาหารสูตรที่1	อาหารสูตรที่2	อาหารสูตรที่3	อาหารสูตรที่4	อาหารสูตรที่5
อุณหภูมิ(°ซ)	28.38±0.24	29.25±0.32	29.25±0.32	28.75±0.48	29.00±0.20
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ(มก./ล.)	3.69±0.37	3.37±0.73	3.80±0.86	4.04±0.72	4.17±0.80
ความเป็นกรด-ด่าง	7.62±0.27	7.79±0.28	7.94±0.19	7.64±0.31	7.88±0.21
ความเป็นด่าง(มก./ล.)	74.34±1.28	64.04±10.48	69.25±2.53	84.50±0.86	76.13±3.84
ความกระด้าง(มก./ล.)	75.33±2.21	80.34±5.53	77.50±6.71	82.83±5.55	83.33±6.54
ปริมาณแอมโมเนีย(มก./ล.)	0.22±0.11	0.15±0.06	0.11±0.05	0.09±0.04	0.19±0.11

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนรวมไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวมไม่น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ พลังงานไม่น้อยกว่า 319.79 กิโลแคลลอรี่/100กรัมและเสริมด้วยกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (ทดแทนด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์) , 2, 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับอาหารจากบริษัทเอกชน เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาหารสูตรที่เสริมด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่เสริมกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่เสริมกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 8 เปอร์เซ็นต์ และอาหารจากบริษัทเอกชน อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จะเห็นว่าการเสริมน้ำมันปลาให้ผลดีต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมระยะjuvenile ซึ่ง Lim et al (1997)ได้ทดลองนำอาหารที่ผสมกรดไขมันจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งพืชและสัตว์ พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันจากปลาmenhadenให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด อัตราแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามในการศึกษาครั้งนี้ดีที่สุดเมื่อได้รับอาหารเสริมกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 2 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างจากสูตรที่เสริมด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์ และเสริมด้วยกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 4 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่เสริมกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 8 เปอร์เซ็นต์ และอาหารจากบริษัทเอกชน อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สำหรับอัตรารอดตายของกุ้งดีที่สุดเมื่อได้รับอาหารเสริมกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 2 เปอร์เซ็นต์และไม่แตกต่างจากอาหารบริษัทเอกชน ($P>0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่เสริมด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์ และเสริมด้วยกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปิยารมณ์ (2552)ที่ศึกษาผลของ *Schizochytrium* sp. ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม พบว่าน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ *Schizochytrium* sp. 2 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งสูงสุด จะเห็นได้ว่ากุ้งระยะ juvenile มีความต้องการกรดไขมันจำเป็นจากอาหาร เพื่อการเจริญเติบโตและการรอดตาย เนื่องจากกุ้งไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันเหล่านี้ได้เอง (Cuzon *et al.*, 2004) จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

จากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารเสริมกรดไขมันจากทรอสโทไคตริดส์ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามดีไม่แตกต่างจากสูตรที่เสริมด้วยน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์และยังให้อัตรารอดที่ดีกว่าด้วย ดังนั้นในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามระยะวัยรุ่นด้วยอาหารที่เสริมด้วยกรดไขมันจากทรอสโตไคตริดส์ 2 เปอร์เซ็นต์เป็นระดับที่เหมาะสมและสามารถใช้แทนการเสริมน้ำมันปลาในระดับที่เท่ากัน

การใช้ *Schizochytrium* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมของสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ เพื่อทดแทนน้ำมันจากปลาทะเลยังมีผู้ศึกษาไว้ได้แก่ Jaritkhuan (2001) พบว่าจุลินทรีย์ทะเลในกลุ่ม Thraustochytrids มีปริมาณ DHA สูงถึง 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด เมื่อนำจุลินทรีย์กลุ่มนี้ไปเป็นอาหารของอาร์ทีเมียพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณ DHA ในอาร์ทีเมียได้ และเมื่อนำอาร์ทีเมียที่อุดมไปด้วย DHA ไปเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 4 ถึงโพสลาร์วา 16 ทำให้ลูกกุ้งมีปริมาณ DHA สูงตามไปด้วยในลักษณะของการถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร และสามารถนำไปผสมกับอาหารเม็ดในการเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำได้

Miller et al. (2007) ศึกษาการใช้กรดไขมันจาก *Schizochytrium* sp. ทดแทนน้ำมันปลาในอาหารอนุบาลลูกปลา Atlantic salmon (Salmo salar) โดยมี 4 ชุดการทดลองคือ อาหารผสมกรดไขมันจาก *Schizochytrium* sp. 100 เปอร์เซ็นต์ อาหารผสมน้ำมันปาล์ม 100 เปอร์เซ็นต์ อาหารที่ผสมน้ำมันปาล์มและกรดไขมันจาก *Schizochytrium* sp.ในอัตราส่วน 4:1 และ อาหารผสมน้ำมันปลา พบว่าการเจริญเติบโตและความสามารถในการย่อยไขมันของลูกปลาทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน แต่ลูกปลาที่ได้รับกรดไขมันจาก *Schizochytrium* sp. มีเปอร์เซ็นต์ของ DHA สะสมในกล้ามเนื้อสูงกว่าชุดการทดลองอื่น สรุปว่ากรดไขมันจาก *Schizochytrium* sp. สามารถใช้ทดแทนน้ำมันปลาในอาหารอนุบาลลูกปลา Atlantic salmon และสามารถเพิ่มปริมาณ DHA ในตัวปลาได้

นอกจากนี้ Yamasaki et al. (2007) รายงานว่าการเสริม *Schizochytrium* sp. ให้กับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียก่อนนำไปอนุบาลลูกปลาทะเลสามารถเพิ่มปริมาณ DHA ได้เพียงพอต่อความต้องการ DHA ของลูกปลาเพื่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ซึ่งสามารถเพิ่มขนาดความยาวของลูกปลาได้อีกด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Harel et al. (2002) ซึ่งพบว่าลูกปลา Atlantic halibut ที่ได้รับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริม *Schizochytrium* sp. มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น รวมทั้งลูกปลาทะเลชนิดอื่น ได้แก่ sea bream, European sea bass และ striped bass นอกจากนี้การทดแทนน้ำมันปลา menhaden ด้วย *Schizochytrium* sp. ใน

639.68
ว271ก
ฉ.3
328467

อัตราส่วน 60 เปอร์เซ็นต์ของไขมันทั้งหมดในอาหารพ่อแม่พันธุ์ปลา striped bass สามารถเพิ่มอัตราการฟักไข่ได้ Ganuza et al. (2008) รายงานการใช้ *Schizochytrium* sp. ทดแทนน้ำมันปลาในอาหารอนุบาลลูกปลา gilthead seabream (Sparus aurata) พบว่าลูกปลาที่ได้รับอาหารผสม *Schizochytrium* sp. มีอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต ความต้านทานโรค และความทนทานต่อสภาพขาดอากาศได้ดีไม่แตกต่างจากลูกปลาที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันปลา จะเห็นได้ว่า *Schizochytrium*sp. สามารถใช้ทดแทนน้ำมันปลาเพื่อแหล่งของ DHA ในอาหารของสัตว์น้ำได้ ดังนั้น กรดไขมันจาก *Schizochytrium* sp. จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของแหล่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำเป็นโดยเฉพาะ DHA สำหรับอาหารสัตว์น้ำ

เอกสารอ้างอิง

กองประมงต่างประเทศ, 2554. กลุ่มวิเคราะห์สินค้าประมงระหว่างประเทศ กองประมงต่างประเทศ. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

บรรจง เทียนส่งรัศมี.2535.หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม.คณะประมง.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปิยารมณ์ พวงช่อ. 2552. ผลของ Schizochytrium sp. ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม(Litopenaeus vannamei, Boone). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประจวบ หลำอุบล. 2519. ความรู้เรื่องการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม กุลาดำ บ่อกุ้ง นากุ้ง และระบบต่าง ๆ ของกุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2527. กุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วณิชยา น้อยวังคลัง. 2544. อนุกรมวิธานของกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* Bate, 1868 ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย.

วิกรม รังสินธุ์. 2549. กายวิภาคของกุ้งก้ามกรามและการผลิตกุ้งเพศผู้ล้วนโดยการทำลายต่อแอนโดรเจนิค. เอกสารเผยแพร่ของโครงการการประยุกต์ใช้พันธุ์ศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน (เมธีวิจัยอาวุโส สกว.2546 – ศาสตราจารย์ อุทัย รัตน์ ณ นคร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนันต์ ตันสุตะพานิช.2546.การเพาะเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามระบบรีไซเคิลในบ่อดิน.กองประมงน้ำจืด.กรมประมง.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official Methods of Analysis, 8th edn, Association of Official Analytical Chemists, Inc, Washington, DC, USA.

Alderman, D.J., J.L. Harrison, G.B. Bremer and E.B.G. Jones. 1974. Taxonomic revisions in the marine biflagellate fungi: The ultra structural evidence. Mar. Biol. 25: 345-357.

Bajpai, P., K. Bajpai and P.O. Ward. 1991a. Production of docosahexsaenoic acid by *Thraustochytrium aureum*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 35: 706-710.

Barclay. W., and S. Zeller.1996. Nutrition enhancement of n-3 and n-6 fatty acids in Rotifers and *Artemia* nauplii by feeding spray-dried *Schizochytrium* sp. J. Word Aquac. Soc 27 (3): 314-322.

Bowles, R.D. 1997. Production of n-3 Polyunsaturated Fatty Acid by Thraustochytrids. Doctoral Dissertation, Physiology and optimization, University of Portsmouth. UK.

Bowles, R.D., A.E. Hunt, G.B. Bremer, M.G. Duchars and R.A. Eaton. 1999. Longchain n-3 polyunsaturated fatty acid production by members of the marine protistan group the Thaustochytrid: screening of isolates and optimization of docosahexsaenoic acid production. J. Biol. 70: 193-202.

Cuzon , G., A. Lawrence., G. Gaxiola. , C. Rosas and J. Guillaume. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. Aquaculture. 235: 513-551.

Ganuza, E., T. Benítez-Santann, E. Atalah, O. Vega-Orellana, R. Ganga and M.S. Izquierdo. 2008. *Crypthecodinium cohnii* and *Schizochytrium* sp. As potential substitutes to fisheries-derived oils from seabream (*Sparus aurata*) microdiets. Aquaculture. 277: 109-116.

González-Félix, M. L., A.L. Lawrence, D.M. Gatlin and M. Perez-Velazquez. 2002a. Growth survival and fatty acid composotion of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed different oils in the present and absence of phospholipids. Aquaculture. 205: 325-343.

Harel, M., W. Koven, I. Lein, Y. Bar, P. Bahrens, J. Stubblefield, Y. Zohar and A.R. Place. 2002. Advanced DHA, EPA and ArA enrichment materials for marine aquaculture using single cell heterotrophs. Aquaculture. 213: 347-362.

Honda, D., T. Yokochi, T. Nakahara, M.Erata and T. Higashihara. 1998. *Schizochytrium limacinum* sp. Nov., a new thraustochytrids from a mangrove area in the west pacific ocean, Mycol. Res 102 (4): 439-448.

Jaritkhuan, S. 2001. Thrauschytrids as a Food Source in Aquaculture. Docteral Dissertation, Biology Science, University of Portsmouth.

Kendrick, A. and C. Ratledge. 1992. Lipids of selected molds grown for production of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid. Lipids. 27: 15-20.

Lim, C., H. Ako, C. L. Brown and K. Hahn. 1997. Growth response and fatty acid

328467

composition of juvenile *Penaeus vannamei* fed different sources of dietary lipid. Aquaculture. 151:143-153.

Miller, M.R., P.D. Nichols and C.G. Carter. 2007. Replacement of fish oil with thraustochytrid *Schizochytrium* sp. L oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L) diets. Comp.Biochem. Physiol. A. 148: 382-392.

Moss, S.T. 1986. The biology of the Thraustochytriales and Labyrinthuloides. *In* S. T. moss (ed), The Biology of Marine Fungi. n.p.

Naganuma, T., H. Takasugi and H. Kimura. 1998. Abundance of thraustochytrids in coastal plankton. Mar. Ecol. Prog. Ser. 162: 105-110.

Nakahara, T., T. Yokochi, T. Higashihara, S.Tanaka, T. Yaguchi and D. Honda. 1996. Production of decosahezaenoic acid and decosapentaenoic acids by *Schizochytrium* sp. isolated from Yap Islands. J. Am. Chem. Soc 73(11): 1421-1426.

Nettleton, J.A. 1985. Seafood Nutrition: Fat Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish. Osprey Book, New York.

Sargen, J., G. Bell, L. Mcevoy, D. Tocher and A. Estevez. 1999. Recent development in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture 177 : 191-199.

Yamasaki, T., T. Aki, Y. Mori, T. Yamamoto, M. Shinozaki, S. Kawamoto and K. Ono. 2007. Nutritional of enrichment of larval fish feed with Thraustochytrid producing polyunsaturated fatty acid and xanthophylls. J. Biosci. Bioeng 104(3): 200-206.