ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย

A STUDY OF SURVIVAL RATE AND GROTH OF BLUE SWIMMING CRAB IN MEGALOPA TO FIRST CRAB STAGE WITH ARTEMIA ENRICHMENT FTSH OIL

จัดทำโดย

นางสาวฐิติยา สืบแสน

รหัส 5407101005

สาขาวิชาการประมง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2555

การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย

A STUDY OF SURVIVAL RATE AND GROWTH OF BLUE SWIMMING CRAB IN MEGALOP TO TIRST CRAB STAGE WITH ARTEMIA ENRICHMENT FISH OIL

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์วีรชัย เพชรสุทธิ์) วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง : การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย

A study of survival rate and growth of blue swimming crab in megalopa to first crab stage with artemia enrichment fish oil

ชื่อผู้เขียน : นางสาวฐิติยา สืบแสน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประมง

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์วีรชัย เพชรสุทธิ์

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของลูกปูม้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design; CRD) จำนวน 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหาร (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักที่ถูกเพิ่มคุณค่าอาหาร (enrichment) ด้วยน้ำมันปลาในอัตราความเข้มข้น 100, 200 และ 300 ppm. ตามลำดับ โดยใช้ลูกปูม้าที่มีขนาดความกว้างเฉลี่ยของกระดอง เท่ากับ 0.512 ±0.062 มิลลิเมตร และความยาวเฉลี่ยของลำตัว เท่ากับ 0.795±0.335 มิลลิเมตร จำนวน 3,600 ตัว ดำเนินการทดลอง ตั้งแต่ เดือน กันยายน - ตุลาคม 2555 ณ อาคารปฏิบัติการประมงทางทะเล มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ผลการศึกษาพบว่า ลูกปูม้าในชุดการทดลองที่ 3 มีอัตราการรอดตายสูงสุด เท่ากับ 5.33 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 4.778 ±0.962 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยชุดการทดลองที่ 2, 4 และ 1 มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 3.000±1.000, 2.889±0.192 และ 2.333±0.667 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในด้านความกว้างเฉลี่ยของกระดอง พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีความกว้างเฉลี่ยของกระดองสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.384±0.739 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 1, 3 และ 4 มีความกว้างเฉลี่ยของกระดองเท่ากับ 3.014±1.058, 2.944±0.110 และ 2.433±0.803 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในด้านความยาวเฉลี่ยของกระดอง พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีความยาวเฉลี่ยของกระดองมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.699±0.282 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 3 และ 1 มีความยาวเฉลี่ยของกระดอง เท่ากับ 2.413±0.076, 2.361 ±0.278 ตามลำดับ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ 4 ที่มีค่าความยาวเฉลี่ยของกระดองเท่ากับ 1.914±0.198 มิลลิเมตร

คำสำคัญ : อัตราการรอดตาย, น้ำมันปลา, ลูกปูม้าวัยอ่อน

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วีรชัย เพชรสุทธิ์ ซึ่งได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษให้แก่ข้าพเจ้า ซึ่งช่วยสนับสนุนด้านวัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลองและได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการดำเนินงานทดลอง รวมทั้งช่วยตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นางณิชาพล แก้วชฎา ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ และในด้านวัสดุอุปกรณ์ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของการดำเนินการทดลองเป็นไปอย่างเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนเพื่อนๆ และน้องๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทดลองทุกคน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ได้ส่งเสริมสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่สำคัญมาโดยตลอดจนงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ฐิติยา สืบแสน

มีนาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
กิติกรรมประกาศ	
สารบัญ	**(ก)**
สารบัญตาราง	**(ค)**
สารบัญตารางผนวก	**(ค)**
สารบัญภาพ	**(ง)**
สารบัญภาพผนวก	**(ง)**
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
อนุกรมวิธานปูม้า	3
ลักษณะทั่วไปของปูม้า	3
การสืบพันธุ์ของปูม้า	4
วงจรชีวิตปูม้า	4
พฤติกรรมการกินอาหาร	6
อาร์ทีเมีย	7
การเพาะฟักไข่ปูม้า	8
การอนุบาลลูกปูม้า	9
ไขมัน (Lipids)	11
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	19
เวลาและสถานที่	19
อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน	20
การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 4 การวิจัยและผลวิจารณ์	25

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	30
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก ก	35
ภาคผนวก ข	37

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 อาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารสูง 8
2 อาร์ทีเมียขนาดที่เหมาะสม 8
3 อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปูระยะต่างๆ 10
4 กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดต่างๆ 12
5 แผนการดำเนินงาน 19
6 อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab 25

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่

1..อัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 35
2. ผลการวิเคราะห์อัตราการรอดทางสถิติของลูกปูม้า megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 35
3. ความกว้างเฉลี่ยกระดองของลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 35
4. ผลการวิเคราะห์ความกว้างทางสถิติของลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 36
5. ความยาวเฉลี่ยกระดองของลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 36
6. ผลการวิเคราะห์ความยาวทางสถิติของลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 36

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะภายนอกของปูม้า	3
2	วงจรชีวิตปูม้า	5
3	การเจริญเติบโตของอาร์ทีเมียระยะต่างๆ	7
4	โครงสร้างทางเคมีของ DHA	13

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		
1.	จำนวนของลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	37
2.	ความกว้างเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	37
3.	ความยาวเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้า Megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	38
4.	เตรียมถังเลี้ยงลูกปูม้า	39
5.	เตรียมปั๊มลม	39
6.	เตรียมหัวทรายให้อากาศ	39
7.	วัดขนาดความกว้างของกระดอง ความยาวของลำตัวและนับจำนวนลูกปูม้าก่อนปล่อยลงเลี้ยง	40
8.	ลูกปูม้าระยะ megalopa	40
9.	ปล่อยลูกปูม้าระยะ megalopa ลงเลี้ยงในถัง	40
10	เตรียมอาหารให้ลูกปูม้า	41
11	ให้อาหารลูกปูม้า	41
12	ตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง	41
13	นับจำนวนลูกปูม้าระยะ first crab ที่รอดตายเมื่อสิ้นการทดลอง	42
14	ลูกปูม้าระยะ first crab ที่ได้จากการทดลอง	42

บทที่ 1 บทนำ

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน นอกจากเป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภคในประเทศ ยังมีศักยภาพสูงในการส่งออกเป็นสินค้าและผลิตภัณฑ์ ปี 2546 ประเทศไทยส่งออกสินค้าและผลิตภัณฑ์ปูคิดเป็นมูลค่า 4,617 ล้านบาท โดยเป็นปูปรุงแต่ง 83% และปูแช่เยือกแข็ง 17 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าส่งออก (กรุงเทพธุรกิจ, 2549) นับเป็นประเทศส่งออกผลิตภัณฑ์ปูปรุงแต่งอันดับ 1 ของโลก ประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์ปูของไทยเป็นที่ต้องการของตลาดโลกเมื่อโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปต้องการวัตถุดิบปูม้าเพิ่มมากขึ้น ชาวประมงจึงพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงเพื่อจับปูม้าขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด การจับปูม้าจากทะเลขึ้นมาใช้ประโยชน์จนเกินขนาดทั้งปูวัยรุ่นและปูไข่นอกกระดองจนปูในธรรมชาติเกิดทดแทนไม่ทัน ส่งผลให้ผลผลิตปูม้าในท้องทะเลไทยลดลง แต่ความต้องการของตลาดกลับเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันผลผลิตปูม้าจากทะเลเพียงแหล่งเดียวจึงไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดโดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปเพื่อส่งออก การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดนี้จึงจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มผลผลิตเพื่อทดแทนผลผลิตจากทะเลที่ลดน้อยลง

การเพาะเลี้ยงปูม้าจึงมีความสำคัญมากในปัจจุบันแต่ก็ยังประสบปัญหาเกี่ยวกับอัตราการรอดตายของลูกปูวัยอ่อน ซึ่งมีอัตราการรอดตายน้อย โดยปัจจัยสำคัญที่สุดที่สัตว์น้ำต้องการก็คือ อาหาร ได้แก่ โปรตีน (proteins) ไขมัน (lipids) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) วิตามิน (vitamins) และแร่ธาตุ (minerals) ปริมาณความต้องการขึ้นอยู่กับชนิดและวัยของสัตว์น้ำ ปูต้องการสารอาหารพวกกรดไขมันจำเป็น โดยไขมันมีหน้าที่ช่วยละลายวิตามินไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย เป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนและเป็นแหล่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกายของปู กรดไลโนลิอิก (linoleic acid ;18:2n6) หรือกลุ่มโอเมก้า 6 (n-6) กรดไลโนเลนิค (linolenic acid;18:3n3) หรือโอเมก้า 3 (n-3) eicosapentaenoic acid (EPA; 20:5n3) และ docosahexaenoicacid (DHA;22:6n3) เนื่องจากปูไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมัน DHAได้เอง จึงจำเป็นต้องได้รับสารอาหารเท่านั้น โดยแหล่งที่มาหลักๆ ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ ได้แก่ น้ำมันปลาและน้ำมันจากสัตว์ทะเลอื่นๆ (อนุสรา, 2552) คุณสมบัติที่สำคัญของ DHA พบว่า DHA เป็นสารตั้งต้นของสารประกอบที่คล้ายฮอร์โมนที่มีชื่อว่า Prostaglandins และ Leucotriens ซึ่งสามารถใช้ต่อต้านเชื้อโรคบางชนิด พร้อมกันนั้นช่วยในการเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับลูกปูวัยอ่อนได้เป็นอย่างดี (วีรพงศ์, 2536)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึง ระยะ first crab ในการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย

2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึง ระยะ first crab ในการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้ลูกปูม้าระยะ megalopa ถึง ระยะ first crab ที่มีอัตราการรอดตายดีขึ้น

2. จะได้ลูกปูม้าระยะ megalopa ถึง ระยะ first crab ที่มีมีอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

1. อนุกรมวิธานปูม้า

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Order Brachyura

Family Portunidae

Genus Portunus

Species pelagicus (Linnaeus, 1758)

2. ลักษณะทั่วไปของปูม้า

ลักษณะทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว, อก และท้อง ส่วนหัวและอกจะอยู่ติดกันมีกระดองหุ้มอยู่ตอนบน ทางด้านข้างทั้งสองของกระดองจะเป็นรอยหยักคล้ายฟันเลื่อยเป็นหนามแหลมข้างละ 9 อัน ขามีทั้งหมด 5 คู่ด้วยกัน คู่แรกเปลี่ยนแปลงไปเป็นก้ามใหญ่เพื่อใช้ป้องกันตัว และจับอาหาร ขาคู่ที่ 2, 3 และ 4 จะมีขนาดเล็กปลายแหลมใช้เป็นขาเดิน ขาคู่สุดท้ายตอนปลายมีลักษณะเป็นใบพายใช้ในการว่ายน้ำ ขนาดกระดองสามารถโตเต็มที่ได้ราว 15-20 เซนติเมตร

ปูม้าตัวผู้ จะมีจับปิ้งเป็นรูปสามเหลี่ยมมี 6 ปล้อง ปล้องแรกมีลักษณะเรียวแคบเล็ก ปล้องที่ 2, 3 มีสันคมพาดตลอดความกว้าง ปล้องที่ 3, 4 และ 5 จะเชื่อมติดกัน และปล้องที่ 6 มีความยาวมากกว่าความกว้าง ลักษณะของก้ามตัวผู้จะมีก้ามยาวกว่าตัวเมีย และสีของลำตัว ตัวผู้มีสีฟ้าอ่อนมีจุดสีขาวทั่วไปบนกระดอง พื้นท้องเป็นสีขาว ส่วนก้ามและขามีสีฟ้า

ปูม้าตัวเมีย จะมีจับปิ้งที่แผ่กว้างขอบด้านข้างมีขนละเอียดทุกปล้อง ก้ามตัวเมียจะสั้นกว่าตัวผู้ กระดองเป็นสีน้ำตาลอ่อนและมีตุ่มขรุขระไม่มีจุดสีขาวเหมือนตัวผู้ ปลายขาของปูม้าตัวเมียมีสีม่วงแดง (บรรจง, 2544)

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของปูม้า

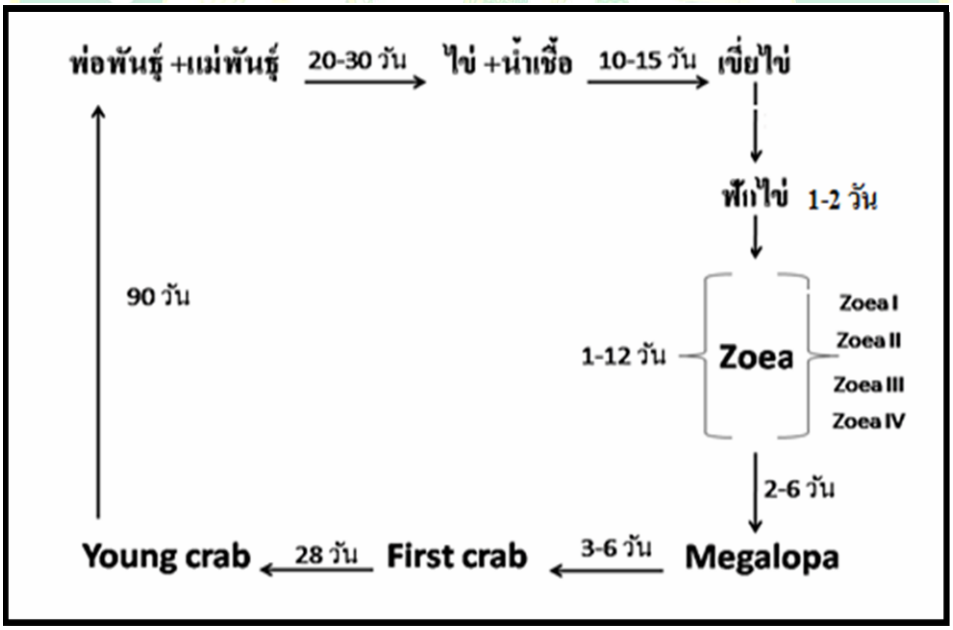
3. การสืบพันธุ์ของปูม้า

ปูม้าเริ่มผสมพันธุ์ได้เมื่อมีอายุประมาณ 3 เดือน ขนาด 4.5 เซนติเมตร วางไข่ตลอดปีก่อนผสมพันธุ์ ปูเพศผู้จะลอกคราบก่อนประมาณ 7-10 วัน เมื่อกระดองแข็งมีความสมบูรณ์เต็มที่ก็จะเริ่มหาปูเพศเมียที่โตเต็มวัยและมีความพร้อมที่จะร่วมผสมพันธุ์ เช่น ใกล้จะลอกคราบ เมื่อพบแล้วปูเพศผู้จะเกาะหลังปูเพศเมีย โดยใช้ขาเดินคู่ที่ 2-4 พยุงปูเพศเมียไว้ประมาณ 3-4 วัน จนกระทั่งปูเพศเมียลอกคราบ ลำตัวนิ่ม ในช่วงนี้ปูเพศผู้จะใช้ก้ามหนีบโคนก้ามของปูเพศเมียเพื่อจับให้นิ่ง จากนั้นจะสอดตัวเข้าไประหว่างจับปิ้งของปูเพศเมีย เพื่อสอดอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้คู่ที่มีลักษณะยาวเรียวแหลมเล็กเข้าไปในรูเปิดของปูเพศเมียใต้จับปิ้ง ตรงบริเวณโคนขาคู่ที่ 3 ส่วนรยางค์คู่สั้นทำหน้าที่ยึดหน้าท้องปูเพศผู้ให้ติดกับหน้าท้องของปูเพศเมีย เพื่อช่วยให้การผสมพันธุ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ช่วงนี้ปูเพศผู้จะใช้ขาพยุงตัวเองไว้เพื่อไม่ให้ปูเพศเมียที่นิ่มเป็นอันตราย ปูเพศผู้จะปล่อยน้ำเชื้อไปไว้ในถุงเก็บน้ำเชื้อภายในปูเพศเมีย รอระยะเวลาผสมกับไข่ที่ส่งมาตามท่อนำไข่ในภายหลัง ขั้นตอนการผสมพันธุ์นี้จะใช้เวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง โดยน้ำเชื้อที่อยู่ในถุงเก็บน้ำเชื้อจะมีอายุประมาณ 3-4 เดือน ซึ่งในช่วงฤดูผสมพันธุ์ปูเพศผู้ตัวหนึ่งสามารถผสมกับปูเพศเมียได้หลายตัว หลังจากผสมพันธุ์แล้ว ปูเพศเมียก็จะกลับตัวอยู่ในท่าปกติ ตัวผู้จะเกาะหลังปูเพศเมียอีก 1-2 วัน จนกระทั่ง ตัวเมียกระดองแข็งจึงแยกตัวออก หลังจากผสมพันธุ์ประมาณ 20-30 วัน ไข่จะถูกส่งมาตามท่อนำไข่เพื่อผสมกับน้ำเชื้อแล้วส่งไปเก็บไว้ที่หน้าท้อง รยางค์อกจะเปลี่ยนแปลงไปเพื่อรับการเกาะของไข่ ไข่ที่ผสมแล้วจะมีขนาดโตขึ้นเรื่อยๆ จนล้นจับปิ้ง ระยะนี้เรียกว่าปูไข่นอกกระดอง ไข่จะเปลี่ยนสีจากเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้ม น้ำตาลอ่อน และน้ำตาลตามลำดับ ประมาณ 10 -15 วัน แม่ปูม้าก็จะใช้ขาเดินเขี่ยไข่ให้หลุดจากจับปิ้ง ปล่อยล่องลอยไปในทะเล ไข่สีดำซึ่งแก่เต็มที่ จะมองเห็นลูกตาเป็นจุดสีดำภายในไข่ และไข่ใช้เวลาฟักเป็นตัวภายใน 1-2 วัน โดยแม่ปูหนึ่งตัวมีไข่ประมาณ 120,000-2,300,000 ฟองขึ้นอยู่กับขนาดของปูไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 304-412 ไมครอน (ภาพที่ 1) (บรรจง, 2544)

4. วงจรชีวิตปูม้า

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่วงจรชีวิตจากการปฏิสนธิของไข่กับน้ำเชื้อจนถึงวัยผสมพันธุ์เพียง 55-190 วัน เท่านั้นซึ่งระยะเวลาการพัฒนาของไข่รวมทั้งพัฒนาการของตัวอ่อนและการเจริญเติบโตของลูกปูตั้งแต่การผสมพันธุ์จนถึงระยะปูวัยรุ่นและพร้อมสืบพันธุ์อีกครั้งนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแหล่งที่อยู่อาศัย เช่น ความสมบูรณ์ของอาหาร ความแปรผันของน้ำในที่นั้น ฯลฯ ที่ส่งผลต่อระยะเวลาวงจรชีวิตของปูม้าในแต่ละช่วงอายุ ช้าเร็วแตกต่างกันไป

วงจรชีวิตจะเริ่มจากการที่ปูม้าเพศผู้ผสมพันธุ์กับปูม้าเพศเมีย ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน หลังจากนั้นไข่ภายในกระดองจะมีการพัฒนาซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ระยะ เมื่อถึงระยะสุดท้ายไข่จะออกมาตามท่อนำไข่แล้วผสมกับน้ำเชื้อที่รออยู่บริเวณช่องผสมพันธุ์หน้าท้องของปูเพศเมียจนเกิดการปฏิสนธิขึ้นปูม้าเพศเมียจึงนำไข่ไปเก็บไว้ที่จับปิ้งหน้าท้องภายนอกตัวไข่ในช่วงนี้จะแบ่งเป็น 4 ระยะเช่นกันโดยแยกตามสีได้ ดังนี้ ไข่สีเหลือง ไข่สีส้ม ไข่สีน้ำตาลและไข่มีสีดำเป็นไข่ระยะที่พร้อมจะฟักเป็นตัวอ่อนช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 10-15 วัน ปูม้าเขี่ยไข่ออกจากตัวลงทะเล ไข่ฟักเป็นตัวภายใน 1-2 วัน ก็พัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะซูเอีย แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ซูเอีย I , ซูเอีย II , ซูเอีย III และซูเอีย IV การพัฒนาในระยะนี้ใช้เวลา 10-12 วัน จากนั้น 2-6 วันก็จะเข้าสู่ระยะ Megalopa เป็นครั้งแรกที่ปูม้าเริ่มมีก้ามไว้หยิบจับอาหารใส่ปากและอีก 3-6 วันก็เข้า First crab เป็นลูกปูม้าที่มีกระดองเป็นครั้งแรกและจะลอกคราบเจริญเติบโตไปจนอายุ 28 วัน เป็นลูกปูม้าวัยรุ่นหรือ young crab ซึ่งเป็นวัยที่มีความแข็งแรงกว่าทุกช่วงของการเป็นลูกปู จากลูกปูม้าวัยรุ่นจนอายุ 90 วันก็เริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์และพร้อมที่จะผสมพันธุ์เพื่อขยายเผาพันธุ์ต่อไป (ภาพที่ 2) (บรรจง, 2544), (เข้าถึงได้จาก www.Khonrakpha.com) และ (เข้าถึงได้จาก www.sattahipbeach.com)



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตปูม้า

5. พฤติกรรมการกินอาหาร

บรรจง (2551) กล่าวว่า โดยธรรมชาติปูม้าหากินในเวลากลางคืน หลังจากที่พระอาทิตย์ตกดินปูม้าจะออกจากที่ซ่อนตัวเพื่อล่าเหยื่อ เมื่อพบเหยื่อที่ต้องการ ปูจะหมอบ อ้าก้ามชูไว้เหนือพื้นดินปูม้าสามารถมองเหยื่อได้รอบทิศ เมื่อเหยื่อเข้าใกล้รัศมีของก้ามหนีบ ปูจะใช้ก้ามหนีบจับเหยื่อ ส่วนอาหารที่ไม่มีชีวิตนั้น ปูจะใช้เซลล์ประสาทตามปลายหนวด ที่บริเวณปากและที่ส่วนปลายของขาเดินโดยเฉพาะขาเดินทั้ง 5 คู่ ที่สามารถรับรู้ รส และกลิ่นได้ เซลล์ประสาทที่สัมผัสจะบอกว่าสิ่งใดกินได้กินไม่ได้ สิ่งที่กินได้ปูก็จะใช้ก้ามจับสิ่งนั้นเข้าปาก เซลประสาทที่ปลายปากจะทำหน้าที่ตัดสินอีกครั้งหนึ่งว่าสิ่งนั้นพอจะเป็นอาหารได้หรือไม่ ถ้าเป็นอาหารที่กินได้ก็จะกลืนเข้าสู่กระเพาะเพื่อย่อยต่อไป เหยื่อเคลื่อนไหวว่องไว เช่น ปลาหรือกุ้ง-ปู ปูจะไล่จับเหยื่อโดยอาศัยก้ามและขาเดินคู่ที่หนึ่งแล้วใช้ก้ามฉีกเนื้อออกเป็นชิ้นเล็กๆ ป้อนเข้าปาก หอยที่เปลือกบาง เช่น หอยกะพง หรือ หอยแมลงภู่ ปูจะใช้ก้ามบีบส่วนที่เป็นเปลือกให้แตกก่อน แล้วใช้ก้ามหนีบเข้าปากแล้วกัดแทะอาหารไปเรื่อยๆ จนกว่าจะหมด ส่วนหอยมีเปลือกแข็ง เช่น หอยข้อนก ขณะที่หอยพยายามยื่นส่วนขาออก ปูจะใช้ขาคู่หน้า ที่มีก้ามแหลมคมและแข็งแรง จับเหยื่อประคองไว้แล้วใช้ปากแทะเนื้อกิน อาหารที่มีขนาดใหญ่ปูจะใช้ก้ามจับอาหารแล้วส่งเข้าปาก ปูจะใช้ก้ามประคองเหยื่อไว้แล้วใช้ปากกัดเหยื่อเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 3-4 มิลลิเมตร หรือหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร รยางค์ปากจะทำหน้าที่ฉีกอาหารเป็นชิ้นๆ เพื่อให้ขากรรไกรทำหน้าที่บดเคี้ยวให้มีขนาดเล็ก ก่อนจะกลืนสู่ทางเดินอาหาร เพื่อส่งไปยังกระเพาะอาหารส่วนต้น ที่ตามผนังของกระเพาะจะมีลักษณะคล้ายฟัน จากนั้นก็จะส่งอาหารที่บดเป็นขนาดเล็กไปสู่กระเพาะส่วนกลางน้ำย่อยโปรตีนเอส ไลเปส และอะไมเลส จากตับจะทำหน้าที่ย่อยอาหารที่ย่อยแล้วถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้ และตามเส้นเลือดฝอยเพื่อไปเลี้ยงส่วนอื่นๆของร่างกาย อาหารที่เหลือใช้ตับอ่อนจะสะสมไว้ในรูปของไขมันและไกลโคเจน ที่เรียกว่ามันปู กระบวนการย่อยและดูดซึมอาหารจะสิ้นสุดที่ทางเดินอาหารส่วนท้าย กากอาหารที่ไม่ย่อยจะถูกขับทางลำไส้ใหญ่ และถ่ายออกทางปล้องสุดท้ายของตับปิ้ง

5.1 การย่อยอาหาร

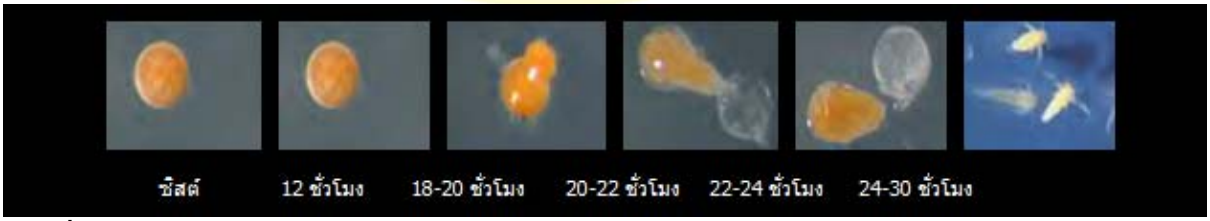
ถ้าเป็นอาหารที่ย่อยง่าย ประเภท สาหร่ายทะเล หญ้าทะเล เนื้อปลา เนื้อกุ้ง ปูจะสามารถย่อยได้ภายใน 4 ชั่วโมง แต่ถ้าเป็นอาหารประเภทย่อยยาก เช่น เปลือกกุ้ง ก้างปลา และเปลือกหอยจะใช้เวลาประมาณ 2-6 วัน เมื่อกินอาหารอิ่มแล้วปูจะนอน จะจับเหยื่ออีกครั้งเมื่อหิว ช่วงระยะในการกินอาหารแต่ละครั้งจะห่างกันประมาณ 3-5 ชั่วโมง ถ้ามีโอกาสปูชอบไล่เหยื่อที่มีการเคลื่อนไหวมากกว่าพวกเคลื่อนที่ช้า หรือที่อยู่กับที่ ถ้าให้เลือกปูจะเลือกอาหารขนาดใหญ่ก่อน (ชาญยุทธ และคณะ, 2539)

5.2 ชนิดและขนาดของอาหาร

บรรจง (2551) กล่าวว่า ชนิดและขนาดของอาหารที่ปูกินจะเปลี่ยนไปตามขนาดอายุของปู ปูที่มีกระดองกว้างน้อยกว่า 7.5 เซนติเมตร จะกินสัตว์ขนาดเล็กในกลุ่ม กุ้ง-ปู ที่อาศัยตามหน้าดิน กอหญ้า หรือสาหร่ายทะเล เมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาณของกุ้ง-ปูขนาดเล็กที่ปูกินจะลดลงจากร้อยละ 41.6 เหลือ 13.3 แต่จะกินไส้เดือนทะเล เพรียงทราย และปลามากขึ้น ปริมาณไส้เดือนทะเล และเพรียงทรายที่ปูกินจะเพิ่มจากร้อยละ 13.1 เป็นร้อยละ 27 ส่วนปลาจะเพิ่มจากร้อยละ 2.2 เป็น ร้อยละ 10.3 เมื่อปูมีขนาดใหญ่ขึ้นปูจะมีก้ามแข็งแรง ว่องไว ง่ายต่อการจับเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ ในขณะเดียวกันปูขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในการย่อยอาหารที่มีขนาดใหญ่ดีกว่าปูขนาดเล็ก

6. อาร์ทีเมีย

อาร์ทีเมียหรือไรสีน้ำตาลหรือไรน้ำเค็ม (brine shrimp) เป็นสัตว์น้ำเค็มชนิดหนึ่งจัดอยู่ในจำพวกครัสเตเซีย (Crustacea) เช่นเดียวกันกับ กุ้ง กั้ง และปู แต่อาร์ทีเมียเป็นพวกที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว เป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลก เพราะนิยมนำเอาอาร์ทีเมียไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนจำพวกกุ้ง ปู และปลาชนิดต่างๆ อาร์ทีเมียมีอยู่หลายสายพันธุ์ด้วยกัน ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ อาร์ทีเมียที่ออกลูกเป็นตัวหรือออกลูกเป็นไข่แล้วฟักออกเป็นตัว จะให้ตัวอ่อนหรือเรียกอีกอย่างว่า "นอเพลียส" (nauplius) ที่มีลักษณะเหมือนกัน นอเพลียสหรือตัวอ่อนระยะแรกนี้เรียกว่า อินสตาร์ 1 (Instar 1) ซึ่งมีรูปร่างคล้ายลูกแพร์หรือรูปไข่ มีความยาวประมาณ 400-500 ไมครอน มีสีส้มแกมน้ำตาล เนื่องจากมีไข่แดงสะสมอยู่มาก ตัวอ่อนหรือนอเพลียสจะเป็นระยะอินสตาร์ 1 ประมาณ 12 ชั่วโมง มีการลอกคราบและเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 เรียกว่าอินสตาร์ 2 ซึ่งจะเริ่มกินอาหาร เจริญเติบโตและลอกคราบอีกประมาณ 15 ครั้ง ตัวอ่อนจะเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมเป็นระยะอินสตาร์ต่อ ๆไปใช้ระยะเวลา 7-15 วันก็จะเป็นอาร์ทีเมียตัวเต็มวัย (ภาพที่ 3) และอาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสำหรับการเลี้ยงลูกสัตว์น้ำเป็นอย่างยิ่ง (ตารางที่ 2 และ 3) (กองส่งเสริมประมง, 2553)



ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตของอาร์ทีเมียระยะต่างๆ

ที่มา : http://www.khonrakpla.com

ตารางที่ 1 อาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารสูง

อาร์ทีเมีย	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	คาร์โบไฮเดรต(%)	เถ้า (%)
ตัวอ่อน	8.8 - 52.2	4.5 - 18.9	4.8 - 14.8	4.6 - 9.7
ตัวเต็มวัย	5.6 - 56.4	5.0 - 11.8	4.4 - 12.1	6.3 - 17.4

ที่มา : http://www.nicaonline.com

ตารางที่ 2 อาร์ทีเมียมีขนาดที่เหมาะสม

อาร์ทีเมีย	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
ตัวอ่อน	0.4 - 0.52	0.14 - 0.18
ตัวเต็มวัย	7.0 - 15.0	3.0 - 4.0

ที่มา : http://www.nicaonline.com

7. การเพาะฟักไข่ปูม้า

การเพาะพันธุ์ปูม้าเพื่อให้ได้ลูกปูที่มีขนาดเหมาะสมและปริมาณเพียงพอที่จะขยายผลไปสู่การเลี้ยงในบ่อมีความสำคัญเป็นอันดับแรกในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปูม้าไปสู่ระดับอุตสาหกรรม ข้อได้เปรียบของปูม้าในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะพันธุ์มีดังนี้

พ่อแม่พันธุ์/แหล่งพันธุ์

- มีปูไข่นอกกระดองในธรรมชาติตลอดทั้งปี
- สามารถเลี้ยงให้ปูเพศเมียมีไข่นอกกระดองในบ่อดิน
- สามารถฟักไข่ปูจากตับปิ้งที่หักจากปูไข่นอกกระดอง
- ไข่ปูมีพัฒนาการค่อนข้างเร็ว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

ลูกปูวัยอ่อน

- พัฒนาการของลูกปูแต่ละระยะค่อนข้างเร็ว โดยมีการเจริญเติบโต 3 ระยะ คือ

  1. ระยะ Zoea
  2. ระยะ Megalope
  3. ระยะ First Crab (บรรจง, 2544)

8. การอนุบาลปูม้า

เนื่องจากโรงเรือนและอุปกรณ์ในการเพาะลูกปูม้าวัยอ่อนไม่แตกต่างกับการเพาะลูกกุ้ง-ลูกปลา ดังนั้น โรงเพาะฟักกุ้งและโรงฟักปลาที่มีอยู่จำนวนมากก็สามารถเปลี่ยนจากผลิตกุ้ง-ลูกปลาเป็นลูกปูได้ไม่ยาก อีกประการหนึ่ง เทคนิคการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อน คล้ายคลึงกับของปูทะเลและลูกกุ้ง ความเค็มที่ต้องการ 30 ppt.

- แสงสว่าง โดยปกติลูกปูวัยอ่อนจะว่ายน้ำเข้าหาแสงตั้งแต่เริ่มออกจากไข่ การจัดความเข้มของแสงให้กระจายอย่างเท่ากันในบ่อจะเป็นการช่วยลดการรวมกลุ่มของลูกปู ป้องกันการกินกันเองและลดความเครียดของลูกปูจะเป็นการช่วยเพิ่มอัตราการรอดตายของลูกปูวัยอ่อนได้

- ปริมาณความหนาแน่นของลูกปูวัยอ่อน

- อุณหภูมิ

- ปริมาณการให้ออกซิเจน โดยทั่วไปลูกปูในระยะตัวอ่อน 1 ตัวจะใช้ออกซิเจน 0.05-0.09 Ml/hour

- ปริมาณความหนาแน่นของอาหาร โดยทั่วไประดับความหนาแน่นของลูกปูที่น้อยกว่า 25 ตัว/200 มิลลิลิตร ลูกปู 1 ตัว จะกินอาหารพวกโรติเฟอร์ 2.5 ตัว ถ้าความหนาแน่นของลูกปูที่เลี้ยงในบ่อมีมากกว่า 25ตัว/200 มิลลิลิตร ลูกปู 1 ตัว จะกินอาหาร 5-6 ตัว (สุวดี, 2549)

8.1 ขั้นตอนการอนุบาลลูกปูม้า

อันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงคือ การเตรียมอาหาร อาหารที่ใช้คือ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิดคือ คลอเรลลาและคีโตเซอรอส ซึ่งคีโตเซอรอสจะให้ลูกปูกิน ส่วนคลอเรลลาจะใช้สำหรับการเพาะเลี้ยง แพลงก์ตอนสัตว์ เช่น โรติเฟอร์ไรน้ำกร่อย ไรแดงและอาร์ทีเมีย เพื่อใช้ในระหว่างขั้นตอนการอนุบาล ถ้าเป็นฟาร์มที่มีความพร้อม ควรเตรียมแพลงก์ตอนพวกนี้ไว้ก่อน เพราะยังไม่มีอาหารสำเร็จรูปสำหรับลูกปู

8.2 อาหารและการให้อาหารลูกปูวัยอ่อน

การให้อาหารปูม้าควรให้ในช่วงเวลา 17.00-19.00 น. เพราะเป็นช่วงที่อาหารในกระเพาะที่ปูกินในช่วงกลางวันถูกย่อยหมด ปูเริ่มหิวและเริ่มหากินตามธรรมชาติ การให้อาหารควรกระจายให้ทั่วบ่อ เพื่อให้ปูที่อยู่ในบ่อมีโอกาสกินอาหารทั่วถึง ปูกินอาหารช้า เมื่อได้เหยื่อแล้วจะพาเหยื่อกลับบริเวณที่อยู่อาศัยแล้วค่อยๆใช้ก้ามจับเหยื่อเข้าปาก เมื่ออิ่มแล้วปูจะหมกตัวในพื้นทราย หรือหลบซ่อนในกอหญ้าตามกอสาหร่ายทะเล หรือตามหลืบเสา ปูจะไม่หิวอาหารอีกจนกว่าอาหารที่อยู่ในกระเพาะจะถูกย่อยหมดซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง (ตารางที่ 7) (บรรจง, 2551)

ตารางที่ 3 อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปูระยะต่างๆ

ระยะ	อายุ (วัน)	อาหาร
ซูเอีย (Zoea)	1	คลอเรลลา (Chlorella sp.) หรือคีโตเซอรอส (Chaetoceros sp.)
	2-6	คลอเรลลาหรือคีโตเซอรอส+โรติเฟอร์
	7-12	คลอเรลลา+โรติเฟอร์+ไรน้ำกร่อย (Diaphanosoma sp.) หรือตัวอ่อนไรน้ำเค็ม (Artemia sp.)
เมกาโลปา (Megalopa)	13-16	คลอเรลลา+โรติเฟอร์+โคพีพอท (Copepod)
ลูกปู (young crab)	17-22	โคพิพอท+เนื้อปลาบด
	23-50	เนื้อปลาบด+ไรน้ำเค็มตัวเต็มวัย

ที่มา : http://www.khonrakpla.com

8.3 ปัญหาสำหรับการอนุบาลลูกปูในโรงเพาะฟักคือ

การกินกันเองลูกปูในระยะ megalopa และระยะ first crab ดังนั้นการนำลูกปูระยะ megalopa ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มกินปลาบดได้ลงเลี้ยงในบ่อดิน โดยลดอัตราความหนาแน่นเหลือ 100–200 ตัว/ตารางเมตร จะช่วยให้อัตราการรอดตายของลูกปูม้าสูงขึ้น ซึ่งการอนุบาลปูม้าในบ่อดินทำได้โดย เตรียมบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ปูพื้นบ่อด้วยอวนตาละเอียดสำหรับจับปู เตรียมน้ำในบ่อให้มีความสมบูรณ์ของแพลงก์ตอน ระดับน้ำสูง 1–1.2 เมตร ปล่อยลูกปูม้าระยะ megalopa ในอัตรา 40,000–80,000 ตัว/บ่อ เลี้ยงปูโดยใช้ปลาสดบดละเอียดให้อาหารวันละ 3 ครั้ง อนุบาลปูม้าเป็นระยะเวลา 15–20 วัน จะได้ลูกปูม้าขนาดความกว้าง 1.2–1.5 เซนติเมตรมีอัตราการรอดตาย 40-60% ลูกปูจากบ่อดินมีความแข็งแรงสูงสามารถนำไปเลี้ยงในบ่อดินได้ดี (Blog ความรู้ทางการเกษตร, 2553)

9.ไขมัน (Lipids)

ไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยกรดไขมันอิสระ ฟอสฟอลิปิด ไตรกลี เซอไรด์ น้ำมัน แวกซ์ และ สเตอรอล ไขมันเป็นแหล่งที่ให้พลังงานสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนัก เป็น ตัวนำวิตามินที่ละลายในไขมันไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย เป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมน และ เป็น แหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีสายคาร์บอนยาว 18-22 อะตอม และมีพันธะคู่ตั้งแต่ 1-6 คู่ กรดไขมันกลุ่มนี้มีจุดหลอมเหลวต่ำ ซึ่งจุดหลอมเหลวของไขมัน แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะคู่ ตำแหน่งของพันธะคู่ และจำนวนของคาร์บอนอะตอม ไขมัน ที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมจำนวนมากจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าไขมัน ที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมจำนวนน้อย ไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว หรือมีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุลจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวหรือไม่ มีพันธะคู่และจุดหลอมเหลวจะยิ่งต่ำลงตามจำนวนพันธะคู่ที่เพิ่มขึ้น (เวียง,2543) โดยทั่วไปกรด ไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและบางชนิดเป็นของเหลวที่จุดเยือกแข็ง เช่น กรดไขมันไลโนเลนิค (18:3n-3) มีจุดหลอมเหลวที่ -10 องศาเซลเซียส (แสดงในตารางที่ 4)

9.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งตามจำนวนพันธะคู่มี 2 ชนิด คือ

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

2. Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) คือกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้น ไป เช่น linoleic acid (18:2n-6), V-linolenic acid (18:3n-6) และ eicosapentaenoic acid (20:5n-3) กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 อะตอมขึ้นไป และจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 3 คู่ขึ้นไปจะ เรียกว่า highly unsaturated fatty acid (HUFA) โดยทั่วไปจะใช้เรียกกรดไขมันในกลุ่ม โอเมก้า -3 (W3 หรือ n-3) ซึ่งประกอบด้วย eicosapentaenoic acid (EPA ; 20:5n-3) และ docosahexaenoic acid (DHA ; 22:6n-3)

ตารางที่ 4 กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดต่างๆ

ชื่อ	สูตรโมเลกุล	สัญลักษณ์	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)
กรดปามิโตเลอิค (palmitoleic)	$C_{15}H_{29}COOH$	16:1n-7	0.5
กรดโอเลอิค (oleic)	$C_{17}H_{33}COOH$	18:1n-9	13.4
กรดไลโนเลอิค (linoleic)	$C_{17}H_{31}COOH$	18:2n-6	-5.0
กรดไลโนเลนิค (linolenic)	$C_{17}H_{29}COOH$	18:3n-3	-11.0
กรดอะราชิโดนิค (arachidonic; ArA)	$C_{20}H_{31}COOH$	20:4n-6	-49.5
กรดไอโคซะเพนตะอีโนอิค (ecosapentaenoic; EPA)	$C_{19}H_{31}COOH$	20:5n-3	-54.0
กรดโดโคซะเฮกซะอีโนอิค (docosahexaenoic; DHA)	$C_{21}H_{33}COOH$	22:6n-3	-44.0

ที่มา: อัคนิตย์ (2541)

9.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งตามตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนมี 3 กลุ่ม คือ

ก. กลุ่มโอเมก้า –3 (□3;n-3) เป็นกรดไขมันในกลุ่ม linolenate (linolenate series) มีตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนอยู่ที่คาร์บอนตัวที่ 3 ได้แก่ □-linolenic acid (18:3n-3) หรือ ALA ,eicosatrienoic acid (20:3n-3), eicosatetraenoic 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 น้ำมันที่ ได้จากสัตว์ทะเล (บุญล้อม,2542)

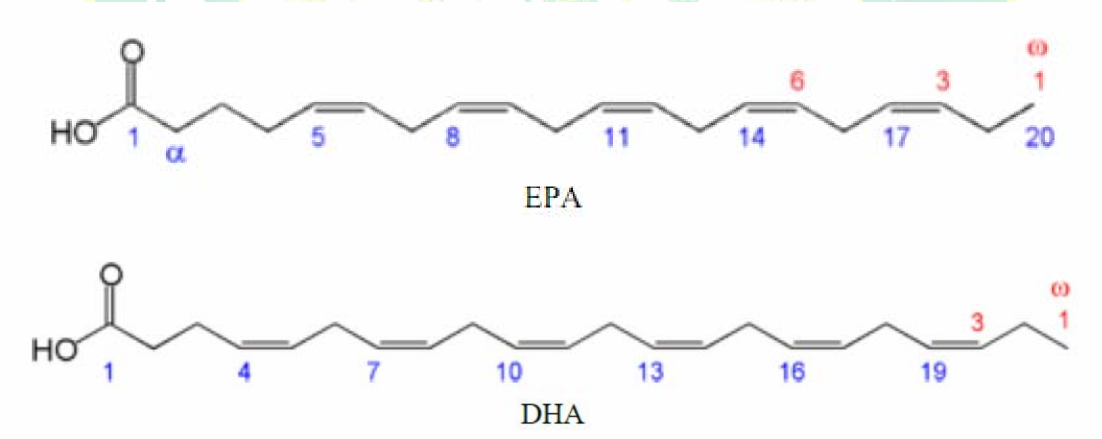
ข. กลุ่มโอเมก้า – 6 (□6;n-6) เป็นกรดไขมันในกลุ่ม linoleate (linoleate series) มีตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนอยู่ที่คาร์บอนตัวที่ 6 ได้แก่ linoleic acid (18:2n-6) หรือ LA, V-linolenic acid (18:3n-6) หรือ GLA, dihomo-V-linolenic acid (20:3n-6) หรือ DGLA, arachidonic acid (20:4n-6) หรือ ArA, adrenic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

ค. กลุ่มโอเมก้า – 9 (□9; n-9) เป็นกรดไขมันในกลุ่ม oleate (oleate series) มีตำแหน่งของพันธะคู่คู่แรกในสายคาร์บอนอยู่ที่คาร์บอนตัวที่ 9 ได้แก่ eicosatrienoic acid (20:3n-9) กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มนี้พบมากในสัตว์บก เช่น น้ำมันหมู น้ำมันวัว เป็นต้น

9.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Highly Unsaturated Fatty Acid; HUFA)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) เป็นกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 อะตอมขึ้นไปมีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 3 คู่ขึ้นไป และเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่มโอเมก้า -3Nettleton (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 เป็นกรดไขมันที่มีคาร์บอน 22 อะตอม และมีพันธะคู่ 6 พันธะที่ตำแหน่ง 4, 7, 10, 13, 16 และ 19 เมื่อนับจากปลายด้านคาร์บอกซิล (ภาพที่ 5) 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)

9.4 โครงสร้างทางเคมีของ EPA และ DHA



ภาพที่ 4 โครงสร้างทางเคมีของ EPA และ DHA

ที่มา : http://en.wikipedia.orgacid.

9.5 บทบาทของ EPA และ DHA ต่อสัตว์น้ำ

วีระพงศ์ (2536) ได้กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ของกรดไขมันที่พบในไขมัน กล่าวคือ ไขมัน (lipid) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ (biomembrane) ของปลา ประกอบด้วยไขมัน 2 ชั้นที่มีโปรตีนแทรกอยู่ภายในและมีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ไขมันที่พบในเยื่อเซลล์ส่วนใหญ่เป็นฟอสโฟไลปิดซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (PUFA) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสจึงทำให้เนื้อเยื่อของปลา

ยืดหยุ่นได้ดีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 มีความไม่อิ่มตัวมากที่สุดโดยเฉพาะ EPA (20:5n-3) และ DHA (22:6n-3) สะสมอยู่ในปริมาณมากกว่ากรดไขมันชนิดอื่นๆแสดงให้เห็นว่า EPA และ DHA เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อเยื่อปลา จึงทำให้เนื้อเยื่อยืดหยุ่นได้มากที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ปลาทุกชนิดมีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 อยู่ในเนื้อเยื่อมากกว่าโอเมก้า 6 เนื่องจากปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นอาศัยในอุณหภูมิต่ำ ต้องการยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อขณะว่ายน้ำ

ศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะนอเพลียส (nauplius) ถึง ระยะไมซีส 3 (mysis) ด้วยอาหารเสริมน้ำมันตับปลา และเปรียบเทียบกับอาหารมีชีวิต พบว่าปริมาณ กรดไขมัน n-3 HUFA ในอาหาร โดยการเสริมกรดไขมันในอาหารผงสำเร็จรูป สามารถเพิ่มความทนทานของลูกกุ้งต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป และพบกรดไขมันที่จำเป็นชนิด n-3 HUFA โดยเฉพาะกรดไขมัน eicosapentaenoic acid (EPA; 20:5n-3) สูงกว่า docosahexaenoic acid (DHA; 22:6n-3) ในอาร์ทีเมียวัยอ่อน (สุพิศ และคณะ, 2538)

ศึกษาอัตรารอดและการเจริญเติบโต ของปลา striped bass วัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมัน EPA และ DHA พบว่าลูกปลาที่ได้รับอาร์ทีเมียเสริม HUFA ในระดับกลางคือ 11.34 เปอร์เซ็นต์ HUFA (8.24 เปอร์เซ็นต์ EPA และ 3.1 เปอร์เซ็นต์ DHA) และ HUFA ในระดับสูงคือ 21.8 เปอร์เซ็นต์ HUFA (12.48 เปอร์เซ็นต์ EPA และ 9.36 เปอร์เซ็นต์ DHA) มีอัตรารอด 64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกปลาที่ได้รับอาร์ทีเมียที่มีการเสริม HUFA ในระดับต่ำ 2.6 เปอร์เซ็นต์ HUFA (2.6 เปอร์เซ็นต์ EPA) และอาร์ทีเมียที่ไม่เสริม HUFA มีอัตรารอด 23 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเจริญเติบโตของลูกปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมันในระดับกลางและระดับสูงไม่แตกต่างกัน แต่มีการเติบโตดีกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมันในระดับต่ำและไม่เสริมกรดไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการเพิ่มระดับของ HUFA ไม่มีผลช่วยให้อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาเพิ่มขึ้น ดังนั้น HUFA ในระดับกลางก็เพียงพอที่ช่วยให้อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาเพิ่มขึ้น (Lemm and Lemarie, 1991)

การทดลองหาความต้องการกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid; EFA) ของลูกปลา striped bass และปลา palmetto bass ที่เพิ่งฟัก โดยให้ลูกปลาทั้ง 2 ชนิด กินอาร์ทีเมียที่เสริมอาหารต่างกัน คือ อาร์ทีเมียชุดควบคุมเสริม HUFA ที่มีปริมาณต่ำ 0.2-3.5 เปอร์เซ็นต์ อาร์ทีเมียชุดที่ 2 ได้รับน้ำมันข้าวโพด ซึ่งมีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 6 (n-6) และ อาร์ทีเมียชุดที่ 3 ได้รับ EPA และ DHA จากผลการทดลองพบว่าลูกปลา palmetto bass มีขนาดไม่ แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง ส่วนลูกปลา striped bass ชุดที่กินอาร์ทีเมียเสริม EPA และDHA มีขนาดของลำตัวใหญ่กว่าลูกปลาที่กินอาร์ทีเมียเสริม HUFA ต่ำ และน้ำมันข้าวโพด สำหรับการพัฒนารูปร่าง (metamorphosis) ของ

ลูกปลาทิ้ง 2 ชนิดจากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น พบว่าลูกปลาชุดควบคุมและลูกปลาที่กินอาร์ทีเมียเสริมน้ำมันข้าวโพด แสดงอาการขาดกรดไขมันที่จำเป็น (EFA deficiency syndrome) และมีอัตราการตายสูงถึง 85-99 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ลูกปลาที่กินอาร์ทีเมียเสริม EPA และ DHA มีอัตรารอดถึง 80 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่ากรดไขมันที่ไม่ อิ่มตัวสูงโดยเฉพาะกลุ่มของ 20:5n-3 และ 22:6n-3 มีความสำคัญอย่างมากต่ออัตรารอด การเจริญเติบโต และการพัฒนาของตัวอ่อนของลูกปลา striped bass และลูกปลา palmetto bass (Tuner and Harrell, 1992)

สุธีวัฒน์ และคณะ (2539) ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 1 ที่ได้รับอาหารเสริมกรดไขมันที่แตกต่างกันด้วยวิธี osmotic stress ที่ความเค็ม 3 ระดับ คือ 10 และ 25 ppt เปรียบเทียบกับความเค็มปกติ 30 ppt และทดสอบ chemical stress ด้วยฟอร์มาลิน 100 ppm โดยให้อาร์ทีเมียเสริมอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ อาหารเหลวสำเร็จรูปที่ประกอบด้วยกรด ไขมัน DHA และกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง (nutria-pack) และน้ำรำ เปรียบเทียบกับอาร์ทีเมียที่ไม่มีการเสริมอาหารเป็นชุดควบคุม จากการศึกษาพบว่า ความยาวของลูกกุ้งชุดควบคุมมีค่าน้อยกว่า แต่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากกว่าลูกกุ้งที่กินอาร์ทีเมียเสริมอาหารทั้งสองชนิด ลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม nutri–pack มีอัตรารอดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมน้ำรำมีอัตรารอด 93.54 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมมีอัตรารอด 88.46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดสอบความแข็งแรง (stress test) ของลูกกุ้งด้วยฟอร์มาลิน 100 ppm และความเค็ม 2 ระดับ คือ 10 และ 25 ppt ในเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม nutri–pack มีจำนวนลูกกุ้งที่อ่อนเพลียและ ตายน้อยกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมน้ำรำ และลูกกุ้งในชุดควบคุม จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า กรดไขมัน n-3 HUFA สามารถเพิ่มความต้านทานของลูกกุ้งต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้

ทาริกา (2543) ศึกษาผลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง W-3HUFA ต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำ โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสม HUFA ในอัตรา 5 และ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 15 เปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่เสริม HUFA ในถังจุน้ำ 700 ลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกกุ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าอาหารเสริม HUFA 10 มิลลิลิตร ให้น้ำหนักและอัตรารอด ของกุ้งดีกว่าอาหารเสริม HUFA 5 มิลลิลิตร และอาหารที่ไม่เสริม HUFA ตามลำดับ เมื่อนำอาหารที่เสริม HUFA 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มาเลี้ยงกุ้งในบ่อดินเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่เสริม HUFA เป็นเวลา 120 วัน ปรากฏว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม HUFA มีการเจริญเติบโตอัตราการรอดตาย และให้ผลผลิตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เสริม HUFA แต่จากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปปริมาณที่เหมาะสมของ HUFA ที่ใช้เสริมในอาหารได้

Leger and Sorgeloose (1992) รายงานว่าอาหารที่ลูกกุ้งวัยอ่อนได้รับจากโรงเพาะฟักมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว n-3 HUFA น้อย ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัว n-3 HUFA เป็นกรดไขมันที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) การรักษาสมดุลของน้ำและเกลือในร่างกาย (osmoregulation) การสังเคราะห์ prostaglandin ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับกระบวน การทางชีวภาพ เช่น การหดและขยายตัวของกล้ามเนื้อเรียบ การขยายตัวของเส้นเลือด และการควบคุมการทำงานของระบบ osmoregulation นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้ดีขึ้น

Rees *et al*. (1994) ศึกษาปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (highly unsaturated fatty acid; HUFA) ที่จำเป็นสำหรับกุ้งกุลาดำ โดยการเสริม HUFA ให้อาร์ทีเมียในอัตรา 100, 200, 300 และ400 ppm เป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนนำไปอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 5 จนถึงระยะโพสลาร์วา 15 ปรากฏว่าปริมาณ HUFA ในอาร์ทีเมียเพิ่มขึ้นจาก 2.65 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) เป็น 5.30, 12.55, 22.35 และ 31.20 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 100 ppm มีการเจริญเติบโตดีไม่แตกต่างจากกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 200 ppm แต่เจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มอื่น กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 200 ppm มีอัตรารอดสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 100 ppm ส่วนกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 300 ppm มีอัตรารอดสูงแต่เจริญเติบโตช้า และกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 400 ppm มีการเจริญเติบโตช้าและอัตรารอดตายต่ำ จากผลการศึกษาสรุปว่า กุ้งเจริญเติบโตดีและมีอัตรารอดสูงเมื่อเลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 200 ppm ซึ่งมีปริมาณ HUFA 12.55 มิลลิกรัมต่อกรัม

González-Félix *et al*. (2002) ศึกษาผลของกรดไขมันที่ระดับต่างกันต่อความต้องการกรดไขมันจำเป็นของกุ้งขาวแวนนาไมระยะ juvenile แบ่งการทดลองตามระดับของกรดไขมันที่ผสมในอาหาร 3 ระดับคือ 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีระดับของ n-3 HUFA3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด พบว่าปริมาณที่น้อยที่สุดของ n-3HUFA ที่กุ้งขาวต้องการในอาหารเท่ากับ 0.5เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และปริมาณของ n-3 HUFA 2.0 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมดในอาหารทำให้กุ้งขาวมีการเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้ระดับของกรดไขมันมีผลต่อการสะสมไขมันในร่างกายกุ้งซึ่งพบว่ากุ้งมีการสะสมไขมันที่ตับและตับอ่อน (hepatopancreas) และกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น แต่การสะสมไขมันในร่างกายกุ้งไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง

Palacios *et al*. (2004) รายงานว่ากุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 20 ที่ได้รับอาหารผสม HUFA มีการแตกสาขาและพื้นที่ผิวของเหงือกเพิ่มขึ้นมากกว่ากุ้งที่ไม่ได้รับ HUFA ซึ่งการมีพื้นที่ผิวของเหงือกมากขึ้นช่วยในการขนส่งอิออนและการทำงานของเอนไซม์ Na+/K+–

ATPase pump ในการแลกเปลี่ยนอิออน รวมทั้งควบคุมการผ่านเข้าและออกนอกเซลล์ของน้ำหรือช่วยรักษาปริมาณน้ำในร่างกายให้อยู่ในสภาวะปกติ ทำให้กุ้งมีความต้านทานต่อความเครียดโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดี

บัณฑิต (2545) ได้ศึกษาการเพิ่มระดับกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 ในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) โดยการใช้น้ำมันปลาทูน่าที่ระดับต่าง ๆ กัน ทดลองในปลานิลขนาด เริ่มต้นเฉลี่ย 105.73+4.49 กรัม /ตัวด้วยอาหารที่มีโปรตีน 30+1.0 เปอร์เซ็นต์โปรตีน และพลังงานย่อยได้ 3100+100 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ที่ใช้น้ำมันปลาทูน่าที่ระดับ 0, 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วัน พบว่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 0.90+0.38, 1.63+0.30, 0.83+0.13 และ 1.37+0.25 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ โดยปลานิล ที่ได้รับอาหารที่ใช้น้ำมันปลาทูน่าที่ระดับ 3 และ 9 เปอร์เซ็นต์มีการเจริญเติบโตดีกว่า ($p<0.05$) ปลานิล ในกลุ่มอื่น ๆ ส่วนอัตรารอด อัตราการกินอาหารอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพของ โปรตีนมีค่าใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มการทดลอง ($p>0.05$) การสะสมกรดไขมันในเนื้อปลานิลที่ได้รับอาหาร ที่ใช้น้ำมันปลาทูน่า ที่ระดับ 0, 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณกรดไขมัน EPA มีค่า 0.14+0.03,0.19+0.04, 0.28+0.04 และ 0.36+0.05 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ กรดไขมัน DHA มีค่า 2.93+0.06, 3.40+0.24, 4.15+0.25 และ 4.62+0.13 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งระดับการสะสมปริมาณกรดไขมัน EPA, DHA และกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 มีค่าเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ตามระดับการใช้น้ำมันปลาทูน่าที่เพิ่มขึ้นในอาหารในด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคมีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) ดังนั้นการใช้น้ำมันปลาทูน่าที่ระดับ 9 เปอร์เซ็นต์ในอาหารปลานิลให้ผลดีทั้งในแง่การเติบโตและการเพิ่มระดับกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 ในปลานิล

โกวิทย์ และคณะ (มปป) ได้ทดลองอนุบาลลูกปลาช่อนทะเล *Rachycentron canadum* วัยอ่อนอายุ 8-40 วัน ขนาดยาว 0.76 +0.11 เซนติเมตร น้ำหนัก 2.40+1.50 มิลลิกรัม ได้จากการเพาะพันธุ์โดยให้ปลาวางไข่ตามธรรมชาติ ณ ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งพังงา เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2544 แยกเป็น 2 การทดลอง คือการทดลองที่ 1 อนุบาลในน้ำทะเลระดับความเค็มต่างกัน 4 ระดับคือ 15, 20, 25 และ 30 ppt ใช้อาหารมีชีวิตคือโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียที่เสริมน้ำมันในรูปอิมัลชั่นที่ผสมกรดไขมันไม่อิ่มตัว n3-HUFA ที่มีขายในท้องตลาด ผสม 5% ของปริมาตรน้ำเลี้ยงอาหารมีชีวิต และการทดลองที่ 2 ใช้อาหารใส่น้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว n3-HUFA ดังกล่าว ในระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 1, 5, 10 และ 15% ของปริมาตรน้ำเลี้ยงอาหารมีชีวิตเทียบกับชุดไม่ใส่น้ำมัน เพื่อหาปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมในการใช้เสริมอาหารอนุบาลลูกปลาช่อนทะเลวัยอ่อน ผลการทดลองที่ 1 พบว่า ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาที่เลี้ยงในความเค็มต่างๆไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อัตรา รอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) คือ

ในความเค็ม 20 ppt มีอัตรารอดสูงสุด คือ 47.67+11.06 % ไม่ต่างกับลูกปลาใน 25 ppt แต่ต่างกับลูกปลาในความเค็ม 30 ppt ซึ่งต่ำสุด คือ15.00+12.00 % ไม่ต่างกันลูกปลาในความเค็ม 15 ppt สำหรับผลการทดลองที่ 2 ให้อาหารเสริมน้ำมันไขมัน 10% ให้การเจริญเติบโตด้านน้ำ หนักสูงสุด คือ 0.56+0.09 กรัม ไม่ต่างกับชุดที่ให้อาหารเสริมน้ำมัน 5 % และ 15 % แต่แตกต่าง ($p<0.05$) กับชุดที่เสริมน้ำมัน 1% และไม่เสริมน้ำมัน สำหรับการเจริญเติบโตด้านความยาวไม่มีความแตกต่างกัน อัตรารอดของลูกปลาในชุดที่ให้อาหารเสริมน้ำมัน 5 % สูงสุดคือ 24.0+13.0 % และแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดที่ให้อาหารเสริมน้ำมัน 1% และไม่เสริมน้ำมัน ชุดที่ให้อาหารเสริมน้ำมัน 5%, 10% และ 15% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) จากผลการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่าควรอนุบาลลูกปลาช่อนทะเลวัยอ่อน อายุ 8-40 วัน โดยใช้ความเค็ม 20–25 ppt และให้อาหารมีชีวิตเสริมน้ำมันในรูปอิมัลชั่นที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่ม n3- HUFA 450 มิลลิกรัม/กรัม ในอัตรา 5 % ของปริมาตรน้ำเลี้ยง ข้อมูลจากการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อการเพาะพันธุ์เชิงพาณิชย์ในอนาคตได้

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

เวลาและสถานที่

1. เวลาที่ใช้ในการวิจัย

- ศึกษาข้อมูลและวางแผนการปฏิบัติงานในเดือนเมษายน-สิงหาคม 2555
- เตรียมอุปกรณ์ ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2555 (ตารางที่ 5)

2. เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและเขียนรายงาน

- เริ่มดำเนินการตั้งแต่กันยายน–ธันวาคม 2555 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี 2555												ปี 2556	
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
- ส่งชื่อเรื่อง				↔										
- ศึกษาข้อมูล				↔	↔	↔	↔	↔	↔					
-เตรียมการทดลอง								↔	↔					
-ดำเนินการศึกษาทดลอง									↔	↔				
-วิเคราะห์ข้อมูล											↔			
-เขียนรายงาน												↔	↔	↔

3. สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการทางทะเล มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

4. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

4.1. อุปกรณ์

- ถังขนาด 35 x 50x 35 เซนติเมตร จุน้ำ 61.25 ลิตร จำนวน 12 ใบ (ใส่น้ำ 30 ลิตร)
- ลูกปูม้าระยะ megalopa จำนวน 3,600 ตัว
- อาร์ทีเมียอายุ 1-2 วัน
- เครื่องให้อากาศ จำนวน 1 เครื่อง
- หัวทราย จำนวน 12 หัว
- น้ำมันปลา
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง
- เครื่องนับเลข จำนวน 1 เครื่อง
- สวิงตาขนาด 20 ไมครอน จำนวน 1 อัน
- ถังสำหรับให้อาหารจำนวน 3 ใบ
- แก้วสำหรับตักดูลูกปูม้า จำนวน 1 ใบ
- ไฟฉาย จำนวน 1 กระบอก
- ถ้วยตวงปริมาณ 1 ใบ
- เครื่องวัดความเค็มน้ำโดยใช้การหักเหของแสง (Reflectosalino meter) จำนวน 1 เครื่อง
- ชุดตรวจคุณภาพน้ำ (test kid)
- ตารางบันทึกข้อมูล
- ไม้บรรทัด
- เครื่องปั่นน้ำผลไม้ จำนวน 1 เครื่อง
- ถังขนาดจุน้ำ 10 ลิตร 6 ใบ
- ถ้วยพลาสติกขนาดจุน้ำ 500 มิลลิลิตร 24 ใบ
- แก้วขนาดเล็ก ขนาดจุน้ำ 50 มิลลิลิตร จำวนวน 12 ใบ
- ถาดพลาสติก 1 ใบ
- กระบอกฉีดยาและเข็ม 1 ชุด
- ช้อนพลาสติกขนาดเล็ก จำวนวน 1 อัน
- กระติกน้ำพลาสติก 1 ใบ
- น้ำแข็ง
- กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 1 เครื่อง

- จานเพาะเชื้อ จำนวน 3 ใบ
- เข็มเขี่ยเชื้อ จำนวน 1 อัน
- ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน

4.2. วิธีการดำเนินงาน

4.2.1 การดำเนินการทดลอง

การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย ประกอบด้วย

4.2.1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยแบ่งเป็น 4 ชุดทดลอง (treatment) ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (replication)

4.2.1.2 การเตรียมน้ำทดลอง

สูบน้ำทะเลผ่านถุงกรองขนาด 1 ไมครอนใส่ถังขนาดความจุ 200 ลิตร จำนวน 4 ถัง พร้อมทั้งให้อากาศตลอดเวลา

จากนั้นนำน้ำที่เตรียมไว้ใส่ลงถังทดลองจำนวน 12 ถัง ถังละ 30 ลิตร ให้อากาศด้วยหัวทรายที่มีขนาดเดียวกัน ถังละ 1 หัว โดยกำหนดคุณภาพน้ำเริ่มต้นดังนี้

- ค่าความเค็มเริ่มต้นที่ 25 ppt
- ค่า pH เริ่มต้นที่ 8
- ค่าออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 4 ppm
- ค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28-33 องศาเซลเซียส

4.2.1.3 การเตรียมสัตว์ทดลอง

1. เตรียมลูกปูม้าระยะ megalopa จำนวน 3,600 ตัว ในถังขนาดน้ำ 50 ลิตร
2. วัดคุณภาพน้ำ ดังนี้

2.1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ โดยใช้เครื่องวัดค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำรุ่น Instruction Manual DO 110 Hand-held Dissolved Oxygen Meter with RS 232C

2.2. วัดอุณหภูมิของน้ำในถังเลี้ยงวัดด้วยเครื่องวัดค่าอุณหภูมิรุ่น Instruction Manual DO 110 Hand-held Dissolved Oxygen Meter with RS 232C

2.3. วัดความเค็มของน้ำในถังเลี้ยงโดยใช้การหักเหของแสง (Reflectosalino meter)

2.4. ค่าความเป็นกรด-ด่างวัดด้วยเครื่องวัด pH meter Index รุ่น ID 1000

2.5. ค่าความเป็นด่างโดยใช้ test kit : Alkalinity Hydro

2.6. ค่าแอมโมเนีย โดยใช้ test kit : Ammonium test kit U test

2.7. ค่า Nitrite โดยใช้ test kit : Sona Nitrite Test

3. ลดน้ำในถังลูกปูม้าให้เหลือ 20 ลิตร ทำการสุ่มนับลูกปูม้าด้วยวิธีของ วารินทร์ (2547)

4. ปล่อยลูกปูม้าลงถังที่เตรียมไว้ ถังละ 300 ตัว จำนวน 12 ถัง (อัตรา 10 ตัวต่อน้ำ 1 ลิตร) โดยมีคุณภาพน้ำเริ่มต้น ดังนี้

- วัดค่าความเป็นกรด -ด่าง (pH) 8
- วัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ไม่ต่ำกว่า 4 ppm
- วัดค่าความเค็มของน้ำ 25 ppt
- วัดค่าอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

4.2.1.4 การเตรียมและการให้อาหาร

ขั้นตอนการเตรียมอาหาร

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียอายุ 1-2 วัน เป็นอาหารแก่ลูกปูม้า ใช้เป็นกลุ่มควบคุม

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาร์ทีเมียอายุ 1-2 วัน ที่เพิ่มคุณค่าอาหาร (enrichment) ด้วยน้ำมันปลาในอัตราส่วนความเข้มข้น 100 ppm หรือ 0.1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาร์ทีเมียอายุ 1-2 วัน ที่เพิ่มคุณค่าอาหาร (enrichment) ด้วยน้ำมันปลาในอัตราส่วนความเข้มข้น 200 ppm หรือ 02.มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาร์ทีเมียอายุ 1-2 วัน ที่เพิ่มคุณค่าอาหาร (enrichment) ด้วยน้ำมันปลาในอัตราส่วนความเข้มข้น 300 ppm หรือ 0.3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร

โดยทุกหน่วยทดลองให้อาร์ทีเมีย อายุ 1-2 วัน ในอัตราส่วน 120 ตัว ต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร

ขั้นตอนการให้อาหาร

1. นำอาหารที่ผ่านการเตรียมให้ลูกปูม้ากินจนอิ่ม

2. แบ่งระยะเวลาในการให้ เป็น 3 มื้อต่อวัน คือ 7.00 น. , 12.00 น. และ 17.00 น. โดยเลี้ยงลูกปูม้าระยะ Megalopa ถึง ระยะ First crab เป็นเวลาทั้งสิ้น 7 วันจึงสิ้นสุดการทดลอง

4.2.1.5 การเพิ่มคุณค่าอาหาร

เพิ่มคุณค่าอาหาร (enrichment) แก่อาร์ทีเมียอายุ 1-2 วัน ด้วยน้ำมันปลา ตามอัตราส่วนความเข้มข้นในแผนการทดลอง โดยการปั่นน้ำมันผสมกับน้ำใช้เวลา 5 นาที จนเข้ากัน หลังจากนั้นนำอาร์ทีเมีย มาแช่ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำอาร์ทีเมียไปล้างให้สะอาดและแช่ในน้ำแข็งเป็นเวลา 30 นาที เพื่อหยุดการเคลื่อนไหวของอาร์ทีเมียนำไปเลี้ยงปูม้า ระยะ megalopa จนถึง ระยะ fist crab ตามขั้นตอนการให้อาหารแต่ละชุดการทดลอง และมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำในตู้เลี้ยง 2 วันต่อ 1 ครั้ง

4.2.2 การเก็บข้อมูล

สำหรับการศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในระยะ megalopa ถึง ระยะ first crab โดยเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย มีการเก็บข้อมูลดังนี้

4.2.2.1 การเก็บข้อมูลสัตว์น้ำตัวอย่างก่อนการทดลอง

- สุ่มวัดความกว้างกระดองของลูกปูม้าระยะ megalopa 10 เปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยทดลอง
- สุ่มวัดความยาวกระดองของลูกปูม้าระยะ megalopa 10 เปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยทดลอง
- นับจำนวนก่อนปล่อยลูกปูม้าลงเลี้ยงโดยใช้ 300 ตัว แต่ละหน่วยทดลอง

4.2.2.2 การเก็บข้อมูลสัตว์น้ำตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

- วัดความกว้างกระดองของลูกปูม้าระยะ first crab ทั้งหมดของแต่ละหน่วยทดลอง
- วัดความยาวกระดองของลูกปูม้าระยะ first crab ทั้งหมดของแต่ละหน่วยทดลอง
- นับจำนวนลูกปูม้าที่เหลือ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจำนวนปูม้าที่รอดตายและการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มาวิเคราะห์หาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโต/วัน ด้วยการวัดความกว้างกระดองของลูกปูม้า (Daily Width Gain) หน่วย มิลลิเมตร/วัน และวัดความยาวกระดองของลูกปูม้า (Daily Length Gain) หน่วย มิลลิเมตร/วัน โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

5.1 อัตราการรอดตาย (Survival Rate) เป็นเปอร์เซ็นต์ ใช้สูตร

$$\frac{\text{จำนวนลูกปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนลูกปูม้าเมื่อเริ่มต้นเลี้ยง}} \times 100$$

5.2. การเจริญเติบโต/วันด้วยการวัดความกว้างกระดองของลูกปูม้า (Daily Width Gain) หน่วย มิลลิเมตร/วัน

โดยใช้สูตร $\frac{W2 - W1}{T}$

เมื่อ W_1 = ความกว้างกระดองของลูกปูม้าเริ่มต้น (มิลลิเมตร)

W_2 = ความกว้างกระดองของลูกปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิเมตร)

T = เวลาที่เลี้ยง (วัน)

5.3 การเจริญเติบโต/วัน ด้วยการวัดความยาวกระดองของลูกปูม้า (Daily Length Gain) หน่วย มิลลิเมตร/วัน

โดยใช้สูตร $\frac{L2-L1}{T}$

เมื่อ L_1 = ความยาวกระดองของลูกปูม้าเริ่มต้น (มิลลิเมตร)

L_2 = ความยาวกระดองของลูกปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิเมตร)

T = เวลาที่เลี้ยง (วัน)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance :ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test :DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics 6

บทที่ 4 การวิจัยและผลวิจารณ์

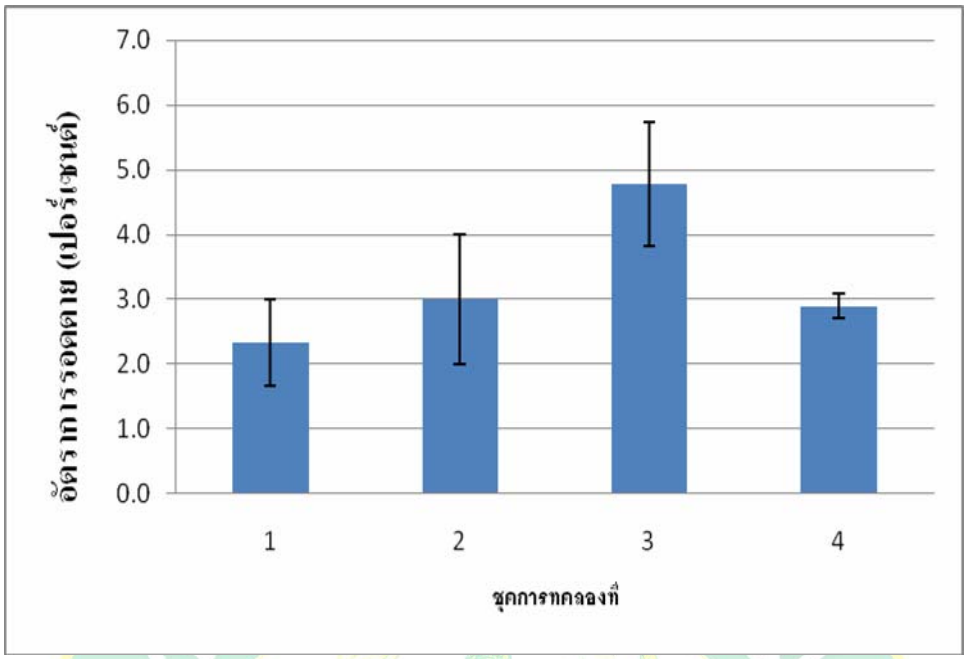
การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย จำนวน 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วยชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียแรกฟัก (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักที่ถูกเพิ่มคุณค่าอาหาร (enrichment) ด้วยน้ำมันปลาในอัตราความเข้มข้น 100, 200 และ 300 ppm. ตามลำดับ โดยใช้ลูกปูม้าที่มีขนาดความกว้างเฉลี่ยของกระดอง เท่ากับ 0.512 ±0.062 มิลลิเมตร และความยาวเฉลี่ยของลำตัว เท่ากับ 0.795±0.335 มิลลิเมตร จำนวน 3,600 ตัว

พบว่าลูกปูม้าในชุดการทดลองที่ 3 มีอัตราการรอดตายสูงสุด เท่ากับ 5.33 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 4.778 ±0.962 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยชุดการทดลองที่ 2, 4 และ 1 มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 3.000±1.000, 2.889±0.192 และ 2.333±0.667 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6 ภาพที่ 5)

ตารางที่ 6 อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	การเจริญเติบโตของลูกปูม้า (มิลลิเมตร)	
		ความกว้างของกระดอง	ความยาวของกระดอง
1 อาร์ทีเมียแรกฟัก (ชุดควบคุม)	2.333±0.667[b]	3.014±1.058[a]	2.361±0.278[a]
2 อาร์ทีเมียแรกฟักเสริมน้ำมันปลา ความเข้มข้น 100 ppm	3.000±1.000[b]	3.384±0.739[a]	2.699±0.282[a]
3 อาร์ทีเมียแรกฟักเสริมน้ำมันปลา ความเข้มข้น 200 ppm	4.778±0.962[a]	2.944±0.110[ab]	2.413±0.076[a]
4 อาร์ทีเมียแรกฟักเสริมน้ำมันปลา ความเข้มข้น 300 ppm	2.889±0.192[b]	2.433±0.803[b]	1.914±0.198[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนดด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

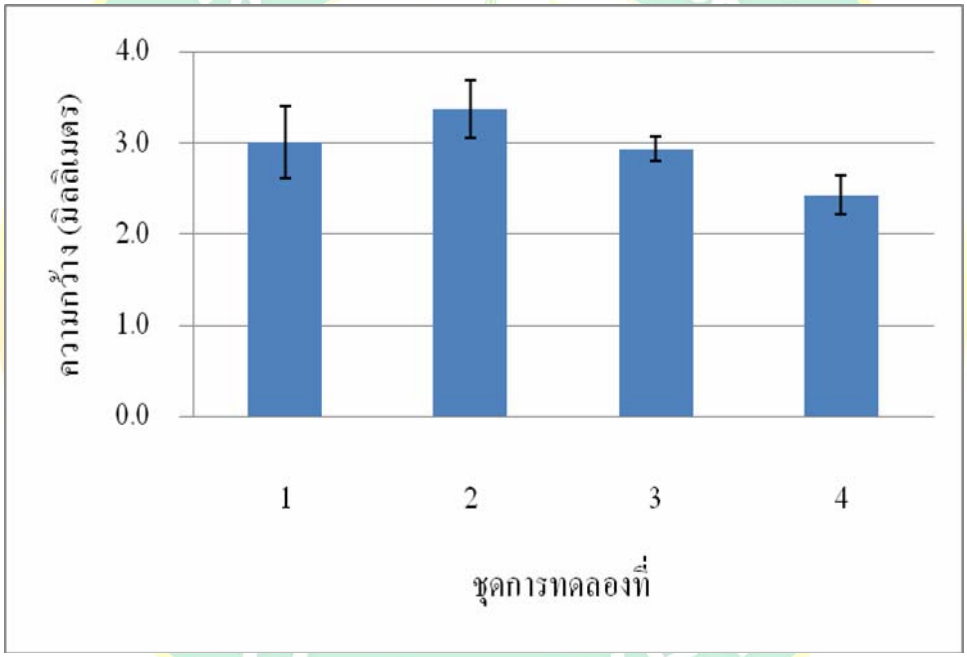


ภาพที่ 5 อัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ซึ่งสอดคล้องกับ Rees *et al*. (1994) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (highly unsaturated fatty acid; HUFA) ที่จำเป็นสำหรับกุ้งกุลาดำ โดยการเสริม HUFA ให้อาร์ทีเมียในอัตรา 100, 200, 300 และ 400 ppm เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 5 จนถึงระยะโพสลาร์วา 15 ปรากฏว่าปริมาณ HUFA ในอาร์ทีเมียเพิ่มขึ้นจาก 2.65 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) เป็น 5.30, 12.55, 22.35 และ 31.20 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ โดยกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 200 ppm มีอัตรารอดสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 100 ppm ในด้านของการเจริญเติบโตกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 100 ppm มีการเจริญเติบโตดีไม่แตกต่างจากกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 200 ppm แต่เจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มอื่น ส่วนกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 300 ppm มีอัตรารอดสูงแต่เจริญเติบโตช้า สำหรับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 400 ppm มีการเจริญเติบโตช้าและอัตรารอดตายต่ำ จากผลการศึกษาสรุปว่า กุ้งเจริญเติบโตดีและมีอัตรารอดสูงเมื่อเลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริม HUFA 200 ppm ซึ่งมีปริมาณ HUFA ในอาร์ทีเมีย 12.55 มิลลิกรัมต่อกรัม นอกจากนี้ Rees *et al*, (1994b) รายงานว่าการทดลองเพิ่มคุณค่า n-3 HUFA ในอาร์ทีเมียแล้วนำไปให้ลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 5 กินติดต่อกัน จากนั้นนำลูกกุ้งไปทดสอบความทนทานต่อความเค็มระดับต่างๆ พบว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับ n-3 HUFA ที่สูง มีความทนทานต่อสภาพที่ทำให้เกิดความเครียดและมีอัตราการรอดตายสูงขึ้นด้วย รวมทั้ง ทาริกา, (2543) ที่ศึกษาผลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงW-3HUFA ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำ โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสม HUFA ในอัตรา 5 และ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 15 เปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่เสริม

HUFA ในด้านของการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้งมีแนวโน้มว่าอาหารที่เสริม HUFA ให้น้ำหนักและอัตรารอดของกุ้งดีกว่า อาหารที่ไม่เสริม HUFA และพบว่าจากผลการทดลองในครั้งนี้ มีอัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะ first crab มากกว่าการศึกษาของ วุฒิชัยและคณะ (2552) ที่นำลูกปูม้าที่ได้จากแม่พันธุ์ในบ่อดินและแหล่งน้ำธรรมชาติมาอนุบาล พบว่า มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าระยะ first crab เท่ากับ 0.15±0.06% และ 0.10±0.06%

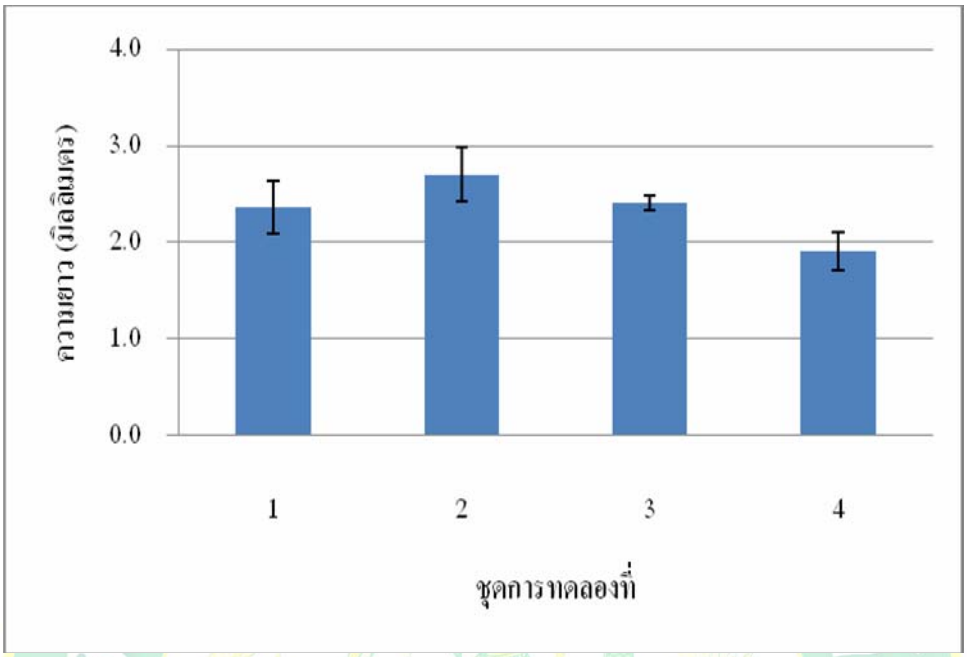
การเจริญเติบโตของลูกปูม้าในด้านความกว้างเฉลี่ยของกระดอง พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีความกว้างเฉลี่ยของกระดองสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.384±0.739 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 1, 3 และ 4 มีความกว้างเฉลี่ยของกระดองเท่ากับ 3.014±1.058, 2.944±0.110 และ 2.433±0.803 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 6 ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ความกว้างเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้า ระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

สำหรับการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในด้านความยาวเฉลี่ยของกระดอง พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีความยาวเฉลี่ยของกระดองมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.699±0.282 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 3 และ 1 มีความยาวเฉลี่ยของกระดอง เท่ากับ 2.413±0.076, 2.361 ±0.278 ตามลำดับ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการทดลองที่ 4 ที่มีค่าความยาวเฉลี่ยของกระดองเท่ากับ 1.914±0.198 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6 ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ความยาวเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้า ระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ซึ่งสอดคล้อง González-Félix *et al.* (2002) ที่ได้ศึกษาผลของกรดไขมันที่ระดับต่างกันต่อความต้องการกรดไขมันจำเป็นของกุ้งขาวแวนนาไมระยะ juvenile แบ่งการทดลองตามระดับของกรดไขมันที่ผสมในอาหาร 3 ระดับคือ 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีระดับของ n-3 HUFA 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด พบว่าปริมาณที่น้อยที่สุดของ n-3HUFA ที่กุ้งขาวต้องการในอาหารเท่ากับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และปริมาณของ n-3 HUFA 2.0 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมดในอาหารทำให้กุ้งขาวมีการเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้ระดับของกรดไขมันมีผลต่อการสะสมไขมันในร่างกายกุ้ง ซึ่งพบว่ากุ้งมีการสะสมไขมันที่ตับและตับอ่อน (hepatopancreas) และกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น แต่การสะสมไขมันในร่างกายกุ้งไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง และ Lemm and Lemarie, (1991) ศึกษาอัตรารอดและการเจริญเติบโต ของปลา striped bass วัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมัน EPA และ DHA พบว่าลูกปลาที่ได้รับอาร์ทีเมียเสริม HUFA ในระดับกลางคือ 11.34 เปอร์เซ็นต์ HUFA (8.24 เปอร์เซ็นต์ EPA และ 3.1 เปอร์เซ็นต์ DHA) และ HUFA ในระดับสูงคือ 21.8 เปอร์เซ็นต์ HUFA (12.48 เปอร์เซ็นต์ EPA และ 9.36 เปอร์เซ็นต์ DHA) มีอัตรารอด 64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกปลาที่ได้รับอาร์ทีเมียที่มีการเสริม HUFA ในระดับต่ำ 2.6 เปอร์เซ็นต์ HUFA (2.6 เปอร์เซ็นต์ EPA) และอาร์ทีเมียที่ไม่เสริม HUFA มีอัตรารอด

23 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเจริญเติบโตของลูกปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมันในระดับกลางและระดับสูงไม่แตกต่างกัน แต่มีการเติบโตดีกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมันในระดับต่ำและไม่เสริมกรดไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการเพิ่ม ระดับของ HUFA ไม่มีผลช่วยให้อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาเพิ่มขึ้น ดังนั้น HUFA ในระดับกลางก็เพียงพอที่ช่วยให้อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาเพิ่มขึ้น

ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำมันปลามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) ในกลุ่มโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 เป็นกรดไขมันจำเป็น ซึ่งร่างกายสัตว์น้ำไม่สามารถสร้างขึ้นเอง เพราะร่างกายสัตว์น้ำที่กินเนื้อหรือที่กินสิ่งมีชีวิตด้วยกัน ไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีห่วงโซ่ยาว (Polyunsaturated fatty acid = PUFA คือ กรดไขมัน Eicosapentaenoic acid = EPA (20: 5n-3) และ Docosahexaenoic acid = DHA (22: 6n-3) ซึ่งมีความสำคัญมากต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโต เพราะกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำหน้าที่ในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมันเข้าสู่ร่างกาย เป็นสารตั้งต้นในการผลิตฮอร์โมน Prostaglandins และ Leucotriens ซึ่งสามารถใช้ต่อต้านเชื้อโรคบางชนิดได้ เพิ่มภูมิคุ้มกันในลูกสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี (ปิยรมณ์, 2552) นอกจากนี้ กรดไขมันไม่อิ่มตัวยังเป็นองค์ประกอบของคอเลสเทอรอลและกรดน้ำดี สามารถสร้างหรือสังเคราะห์กรดไขมันชนิดอื่นได้จากการเติมคาร์บอน และการเติมพันธะคู่ อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อที่มีผลทำให้เนื้อเยื่อมีความยืดหยุ่นขณะว่ายน้ำของสัตว์น้ำอีกด้วย เมื่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวผ่านกระบวนการย่อยโดยปฏิกิริยาทางชีวภาพภายในร่างกาย ร่างกายสัตว์น้ำจะนำไปใช้ในส่วนต่างๆ เพื่อให้ระบบร่างกายทำงานอย่างปกติ เช่น ส่งไปยังบริเวณเรตินา ตับ กล้ามเนื้อ เส้นประสาท สมองและผลิตฮอร์โมนดังกล่าวข้างต้น สัตว์น้ำจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับกรดไขมันเหล่านี้โดยการกินเข้าไปเท่านั้น (วีระพงศ์, 2536) ปัจจุบันมีการนำกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาเสริมในอาหาร เพื่อเพิ่มคุณค่าอาหารในการอนุบาลหรือเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab โดยการเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมีย ผลปรากฏว่า การเสริมน้ำมันปลาในอาร์ทีเมียแรกฟักก่อนนำมาเลี้ยงลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab อัตรา 200 ppm ทำให้ได้อัตราการรอดตายสูงที่สุดเฉลี่ย เท่ากับ 4.778 ±0.962 เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างและความยาวเฉลี่ยของกระดอง เท่ากับ 3.384±0.739 และ 2.413±0.076 มิลลิเมตร ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. **การเพาะฟักไข่ปูม้า**. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก www.contact.doae.go.th สืบค้น 21 ตุลาคม 2554.

กรมประมง. 2553. **อาร์ทีเมีย**. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.nicaonline.com สืบค้น 20 ตุลาคม 2554.

โกวิทย์ เก้าเอี้ยน เรณู ยาชิโร และทวี จินดามัยกุล.มปป. **ผลของความเค็มและกรดไขมันไม่อิ่มตัว n3-HUFA ระดับต่างๆ ต่อการอนุบาลลูกปลาช่อนทะเล *Rachycentron canadum* :** ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งพังงา

โครงสร้างทางเคมีของ DHA. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : http://en.wikipedia.orgacid. สืบค้น 21 ตุลาคม 2554.

จินตนา จินดาลิขิต. 2544. **ชีววิทยาปูม้า.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.nicaonline.com สืบค้น 29 กันยายน 2554.

ชาญยุทธ สุดทองคง แคลร์ซูซาน เอ็ดเวร์ด และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2539. อาหารของปูทะเลจากแหล่งอาศัยบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง *ใน* บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2551.**ถอดรหัสปูม้า.** กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. หน้า 68.

ทาริกา ผาใต้. 2543. **ผลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง W-3HUFA ต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตรา รอดของกุ้งกุลาดำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เนื้อปลาสับ. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : http://sirikhun.comสืบค้น 20 กันยายน 2554.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2544. **การสืบพันธุ์ของปูม้า.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. western.ac.th สืบค้น 24 กันยายน 2554.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2544. **ลักษณะทั่วไปของปูม้า**. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. nicaonline.com สืบค้น 24 ตุลาคม 2554.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2544. **ลักษณะภายนอกของปูม้า.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. western.ac.th สืบค้น 24 กันยายน 2554.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2544. **ลูกปูวัยอ่อน.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. western.ac.th สืบค้น 24 กันยายน 2554.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2551.**ถอดรหัสปูม้า.** กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. หน้า 67--68.

บัณฑิต ยวงสร้อย.2545.**การศึกษาการเพิ่มระดับกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 ในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) โดยการใช้น้ำมันปลาทูน่า**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2542. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์.*ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. ผลของผลของ *Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei* , Boone). กรุงเทพฯ **: วิทยานิพนธ์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วงจรชีวิตปูม้า. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. satttahipbeach.com สืบค้น 20 ตุลาคม 2554.

วิเชียร ยงมานิตชัย. 2554. **สาร DHA จากสาหร่ายเซลล์เดียว*Schizochytrium***. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : http://science.thepbodint.ac.th สืบค้น 22 ตุลาคม 2554.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. **อาหารปลา** กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

วารินทร์ ธนาสมหวัง พรทิพย์ อังศุกาญจนกุล และจิรานุวัฒน์ ชูเพชร. 2545. **การฟักไข่ปูม้าจากตับปิ้งของแม่ปูไข่นอกกระดอง.** วารสารการประมง 55(4):319 -323.

วารินทร์ ธนาสมหวัง สง่า สิงห์หงษ์ และชัยยุทธ พุทธิจุน. 2547. **การลำเลียงตับปิ้งไข่ปูม้าต่ออัตราการฟักของไข่.** วารสารการประมง.ปีที่ 57(5):453 -460.

วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม เทพบุตร เวชกามา และสภี วิชัยเมือง. 2552. อัตรารอดตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ในบ่อดิน *ใน* **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** ครั้งที่ 47: สาขาประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 381-387

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. **โภชนาศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ**. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. ผลของ *Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei* , Boone). กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร. 2546. **การนำปูไข่นอกกระดองมาใช้เป็นแหล่งพันธุ์สามารถใช้ได้ใน 2 รูปแบบ.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.contact.doae.go.th สืบค้น 22 ตุลาคม 2554.

สุวดี บรรดาศักดิ์. 2549. **การอนุบาลปูม้า**. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.blog.taradkaset.com สืบค้น 22 ตุลาคม 2554.

สุพิศ ทองรอด อนันต์ ตันสุตะพานิช ธนัญช์ สังกรธนกิจ และปราณี สระบัว. 2538. การศึกษาเบื้องต้นในการอนุบาลกุ้งกุลาดำวัยอ่อนระยะ Nauplius ถึง Mysis ด้วยอาหารเสริมน้ำมันตับปลาและเปรียบเทียบกับอาหารมีชีวิต. **วารสารการประมง** 48(3): 241-248.

สุธีวัฒน์ สมสืบ พิศมัย สมสืบ มะลิ บุณยรัตผลิน และอมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. การทดสอบปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อกุ้งกลาดำ, น. 354-366น. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ*Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei* , Boone). กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเมธ แย้มนุ่น. 2527. **การเพาะพันธุ์ปูม้า**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.mua.go.th สืบค้น 24 กันยายน 2554.

อนุสรา แก่นทอง. 2552. **สาร DHA.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.siamtilapia.com สืบค้น 20 ตุลาคม 2554.

อัคนิตย์ อิธิอาภา. 2541. การหาปริมาณไขมันและเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว กลุ่มโอเมก้า-3 ในปลาทะเลโดยเทคนิคแก๊สลิควิดโครมาโตกราฟฟี. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ*Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei* , Boone). กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาร์ทีเมียมีขนาดที่เหมาะสม. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.nicaonline.com สืบค้น 21 ตุลาคม 2554.

อาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารสูง. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.nicaonline.com สืบค้น 21 ตุลาคม 2554.

Blog ความรู้ทางการเกษตร. 2553. **การอนุบาลลูกปูม้า.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. khonrakpla.com สืบค้น 21 ตุลาคม 2554.

Blog ความรู้ทางการเกษตร. 2553. **อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปูระยะต่างๆในบ่อซีเมนต์.** [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www. khonrakpla.com สืบค้น 21 ตุลาคม 2554.

DHA. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : www.siamtilapia.com สืบค้น 20 ตุลาคม 2554.

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.*ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ *Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei* , Boone) กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

González-Félix, M. L., D.M. Gatlin, A.L. Lawrence and M. Perez-Velazquez. 2002b. Effect of various dietary lipid levels on quantitative essential fatty acid requirement of juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ *Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei* , Boone). กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Leger, P. and P. Sorgeloose. 1992. Optimized feeding regimes in shrimp hatcheries, pp. 225-244. In A.W. Fast and L.J. Lester (eds.). Marine Shrimp Culture Principles and Practice. Elsevier Scince Publishers,*ใน* ปกป้อง อุ่มอยู่. 2543. **ผลของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (กลุ่มโอเมก้า 3) ที่มีอัตราส่วนของกรด Eicosapentaenoic (EPA) และกรด Docosahexaenoic (DHA) ต่างกัน ต่อความเครียดและความต้านทานโรคของลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monnodon Fabricius*) โดยการให้ผ่านอาร์ทีเมีย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Lemm, C.A. and D.P. Lemarie. 1991. Survival and growth of larval striped bass (Morone saxatilis) fed Artemia enriched with highly unsaturated fatty acid (HUFA)*ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ *Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei* , Boone)**. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Palacios, E., A. Bonilla, A. Pérez, I.S. Racotta and R. Civera. 2004. Influence of highly unsaturated fatty acid on the responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) poslarvae to low salinity. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ *Schizochytrium sp.* ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei*, Boone). กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Rees, J.F., K. Cure, S. Piyatirattivorakul, P. Sorgeloos and P. Menasveta. 1994. Highly unsaturated fatty acid requirements of Penaeus monodon postlarvae: an experimental approach based on Artemia enrichment. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ** *Schizochytrium sp.* **ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*, Boone).** กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Tuner, H and R.M. Harrell. 1992. Essential fatty acid nutrition of larval striped bass(Morone saxatilis) and Palmetto bass (M. saxatilis × M. chrysops). Aquaculture. *ใน* ปิยารมณ์ พวงช่อ. **ผลของผลของ** *Schizochytrium sp.* **ต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*, Boone).** กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่	จำนวนลูกปูม้า			เฉลี่ย
	1	2	3	(เปอร์เซ็นต์)
1	2.333	1.667	3.000	2.333±0.667
2	4.000	2.000	3.000	3.000±1.000
3	3.667	5.333	5.333	4.778±0.962
4	3.000	3.000	2.667	2.889±0.192

หมายเหตุ : ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียแรกฟัก (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักเสริมน้ำมันปลา ความเข้มข้น 100, 200, และ 300 ppm เป็นอาหารตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์อัตราการรอดของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รายการ	df	ss	ms	F	F.05	F.01
Treatment	3	10.1006	3.3669	5.60	4.07	7.59
Error	8	4.8127	0.6.16			
Total	11	14.9133	1.3558			

หมายเหตุ : ค่า CV=23.8654 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 3 ความกว้างเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้า ระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	(มิลลิเมตร)
1	3.286	3.200	2.556	3.014±1.058
2	3.042	3.667	3.444	3.384±0.739
3	2.864	2.875	3.094	2.944±0.110
4	2.556	2.556	2.188	2.433±0.803

หมายเหตุ : ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียแรกฟัก (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักเสริมน้ำมันปลา ความเข้มข้น 100, 200, และ 300 ppm เป็นอาหารตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความกว้างเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้า ทางสถิติ ระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รายการ	df	ss	ms	F	F.05	F.01
Treatment	3	1.3787	0.4596	5.07	4.07	7.59
Error	8	0.6429	0.0804			
Total	11	2.0217	0.1838			

หมายเหตุ : ค่า CV=9.6295 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 5 ความยาวเฉลี่ยกระดองของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

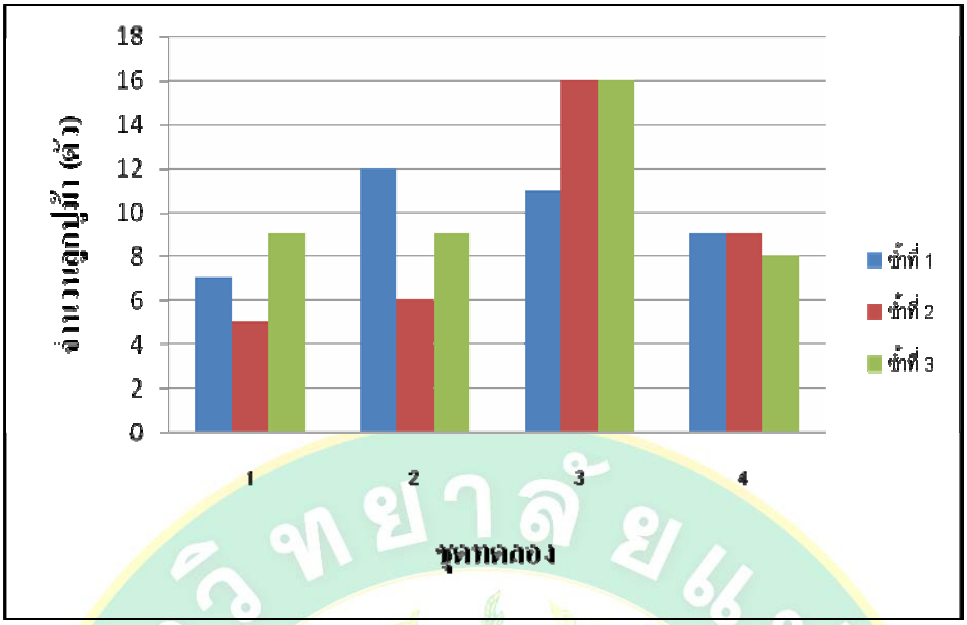
ชุดการทดลองที่	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	(มิลลิเมตร)
1	2.429	2.600	2.056	2.361±0.278
2	2.375	2.833	2.889	2.699±0.282
3	2.364	2.375	2.500	2.413±0.076
4	2.056	2.000	1.688	1.914±0.198

หมายเหตุ : ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาร์ทีเมียแรกฟัก (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักเสริมน้ำมันปลา ความเข้มข้น 100, 200, และ 300 ppm เป็นอาหารตามลำดับ

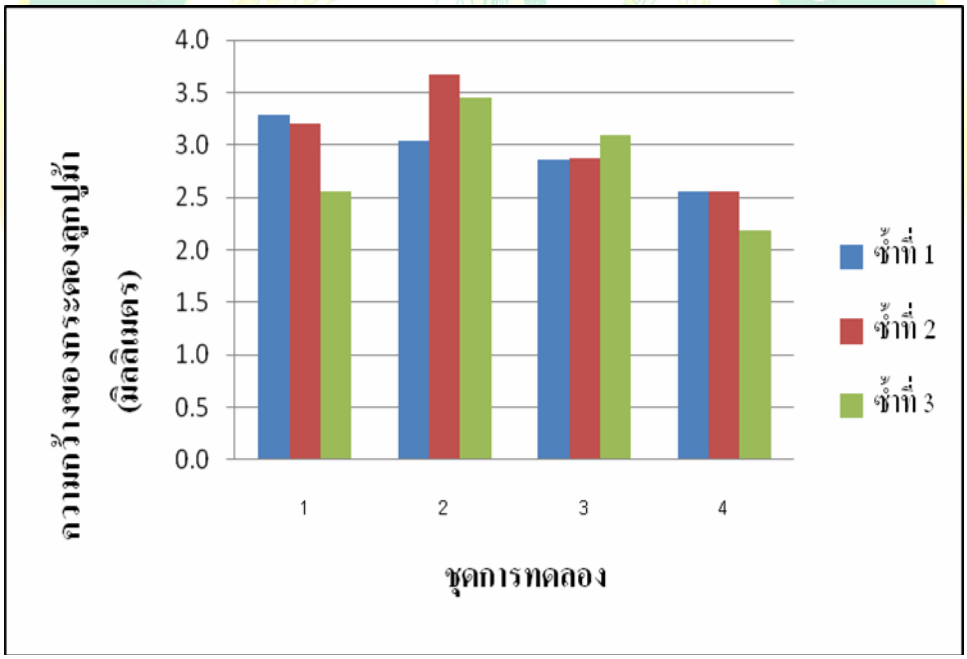
ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความยาวเฉลี่ยกระดองของลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รายการ	df	ss	ms	F	F.05	F.01
Treatment	3	0.9462	0.3154	6.25	4.07	7.59
Error	8	0.4038	0.0505			
Total	11	1.3500	0.1227			

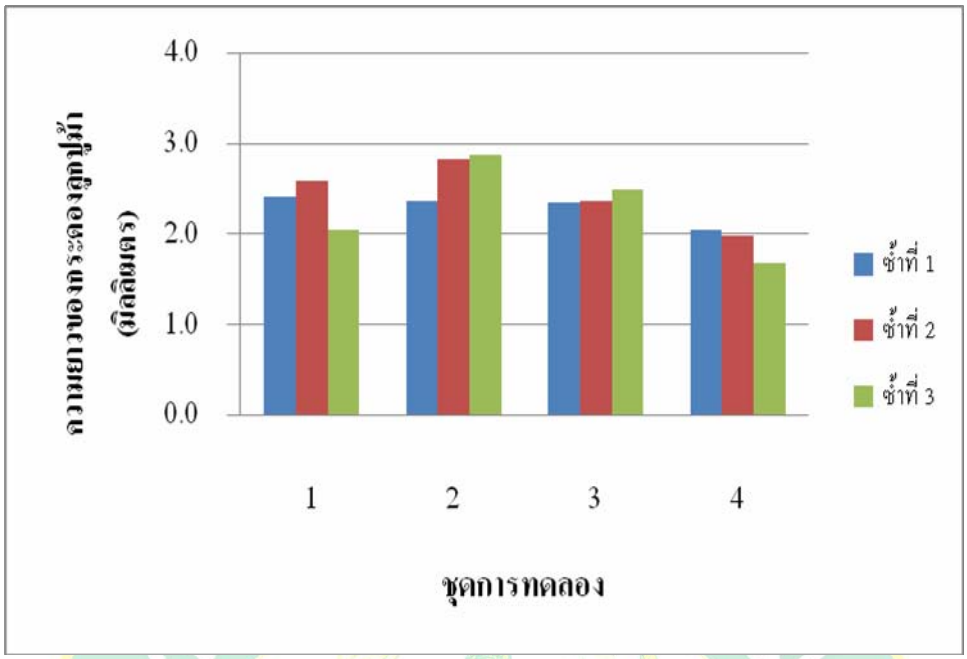
หมายเหตุ : ค่า CV=9.5727 เปอร์เซ็นต์



ภาพผนวกที่ 1 จำนวนของลูกปู้ม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 ความกว้างเฉลี่ยของกระดองลูกปู้ม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพผนวก ที่ 3 ความยาวเฉลี่ยของกระดองลูกปูม้าระยะ megalopa ถึงระยะ first crab เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

MAEJO UNIVERSITY

ภาพขณะทำการทดลอง

ภาพผนวกที่ 4 เตรียมถังเลี้ยงลูกปูม้า

ภาพผนวกที่ 5 เตรียมปั๊มลม

ภาพผนวกที่ 6 เตรียมหัวทรายให้อากาศ

ภาพผนวกที่ 7 วัดขนาดความกว้างของกระดอง ความยาวของลำตัว และนับจำนวนลูกปูม้าก่อนปล่อยลงเลี้ยง

ภาพผนวกที่ 8 ลูกปูม้าระยะ megalopa

ภาพผนวกที่ 9 ปล่อยลูกปูม้าระยะ megalopa ลงเลี้ยงในถัง

ภาพผนวกที่ 10 เตรียมอาหารให้ลูกปูม้า

ภาพผนวกที่ 11 ให้อาหารลูกปูม้า

ภาพผนวกที่ 12 ตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง

ภาพผนวกที่ 13 นับจำนวนลูกปูม้าระยะ first crab ที่รอดตายเมื่อสิ้นการทดลอง

ภาพผนวกที่ 14 ลูกปูม้าระยะ first crab ที่ได้จากการทดลอง

MAEJO UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นางสาวฐิติยา สืบแสน

เกิดเมื่อ : วันที่ 2 สิงหาคม 2532

ประวัติการศึกษา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประมง พ.ศ. 2556
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร จังหวัดชุมพร

ประวัติการทำงาน : -

VITA

NAME : MISS. THITIYA SEUBSAN

DATH OF BIRTH : 02 August 1989

EDUCATION : - BACHELOR OF SCIENCE FISHERY SCIENCE, 2013
MAEJO UNIVERSITY AT CHUMPHON

WORK EXPERIENCE : -