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

รายงานการวิจัย

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริสุทธิ์จากชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของไทยเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

A Study on the Cultures of Phytoplankton and Zooplankton from the Eastern Coast of Thailand for Larvae Aquaculture

โดย

ขวัญเรือน ปิ่นแก้ว Khwanruan Pinkaew
อมรรัตน์ ชมรุ่ง Amornrat Chomrung
ณัฐวุฒิ เหลืองอ่อน Nattawut Luangoon
ปิยะวรรณ ศรีวิลาศ Piyawan Srivirat

28 มี.ค. 2552 เริ่มบริการ
249361 1 พ.ค. 2557

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
หมวดเงินอุดหนุนประจำปีงบประมาณ 2540
สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล
มหาวิทยาลัยบูรพา

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริสุทธิ์จากชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของไทยเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

โดย

ขวัญเรือน ปิ่นแก้ว*

อมรรัตน์ ชมรุ่ง*

ณัฐวุฒิ เหลืองอ่อน*

ปิยะวรรณ ศรีวิลาศ*

บทคัดย่อ

นำตัวอย่างไดอะตอม 3 ชนิด ได้แก่ *Chaetoceros calcitrans, Tetrasellmis chuii* ,*Isochrysis galbana* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 2 ชนิด ได้แก่ BG 1, BG 2 และแพลงก์ตอนสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่กุ้งเคย, อาร์ทีเมียตัวเต็มวัยแช่น้ำมันตับปลา, อาร์ทีเมียอายุ 1 วัน, และโคพีพอด มาทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในแพลงก์ตอนพืชพบว่า *C. calcitrans* มีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมาได้แก่ *T. chuii* และ *I. galbana* เท่ากับ 25.26, 24.92, และ 2.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน BG 1 พบกรดไขมัน 0.99 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียกและ BG 2 มีกรดไขมัน 0.77 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก ในแพลงก์ตอนสัตว์พบว่า กุ้งเคย มีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมาได้แก่อาร์ทีเมียตัวเต็มวัยแช่น้ำมันตับปลา, อาร์ทีเมียอายุ 1 วัน, และโคพีพอด เท่ากับ 30.87, 29.0, 26.16, 22.69 และ 5.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ทำการเลี้ยงหอยแมลงภู่ *Perna viridis* (L) ในห้องปฏิบัติการระยะเวลา 2 เดือนโดยเลี้ยงด้วยอาหาร *Thallassiosira* sp., *C. calcitrans* และ *Lithodesmium* sp. พบการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) นำสาหร่าย 3 ชนิดไปเลี้ยงอาร์ทีเมีย พบว่าที่เลี้ยงด้วย *T. chuii*, *C. calcitrans*, และ BG1 มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นจากน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 48.4± 0.53 ,10.1±0.12, และ0.4±0.01 กรัม ตามลำดับ และนำสาหร่าย 4 ชนิดไปเลี้ยงโคพีพอด *Apocyclops* sp. พบว่า *I. galbana*, *C. calcitrans* , *Chloreilla sp.* , และ *T. chuii* มีความหนาแน่นเท่ากับ 4255 , 977, 877 และ 833 ตัว/ ลิตรตามลำดับ และเมื่อนำ

โคพีพอด *A.* sp.ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4ระดับพบว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 วัน มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 83.25 เปอร์เซนต์

* สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ. เมือง จ.ชลบุรี 20131

A Study on the Cultures of Phytoplankton and Zooplankton from the Eastern Coast of Thailand for Larvae Aquaculture

BY

Khwanruan Pinkaew

Amornrat Chomrung

Nuttawut luang-oon

Piyawan Srivilas

Abstract

Three species of diatom:*Chaetoceros calcitrans, Tetrasellmis chuii* ,*Isochrysis galbana*, two species of blue green algae: BG1, BG2 and four species of zooplankton ; mysid, artemia with HUFA, artemia larvae, and copepod were analysed for nutrient composition. *C. calcitrans* were found having the highest crude protein,25.26 percent . Protein composition in *T. chuii* , and *I. galbana* 24.92, and 2.53 percent while fatty acid composition in BG1 and BG2 were 0.99 and 0.77 percent , respectively.In zooplankton, mysid was found to have highest the protein composition, 30.87 percent. In other zooplankton , adult artemia mixed with cod liver oil, artemia larvae, and copepod , protein composition were 26.16, 22.69 and 5.24 percent, respectively.

The growth rate in green mussels (*Perna viridis* L.) two-month fed with *Thallassiosira* sp.,*C. calcitrans,* and *Lithodesmium* sp. were found significantly discrimination of ($P<0.05$). And the three – gram artemia fed the three species of algae, *T. chuii, C. calcitrans,* and BG1 , could increase weight up to 48.4± 0.53 , 10.1±0.12, and 0.4±0.01 grams, respectively. While the average number in 9 d culture of ten copepods, *Apocyclops* sp. fed with *I. galbana, C. calcitrans* , *C. sp.* , and *T. chuii* were 4255, 977 , 877, and 833 individuals/l . And the suitable temperature to preserve *Apocyclops* sp. was 20 ^{0}C , the survival rate within 10 days 83.25 percent.

* Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi Province 20131, Thailand

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก)
สารบัญตาราง	(ข)
สารบัญภาพ	(ง)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
การสำรวจเอกสาร	3
วิธีดำเนินการวิจัย	7
ผลการทดลอง	15
สรุปและวิจารณ์ผล	24
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	30

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตจากแพลงก์ตอนพืชเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน	16
2	ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตจากแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน	16
3	ส่วนประกอบของเปอร์เซนต์กรดไขมันใน BG1 และ BG 2	17
4	ขนาดของหอยแมลงภู่ที่ใช้ในการทดลองเริ่มแรก(Mean ± SE)	19
5	แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 15 ของการทดลอง	19
6	แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 30 ของการทดลอง	20
7	แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 45 ของการทดลอง	21
8	แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 60 ของการทดลอง	21
9	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดของหอยแมลงภู่ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง โดยใช้วิธี One-way ANOVA	31
10	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อเลี้ยงได้ 15 วัน โดยใช้วิธี One-way ANOVA	32
11	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อเลี้ยงได้ 30 วัน โดยใช้วิธี One-way ANOVA	33
12	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อเลี้ยงได้ 45 วัน โดยใช้วิธี One-way ANOVA	34
13	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้วิธี One-way ANOVA	35
14	ผลอัตราการรอดของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้วิธี One-way ANOVA	35
15	เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดหอยแมลงภู่ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง โดยใช้ LSD	36
16	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ ในวันที่ 15 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ LSD	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ ในวันที่ 30 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ LSD	38
18	ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ ในวันที่ 45 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ LSD	39
19	เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยใช้ LSD	40
20	เปรียบเทียบอัตราการรอดของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยใช้ LSD	41

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเจริญเติบโตของอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด	17
2	แสดงความหนาแน่นของโคพีพอด *Apocyclops* sp. ที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย 4 ชนิด	18
3	แสดงอัตราการรอดตายของโคพีพอด *Apocyclops* sp. ที่อุณหภูมิ 4 ระดับ	18
4	แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง และความยาว ของหอยแมลงภู่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	22
5	การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก (มิลลิกรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	23
6	แสดงอัตราการรอดของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	23
7	หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallassiosira* sp. *Chaetoceros calcitrans* . *Lithodesmium* sp. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	42
8	หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallassiosira* sp. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	42
9	หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Chaetoceros calcitrans* . เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	43
10	หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย*Lithodesmium* sp. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	43

คำนำ

แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญมากในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศน์วิทยาในแหล่งน้ำซึ่งมีบทบาทสำคัญในสายใยอาหารในน้ำเป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้ผลิตเบื้องต้นได้แก่ไดอะตอมกับผู้บริโภคนอกจากนี้ยังสามารถใช้โคพีพอดเลี้ยงลูกปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิดได้ดี(James และAl-Khars,1986) โดยจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิดเช่น กุ้ง หอย ปู ปลา เพื่อใช้ในการบริโภคของมนุษย์เราจึงจำเป็นต้องหาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์จำนวนมากเพื่อเป็นอาหารของลูกสัตว์น้ำทั้งที่มีขนาดเล็กและสัตว์ที่โตเต็มวัยเพื่อให้มีพัฒนาการด้านเทคนิคการเพาะเลี้ยงเพื่อให้พอเพียงกับความต้องการในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงต้องใช้สาหร่ายที่มีขนาดเล็กเช่น *Chaetoceros, Tetrasellmis, Navicula, Nitzschia* มาอนุบาลลูกหอยวัยอ่อนและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็ก เช่น โรติเฟอร์ โคพีพอด มีความสำคัญเนื่องจากเป็นอาหารของสัตว์น้ำขนาดเล็กขนาดหนอนธนู(*Sagitta*) จนถึงปลาวาฬและยังเป็นอาหารของลูกปลาและปลาขนาดโตด้วย ซึ่งที่ศูนย์พัฒนาประมงภาคตะวันออก(EMDEC) จังหวัดระยองได้ใช้โคพีพอดและโรติเฟอร์เป็นอาหารสำหรับลูกปลากระพงแดงหน้าตั้งโดยใช้นอเพลียสของโคพีพอด(M.Doiและคณะ,1997)

เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นสิ่งที่เป็นอุปสรรคมากที่สุดคือทำอย่างไรที่จะทำการอนุบาลสัตว์น้ำที่มีอายุแรกเกิดถึง 2 เดือน ให้สามารถผลิตลูกสัตว์น้ำในช่วงระยะแรกเกิดให้สามารถมีชีวิตรอดและมีคุณภาพเหมาะสม ทำให้เจริญเติบโตเร็ว ต้านทานโรค มีอัตราการรอดตายสูงและช่วยให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก้าวหน้าไปได้เร็ว ต้นทุนการผลิตต่ำ กำไรสูง แต่จากรายงานของ Vincent (1995) พบว่า ถ้าหากให้อาหารเพียงชนิดเดียวแก่สัตว์น้ำจะทำให้สัตว์น้ำตายได้เนื่องจากขาดสารอาหารดังนั้น สุพจน์และคณะ(2529) จึงทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของอาร์ทีเมียโดยการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและอื่นๆในอาร์ทีเมียโดยโปรตีนจะเพิ่มขึ้นและปริมาณไขมันจะลดลงตามอายุของอาร์ทีเมียโดยปริมาณโปรตีนและไขมันของอาร์ทีเมียในวัยต่างๆมีความแตกต่างกันและจากการที่นิยมนำเอาอาร์ทีเมียมาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกันมากเนื่องจากไข่อาร์ทีเมียสามารถเก็บไว้ได้นานหลายปีและเมื่อต้องการใช้เพียงแต่ทำการเพาะฟักในระยะเวลาสั้นก็จะได้ตัวอ่อนอาร์ทีเมียซึ่งสะดวกในการใช้และหาซื้อง่ายแต่บางครั้งแหล่งผลิตประสบปัญหาจากภัยธรรมชาติส่งผลให้อาร์ทีเมียขาด

แคลน ราคาอาร์ทีเมียสูง (อนันต์ และคณะ, 2536) จึงพบว่าได้มีการหาสัตว์น้ำชนิดอื่นมาทดแทนเช่น โคพีพอด, ไรแดง, และ โรติเฟอร์ แต่ควรจะเป็นอาหารที่มีชีวิต

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ มีดังต่อไปนี้

1. เพื่อรวบรวมแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริสุทธิ์จากทะเล โดยวิธีการเลี้ยงแบบแยกเชื้อบริสุทธิ์
2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการเพาะขยายแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่แยกมาได้ในปริมาณมาก
3. เพื่อหาความเหมาะสมที่จะทำแพลงก์ตอนที่เลี้ยงได้มาอนุบาลสัตวน้ำเค็มวัยอ่อน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จะทำให้สถานภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนแรกเกิดจนกระทั่งเป็นวัยรุ่นดีขึ้น เพราะที่สำคัญคืออาหารมีชีวิตที่มีคุณภาพเหมาะสม ทำให้เจริญเติบโตเร็ว ต้านทานโรค มีอัตราการรอดตายสูง เป็นการลดยาปฏิชีวนะ และสารเคมีในตัวสัตว์ ซึ่งนับว่าเป็นผลดีต่อผู้บริโภค

การสำรวจเอกสาร

1. แพลงก์ตอนพืช

1.1 ลักษณะทั่วไป

Tetraselmis chuii เป็นแพลงก์ตอนพืชเซลเดียวชนิดหนึ่ง ซึ่งจัดอยู่ใน Division Chlorophyta Class prassinophyceae Order Pyraminonadales Family Tetraselmidaceae Genus *Tetraselmis sp.* เซลรูปทรงกลมรี มีรอยบุ๋มตรงส่วนหน้าของเซล มีแฟลกเจลลา 1-4 เส้น ตรงบริเวณส่วนหน้าของเซล ภายในเซลประกอบไปด้วยนิวเคลียส 1 อัน คลอโรพลาสต์เป็นรูปถ้วย มี 4 พู (Norris,1980) เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำทะเลซึ่งพบเป็นส่วนใหญ่

Isochrysis galbana เป็นแพลงก์ตอนพืชที่จัดอยู่ใน Division Chrysophyta Class Haptophyceae(Prymnersiophyceae) Order Isochysidales Family Isochrysioceae Genus *Isochrysis galbana* (Bold and Wynne, 1978) เซลมีลักษณะกลม มีแฟลกเจลลา 2 เส้น บริเวณด้านหน้าไม่มีแฮบโทนีมา เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระการสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบมากในทะเลเขตร้อน

Chaetoceros calcitrans เป็นเซลเดี่ยว มีรูปร่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความยาว 8-12 ไมครอน ความกว้าง 7-10 ไมครอน ขนาดจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมอุณหภูมิสูงสุดที่เลี้ยงคีโตเซอรอสชนิดนี้ไม่ควรสูงกว่า 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส ช่วงความเค็มที่เหมาะสมคือ 17-25 ส่วนในพัน นิยมใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงลูกกุ้ง และยังเป็นอาหารที่ดีในการเลี้ยงหอยสองฝาได้อีกด้วย (ลัดดา,2537) ได้ทำการเลี้ยง *Metacyclops minutus* ด้วยอาหาร *Chaetoceros calcitrans* ในน้ำทะเลความเค็มเฉลี่ย 30 ptt อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส พบว่า *M. minutus* มีการเจริญเติบโตเป็น 2 ระยะ คือ Nauplius ลอกคราบ 5-6 คราบ Copepodid ลอกคราบทั้งสิ้น 5 คราบ ใช้เวลาลอกคราบโดยเฉลี่ย 3 วัน 19 ชั่วโมง และเมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะไม่ลอกคราบอีกเลย(วิวัธนา ,2529)

Ohtsuka and et.al.(1993) พบว่าอาหารที่บรรจุในกระเพาะอาหารของ *Eucalanus bungii* ในโคพีโพดิททั้ง 6 ระยะ อาหารที่พบคือ Diatom, Dinoflagellates, Tintinnids, Crustraceans and mineral particles

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อยู่ใน Phylum Cyanophyta เซลล์มีหลายลักษณะมีทั้งแบบลักษณะที่เป็นสาย (filament) อาจเป็นแบบ spiral หรือ Helix มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลด์ เอ, แคโรทีนอยด์, ไฟโคไซยานิน, และไฟโคอิริทริน พบอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็มซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ

ก. โปรตีน ได้มีการนำสาหร่ายมาใช้เป็นแหล่งอาหารคนและอาหารสัตว์ ในกรณีที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ใช้ผสมอาหารเลี้ยงกุ้งใหญ่(*Macrobrachium rosenbergi*) ลูกกุ้งในวัยอ่อน และปลานิล

ข. กรดอะมิโน คุณค่าทางอาหารของโปรตีนขึ้นอยู่กับปริมาณและสัดส่วนของกรดอะมิโนในโปรตีน พืชสังเคราะห์กรดอะมิโนทุกชนิดได้ แต่สัตว์ไม่สามารถสังเคราะกรดอะมิโนจำเป็นเช่น isoleucine, lysine, methionine, phenylalanine, theonine, tryptophan และ valine ทำให้ต้องเติมกรกอะมิโนเหล่านี้ลงไปในอาหาร โปรตีนจากสัตว์มักมีค่า protein score สูงกว่าโปรตีนจากพืช เนื่องจากพืชมักมีปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น tryptophan methionine ต่ำ โปรตีนที่มาจากสาหร่ายมักขาดกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์ประกอบคือ methionine และ lystine

ค. ไขมัน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีปริมาณ polyunsaturated lipids อยู่สูง (ร้อยละ 35-36 ของไขมันทั้งหมด)ส่วนสาหร่ายที่เป็น eukaryote มี saturated และ monounsaturated fatty acids เป็นส่วนใหญ่

2. แพลงก์ตอนสัตว์

2.1 ลักษณะทั่วไป

อาร์ทีเมีย (Artemia) อนุกรมวิธานของอาร์ทีเมียจัดอยู่ในไฟลั่ม(Phylum) อาร์โทโปดา ชั้น(Class) ครัสเตเชีย (Crustacae) อันดับ (Order) อะนอสตราคา (Anostraca) ครอบครัว (Family) อาร์ทีมิดี(Artemiidae) สกุล(genus) อาร์ทีเมีย(Artemia),ไบรน์ชริมพ์(Brine shrimp) ชื่อไทย (Thai common name) ไรสีน้ำตาล ไรน้ำเค็ม

พบทั่วไปในทวีปยุโรป และ เอเชียยังแยกชนิดได้ไม่ชัดเจนเรียกรวมๆกันว่า *Artemia parthenogenetica* ต่อท้ายด้วยแหล่งที่พบ เช่น *A. parthenogenetica* Meva Lake, Africa อาร์ทีเมียเป็นสัตว์ที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มลำตัวมีเพียงเนื้อเยื่อบางๆ ที่หุ้มตัวว่ายน้ำเคลื่อนที่ในลักษณะหงายท้อง ลำตัวแบนเรียวยาวคล้ายใบไม้ ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง การสืบพันธุ์ได้แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศไข่เป็นเซลเดียวและพัฒนาเป็นตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายรูปถ้วย ขนาดของไข่อยู่ระหว่าง 200-300 ไมครอน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และ

สภาวะแวดล้อม กินอาหารโดยการกรอง อาหารของอาร์ทีเมียได้แก่ ไดอะตอม (Diatom) สาหร่ายสีเขียว(Green algae) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน(Blue green algae) และอาหารไม่มีชีวิตได้แก่รำกากถั่ว นม ปลาป่น และมูลสัตว์เป็นต้น นิยมเอาอาร์ทีเมียไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนจำพวก กุ้ง ปู และปลาชนิดต่างๆ (อนันต์ และคณะ,2536)

เคย จัดอยู่ในไฟลั่ม(Arthropoda) ชั้น (Class) ครัสเตเซีย(Crustacea) อันดับย่อย Suborder Mysidacea รูปร่างคล้ายกุ้งที่พบในอ่าวไทยขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร มีเปลือกหุ้มส่วนอก แต่ไม่เชื่อมติดกับปล้องของอก ตามีก้าน ถุงไข่ประกอบด้วย oostegites หลายแผ่นจำนวนมากมีถึง 7 แผ่น บางชนิดพบมากตามปากแม่น้ำและชายฝั่งทะเลเป็นฝูงโต ใช้ทำกะปิเคย ได้แก่ *Mesopodopsid* sp.

โคพีพอด (Copepod) สามารถจำแนกชนิดของโคพีพอดดังนี้คือจัดอยู่ในไฟลั่ม (Arthropoda) ชั้น (Class) ครัสเตเซีย(Crustacea) อันดับ(Order) โคพีโปดา (Copepoda) ในอันดับของโคพีโปดาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ Calanoida, Cyclopoida และ Harpacticoida โคพีพอดมีขนาด 0.5- 5 มิลลิเมตร ตัวผู้มักมีขนาดเล็กกว่าตัวเมีย รูปร่างโดยทั่วไปยาวรีลำตัวแบนข้างหรือแบนทางด้านหลังและด้านท้อง(Dorsall ventrally) ตัวเต็มวัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือส่วนหัวอก ส่วนหาง มีลำตัวตัวประกอบด้วย 17 ปล้อง โคพีพอดเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ตัวอ่อนของนอเพลียส (Nauplius)มี 6 ระยะ โคพีโปดิด (Copepodid) มี 5 ระยะก่อนเป็นตัวเต็มวัย(adult) เจริญเติบโตโดยการลอกคราบ

Suvapepun (1973) ได้วิเคราะห์ชนิดอาหารในการเพาะลูกปลาทูขนาด 2 - 5 มิลลิเมตร พบว่าอาหารส่วนใหญ่ของลูกปลาขนาด 2 – 4 มิลลิเมตร ประกอบด้วยลูก crustracea ซึ่งมี nauplii ของ copepod เป็นจำนวนมาก ลูกปลาขนาด 4.1 – 5.5 มิลลิเมตร กินพืชเซลเดียวเป็นส่วนใหญ่

ธิดา และ ฐานันดร์ (2521) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงโคพีพอดในน้ำกร่อยบางชนิดโดยใช้แพลงก์ตอนพืช 3 ชนิดเป็นอาหารได้แก่ *Tetraselmis* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Chloreilla* sp. ผลการทดลองพบว่าหลังการเลี้ยงด้วย *Tetraselmis* sp.,และ *Chaetoceros* sp. เป็นเวลา 5 วัน จำนวนของโคพีพอดได้เพิ่มมากขึ้นพอสำหรับเลี้ยงลูกกุ้งและลูกปลาวัยอ่อนได้ ส่วน *Cholrella sp.* ไม่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารของโคพีพอดทั้ง 2 ชนิด

Wanna, (2526)ได้ทำการศึกษากระเพาะอาหารของปลาแป้นปากหมู *Secutor ruconius* และ *Secutor insidiator* จากอ่าวไทยปกติทั้ง 2 ชนิด จะหากินคล้ายๆ กัน อาหารที่พบส่วนใหญ่ได้แก่โคพีพอด เพรียง ออสตราคอส หนอนธนู ไส้เดือนทะเล ลูกกุ้ง และตัวอ่อนลูซิเฟอร์แต่เลือกเอาที่

บรรจุทั้งหมดมาเฉพาะตัวเต็มวัยของโคพีพอดกลุ่ม Calanoid ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ปลากินกับจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่ลากได้พบว่าจำนวนองค์ประกอบต่อกระเพาะอาหารมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในกระเพาะของ S. *ruconius* และ S. *insidiator* พบว่าเปอร์เซนต์ของโคพีพอดนั้นมีมากและพบน้อยกว่ากลุ่มทั้งหมดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ลากได้ S. *insidiator* อาหารในกระเพาะจะมีพวก Calanoid ขนาดใหญ่มากรองลงมาคือ Ostracod ที่พบน้อยคือ Calanoid ขนาดเล็กส่วน Harpacticoid นั้นพบใน S. *ruconius*

ชีววิทยาของหอยแมลงภู่

ในประเทศไทยนิยมเลี้ยงหอยแมลงภู่กันมากตามชายฝั่งทะเลบริเวณฝั่งของอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรีและชุมพร โดยหอยแมลงภู่เป็นหอยที่เกาะติดอยู่กับหลักอาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณปากแม่น้ำหอยชนิดที่เลี้ยงและทำฟาร์มกันมากได้แก่ *Mytilus viridis* (L) เป็นชนิดเดียวที่เลี้ยงในประเทศไทยโดยเมื่อ ค.ศ. 1758 โดยตั้งชื่อว่า *Mytilus viridis* (L) ต่อมาได้มีการเปลี่ยนชื่อทางอนุกรมวิธานเป็น *Perna viridis (L)* (siddal, 1980)

หอยแมลงภู่เป็นหอยที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็มจัดอยู่ในครอบครัว Mytilidae เปลือกที่หุ้มลำตัวแบ่งออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวา เปลือกด้านนอกมีสีเขียวเข้มและสีน้ำตาลแก่เล็กน้อยเปลือกด้านในสีขาว ฝาทั้งสองยึดติดกันทางด้านบนใกล้กับ umbo ด้วยเอ็น(ligament) และ hinge จุดที่ยึดติดกันมีลักษณะคล้ายบานพับ ligament เป็นตัวที่ดึงให้ฝาหอยเปิดและฝาทั้งสองปิดเข้าหากันได้ด้วยแรงดึงของ adductor muscle และมีฟัน 1 อัน มีขนาดเล็กที่เรียกว่า Dysodont teeth ส่วนที่ตัวหอยมีแผ่นเนื้อคลุมอยู่ทั้งสองด้านเรียกว่า mantle ซึ่ทำหน้าที่สร้างเปลือก ขอบนอกของ mantle สร้างเปลือกชั้นนอก (periostracum) และชั้นกลาง (prismatic layer) ส่วนด้านในของ mantle สร้างเปลือกชั้นในสุด (nacre layer) ระหว่าง mantle ด้านซ้ายและด้านขวาเป็นช่องเรียกว่า mnatle cavity เป็นที่อยู่ของเท้า เหงือกและอวัยวะภายในอื่นๆ

พบว่ารายงานของ Sivalingam (1977) นั้นอาหารที่หอยแมลงภู่ชอบคือ diatom :*Coscinodiscus nodulifer* Schmidt และ ปรานี เนียมทรัพย์ (2518) ศึกษาพบว่าการใช้สาหร่ายสีเขียว *Chloreilla* sp. เป็นอาหารเลี้ยงหอยแมลงภู่ไม่ทำให้หอยแมลงภู่เจริญเติบโตไปกว่าในสภาพธรรมชาติ เพราะในธรรมชาติหอยแมลงภู่ได้รับอาหารหลายชนิด Brenko (1973) ศึกษาพบว่าหอยแมลงภู่ชนิด *Mytilus galloprovincialis* ขนาดของตัวอ่อนที่เกาะยึดกับวัสดุในน้ำทะเลขนาด 250 ไมครอน (0.25 มิลลิเมตร) ภายหลังจากที่มีชีวิตอยู่ในน้ำทะเลประมาณ 7-10 วัน

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

ทำการรวบรวมตัวอย่างจากจังหวัด ตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี และจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง/จังหวัด ทั้งสิ้น 12 สถานี ทำการเก็บตัวอย่างห่างจากบริเวณชายฝั่งประมาณ 200 เมตร บริเวณป่าชายเลนเก็บห่างจากฝั่ง 50 เมตรและบริเวณปากแม่น้ำจะเก็บตัวอย่างบริเวณกลางร่องน้ำ แพลงก์ตอนพืชทำการเก็บตัวอย่างด้วยถุงลากแพลงก์ตอนขนาด 69 ไมครอน (Bolting cloth No. 25) ความยาวถุง 70 เซนติเมตร ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ใช้ถุงลากตัวอย่างขนาด 100 ไมครอน ความยาวถุง 100 เซนติเมตร ลากในแนวดิ่ง

2. ทดลองการขยายพันธุ์แพลงก์ตอนที่เก็บรวบรวมมาได้

แพลงก์ตอนพืช

1. นำแพลงก์ตอนพืชที่ทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารแข็ง และถ่ายสู่อาหารเหลวในหลอดเกลียวปริมาตร 10 มิลลิลิตร และขยายเพิ่มปริมาตรโดยนำไปเลี้ยงในฟาลก์ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยการเตรียมน้ำทะเลที่ความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 121 ปอนด์ นาน 15 นาที พร้อมเติมปุ๋ยสูตร Medium f/2 (ดังภาคผนวก) พร้อมหัวเชื้อเหลวในหลอดแก้ว 1 หลอด ต่อน้ำทะเล 200 มิลลิลิตร พร้อมให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง มืด 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มแสง 5,000 ลักซ์ ตั้งทิ้งไว้ 4-5 วัน ในเครื่องเขย่า

2. เตรียมขวดแก้วขนาดความจุ 1 ลิตร ใส่น้ำทะเลที่ผ่านการกรองฆ่าเชื้อโดยการต้มฆ่าเชื้อนาน 6 ชั่วโมง ความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน เมื่อน้ำเย็นจนกระทั่งอุณหภูมิปกติ นำใส่ขวดแก้วปริมาตร 800 มิลลิลิตร ใส่หัวเชื้อจากข้อ1 1ลิตร/หัวเชื้อ 1 ขวด และเติมปุ๋ย พร้อมใส่แท่งแก้วให้อากาศนำไปเลี้ยงไว้ที่ภายใต้อุณหภูมิ 25-30 อาศาเซลเซียส ความเข้มของแสง 5,000-10,000 ลักซ์ จะได้ผลผลิต 3-4 วันถัดมา

3. ทำการเพาะขยายในโหลแก้วความจุโหลละ 10 ลิตร โดยการนำโหลแก้วไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการต้มน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส ทำการลวกโหลก่อนใช้ จากนั้นเติมน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อใส่ในโหลปริมาตร 9 ลิตร และใส่หัวเชื้อ 1 ลิตร พร้อมเติมปุ๋ย และให้อากาศภายใต้ความเข้มแสง 2500 ลักซ์ ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นหัวเชื้อสำหรับการทำ Biomass ในถัง 500 ลิตร

4. เตรียมน้ำทะเลในถังพลาสติกปริมาตร 500 ลิตร ความเค็ม 25 ppt พร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน 15 กรัม/น้ำ 500 ลิตร ให้อากาศตั้งทิ้งไว้กลางแจ้งแดดจัดประมาณ 3 วัน จากนั้นตรวจสภาพว่าน้ำหมดคลอรีนแล้วโดยใช้ potassium iodine ตรวจสภาพคลอรีน พร้อมเติมปุ๋ยสูตร

"Sato Medium" KNO_3 500 กรัม, Na H_2 Po_4 5 กรัม, Na_2 Sio_3 2.5 กรัม และ Fe cl_3 1.5 กรัม พร้อมเติมหัวเชื้อจากข้อ 3 (inoculate) ปริมาตร 20 ลิตร ตั้งทิ้งไว้กลางแจ้ง 3 วัน จะได้สาหร่ายปริมาณมากเพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

การวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหาร

1. **การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารในแพลงก์ตอนพืช**

1.1 นำสาหร่าย *Chaetoceros* , *Tetrasellmis* และ *Isochrysis* จากการขยายในโหลขนาดความจุ 10 ลิตร นำมาทำการกรองด้วย suction pump โดยผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง GFC หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักภาชนะและน้ำหนักสาหร่าย

1.2 นำตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดเข้า deep freeze ให้แข็งแล้วนำไปเข้า freeze dryer จนแห้ง นำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหาร

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันดัดแปลงตามวิธีของ Bligh และ Dyer (1959)

1. ชั่งน้ำหนักสาหร่ายแห้ง BG1 และ BG2 ที่บดละเอียด 100 มิลลิกรัม ใส่ขวดตัวอย่างความจุ 4 มิลลิลิตร

2. เติม 2 % H_2SO_4 ในเมทธานอลปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเติม internal standard (20:2) ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เป่าด้วยก๊าซไนโตรเจนให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนานประมาณ 2 ชั่วโมง

3. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและเติม haxane (ที่เติม 10 ppm BHT)ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ 5 % Nacl 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งให้แยกชั้น

4. ดูดของเหลวชั้นบน(ชั้น haxane) ใส่หลอดทดลองและเติม H_2SO_4 เพื่อดูดน้ำออก

5. ดูดของเหลวใส่ขวดตัวอย่าง(vial)และเป่า (flush) ด้วยก๊าซไนโตรเจนจนแห้งและเก็บใส่ตู้เย็นรอการนำไปวัดด้วยเครื่อง Gas-Liquid Chromatography

6. ก่อนทำการวัดนำตัวอย่างจากข้อ 5. เติม haxane ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และฉีดเข้าเครื่อง Gas-Liquid Chromatography

2. **การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารในแพลงก์ตอนสัตว์**

2.1 นำไข่อาร์ทีเมีย จำนวน 50 กรัม ใส่ลงในโหลแก้วที่มีความจุน้ำ 15 ลิตร ความเค็ม 30 ppt และให้อากาศตลอด 24 ชั่วโมง จากนั้นแยกตัวอาร์ทีเมียออกจากเปลือกไข่ใส่ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร จากนั้นกรองด้วยถุงตาข่ายขนาด 50 ไมครอน ใส่ภาชนะชั่งน้ำหนักภาชนะและตัวอย่าง

2.2 นำอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยที่ได้จากฟาร์มเลี้ยงมา จำนวน 500 กรัม ใส่ลงในโหลแก้วขนาดความจุของน้ำ 15 ลิตร และใส่ส่วนผสมระหว่างน้ำมันตับปลา, ไข่แดง และน้ำรำ ส่วนผสมเท่ากับ 5 : 2 :1 จำนวน 10 มิลลิลิตร แช่นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระชอนตาข่ายขนาด 67 ไมครอน นำใส่ภาชนะชั่งน้ำหนักภาชนะ และน้ำหนักตัวอย่าง

2.3 นำเคยที่รวบรวมได้จากทะเลบริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี มาคัดเลือกเอาสิ่งที่ปลอมปนออกให้หมดจากนั้นล้างน้ำสะอาดใส่ภาชนะและน้ำไปชั่งน้ำหนักภาชนะและตัวอย่าง

2.4 นำโคพีพอดที่เพาะเลี้ยงแบบมหมวลจากห้องปฏิบัติการในถัง 500 ลิตร จากนั้นกรองด้วยถุงตาข่ายขนาด 67 ไมครอน ล้างน้ำสะอาดนำใส่ภาชนะชั่งน้ำหนักภาชนะและตัวอย่าง

2.5 นำแพลงก์ตอนสัตว์จากข้อ 2.1 - 2.5 เข้า deep freeze ให้แข็งและนำไปเข้า freeze dryer จนแห้งและนำไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหาร

การวิเคราะห์หาไนโตรเจน, โปรตีน (Kjeldahl Method)

1. การย่อยสลาย(Digestion)

1.1 ชั่งตัวอย่างแห้งประมาณ 0.7-2.2 กรัม ใส่ใน Kjeldahl Flask

1.2 เติม Mercuric oxide 0.5 กรัม และ Potassium sulfate 10 กรัม

1.3 เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 25.0 มิลลิลิตร

1.4 นำ Kjeldahl Flask ไปตั้งบนเตาย่อยเริ่มจากไฟอ่อนๆ ก่อน (ประมาณ 380 องศาเซลเซียส) ย่อยจนได้สารละลายใส ย่อยต่ออีก 1 ชั่วโมง เพื่อให้แน่ใจว่าปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้ว ถ้าที่คอของ Kjeldahl Flask มีจุดดำๆ ให้ตั้ง Kjeldahl Flask จนเย็นล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วย่อยต่อ

2. การกลั่น(Distillation)

2.1 นำตัวอย่างที่ย่อยเสร็จตั้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำ 200 มิลลิลิตร

2.2 เติม pommice stone

2.3 ต่อ Kjeldahl Flask เข้าเครื่องกลั่นให้ปลายด้านหนึ่งของ condenser จุ่มใน 4 % กรดบอริค 5 มิลลิลิตร

2.4 เติม 40 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงใน Kjeldahl Flask ปริมาตร 70 – 100 มิลลิลิตร

2.5 กลั่นจนได้แอมโมเนียออกมาประมาณ 150 มิลลิลิตร เก็บในกรดบอริค

3. การไตเตรท(Titration)

นำตัวอย่างที่กลั่นได้ Titrate กับสารละลายมารฐาน 0.1 N กรดซัลฟุริก โดยใช้ indicator การตรวจสอบค่า blank ทำเช่นเดียวกัน

4. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซนต์ไนโตรเจน} = \frac{(\text{ml.}H_2So_4 - \text{ml. Bank}) \times \text{normality of acid} \times 0.014 \times 100}{\text{weight of sample(g)}}$$

เปอร์เซนต์โปรตีน = % ไนโตรเจน x 6.25

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

1. นำขวดก้นกลมอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นตั้งไว้ให้เย็นในโดถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 2.0 กรัม ใส่ในทิมเบิลทำการสกัดไขมัน โดยวิธี Soxhlet ใช้ปิโตเลียมอีเธอร์ เป็นตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 12-16 ชั่วโมง หรือจนแน่ใจว่าไขมันถูกสกัดออกหมดแล้ว

3. ระเหยปิโตเลียมอีเธอร์ ออกจากขวดก้นกลมจนเกือบหมด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตั้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักขวดก้นกลมเมื่อนำน้ำหนักขวดก้นกลมที่มีไขมันลบด้วยน้ำหนักขวดก้นกลมแห้งได้น้ำหนักไขมัน นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซนต์ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

1. นำตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้ว ใส่ขวดชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติม 1.25 % กรดซัลฟุริก ปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือด 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่

2. กรองส่วนที่ต้มด้วยผ้าลินิน ล้างด้วยน้ำเดือดจนกากหมด

3. เทส่วนที่กรองได้ลงในขวดชมพู่ใบเดิมและเติม 1.25 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่

4. กรองส่วนที่ต้มด้วยผ้าลินิน ล้างด้วยน้ำเดือดจนด่างหมด

5. ถ่ายตะกอนลงในถ้วยกระเบื้องนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนัก

6. นำถ้วยกระเบื้องไปเผาที่ 550 – 600 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปคือปริมาณเยื่อใย

7. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซนต์เยื่อใย} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

1. อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นำไปชั่งจนได้น้ำหนักคงที่

2. ชั่งสารตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 ชั่วโมง หรือมากกว่าจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่เหลือคือน้ำหนักเถ้า

3. วิธีคำนวณ

$$\text{เปอร์เซนต์เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตคำนวณได้จากสูตร

เปอร์เซนต์คาร์โบไฮเดรต = 100 – เปอร์เซนต์โปรตีน – เปอร์เซนต์ไขมัน – เปอร์เซนต์เยื่อใย - เปอร์เซนต์เถ้า

การทดลองเลี้ยงอาร์ทีเมียด้วยอาหาร 3 ชนิด

ในการทดลองได้ให้อาหารอาร์ทีเมียอายุ 1 วัน 3 ชนิด *C. calcitrans*, *T.chuii* และ BG 1 เลี้ยงในบีกเกอร์ขนาดความจุ 2 ลิตร นาน 15 วัน แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง (Treatment) แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ (Replication)

1.1 การเตรียมอาร์ทีเมียเป็นสัตว์ทดลอง

1. ทำการกำจัดเชื้อโรคและปรสิต ซึ่งอาจติดมากับไข่อาร์ทีเมียโดยนำไข่อาร์ทีเมียตามปริมาณที่ต้องการฟักแช่ในน้ำจืดที่มีฟอร์มาลีนความเข้มข้น 200 ppm นานประมาณ 1 ชั่วโมง

2.เตรียมน้ำเค็ม ที่มีความเค็ม 30 ppt ไว้ในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร

3.กรองเปลือกไข่ออกแล้วล้างด้วยน้ำจืดให้สะอาดถ่ายไข่ที่ล้างน้ำจืดแล้วลงในโหลน้ำเค็มที่เตรียมไว้ทำการเพาะฟัก พร้อมทั้งให้อากาศในถังฟักตลอดเวลา อุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส และ พี-เอช ไม่ควรต่ำกว่า 8

4.ใช้ระยะเวลาในการเพาะฟักประมาณ 18-24 ชั่วโมง ไข่จะฟักออกเป็นตัว และควรให้ฟองอากาศตลอดเวลาพร้อมทั้งให้แสงสว่างแก่ถังเพาะโดยใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ส่องลงไปผิวน้ำ เพื่อให้การเพาะฟักมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.ทำการแยกเปลือกไข่โดยใช้แสงไฟล่อ ทำได้โดยหยุดอากาศแล้วปิดฝาถังด้วยวัตถุทึบแสงตัวอ่อนอาร์ทีเมียจะว่ายมาบริเวณที่ได้รับแสงส่วนเปลือกไข่จะอยู่บริเวณที่ทึบแสง แล้วใช้สายยางทำกาลักน้ำดูดเอาตัวอ่อนอาร์ทีเมีย (อนันต์ และคณะ ,2536)

6.นำอาร์ทีเมียที่ได้อายุ 1 วัน ไปชั่งน้ำหนักโดยทำการทดลองที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน จำนวน 3 ซ้ำและใช้อาร์ทีเมียซ้ำละ 3 กรัม / น้ำ 1 ลิตร (น้ำหนักเริ่มต้น 1 กรัม น้ำหนักเปียก = 450 ตัว) เลี้ยงที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน

7. การเตรียมอาหารอาร์ทีเมียโดยนำอาหาร 3 ชนิดคือ *C. calcitrans*, *T.chuii* และ BG 1 ที่เพาะขยายในขวดปริมาตร 1 ลิตร ใช้ความหนาแน่นของอาหารแต่ละชนิด $6.0x10^3$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทุกวัน ก่อนให้อาหารจะมีการถ่ายน้ำทุกวัน

8. เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง 34 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักทุกๆ 3 วัน

9.ชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลไปวิเคราะห์นำมาชั่งน้ำหนักเปียกทั้งหมด (Total wet weight)

การทดลองเลี้ยงโคพีพอดด้วยอาหาร 4 ชนิด

1. ทำการทดลองเลี้ยงโคพีพอดด้วยอาหาร 4 ชนิด คือ *I. galbana* , *T. chuii*, *C. calcitrans* และ *Chloreilla* sp. ในบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร ที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ที่อุณหภูมิห้อง 34 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำเค็มที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 121 ปอนด์ นาน 15 นาที

2. ทำการทดลองอาหารชนิดละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 9 วัน ให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ความหนาแน่นของสาหร่ายแต่ละชนิดเท่ากับ 10.37×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทุกวัน

3. ทำการสุ่มนับโคพีพอดจำนวนเริ่มต้นที่ความหนาแน่นเดียวกันโดยใส่โคพีพอดเริ่มต้นบีกเกอร์ละ 5 มิลลิลิตร(10 ตัวต่อมิลลิลิตร)จำนวนเริ่มต้นของโคพีพอดเท่ากับ 50 ตัวต่อน้ำ 2 ลิตร

4. ทำการสุ่มนับโคพีพอดทุกวันโดยทำให้สลบด้วยแอลกอฮอล์ 70 % เพื่อทำการนับจำนวน และ นำใส่กลับคืนภาชนะเดิมที่ทำการทดลองและทำการสุ่มนับเช่นนี้ทุกวัน

5. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการนับจำนวนโคพีพอดทั้งหมด

วิธีการเก็บโคพีพอดที่อุณหภูมิต่างกัน

1. นำโคพีพอด *Apocyclops* sp. มาแบ่งสุ่มใส่ในบีกเกอร์ละ 50 มิลลิลิตรพร้อมปิดด้วยพลาสติก ความหนาแน่น 16 ตัว/มิลลิลิตร(800ตัว/50มิลลิลิตร)

2. ทำการเก็บโคพีพอดที่อุณหภูมิ 5, 10, 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิละ 3 บีกเกอร์ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ

3. ทุกๆ 5 วันจะนำออกมาตรวจผลอุณหภูมิละ 3 บีกเกอร์ นำมาวางที่อุณหภูมิห้องเมื่ออุณหภูมิน้ำในบีกเกอร์เป็นปกติทำการตรวจนับอัตราการรอดตายทั้งหมดพร้อมบันทึกผล

การนำแพลงก์ตอนพืชไปใช้ในการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่

1. **การเตรียมหัวเชื้อ**(stock culture)

เตรียมน้ำทะเลใส่ในขวดทดลองปริมาตร 250 มิลลิลิตรและฟลากส์รูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ที่ระดับความเป็น กรด-ด่าง 7.5 ใส่อาหารเหลวสูตร f/2 ในปริมาตรความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร/ลิตร ปิดจุกสำลีและหุ้มด้วยกระดาษฟอยล์ นำไปผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมหัวเชื้อแพลงก์ตอนพืชคือไดอะตอม ได้แก่ *Chaetoceros calcitrans* ,*Thallasiosira* sp. และ *Lithodesmium* sp.ให้แสงสว่าง 1500 ลักซ์ นาน 12 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งทิ้งไว้บนเครื่องเขย่าประมาณ 3-5 วัน เมื่อหัวเชื้อเจริญเติบโตดีทำการขยายเพื่อเพิ่มปริมาณหัวเชื้อในขวดปริมาตร 1 ลิตร ประมาณ 3-5 วัน ถ่ายสู่โหลปริมาตร10 ลิตร โดยอัตราส่วนหัวเชื้อปริมาตร 1 ลิตร ต่อน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อบรรจุในโหล 9 ลิตร เติมอาหารเหลวสูตร f/2 ให้แสงสว่างพร้อมให้อากาศเบาๆ เป็นระยะเวลา 3 วันจะได้หัวเชื้อสาหร่ายปริมาณมาก

2. **การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่**

ในการทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู่ครั้งนี้ได้ใช้ไดอะตอม 3 ชนิดเป็นอาหารคือ *Chaetoceros calcitrans* ,*Thallasiosira* sp. และ *Lithodesmium* sp.โดยการเตรียมน้ำทะเลที่ผ่านการกรอง ที่ความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ใส่ในโหลทดลองปริมาตรความจุ 10 ลิตร พร้อมให้อากาศตลอดเวลา โดยหอยแมลงภู่ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดความยาว,ความกว้างของเปลือกหอยและน้ำหนัก (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4) ใส่ในโหลทดลองจำนวน 30 ตัวต่อโหลทดลอง โดยนำหอยมาเลี้ยงในตะกร้าที่จมน้ำ โดยเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน ทำการวัดการเจริญเติบโตคือ ความยาว และความกว้างของเปลือกหอย และชั่งน้ำหนักทุกๆ 15 วัน วัดความเค็ม ความเป็น กรด-ด่าง และ

อุณหภูมิของน้ำในเวลา 15.00 น. ของทุกวัน ซึ่งอาหารที่ให้จะให้ในปริมาณที่มากเกินพอต่อความต้องการของหอยแมลงภู่ในแต่ละวันตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง

3. **การวางแผนการทดลอง**(Experimental design)

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design การทดลองจะมี 3 ทรีทเมนต์(treatment) ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ (Block) แต่ละทรีทเมนต์จะเลี้ยงด้วยไดอะตอม 3 ชนิด ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 (T1) เลี้ยงหอยแมลงภู่ด้วย *Thallasiosira* sp.

ทรีทเมนต์ที่ 2 (T2) เลี้ยงหอยแมลงภู่ด้วย *Chaetoceros calcitrans*

ทรีทเมนต์ที่ 3 (T3) เลี้ยงหอยแมลงภู่ด้วย *Lithodesmium* sp.

4. **การวิเคราะห์ข้อมูล** (Data Analysis)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ ทุกๆ 15 วัน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง 60 วัน ด้วยวิธี(One-Way ANOVA) ทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วย Least Significant Difference Test (LSD)

ผลการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ตั้งแต่ชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด รวม 12 สถานีโดยเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 ถึงเดือนมิถุนายน 2540 และได้นำตัวอย่างที่รวบรวมได้จากโครงการการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริสุทธิ์จากชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก มาทำการศึกษาต่อด้วย ซึ่งพบว่าจากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ โดยแพลงก์ตอนพืชได้นำมาเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์เช่น อาร์ทีเมีย, โคพีพอด ก่อนที่จะนำแพลงก์ตอนสัตว์ไปเป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนได้แก่ *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraseimis chuii*, และ *Isochrysis galbana* พบปริมาณโปรตีน 25.26 %, 24.29%, และ 2.53 % ปริมาณไขมัน 5.72 %, 13.96 %, และ 14.43 % พบปริมาณเยื่อใย 0.08 %, 4.83 %,และ 4.72 % พบปริมาณเถ้า 8.59%, 6.95 %, และ 6.89 % และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 60.35%, 49.34 %, และ 71.43% ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 1)

ส่วนในแพลงก์ตอนสัตว์จากการนำวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารได้แก่ อาร์ทีเมียอายุ 1 วัน (ไม่เสริมน้ำมันตับปลา), อาร์ทีเมียตัวเต็มวัย(เสริมน้ำมันตับปลา), เคย, โคพีพอด พบปริมาณโปรตีน 22.69 %, 26.16 %, 30.87 %, และ 5.24 % ปริมาณไขมัน 17.06, 19.47 %, 29.70, และ 18.67 % ปริมาณเยื่อใย 1.43 %, 2.49 %, 2.69 %,และ 1.53 %ปริมาณเถ้า 5.57 %, 12.39 %, 17.72 %,และ 7.66 % และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 53.25%, 39.49 %,1 9.02 %, และ 66.9% ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากการนำมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบของเปอร์เซนต์กรดไขมันใน BG 1 พบ fatty acid (% by weight) เท่ากับ 0.99 % ไม่พบพวก 18:3 และพวกที่มี Carbon มากกว่าหรือเท่ากับ 20 ไม่พบ fatty acid พวก DHA และ EPA ส่วน BG 2 พบ fatty acid (% by weight) เท่ากับ 0.77 % ไม่พบพวกที่เป็นไม่อิ่มตัว(unsaturated)ของ fatty acid ที่มีจำนวน Carbon 20 ตัว ไม่พบ fatty acid พวก DHA และ EPA (ดังแสดงในตารางที่ 3)ผลจากการวิเคราะห์ได้ทดลองนำ BG 1และ BG 2 ไปทดสอบโดยการนำไปเลี้ยงอาร์ทีเมียที่มีอายุตั้งแต่ 1 วัน จนถึงวันที่ 15 (วัยเจริญพันธุ์)เป็นระยะเวลา 15 วัน ชั่งน้ำหนักทุก 3 วัน พบว่าอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วย *Tetraseimis chuii* , *Chaetoceros calcitrans* และ BG 1 ให้ผลการเจริญเติบโตท่ากับ 48.4± 0.53 ,10.1±0.12, และ0.4±0.01 กรัม ตามลำดับ (ดังภาพที่ 1)และพบว่าโคพีพอดที่นำไปเลี้ยงด้วยอาหาร 4 ชนิด ในระยะเวลา 9 วัน *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans*

,*Chloreilla sp.* , และ *Tetrasellmis chuii* มีความหนาแน่นเท่ากับ 4255, 977 , 877, และ 833 ตัว/ ลิตร ตามลำดับ

ได้นำโคพีพอด *Apocyclops* sp. ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 , 10 , 15, และ 20 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส โคพีพอดตายหมด ที่ 15 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 5 วัน พบโคพีพอดคงเหลือ 52.12 % และหลังจาก 5 วันพบการตายของโคพีพอดมากขึ้นและการเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บโคพีพอดได้เป็นระยะเวลา 10 วัน ซึ่งโคพีพอดยังคงมีชีวิตได้ถึง 83.25 เปอร์เซนต์ และยังคงเก็บได้อีกต่อไป 5 วัน รวม 15 วันที่เก็บรักษาในอุณหภูมิระดับนี้โคพีพอดสามารถมีชีวิตคงอยู่ 72 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตจากแพลงก์ตอนพืชเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

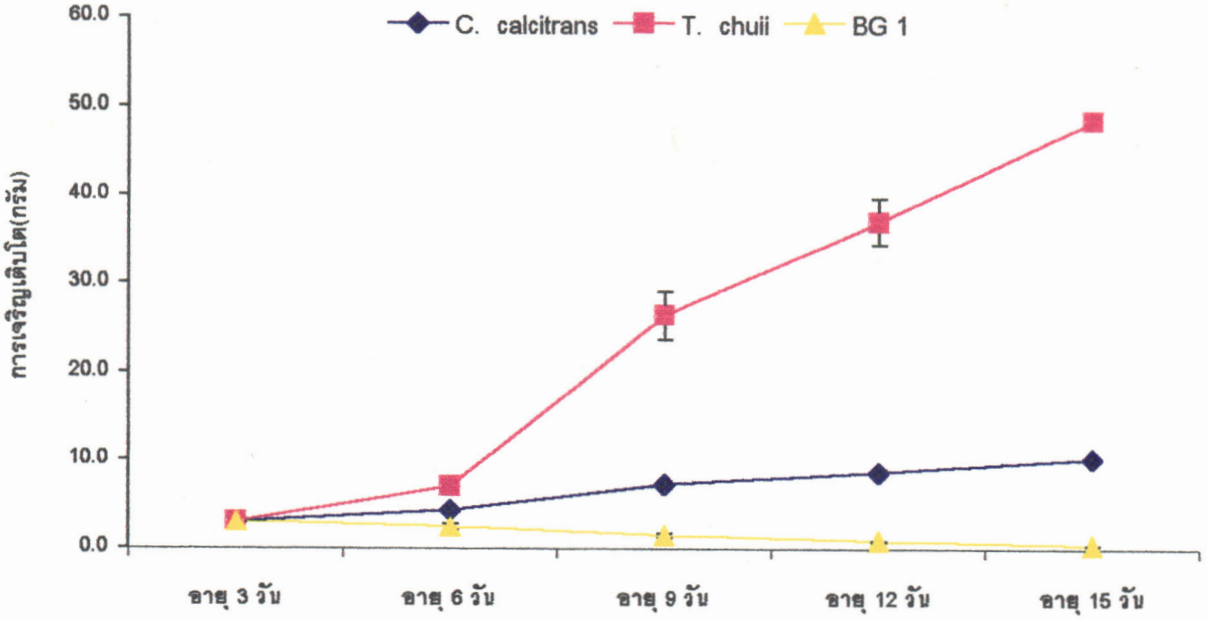
ตัวอย่าง	ปริมาณโปรตีน (%)	ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณเยื่อใย (%)	ปริมาณเถ้า (%)	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)
Chaetoceros	25.26	5.72	0.08	8.59	60.35
Tetrasellmis	24.92	13.96	4.83	6.95	49.34
Isochrysis	2.53	14.43	4.72	6.89	71.43

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตจากแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน

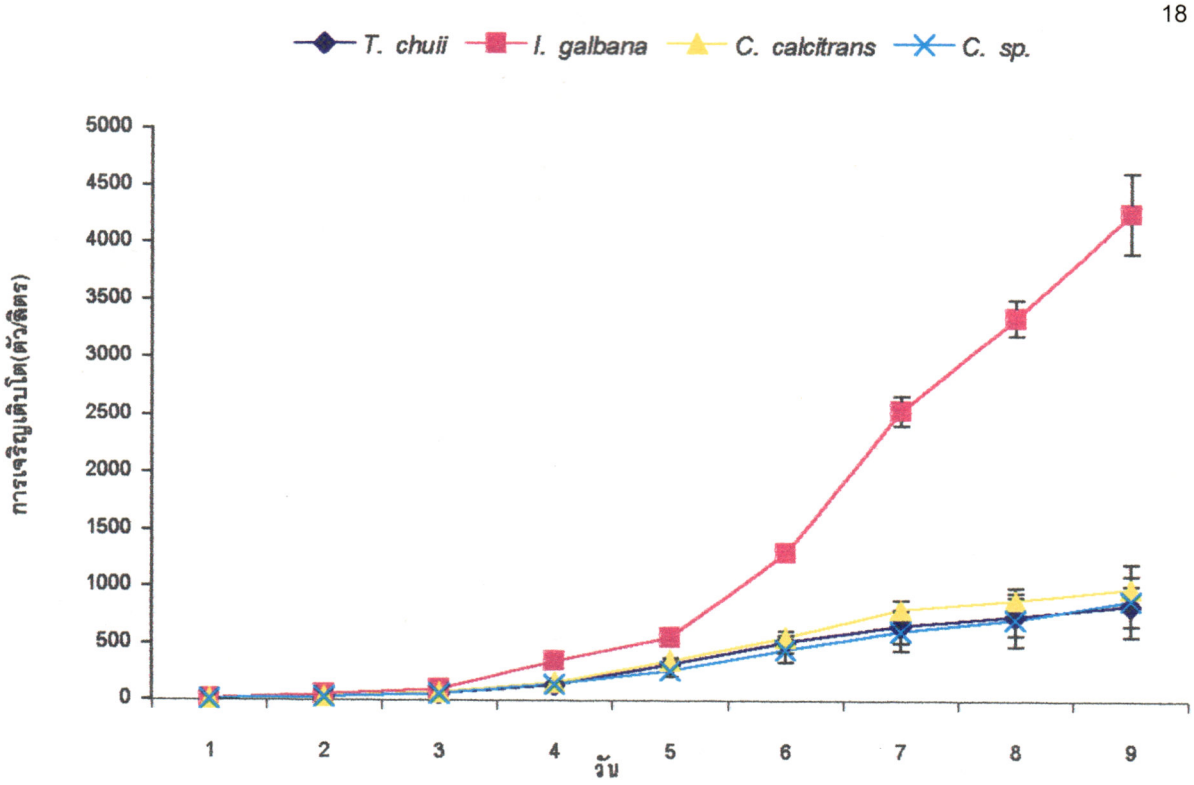
ตัวอย่าง	ปริมาณโปรตีน (%)	ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณเยื่อใย (%)	ปริมาณเถ้า (%)	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)
อาร์ทีเมีย (อายุ 1วัน)	22.69	17.06	1.43	5.57	53.25
อาร์ทีเมีย(adult) (เสริมน้ำมันตับปลา)	26.16	19.47	2.49	12.39	39.49
เคย	30.87	29.70	2.69	17.72	19.02
โคพีพอด	5.24	18.67	1.53	7.66	66.9

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของเปอร์เซนต์กรดไขมันใน BG1 และ BG 2(% by wet weight)

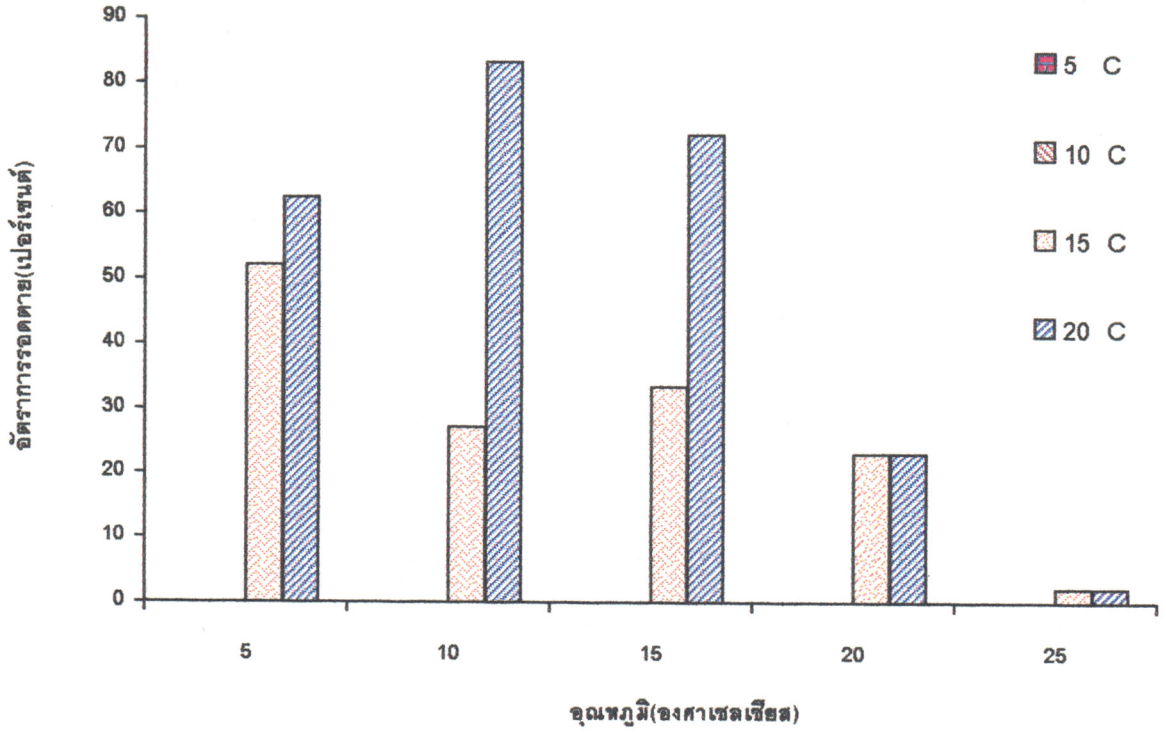
Fatty acid	BG 1	BG 2
16:0	49.39	44.47
16:1	5.20	9.83
18:0	2.44	2.38
18:1	17.15	9.36
18:2	25.82	9.36
18:3	-	1.71
20:0	-	22.88



ภาพที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของอาร์ทีเมียที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด



ภาพที่ 2 แสดงความหนาแน่นของโคพีพอด *Apocyclops* sp. ที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย 4 ชนิด



ภาพที่ 3 แสดงอัตราการรอดตายของโคพีพอด *Apocyclops* sp. ที่อุณหภูมิ 4 ระดับ

จากผลการทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู่ด้วยอาหาร 3 ชนิดคือ *Thallasiosira* sp. *C. calcitrans* และ *Lithodesmium* sp. ตลอดช่วงในการทดลองน้ำที่ใช้เลี้ยงมีความเค็ม 33 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด – ด่าง 8.11 อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 28–30 องศาเซลเซียส โดยการทดลองครั้งนี้ได้เลี้ยงหอยแมลงภู่เป็นระยะเวลา 60 วัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 ชนิดหอยแมลงภู่ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดความกว้าง ความยาวของปลือกและน้ำหนัก (ดังแสดงในตารางที่ 4) ที่ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ(ภาคผนวกตารางที่ 9)ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการวัดการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่และอัตราการรอดตายทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลอง

ตารางที่ 4 ขนาดของหอยแมลงภู่ที่ใช้ในการทดลองเริ่มแรก(Mean ± SE)

อาหารที่ใช้เลี้ยง	ความกว้าง(มม.)	ความยาว(มม.)	น้ำหนัก(มก.)
Thallasiosira sp.	10.67 ± 0.13	20.27± 0.02	960± 15.29
C. calcitrans	10.67 ± 0.15	20.50± 0.3	990± 41.68
Lithodesmium sp.	12.64 ± 0.1	20.13± 0.2	973± 24.07

การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 15 ของการทดลองพบว่า หอยแมลงภู่มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันทางด้านสถิติ(ภาคผนวกตารางที่ 10) ทดสอบความแตกต่างด้วย LSD(ภาคผนวกตารางที่ 16) พบว่าหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. มีการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง ความยาว แตกต่างทางด้านสถิติ ($P< 0.05$) กับหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *C. calcitrans* และ *Lithodesmium* sp. หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *C. calcitrans* ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติกับหอยที่เลี้ยงด้วย *Lithodesmium* sp.การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างทางด้านสถิติ($P< 0.05$)

ตารางที่ 5 แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 15 ของการทดลอง

อาหารที่ใช้เลี้ยง	ความกว้าง(มม.)	ความยาว(มม.)	น้ำหนัก(มก.)
Thallasiosira sp.	12.05± 0.01	22.85± 0.17	1425.40± 19.81
C. calcitrans	11.69± 0.19	22.04± 0.02	13.03.56± 43.19
Lithodesmium sp.	11.42± 0.06	21.41± 0.17	1146.67± 12.03

การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในช่วงนี้ การพัฒนาการของหอยทางด้านความกว้าง (ดังแสดงในตารางที่ 6) จะพบความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางด้านสถิติพบว่าการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ($P< 0.05$, ภาคผนวกตารางที่ 11) เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างด้วย LSD พบว่าหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. มีการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของหอยแมลงภู่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *C. calcitrans* และ*Lithodesmium* sp. แต่หอยที่เลี้ยงด้วย *C. calcitrans*,กับ *Lithodesmium* sp.มีการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างที่ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ แต่ในทางกลับกันการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของตัวหอย และความยาวของเปลือกหอย มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($P< 0.05$,ภาคผนวกตารางที่ 17)

ตารางที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 30 ของการทดลอง

อาหารที่ใช้เลี้ยง	ความกว้าง(มม.)	ความยาว(มม.)	น้ำหนัก(มก.)
Thallasiosira sp.	13.36± 0.05	25.47± 0.28	1773.33± 28.51
C. calcitrans	12.52± 0.28	23.68± 0.18	1446.67± 13.35
Lithodesmium sp.	12.10± 0.08	22.53± 0.02	1250± 28.90

หอยแมลงภู่มีความกว้าง , ความยาว และ น้ำหนัก ที่แตกต่างกันตามชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง(ดังแสดงในตารางที่ 7) โดยจะเห็นว่าหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. มีการเจริญเติบโตดีกว่าหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *C. calcitrans* กับ *Lithodesmium* sp.เมื่อวิเคราะห์ผลทางด้านสถิติพบว่า การเลี้ยงหอยแมลงภู่ด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ มีความแตกต่างทางด้านสถิติ($P< 0.05$, ภาคผนวกตารางที่ 12) เมื่อนำมาเปรียบเทียบดูความแตกต่างด้วย LSD พบว่า การเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกัน(ภาคผนวกตารางที่18)

ตารางที่ 7 แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 45 ของการทดลอง

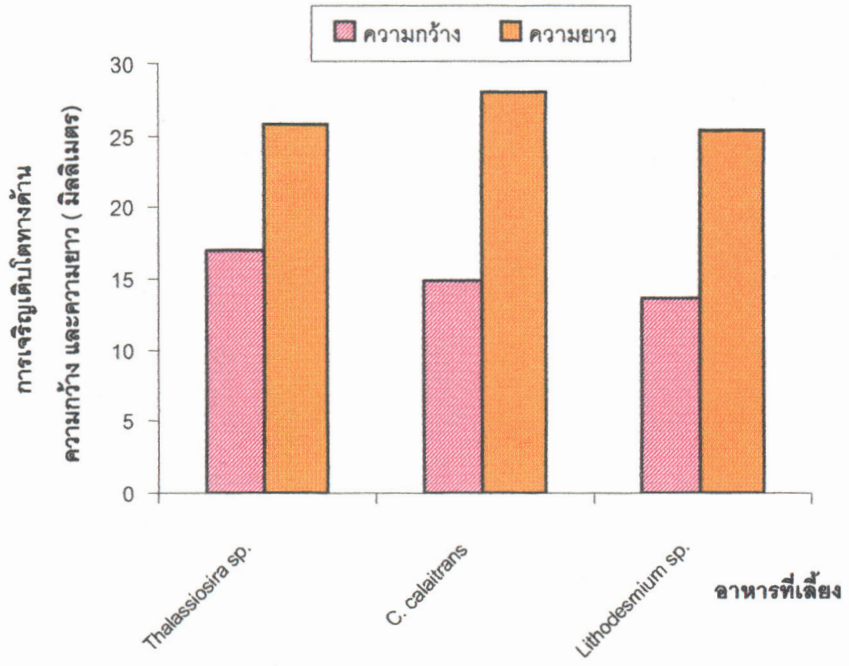
อาหารที่ใช้เลี้ยง	ความกว้าง(มม.)	ความยาว(มม.)	น้ำหนัก(มก.)
Thallasiosira sp.	14.83± 0.08	27.39± 0.02	2273± 28.90
C. calcitrans	13.51± 0.27	25.63± 0.25	1720± 0.05
Lithodesmium sp.	12.70± 0.13	23.95± 0.14	1460± 0.02

วันที่ 60 หรือสิ้นสุดการทดลอง ในช่วงนี้จะพบว่าการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด มีความแตกต่างกันมาก ลูกหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. มีการเจริญเติบโตดีที่สุด มีความกว้าง 16.92± 0.31 มิลลิเมตร ความยาว 25.73± 5.96 มิลลิเมตร และน้ำหนัก3006.67± 0.07 มิลลิกรัม *C. calcitrans* มีความกว้าง14.92± 0.20 มิลลิเมตร ความยาว 28.09± 0.26 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 2110± 0.04 มิลลิกรัม และ*Lithodesmium* sp. มีความกว้าง13.60± 0.08 มิลลิเมตร ความยาว 25.40± 0.13 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 1753.33± 0.03 มิลลิกรัม วิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านสถิติพบว่าหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ($P< 0.05$,ภาคผนวกตารางที่ 13) ทดสอบความแตกต่างพบว่ามีความแตกต่างกันทั้งทางด้านการเจริญเติบโตของความกว้าง ความยาวของเปลือกหอย และน้ำหนัก(ภาคผนวกตารางที่ 19, ภาพที่ 4-5)

ตารางที่ 8 แสดงการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในวันที่ 60 ของการทดลอง

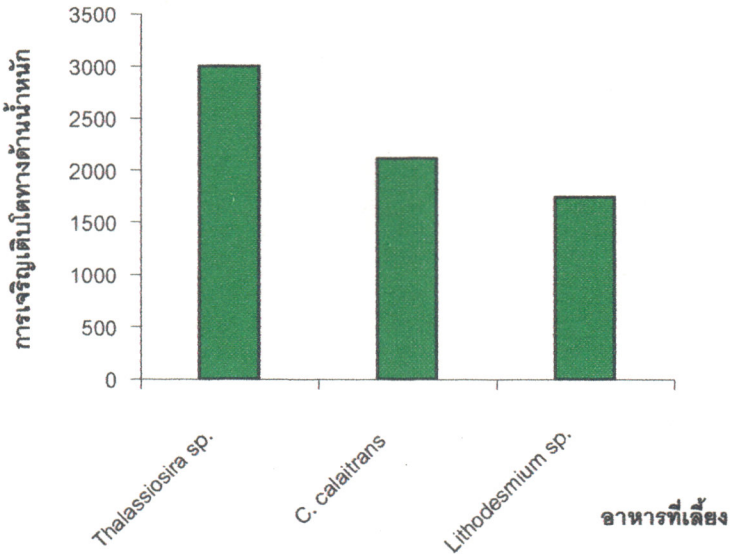
อาหารที่ใช้เลี้ยง	ความกว้าง(มม.)	ความยาว(มม.)	น้ำหนัก(มก.)
Thallasiosira sp.	16.92± 0.31	25.73± 5.96	3006.67± 0.07
C. calcitrans	14.92± 0.20	28.09± 0.26	2110± 0.04
Lithodesmium sp.	13.60± 0.08	25.40± 0.13	1753.33± 0.03

อัตราการรอดตายของหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน 3 ชนิด คือ *Thalassiosira* sp. , *Chaetoceros calcitrans* และ *Lithodesmium* sp. พบว่า อัตราการรอดไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($p < 0.05$, ภาคผนวกตารางที่ 14 และ ภาพที่ 6) หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Chaetoceros calcitrans* จะมีอัตราการรอดสูงสุด คือ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Thalassiosira* sp. และ *Lithodesmium* sp. (83 เปอร์เซ็นต์ และ 80 เปอร์เซ็นต์) มีอัตราการรอดน้อยลงตามลำดับ

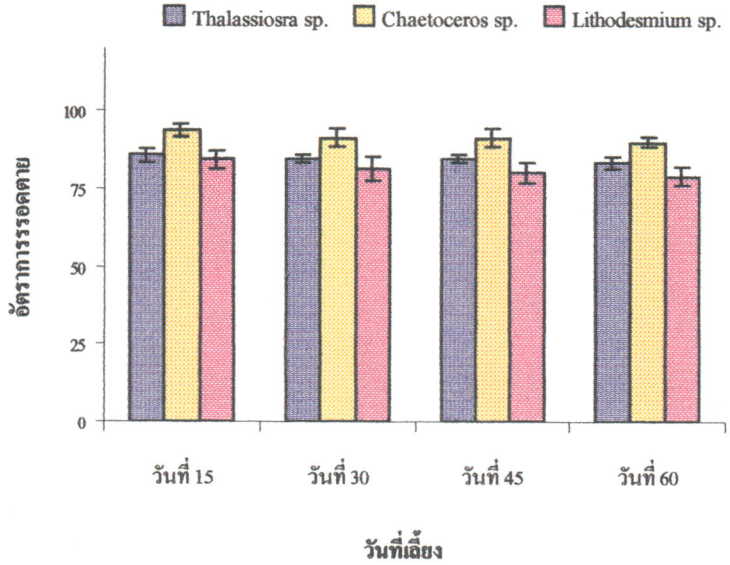


ภาพที่ 4 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างและความยาวของหอยแมลงภู่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

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



ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก (มิลลิกรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 6 แสดงอัตราการรอดของหอยแมลงภู่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

576.776
ก582
ค.4
249361

สรุปและวิจารณ์ผล

ได้นำตัวอย่างที่รวบรวมได้จากบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทยตั้งแต่ชายฝั่งทะเลจังหวดสมุทรปราการ, ฉะเชิงเทรา, ชลบุรี, ระยอง, จันทบุรี, และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 ถึงเดือนมิถุนายน 2540 และได้นำตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งเป็นตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้จากโครงการการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริสุทธิ์จากชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก นำมาศึกษาส่วนประกอบของเปอร์เซนต์กรดไขมันใน BG1 และBG 2 พบว่าสามารถขยายปริมาณแบบมหมวลได้เป็นปริมาณมาก เจริญเติบโตรวดเร็วใช้ระยะเวลาในการผลิตสั้นแต่เนื่องจากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่าไม่เหมาะสมสำหรับที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนเนื่องจากมีปริมาณ DHA และ EPA ต่ำ ซึ่งไม่มีความสำคัญต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี จึงไม่ทำการวิเคราะห์ในรายละเอียดเนื่องจากเป็นการสิ้นเปลืองวัสดุ(ดังแสดงในตารางที่ 3) ส่วนแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นจะดำเนินการวิจัยต่อไป ซึ่ง Morakot, (1994) กล่าวว่าตลาดปัจจุบันต้องการ GLA และ EPA ในรูปของสารบริสุทธิ์มากโดยใช้ในด้านเป็นอาหารเสริมและเวชภัณฑ์ ซึ่ง EPA เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่หายากในมนุษย์และสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เองโดยทั่วไปพบมากในปลาทะเลเช่น sardine และ EPA มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้ในทางเภสัชกรรมโดยที่เป็น precursor ตัวหนึ่งของฮอร์โมน prostaglandin ในการช่วยป้องกันการแข็งตัวของเม็ดโลหิตและมีรายงานการบริโภค EPA เสริมว่าช่วยป้องกันการบวมอักเสบ สาหร่ายหลายชนิดมี EPA เป็นส่วนประกอบเช่น *Chloreilla minutissima* มี EPA สูงถึงร้อยละ 44.7 ของกรดไขมันทั้งหมด Ackman และคณะ,1968 (อ้างจากมรกต,1994) พบว่าในสาหร่าย *Tetraselmis* sp., *Porphyridium cruentum, Olisthodiscus* sp., *Skeletonema costatum, Phaeodactylum trucirbytynm, Syracospharia carterae , Monochrysis lutheri* และ *Amphidinium carteri* มี DHA ร้อยละ 0.03 – 2.7 ของน้ำหนักแห้งในแพลงก์ตอนพืช *Gonyaulax cattenella* มี DHA สูงถึงร้อยละ 34 ของกรดไขมันทั้งหมด

ได้นำสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก 2 ชนิดคือ *Tetrasellmis chuii* และ *Isochrysis galbana* นำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารพบโปรตีน 24.92 % ,2.53 %,ไขมัน 13.96 %,14.43 %ตามลำดับและไดอะตอมชนิด *Chaetoceros calcitrans* พบโปรตีนสูงเท่ากับ 25.26 % และไขมัน 5.72 %ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปริมาณไขมันใน *I. galbana* มีปริมาณสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับการนำ*I. galbana* มาใช้เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงโคพีพอด เนื่องจากว่า *I. galbana* สามารถให้ผลผลิตที่มีปริมาณของ DHA สูง (Kiffe et al., 1995) และ EPA (Lopez Alonso et al., 1992) ซึ่ง

ทั้ง DHA และ EPA นั้นมีความจำเป็นกับลูกปลาวัยอ่อน ซึ่งจะส่งผลให้ม้าน้ำจากการทดลองมีอัตราการรอดตายสูง แต่จากผลการทดลองของ พนิดา,(2541)ปรากฏว่าม้าน้ำที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดและโคพีพอดผสมน้ำมันตับปลามีอัตราการรอดตายต่ำกว่าม้าน้ำที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียและอาร์ทีเมียผสมน้ำมันตับปลาแต่ไม่ได้มีการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของม้าน้ำก่อนเนื่องจากว่าลูกม้าน้ำวัยอ่อนไม่สามารถไล่จับโคพีพอดระยะนอเพลียสกินได้เพราะนอเพลียสมีการเคลื่อนที่เร็วโดยการว่ายน้ำแบบกระตุกควรที่จะทดลองกับสัตว์ทดลองอื่นจะเหมาะสมกว่าหรือควรหาวิธีที่ทำให้โคพีพอดเคลื่อนที่ได้ช้าลงเช่นการแช่เย็น แต่จากการทดลองโดยนำโคพีพอดไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆกัน พบว่าถ้าเก็บโคพีพอดที่อุณหภูมิต่ำจะตายหมดถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันยังคงเป็นวิธีที่เก็บรักษาได้แต่ถ้าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานกว่า 15 วัน จะเป็นการเก็บรักษาได้ดีมีอัตราการรอดตายระหว่าง 72-83.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง W.C.M. Klein Breteler and et.al.(1995)ได้เพาะเลี้ยงโคพีพอด *Pseudocalanus elongatus* Boeck จากนอเพลียสระยะที่ 1 และ นอเพลียสระยะที่ 2 จนเป็นตัวเต็มวัยที่อุณหภูมิ 5, 10,15, และ 20 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิต่ำอาหารมาก ส่วนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อัตราการตายสูงและไม่มีการพัฒนาไปมากกว่าที่ 15 องศาเซลเซียส ซึ่ง Jame and AL-Khars,(1986) รายงานว่าการเพาะโคพีพอดกลุ่ม Cyclopoid (*Apocyclops boneoensis* Linberg)เป็นปริมาณมากในถังเพาะกลางแจ้งความจุ 15 ลูกบาศก์เมตร จากการทดลองให้ผลผลิต 2.75 X 10^6 ตัวต่อลิตร และสูงสุดได้ 4.4 X 10^6 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยเลี้ยงที่ความเค็ม 20 ppt ให้ผลผลิตสูงสุด ผลจากการใช้โคพีพอดให้เป็นอาหาร 21-31 วัน กับลูกปลาอีคุด *A. cuvieri* จะเห็นว่าใช้โคพีพอดอย่างเดียวหรือใช้โคพีพอดผสมกับนอเพลียสอาร์ทีเมีย 1:1 ทำให้อัตราการรอดตายสูงสุดและเจริญเติบโตดีกว่าการใช้นอเพลียสอาร์ทีเมียอย่างเดียว ส่วนการการศึกษาอัตราการรอดตายของลูกม้าน้ำอายุ 5 วัน ถึงอายุ 20 วัน จะค่อยๆ เริ่มตาย ขณะที่ไล่จับอาหารที่เลี้ยงด้วยนอเพลียสโคพีพอด ส่วนชุดควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียมีความแข็งแรง อัตราการรอดตายสูง 98.96 $\pm$ 1.93 %

จากการศึกษาปริมาณคุณค่าทางอาหารพบว่าอาร์ทีเมียตัวเต็มวัย ที่เสริมน้ำมันตับปลาจะให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าอาร์ทีเมียอายุ 1 วันที่ไม่เสริมน้ำมันตับปลาซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ อนันต์ และคณะ(2536)กล่าวว่า อาร์ทีเมียจะมีคุณค่าทางอาหารสูงทั้งอาร์ทีเมียวัยอ่อนหรืออาร์ทีเมียตัวเต็มวัยแต่หลังจากอาร์ทีเมียฟักเป็นตัวแล้วครึ่งวันถึง 1 วัน ถ้าไม่ได้กินอาหารจะมีน้ำหนักและปริมาณไขมันลดลงอย่างละประมาณ 25 % ทำให้อาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารลดลงเมื่อนำไปใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นลูกกุ้ง-ลูกปลาวัยอ่อนมักจะพบ

การตายมากหลังจากอนุบาลไปได้ 1-2 สัปดาห์ สาเหตุสำคัญอันหนึ่งเนื่องมาจากอาร์ทีเมียที่ใช้มีกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำเค็ม(w3 HUFA) บางตัว อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของลูกสัตว์น้ำ ดังนั้นควรเพิ่มกรดไขมันที่จำเป็น(essential fatty acid) ให้กับอาร์ทีเมียก่อนนำไปอนุบาลลูกสัตว์น้ำและ Davis,(1965)พบว่าMarine copepod ประกอบด้วยโปรตีน 59 % ไขมัน 7.0 % คาร์โบไฮเดรต 20% ไคติน 4.7 % และ เถ้า 9.3 %

ความต้องการบริโภคอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีคุณภาพสูง เพื่อเป็นการพัฒนาอัตราการรอดตายของปลาวัยอ่อนและลูกหอยวัยอ่อน แต่สาหร่ายที่มีขนาดเล็กนั้นจะต้องทำการผลิตในถังที่อยู่กลางแจ้งและจะต้องมีการควบคุมคุณภาพการผลิตได้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก แต่ต้นทุนในการผลิตและการดูแลสูง จนกระทั่งขณะนี้มีงานวิจัยมากมายที่พยายามศึกษาถึงการเก็บรักษาสาหร่ายขนาดเล็กหลังการเก็บเกี่ยวโดยคงคุณค่าทางอาหารไว้เช่นเดิมเพื่อนำไปประกอบเป็นอาหารอัดเม็ด หรือเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์น้ำ

หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด คือ *Thallasiosira* sp. , *C. calcitrans* และ *Lithodesmium* sp. พบว่า หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. มีการเจริญเติบโตดีกว่าหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *C. calcitrans* และ *Lithodesmium* sp. ตามลำดับ หอยแมลงภู่ตามธรรมชาติจะใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารคล้ายกับรายงานของ สถานีวิจัยประมงศรีราชา ที่กล่าวว่า หอยแมลงภู่จะกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร แพลงก์ตอนพืชมีคุณค่าทางอาหารแตกต่างกันเมื่อนำมาเลี้ยงหอยแมลงภู่ จากการศึกษาของ Myklestad (1974) ที่ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของ *Thallasiosira gravida* มีปริมาณโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรต 40.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และ Myklestad และ คณะ (1972)ได้ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของ *Chaetoceros affinis* Var. Willei (Gran) Hustedt พบว่ามีปริมาณโปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรต 43 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง Renaud และคณะ (1999) ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารของ *Chaetoceros* sp. พบว่ามีปริมาณโปรตีน 36.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ไขมัน 17 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณค่าทางอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมากมายในแต่ละชนิดของแพลงก์ตอนพืช

เอกสารอ้างอิง

ธิดา เพชรมณี และ ฐานันดร์ ทัตตานนท์.2521. การทดลองเลี้ยงโคพีพอดบางชนิด. รายงานผลการปฏิบัติงานทางวิชาการ.สถานีประมงจังหวัดสงขลา.กรมประมง. 438 หน้า.

วิวัธนา ลิ่มสุวรรณ .2529. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายนอกและพฤติกรรมบางประการของโคพีพอด *Metacyclops minutus* (claus, 1863) . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 117 หน้า.

พนิดา เกตุจินดา. 2541. การศึกษาชนิดอาหารที่เหมาะสมสำหรับอนุบาลม้าน้ำวัยอ่อน.ปัญหาพิเศษทางชีววิทยา. มหาวิทยาลัยบูรพา. 24 น.

สถานีวิจัยประมงศรีราชา สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. การเลี้ยงและการแปรรูปหอยแมลงภู่แบบครบวงจร. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงและการแปรรูปหอยแมลงภู่แบบครบวงจร. 60 หน้า.

สุพจน์ ฐิตธรรมโม, สมพร เพลินใจและสมพงษ์ ดุลย์จินดาชบาพร.2529. การหาปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น เถ้าและคาร์โบไฮเดรตจากอาร์ทีเมีย. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 9. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 21 หน้า.

อนันต์ ตันสุตะพาณิช, นภดล ภูวพานิช, ธนัญช์ สังกรธนกิจ และธงชัย เพิ่มงาม. 2536. คู่มือการเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย. โครงการวิจัยการเลี้ยงอาร์ทีเมีย กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 42 หน้า.

Atsushi and Yugo Okamura. 1988. Propagation of the Calanoid copepod, *Acartia tseuensis* in outdoor tanks. Aquaculture 70 (1988). pp. 39-51.

C.M. Jame and A.M. AL-Khars. 1986. Studies on the Production of Planktonic Copepods for Aquaculture, Proceeding of the Second International conference on copepoda Syllogens No.58 National Museum of Canada. pp.330-340.

Davis, C.C. 1955. The Marine and Fresh-Water Plankton. Michigan State University.Press,Michigan.562 p.

Ji Young Cho, Hyung-Joo Jin, Hyun Jeong Lim, John N.C. Whyte, Yong-ki Hong. 1996. Growth activation of the microalgae *Isochrysis galbana* by the aqueous extract of the sae weed *Monostroma nitidum*. Journal of Applied phycology 10: 561-567.

Katsunuri Kimoto, Shin-Ichi Uye and Takashi Onbe. 1986. Growth Characteristics of a Brakish- water Calanoid copepod *Sinocalanus tenellus* in Relation to temperature and salinity. Bulletin of Plankton Society of Japan Vol. 33, No. 1, pp. 43-57.

Kiffe M., Nokihara K., Matsunaga T. 1995. Purification of docosa hexaenoic acid (DHA) produced by marine microalga *Isochrysis galbana.* Journal marine Biotechnology. 2: 139-142.

Lopez Alonso D., Molina Grima E., Sanchez Perez JA, Garcia Sanchez JI, Garcia Camacho F. 1992. Isolation of clones of *Isochrysis galbana* rich in eicosapentaenoic acid. Aquaculture 102: 363-371.

Morakot Tanticharoen.1994. Chemical from microalgae.Microalgal Biothechnology Workshop, December 6-9. King Mongkut's Institute of Technology Thonburi (KMITT). 1-30.

Myklestad Sverre,Haug A.,and Larsen Bjorn. 1972. Porduction of carbohydrates by the marine diatom *Chaetoceros affinis* Var.Willei (Gran) Hustedt. II. Preliminary imvestigation of the Extracellular Polysaccharide.

Myklestad S. 1974. Porduction of carbohydrates by marine planktonic diatom. I. Comparision of nine different species in culture. Journal expi-marine Biology and Ecology. Vol.15,pp. 261-274

Nelson, J.S. 1976. Fishes of the world. Wileyinterscience, New york, London, Sydney and Toronto. 416 pp.

Renaud, S.M., Thinh, L.V., & Parry, D.L. 1999. The gross chemical composition and fatty acid composition of 18 species of tropical Australian microalgae forpossible use in mariculture. Aquaculture 170, pp. 147-159

Suvapepun ,S. 1973. An analysis of the gut contents of the Indo-Pacific mackarel larvae. proc. third CSK Symposium, May 26 – 2 9, 1973, Bangkok. pp. 390-399.

Sin-Che Lee. 1983. The family Syngnathidae (Pices : Syngnathiformes) of Taiwan. Bull. Inst. Zool., Acadimia Sinica. 22(1) : 67-82.

Susumi OHTSUKA, Seisi OHAYE, Atsushi Tanimura. Mitsuo Fukuchi, Hiroshi Hattori, Hiroshi Sasaki and Osamu Matsuda. 1993. Feeding Ecology of copepodid stages of *Eucalanus bungii* in the Chukchi and Northern Bering Seas in October 1988. Proceeding of the NIPR Symposium on Polar Biology, 6, pp. 27-37.

Tida pechmanee.1997. Status of Marine Larviculture in Thailand. Hydrobiologia 358:41-43.

Vincent, A. 1995. Seahorse keeping. The breeder's registry. The journal of aquaculture. University of Oxford, England. vol.3.

Wanna suwanrumpha. 2526. Zooplankton in the Western Gulf of Thailand I. The Relationship between the Relative Abundance of Food items in the diet of *Secutor ruconicus*, *Secutor insidiator* and the Stnading Stock of Zooplankton from Simulataneous Plankton tows. รายงานวิชาการที่ สจ/25/11 ฝ่ายสถานวิจัย ประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง. 10 น.

Wong, F. 1982. Fish Biology and Its Mariculture : Culture of Sera horse. Agriculture Publication Press. Beijing : pp. 1-16.

W.C.M. Klein Breteler, S.R. Gonzalez, N.Schogt.1995. Development of *Pseudocalanus elongatus*(copepoda, calanoida) cultured at different temperature and food conditions. Marine Ecology progress series, Vol.119: 99-110.

ภาคผนวก

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดของหอยแมลงภู่ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง โดยวิธี One-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ความกว้าง					
Between Groups	.291	2	.145	.133	.876
Within Groups	292.194	267	1.095		
Total	292.485	269			
ความยาว					
Between Groups	6.141	2	3.070	.874	.[illegible]
Within Groups	937.956	267	3.513		
Total	944.096	269			
น้ำหนัก					
Between Groups	3.990E-02	2	1.995E-02	.418	.659
Within Groups	12.756	267	4.777E-02		
Total	12.796	269			

ตารางที่ 10 ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อเลี้ยงได้ 15 วัน โดยใช้วิธี One-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ความกว้าง					
Between Groups	15.718	2	7.859	6.124	.003
Within Groups	300.308	234	1.283		
Total	316.025	236			
ความยาว					
Between Groups	78.766	2	39.383	9.706	.000
Within Groups	949.452	234	4.057		
Total	1028.217	236			
น้ำหนัก					
Between Groups	3.051	2	1.525	14.609	.000
Within Groups	24.432	234	.104		
Total	27.483	236			

ตารางที่ 11 ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อเลี้ยงได้ 15 วัน โดยใช้วิธี One-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ความกว้าง					
Between Groups	63.024	2	31.512	15.486	.000
Within Groups	463.958	228	2.035		
Total	526.983	230			
ความยาว					
Between Groups	328.683	2	164.342	28.840	.000
Within Groups	1299.222	228	5.698		
Total	1627.905	230			
น้ำหนัก					
Between Groups	10.740	2	5.370	39.588	.000
Within Groups	30.929	228	.136		
Total	41.669	230			

ตารางที่ 12 ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อเลี้ยงได้ 45 วัน โดยใช้วิธี One-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ความกว้าง					
Between Groups	176.284	2	88.142	21.211	.000
Within Groups	934.979	225	4.155		
Total	1111.263	227			
ความยาว					
Between Groups	548.038	2	274.019	19.594	.000
Within Groups	3146.581	225	13.985		
Total	3694.618	227			
น้ำหนัก					
Between Groups	26.316	2	13.158	41.518	.000
Within Groups	71.307	225	.317		
Total	97.623	227			

ตารางที่ 13 ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้วิธี One-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ความกว้าง					
Between Groups	401.297	2	200.648	36.432	.000
Within Groups	6559.318	1191	5.507		
Total	6960.615	1193			
ความยาว					
Between Groups	1610.689	2	805.345	43.838	.000
Within Groups	21879.883	1191	18.371		
Total	23490.572	1193			
น้ำหนัก					
Between Groups	62.506	2	31.253	63.409	.000
Within Groups	587.014	1191	.493		
Total	649.519	1193			

ตารางที่ 14 อัตราการรอดของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้วิธี One-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ความกว้าง					
Between Groups	527.798	2	263.899	5.098	.010
Within Groups	2173.938	42	51.760		
Total	2701.736	44			

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดหอยแมลงภู่ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง โดยใช้ LSD

		Mean Difference	Standard Error	Sig.
ความกว้าง				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	-5.56E-03	.156	.972
	Lithodesmium sp.	-7.22E-02	.156	.644
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	5.556E-03	.156	.972
	Lithodesmium sp.	-6.67E-02	.156	.669
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	7.222E-02	.156	.644
	C. calcitrans	6.667E-02	.156	.669
ความยาว				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	-.2222	.279	.427
	Lithodesmium sp.	.1444	.279	.606
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	.2222	.279	.427
	Lithodesmium sp.	.3667	.279	.191
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-.1444	.279	.606
	C. calcitrans	-.3667	.279	.191
น้ำหนัก				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	-2.98E-02	.033	.362
	Lithodesmium sp.	-1.49E-02	.033	.648
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	2.978E-02	.033	.362
	Lithodesmium sp.	1.489E-02	.033	.648
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	1.489E-02	.033	.648
	C. calcitrans	-1.49E-02	.033	.648

ตารางที่ 16 ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ ในวันที่ 15 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ LSD

		Mean Difference	Standard Error	Sig.
ความกว้าง				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	.3734*	.179	.038
	Lithodesmium sp.	.6375*	.183	.001
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-.3734*	.179	.038
	Lithodesmium sp.	.2641	.179	.142
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-.6375*	.183	.001
	C. calcitrans	-2641	.179	.142
ความยาว				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	.8149*	.318	.011
	Lithodesmium sp.	1.4296*	.326	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-.8149*	.318	.011
	Lithodesmium sp.	.6147	.319	.055
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-1.4296*	.326	.000
	C. calcitrans	-.6147	.319	.055
น้ำหนัก				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	.1209*	.051	.019
	Lithodesmium sp.	.2815*	.052	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-.1209*	.051	.019
	Lithodesmium sp.	.1606*	.051	.002
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-.2815*	.052	.000
	C. calcitrans	-.1606*	.051	.002

ตารางที่ 18 ผลการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ ในวันที่ 45 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ LSD

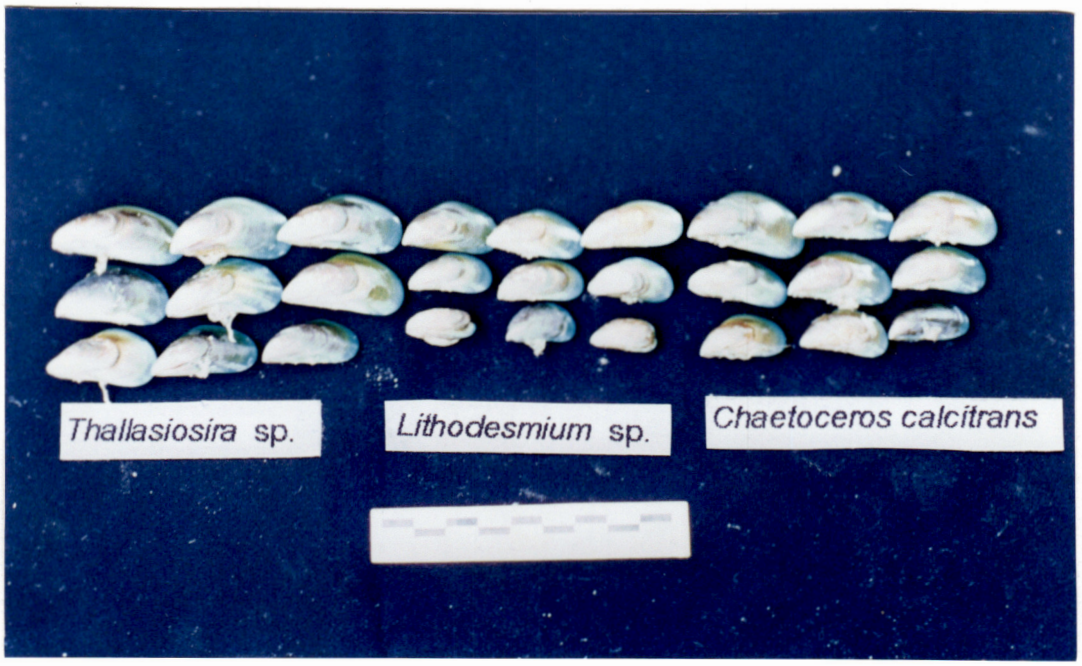
		Mean Difference	Standard Error	Sig.
ความกว้าง				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	1.3581*	.327	.000
	Lithodesmium sp.	2.1706*	.337	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-1.3581*	.327	.000
	Lithodesmium sp.	.8125*	.329	.014
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-2.1706*	.337	.000
	C. calcitrans	-.8125*	.329	.014
ความยาว				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	2.1950*	.600	.000
	Lithodesmium sp.	3.8594*	.619	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-2.1950*	.600	.000
	Lithodesmium sp.	1.6645*	.604	.006
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-3.8594*	.619	.000
	C. calcitrans	-1.6645*	.604	.006
น้ำหนัก				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	.5745*	.090	.000
	Lithodesmium sp.	.8250*	.093	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-.5745*	.093	.000
	Lithodesmium sp.	.2505*	.091	.006
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-.8250*	.093	.000
	C. calcitrans	-.2505*	.091	.006

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้ LSD

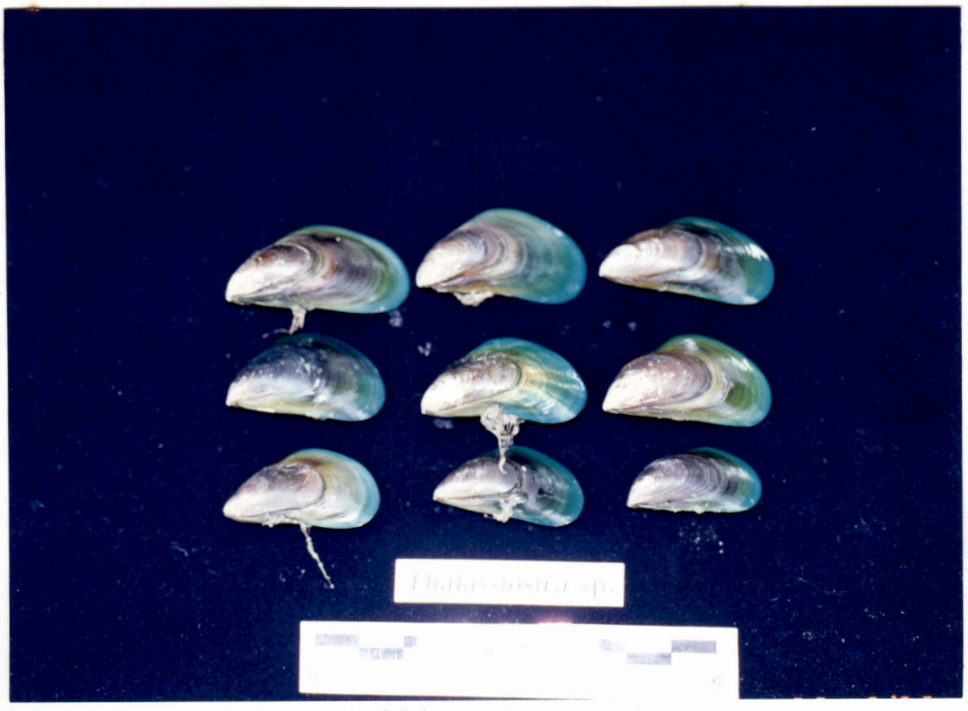
		Mean Difference	Standard Error	Sig.
ความกว้าง				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	.8524*	.165	.000
	Lithodesmium sp.	1.4285*	.169	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-.8524*	.165	.000
	Lithodesmium sp.	.5761*	.166	.001
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-1.4285*	.169	.000
	C. calcitrans	-.5761*	.166	.001
ความยาว				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	1.5350*	.301	.000
	Lithodesmium sp.	2.8803*	.308	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-1.5350*	.301	.000
	Lithodesmium sp.	1.3454*	.303	.000
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-2.8803*	.308	.000
	C. calcitrans	-1.3454*	.303	.000
น้ำหนัก				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	.3566*	.049	.000
	Lithodesmium sp.	.5600*	.050	.000
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	-.3566*	.049	.000
	Lithodesmium sp.	.2033*	.050	.000
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-.5600*	.050	.000
	C. calcitrans	-.2033*	.050	.000

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบอัตรารอดของหอยแมลงภู่ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้ LSD

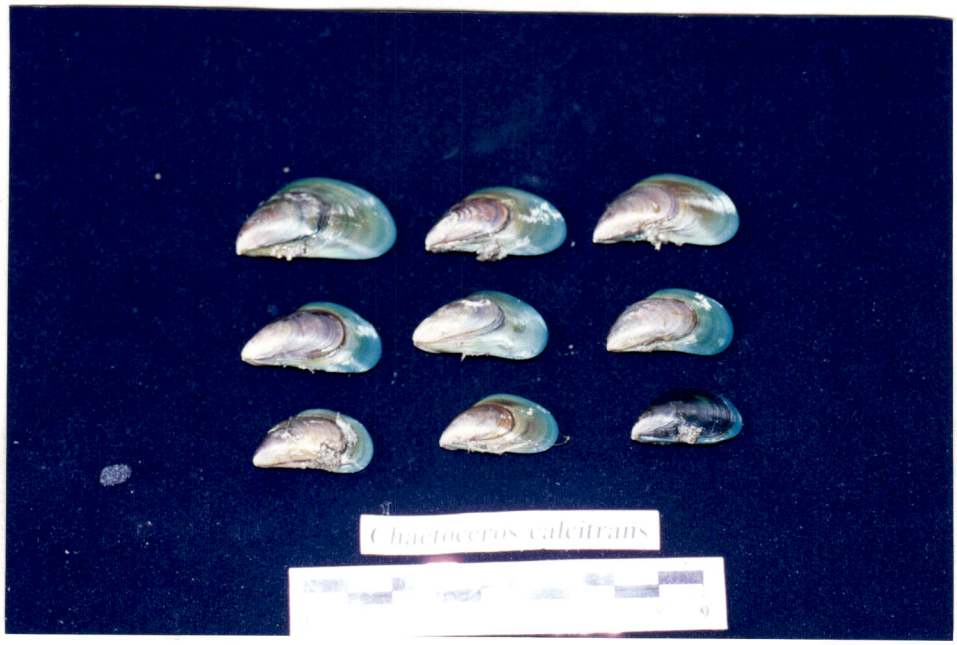
		Mean Difference	Standard Error	Sig.
ความกว้าง				
Thalassiosira sp.	*C. calcitrans*	-5.5553*	2.627	.040
	Lithodesmium sp.	2.6660	2.627	.316
C. calcitrans	*Thalassiosira* sp.	5.5553*	2.627	.040
	Lithodesmium sp.	8.2213*	2.627	.003
Lithodesmium sp.	*Thalassiosira* sp.	-2.6660	2.627	.316
	C. calcitrans	-8.2213*	2.627	.003



ภาพที่ 7 หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. *Chaetoceros calcitrans*. *Lithodesmium* sp. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 8 หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Thallasiosira* sp. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 9 หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Chaetoceros calcitrans*. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ภาพที่ 10 หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วย *Lithodesmium* sp. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง