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

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ผลของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนโดยโคพีพอดต่อการพัฒนาการ การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ของลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน (*Hymenocera picta*)

Effects of copepod as larval food on growth, development and survival rate of the shrimp larvae (*Hymenocera picta*)

โครงการวิจัยต่อเนื่อง ปีงบประมาณ 2554 - 2555

คณะผู้วิจัย
ดร. เสาวภา สวัสดิ์พีระ
ดร. วรเทพ มุธุวรรณ
นางสาววิไลวรรณ พวงสันเทียะ
นางสาวอมรรัตน์ กนกรุ่ง
นางสาวศิริวรรณ ชูศรี
นางสาวมนัณทิญา ยิ้มเจริญ

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล
มหาวิทยาลัยบูรพา

เริ่มบริการ
16 ก.ค. 2557
- 7 พ.ค. 2557
335521
อภินันทนาการ

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

โครงการผลของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนโดยโคพีพอดต่อการพัฒนาการ การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ของลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน (*Hymenocera picta*) เป็นโครงการหนึ่งที่อยู่ภายใต้แผนวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลสวยงาม (กุ้งการ์ตูน, *Hymenocera picta*) เ พื่อการอนุรักษ์และการผลิตเชิงพาณิชย์ เป็นโครงการต่อเนื่อง 2 ปี (ปีงบประมาณ 2554) ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนการวิจัย จึงสามารถดำเนินการวิจัยได้ตามแผนวิจัยที่วางไว้

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถดำเนินการไปได้ตามแผนที่วางไว้ในโครงการวิจัยคณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการแผนวิจัยที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาอุปสรรค ขอขอบคุณบุคลากรในงานวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในโครงการนี้ ขอขอบคุณคณะวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ของโครงกาวิจัยทุกท่านที่ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ และความคิดในการทำวิจัยตามแผนวิจัยของโครงการและร่วมฟันฝ่าอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการวิจัยจนทำให้งานวิจัยสามารถบรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้อำนวยการและบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการอำนวยความสะดวกในการดำเนินวิจัยเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อน (*Hymenocera picta*) เมื่อทำการอนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมัน โคพีพอด และสาหร่ายต่างชนิด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดทดลอง คือ

ชุดทดลองที่ 1 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ : อาร์ทีเมีย : โคพีพอดที่ความหนาแน่น (ตัวต่อลิตร) 1,200 : 1,000 : 0, 1,200 : 900 : 100, 1,200 : 700 : 300 และ 1,200 : 500 : 500 ตามลำดับ

ชุดทดลองที่ 2 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนด้วยอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 และ 1,200 ตัวต่อลิตร แล้วเสริมด้วยสาหร่ายต่างชนิดกันคือ *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata*, *Chaetoceros calcitrans* ที่น้ำหนักแห้ง 0.09 กรัม และผสมสาหร่ายทั้ง 3 ชนิดรวมกันที่น้ำหนักแห้งอย่างละ 0.03 กรัม ทุกชุดการทดลองจะทำการอนุบาลด้วยระบบน้ำนิ่ง 10 ลิตร อนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร เสริมอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ด้วยกรดไขมันสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการวิจัยพบว่าในชุดการทดลองที่ 1 พบว่าอัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ : อาร์ทีเมีย : โคพีพอด ที่ความหนาแน่น 1,200 : 1,000 : 0 มีอัตราการรอด (ร้อยละ 8.67±6.51) และอัตราการเจริญเติบโต (1.58±2.73 มิลลิเมตร) ดีที่สุด ส่วนลูกกุ้งที่อนุบาลเสริมด้วยโคพีพอทุกความหนาแน่นมีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตน้อยมากและไม่สามารถอยู่รอดได้จนถึงระยะลงเกาะ

ในชุดการทดลองที่ 2 พบว่าอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยการเสริมสาหร่าย *Nannochloropsis* sp. มีอัตราการรอด (ร้อยละ 0.83±0.58) และอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด (1.60±16.64 มิลลิเมตร)

ABSTRACT

The survival rate, growth rate and development stages of Harlequin Shrimp larvae, *Hymenocera picta*) fed with enrichment rotifer and *Artemia*, copepod and different single cell algae were study. There were two experiments in this study:

First experiment were fed Harlequin Shrimp larvae with rotifer : *Artemia* : copepod in density ratio (Individuals/Liter) 1,200 : 1,000 : 0, 1,200 : 900 : 100, 1,200 : 700 : 300 และ 1,200 : 500 : 500 respectively.

Second experiment: there were supplement with 0.9 gram dry weight of *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata*, *Chaetoceros calcitrans* and mix algae (0.3 grams of *Isochrysis* sp., *Nannochloropsis* sp., and *Chaetoceros* sp.). All treatments were fed with enrichment *Artemia* and rotifer in density *Artemia* : rotifer = 1,000 : 1,200.

The results in each experiment were shown as follow:

First experiment: The survival and growth rate were significant different among treatments ($P<0.01$). The high survival rate (8.67±6.51 percent) and growth rate (1.58±2.73 millimeter) were found in the treatment that fed harlequin larvae fed with rotifer : *Artemia* : copepod in density ratio (Individuals/Liter) 1,200 : 1,000 : 0. All treatment that fed with different density of copepod was dying before settling.

Second experiment: The survival and growth rate were significant different among treatments ($P<0.01$). The high survival rate (0.83±0.58 percent) and growth rate (1.60±16.64 millimeter) were found in the treatment that supplement with *Nannochloropsis* sp.

สารบัญเรื่อง
(Table of Contents)

	หน้า
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
สถานที่ทำการวิจัย	4
วิธีดำเนินการวิจัย (Materials & Method)	5
ผลการวิจัย (Results)	8
ผลการศึกษาวิจัยในชุดการทดลองที่ 1	
- อัตราการรอดตาย (survival rate)	8
- อัตราการเจริญเติบโต	9
- ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน	10
- คุณสมบัติของน้ำ	11
ผลการศึกษาวิจัยในชุดการทดลองที่ 2	
- อัตราการรอดตาย (survival rate)	12
- อัตราการเจริญเติบโต	13
- ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน	14
- คุณสมบัติน้ำ	14
อภิปราย/วิจารณ์ (Discussion)	16
สรุปและข้อเสนอแนะ	19
บรรณานุกรม	20
ประวัตินักวิจัยและคณะ	25

สารบัญตาราง
(List of tables)

ตารางที่		หน้า
1	ระดับความแตกต่างในสัดส่วนของโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดที่ใช้ในการทดลอง	6
2	ระดับความแตกต่างในสัดส่วนของโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และสาหร่ายที่ใช้ในการทดลอง	6
3	อัตราการรอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมันและโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	8
4	ตารางแสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	9
5	คุณภาพน้ำที่ทำการวัดทุกวันตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเค็มและอุณหภูมิของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียและโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	11
6	คุณภาพน้ำที่ทำการวัดก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียและโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	11
7	ตารางแสดงอัตราการรอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วย และสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง	12
8	ตารางแสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรด และสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง	13
9	คุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และอุณหภูมิของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรด และสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง	15
10	คุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ แอมโมเนียก่อนเปลี่ยนน้ำ แอมโมเนียหลังเปลี่ยนน้ำ ไนไตรท์ก่อนเปลี่ยนน้ำและไนไตรท์หลังเปลี่ยนน้ำของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรด และสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง	15

สารบัญภาพ
(List of Illustrations)

ภาพที่		หน้า
1	อัตราการรอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดที่มีความหนาแน่นที่ต่างกัน ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	9
2	การเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วย โรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	10
3	ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอดที่มีความหนาแน่นต่างกัน 4 ชุดการทดลอง	10
4	อัตราการรอดของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยสาหร่ายที่ต่างชนิดกัน (*Isochrysis, Nannochloropsis* และ *Chaetoceros*) ในการอนุบาล	12
5	กราฟแสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนอนุบาลด้วย โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยสาหร่าย ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	13
6	ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยสาหร่ายทั้ง 4 ชนิด	14

บทนำ
(Introduction)

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันในประเทศไทยและต่างประเทศ นิยมนำสัตว์ทะเลสวยงามมาเลี้ยงเพื่อประกอบเป็นธุระกิจสัตว์เลี้ยงสวยงามเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปะการัง กลุ่มของกุ้ง กั้ง และปูทะเลสวยงาม เป็นต้น ซึ่งสัตว์เหล่านี้จะนำมาจากแหล่งธรรมชาติทั้งสิ้น (Calado, 2003) จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในในแนวปะการังซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลสวยงาม

สัตว์น้ำในกลุ่มกุ้ง กั้ง และปู เป็นสัตว์ในกลุ่มที่ไม่มีกระดูกสันหลังซึ่งมีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจมาก จึงมีการพยายามพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการเพาะเลี้ยงเพื่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากขึ้น และในปัจจุบันได้มีการนำกุ้งทะเลสวยงามหลายชนิดมาทำการศึกษาวิจัย.เพื่อพัฒนาในด้านการเพาะเลี้ยง เช่น *Lysmata* และ *Stenopus* (Jones et al., 1997)

ประการหนึ่งของสัตว์น้ำวัยอ่อนในกลุ่ม กุ้ง กั้ง ปู มีระยะวัยอ่อนค่อนข้างนาน เช่น กุ้งในกลุ่ม Caridean มีระยะวัยอ่อนอยู่ระหว่าง 14-150 วัน กลุ่ม Palinurodea มีระยะวัยอ่อนอยู่ระหว่าง 90-330 วัน ซึ่งถือว่าเป็นอุปสรรคสำคัญในการพัฒนาการเทคนิคในการอนุบาล อย่างไรก็ตาม อาหารนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการพัฒนาระยะของสัตว์น้ำวัยอ่อนและสามารถช่วยร่นระยะเวลาในการพัฒนาระยะของตัวอ่อนได้เช่นกัน ซึ่งพบว่าเมื่อเสริมโคพีพอดให้เป็นอาหารในระยะวัยอ่อนจะช่วยทำให้การพัฒนาการในระยะต่างๆ ของวัยอ่อนได้เร็วขึ้น (Jones et al., 1997)

โดยทั่วไปในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนจะนิยมใช้อาร์ทีเมียและโรติเฟอร์เป็นอาหารเพื่อเสริมกรดไขมันให้แก่สัตว์น้ำวัยอ่อน (Bransden et al., 2005) แต่อาจยังพบว่าคุณค่าทางอาหารยังไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการในระยะต่างๆ ของสัตว์น้ำวัยอ่อน ถึงแม้มีการปรับการใช้อาร์ทีเมียร์และโรติเฟอร์แล้วก็ตาม ซึ่งโคพีพอดนับเป็นอาหารตามแหล่งธรรมชาติของสัตว์น้ำวัยอ่อน ที่มีคุณค่าทางสารอาหารสูงและเป็นที่ต้องการของสัตว์น้ำวัยอ่อนในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปสู่ระยะต่างๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้สัตว์น้ำมีสีสันสดใสอีกด้วย จึงมีการศึกษาวิจัยในการใช้โคพีพอดเป็นอาหารเสริมในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด เช่น ปลา striped ปลา cod และกุ้งทะเลสวยงาม เป็นต้น พบว่าอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และการ metamorphosis ของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่ทำการทดลองดีขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มกุ้งทะเลสวยงามบางชนิดจะมีส่วนช่วยในการร่นระยะเวลาในการพัฒนาการ ซึ่งมีผลต่อการผลิตสัตว์น้ำและต้นทุนในการผลิตเชิงพาณิชย์อีกด้วย (Morehesd et al., 2005, Battaglene and Cobcroft, 2007)

กุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta*) เป็นกุ้งทะเลสวยงามชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ มีราคาสูง และเป็นที่ต้องการตามท้องตลาดเพิ่มมากขึ้นในวงการธุระกิจสัตว์ทะเลสวยงาม ซึ่งในปัจจุบันยังเป็นการนำกุ้งการ์ตูนมาจากแหล่งธรรมชาติ ดังนั้นจึงทำการวิจัยในการอนุบาลกุ้งการ์ตูนให้มีการพัฒนาการเร็วขึ้น มีอัตราการรอดและการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น โดยใช้โคพีพอดในการเสริมให้เป็นอาหารในระยะการอนุบาล เพื่อพัฒนาเทคนิคในด้านการเพาเลี้ยง ส่งให้เกิดผลประโยชน์ทางด้านเชิง

พาณิชย์ และเพื่อตอบสนองความต้องการตามท้องตลาดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางทะเล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการต่อเนื่อง 2 ปี (ปีงบประมาณ 2554-2555) โดยในปีแรกจะเป็นการจัดหาพ่อแม่พันธุ์ และศึกษาเทคนิคการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน และทำการวิจัยในวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และในปีที่สองจะทำการศึกษาวิจัยในวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

1. เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta*) เมื่อทำการอนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมัน และโคพีพอด

2. เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta*) เมื่อใช้สาหร่ายต่างชนิด (*Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* และ *Chaetoceros calcitrans*) ในการอนุบาล

ขอบเขตการวิจัย

ทำการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนเมื่ออนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียแรกฟัก และโคพีพอด ตั้งแต่ระยะแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น และทำการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนเมื่อใช้สาหร่ายต่างชนิด (*Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* และ *Chaetoceros calcitrans*) ในการอนุบาลตั้งแต่ระยะแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในธรรมชาติสัตว์น้ำวัยอ่อนจะกินโคพีพอดเป็นอาหาร ซึ่งเชื่อว่าโคพีพอดมีคุณค่าทางสารอาหารที่จำเป็นต่อสัตว์น้ำวัยอ่อนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนาการเข้าสู่ระยะต่างๆ โดยโคพีพอดจะมีกรดไขมันกลุ่ม docosahexaenoic acid (DHA) และ eicosapentaenoic acid (EPA) ที่สัตว์น้ำวัยอ่อนต้องการในปริมาณสูง (Fraser et al., 1989; Evjemo and Olsen, 1997) นอกจากนั้นโคพีพอดยังมีสารอาหารที่มีผลทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูง และยังสามารถช่วยในการสร้างสารเม็ดสีซึ่งทำให้สัตว์น้ำมีสีสันที่สวยงาม นอกจากนั้นยังมีผลทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนมีพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงจากระยะหนึ่งสู่ระยะหนึ่งที่เรียกว่า Metomorphosis ได้ดี (Naess et al., 1995; Naess and Lie, 1998; Shields et al., 1999)

ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในกลุ่ม decapod crustacean อาหารถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูง ซึ่งในการอนุบาลจะต้องคำนึงถึงขนาดของอาหารที่สัตว์น้ำวัยอ่อนสามารถจับกินได้ ปริมาณอาหารที่ให้จะต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป และต้องมีคุณค่าทางอาหารที่สัตว์น้ำวัยอ่อนต้องการ (Jones et al., 1997) ดังนั้นการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนจึงจำเป็นต้องทราบถึงอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำ ความหนาแน่นของอาหารที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงการให้อาหารในปริมาณที่มากเกินไปเพราะจะทำให้มีอาหารเหลือมาก ซึ่งทำให้คุณภาพน้ำ

ในบ่อหรือตู้อนุบาลเสียและจะทำให้ส่งผลถึงอัตราการรอดต่ำลง หรือถ้าให้อาหารที่น้อยเกินไปจะทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนกินอาหารไม่เพียงพอและตายได้ (Samocha et al., 1989) โดยทั่วไปในการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อนจะใช้อาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหาร แต่เนื่องจากพบว่าบางครั้งอาร์ทีเมียมีคุณค่าทางสารอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกกุ้งวัยอ่อนและพบว่าขนาดของอาร์ทีเมียไม่เหมาะสมต่อการอนุบาลโดยเฉพาะการอนุบาลลูกปลาและกุ้งทะเลสวยงาม ทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการรอดต่ำ ทำให้ปัจจุบันมีการนำสัตว์น้ำในกลุ่ม copepods, nematodes และ cladocerans มาใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนแทนอาร์ทีเมีย หรือใช้เป็นอาหารเสริมในการช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอด (Lavens and Sorgeloos, 1996) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเมื่อใช้ harpacticoid copepods ในการอนุบาลลูกปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พบว่าทำให้ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตได้ดี (Fleeger, 2005) โดยกล่าวว่าสัตว์น้ำทะเลวัยอ่อนที่เป็น carnivore มีความต้องการกรดไขมันในกลุ่ม n-3 HUFA ค่อนข้างสูง ซึ่งกรดไขมันกลุ่มนี้จะพบได้มากในโคพีพอด (Koven et al., 1990; Rainuzzo et al., 1992; Sargent et al., 1999) โดยเฉพาะ 22:6n-3 (DHA) และ 20:5n-3 (EPA) (Navarro et al., 1993; Estevez and Kanazawa, 1996)

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการทดลองเสริมโคพีพอดเป็นอาหารของลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนเพื่อเพิ่มความต้องการของกรดไขมันที่สำคัญให้กับสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งทำให้การอนุบาลลูกกุ้งสัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการรอด อัตราการลอกคราบและอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.1.1 ทำให้ทราบถึงชนิดอาหารที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน(*Hymenocera picta*)

1.1.2 ทำให้ทราบสัดส่วนโคพีพอดที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta*)

1.1.3 ทำให้ทราบถึงชนิดของสาหร่ายที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน(*Hymenocera picta*)

1.1.4 เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

1.2 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.2.1 เกษตรกร ผู้ที่มีอาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลสวยงาม

1.2.2 หน่วยงานเอกชน เช่น ร้านค้า บริษัท ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการค้าสัตว์ทะเลสวยงาม

1.2.3 หน่วยงานของรัฐบาล เช่น กรมประมง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรทางทะเล และสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยต่างๆ เป็นต้น

1.2.4 สถาบันการศึกษาต่างๆ ในระดับวิชาชีพหรืออุดมศึกษา โดยใช้ประกอบการเรียน การสอน และการวิจัย ฯลฯ

สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนสาธิตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

วิธีดำเนินการวิจัย
(Materials & Method)

1. การดูแลพ่อแม่พันธุ์กุ้งการ์ตูน

พ่อแม่พันธุ์กุ้งการ์ตูนที่ใช้ในการผลิตลูกกุ้งสำหรับการทดลองครั้งนี้เป็นสายพันธุ์ไทย จำนวน 5 คู่ ทำการเลี้ยงไว้ในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดซึ่งตั้งอยู่ในโรงเรือนสาธิต สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ซึ่งมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทุก 2 สัปดาห์ ให้ดาวแดง (*Lynckia malti*) เป็นอาหารครั้งละ 1 ตัว เมื่อดาวแดงหมดก็จะให้ตัวใหม่ทันทีเพื่อให้กุ้งการ์ตูนได้อาหารอย่างต่อเนื่องและมีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์สามารถผลิตลูกกุ้งนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยได้อย่างต่อเนื่อง

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

เมื่อถึงกำหนดฟักโดยการนับวัน และสังเกตจากลักษณะของไข่ ให้ทำการย้ายแม่กุ้งออกมาใส่ในตู้ฟักที่เตรียมไว้ โดยให้อาหารเป็นโรติเฟอร์ เมื่อลูกกุ้งฟักในตอนเช้าให้ย้ายแม่กุ้งกลับไปไว้ในระบบเลี้ยง และรอสุ่มลูกกุ้งลงถังอนุบาลที่เตรียมไว้

3. การเสริมกรดไขมันให้กับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้ง

ทำการเตรียมกรดไขมันที่ระดับความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำมาทำการเสริมกรดไขมัน (Enrichment) ให้แก่โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนให้เป็นอาหารแก่ลูกกุ้งการ์ตูน โดยความหนาแน่นของโรติเฟอร์ คือ 30,000 ตัวต่อลิตร และอาร์ทีเมียมีความหนาแน่นที่ 10,000 ตัวต่อลิตร จากนั้นจึงทำการกรองโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียออกจากกรดไขมันที่ทำการเพิ่มคุณค่าทางอาหารไว้ แล้วล้างกรดไขมันที่ติดค้างอยู่กับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียด้วยน้ำทะเลสะอาดจนแน่ใจว่าไม่มีไขมันติดค้างที่ตัวของโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย แล้วจึงนำไปเลี้ยงลูกกุ้งการ์ตูน

4. การเตรียมอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยง

ภาชนะที่จะใช้ในการทดลองคือ ถังขนาด 10 ลิตร จำนวน 12 ใบ ล้างทำความสะอาดถัง ผึ่งให้แห้ง จากนั้นเติมน้ำเค็มที่ผ่านถุงกรองขนาด 10 ไมครอนใส่ลงไปในถัง ให้อากาศเบาๆ โดยใช้สายยางต่อเข้ากับหัวทราย และปิดข้างถังด้วยพลาสติกสีดำเพื่อป้องกันการรบกวน

5. การสุ่มตัวอย่างลูกกุ้งเพื่อใช้ในการทดลอง

1. เมื่อลูกกุ้งฟักในตอนเช้าให้ดูดลูกกุ้งการ์ตูนจากตู้ฟักใส่ถังขนาด 12 ลิตร โดยให้มีน้ำเก่าจากตู้ครึ่งหนึ่ง และน้ำใหม่อีกครึ่งหนึ่ง เพื่อเป็นการปรับอุณหภูมิให้กับลูกกุ้ง

2. เตรียมน้ำใหม่ที่ผ่านการกรองด้วยถุงกรองขนาด 10 ไมครอน ใส่ในถังที่ใช้ในการทำการทดลองก่อน 50 เปอร์เซ็นต์ พร้อมอุปกรณ์ให้อากาศ

3. ทำการสุ่มลูกกุ้งครั้งละ 20 ตัว และในขณะทำการสุ่มจะต้องให้อากาศในถังที่มีลูกกุ้งด้วยเพื่อให้เกิดการกระจายตัวของลูกกุ้ง ซึ่งในการทำการสุ่มจะต้องทำด้วยความรวดเร็ว

6. วิธีการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้มีการทดลองทั้งหมด 2 ชุดทดลอง คือ

6.1 ชุดทดลองที่ 1 เป็นการวิจัยถึงผลของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่ทำการเสริมกรดไขมันและโคพีพอดในสัดส่วนที่ต่างกัน ที่มีต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนตั้งแต่แรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น (Juvenile) โดยใช้ถังอนุบาลขนาด 10 ลิตร ความหนาแน่นของลูกกุ้งเท่ากับ 20 ตัวต่อลิตร ทำการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ โดยแต่ละชุดการทดลองใช้โรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดในสัดส่วนที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 ระดับความแตกต่างในสัดส่วนของโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดที่ใช้ในการทดลอง

ชุดการทดลองที่	อัตราส่วนของโคพีพอด (%)	จำนวนอาร์ทีเมีย (ตัวต่อลิตร)	จำนวนโคพีพอด (ตัวต่อลิตร)	จำนวนโรติเฟอร์ (ตัวต่อลิตร)
1	0	1000	0	1200
2	10	900	100	1200
3	20	700	300	1200
4	10	500	300	1200

6.2 ชุดทดลองที่ 2 เป็นการวิจัยที่นำเอาผลจากการศึกษาของชุดการทดลองที่ 1 เมื่อทราบผลการศึกษาแล้วทางคณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยในชุดที่ 2 โดยทำการศึกษาผลของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนโดยใช้สาหร่ายต่างชนิดกัน (*Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* และ *Chaetoceros calcitrans*) ในการอนุบาล ที่มีต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนตั้งแต่แรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น (Juvenile) โดยใช้ถังอนุบาลขนาด 10 ลิตร ความหนาแน่นของลูกกุ้งเท่ากับ 20 ตัวต่อลิตร ทำการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ ซึ่งแต่ละชุดการทดลองนจะใช้อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน โรติเฟอร์และสาหร่าย 3 ชนิด โดยไม่ใช้โคพีพอดในการทดลองครั้งนี้ ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2 ระดับความแตกต่างในสัดส่วนของโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และสาหร่ายที่ใช้ในการทดลอง 3 ชนิด

ชุดการทดลองที่	จำนวนอาร์ทีเมีย (ตัวต่อลิตร)	จำนวนโรติเฟอร์ (ตัวต่อลิตร)	สาหร่าย (กรัม)		
			Isochrysis	*Nannochloropsis*	*Chaetoceros*
1	1000	1200	0.09		
2	1000	1200		0.09	
3	1000	1200			0.09
4	1000	1200	0.03	0.09	0.09

หมายเหตุ : น้ำหนักแห้งของสาหร่ายเทียบจากน้ำหนักของ *Isochrysis* ในปริมาตร 100,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

7. การดูแลระหว่างการอนุบาลลูกกุ้ง

ทุกชุดการทดลองจะทำการทดลองในระบบน้ำนิ่งในถังอนุบาลขนาด 10 ลิตร ทำความสะอาดโดยใช้สายยางขนาดเล็กดูดตะกอนที่บริเวณก้นถังและทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำในถัง แล้วเติมน้ำให้เท่าระดับเดิมโดยผ่านถุงกรองขนาด 10 ไมครอนทุกวัน วันละ 1 ครั้งในตอนเช้า เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ทำการเปลี่ยนถังที่ใช้ในการทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้งเพื่อป้องกันไม่ให้ถังสกปรกและเกิดการหมักหมมของตะกอน

การเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง ข้อมูลที่ทำการเก็บทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ระยะและพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน โดยระยะเวลาในการพัฒนาการจะอ้างอิงตามระยะการพัฒนาการของกุ้งการ์ตูน *Hymenocera picta* ตั้งแต่แรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่นทั้งหมด 12 ระยะ (Fiedler G.C., 1994) ข้อมูลที่ทำการเก็บทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนถัง ได้แก่ อัตรารอด อัตราการเจริญเติบโต จะทำการวัดขนาดของลูกกุ้งการ์ตูนโดยการวัดจากภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Image Tool ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย และปริมาณไนไตรท์

8. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนตั้งแต่แรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น (Juvenile) ดังนี้

1. อัตราการรอดตาย (survival rate) โดยการนับจำนวนลูกกุ้งการ์ตูนที่เหลือทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนถัง และคำนวณหาอัตราการรอดตาย โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนลูกกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนลูกกุ้งเริ่มทดลอง}} \times 100$$

2. ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน จะทำการสุ่มลูกกุ้งจำนวน 5 ตัวต่อถังทุกวัน แล้วนำผลที่ได้มาทำเป็นกราฟแสดงพัฒนาการของลูกกุ้ง

3. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

- คุณสมบัติของน้ำที่ตรวจวัดทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิ และความเค็ม
- คุณสมบัติของน้ำที่ตรวจวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ที่ทำการเปลี่ยนถัง ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย และปริมาณไนไตรท์

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และระยะเวลาในการลอกคราบของลูกกุ้งการ์ตูน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) แบบ CRD และ A Tukey's multiple comparisons test โดยการใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิจัย
(Results)

การวิจัยในโครงการนี้มีการทดลอง 2 ชุดการทดลอง ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาวิจัยในชุดการทดลองที่ 1

การวิจัยถึงผลของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่ทำการเสริมกรดไขมัน และโคพี่พอดที่มีปริมาณความหนาแน่นที่ต่างกัน ในปีงบประมาณ 2554 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอัตราการรอด และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน ดังนี้

1.1 อัตราการรอดตาย (survival rate)

ผลการวิจัยพบว่าการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่ทำการเสริมกรดไขมัน และโคพีพอดที่มีปริมาณความหนาแน่นที่แตกต่างกันทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่าในช่วงอายุ 0-8 วัน เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ในช่วงอายุ 15 วัน เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.01$) และในช่วงอายุ 22 วัน เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

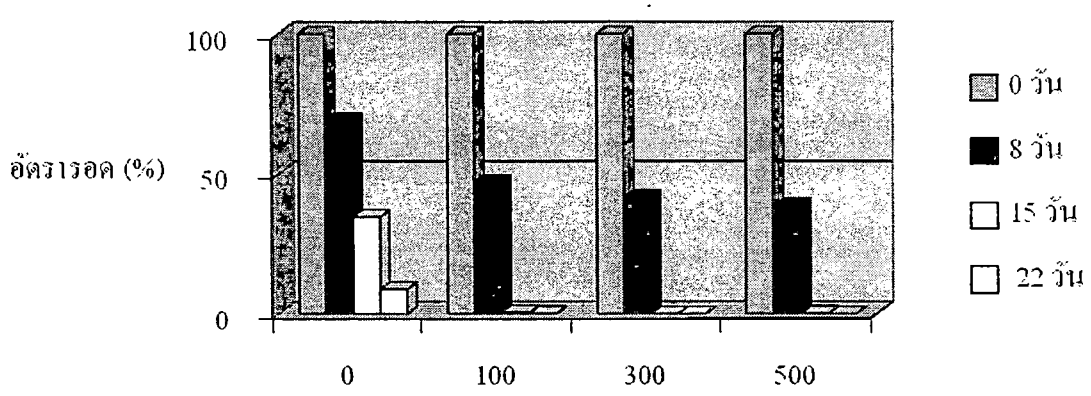
ตารางที่ 3 อัตราการรอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ความหนาแน่นของ	อัตราการรอด %			
โคพีพอด (ตัวต่อลิตร)	อายุ 0 วัน^{ns}	อายุ 8 วัน^{ns}	อายุ 15 วัน	อายุ 22 วัน
0	100±0.00	69.17±8.61	34.33±7.10^{a}	8.67±6.51^{a}
100	100±0.00	47.00±18.17	0.50±0.87^{b}	0.17±0.29^{b}
300	100±0.00	41.50±18.50	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}
500	100±0.00	38.50±21.78	0.17±0.29^{b}	0.00±0.00^{b}

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

อัตราการรอดของลูกกุ้งการ์ตูน *Hymanocera picta*



ภาพที่ 1 อัตราการรอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดที่มีความหนาแน่นที่ต่างกัน ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

1.2 อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนจะวัดที่ขนาดความยาวของช่วงตา ซึ่งเมื่อเริ่มต้นมีความยาวของช่วงตาเท่ากับ 0.74±0.01, 0.72±0.03, 0.72±0.02 และ 0.73±0.03 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าความยาวของช่วงตาในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดในชุดการทดลองที่มีความหนาแน่นของโคพีพอดอยู่ที่ 0 ตัวต่อลิตร (ตารางที่ 4 ภาพที่ 2)

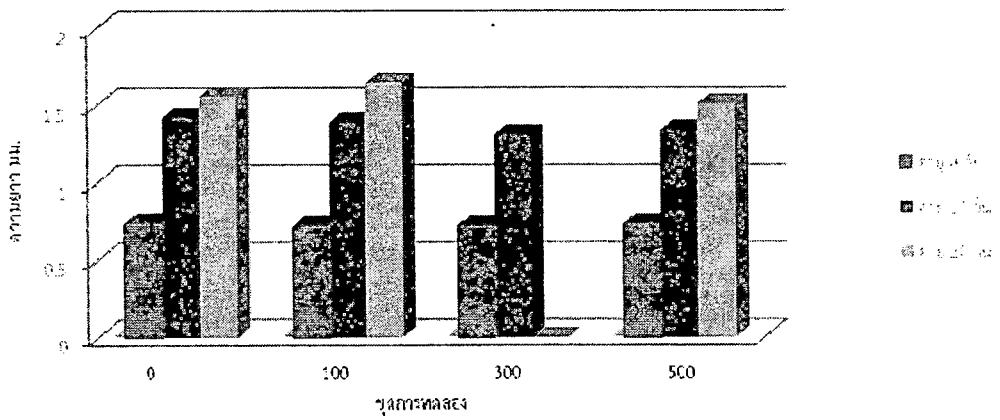
ตารางที่ 4 ตารางแสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ความหนาแน่นของโคพีพอด (ตัวต่อลิตร)	การเจริญเติบโตด้านความยาว (มิลลิเมตร)		
	อายุ 0 วัน^{ns}	อายุ 10 วัน^{ns}	อายุ 20 วัน
0	0.74±0.01	1.42±0.06	1.51±0.02^{a}
100	0.72±0.03	1.39±0.05	1.65±0.02^{a}
300	0.72±0.02	1.31±0.06	0.00±0.00^{b}
500	0.73±0.03	1.34±0.09	1.46±0.04^{a}

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

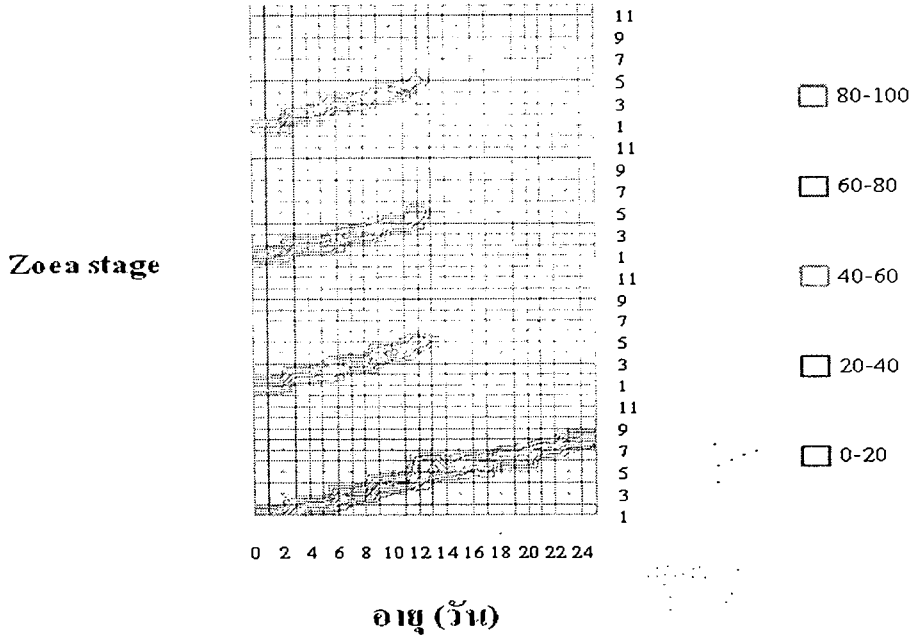
2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

การเจริญเติบโตด้านความยาว



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

1.3 ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน



ภาพที่ 3 ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอดที่มีความหนาแน่นต่างกัน 4 ชุดการทดลอง

จากภาพแสดงถึงระยะของการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนซึ่งจะพบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมันและโคพีพอดที่มีความหนาแน่น 100 ต่อลิตร (T2) จะมีอัตราการรอดที่พัฒนาการมาจนถึงระยะที่ 6 โดยลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริม

กรดไขมัน และโคพีพอดที่ความหนาแน่น 300 และ 500 ตัวต่อลิตร (T3, T4) มีพัฒนาการได้จนถึงระยะที่ 5 เท่านั้น สำหรับลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดที่ความหนาแน่น 0 ตัวต่อลิตร (ไม่มีการเสริมโคพีพอด) (T1) มีอัตราการรอดได้ดีที่สุด และลูกกุ้งสามารถพัฒนาการมาจนถึงระยะที่ 8 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่อายุ 25 วัน

1.4 คุณสมบัติของน้ำ

จากการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียและโคพีพอด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่าในคุณภาพน้ำซึ่งได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ส่วนอุณหภูมิ แอมโมเนียและไนไตรท์ เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำที่ทำการวัดทุกวันตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเค็มและอุณหภูมิของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียและโคพีพอดทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ความหนาแน่นของโคพีพอด (ตัวต่อลิตร)	คุณภาพน้ำ	
	salinity	temperature
0	32±0.15	25.52 ± 0.02^{a}
100	31±0.21	26.16 ± 0.14^{c}
300	32±0.00	25.97 ± 0.05^{bc}
500	31±1.15	25.83 ± 0.23^{b}

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยใน แนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำที่ทำการวัดก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียและโคพีพอดทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ความหนาแน่นของโคพีพอด (ตัวต่อลิตร)	คุณภาพน้ำ			
	NH^{+}_{4}	NO^{-}_{2}	pH	DO
0	0.85 ± 0.03^{a}	0.17 ± 0.02^{a}	7.99±0.04	5.81±0.20
100	0.90 ± 0.04^{a}	0.09 ± 0.06^{b}	8.08±0.07	5.71±0.57
300	1.18 ± 0.01^{b}	0.05 ± 0.01^{b}	8.03±0.01	5.10±0.45
500	1.14 ± 0.16^{b}	0.05 ± 0.02^{b}	8.00±0.10	5.20±0.29

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยใน แนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

2. ผลการศึกษาวิจัยในชุดการทดลองที่ 2

การวิจัยถึงผลของการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่ทำการเสริมกรดไขมัน และใช้สาหร่ายที่ต่างชนิด (*Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* และ *Chaetoceros calcitrans*) ในการอนุบาล พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน ดังนี้

2.1 อัตราการรอดตาย (survival rate)

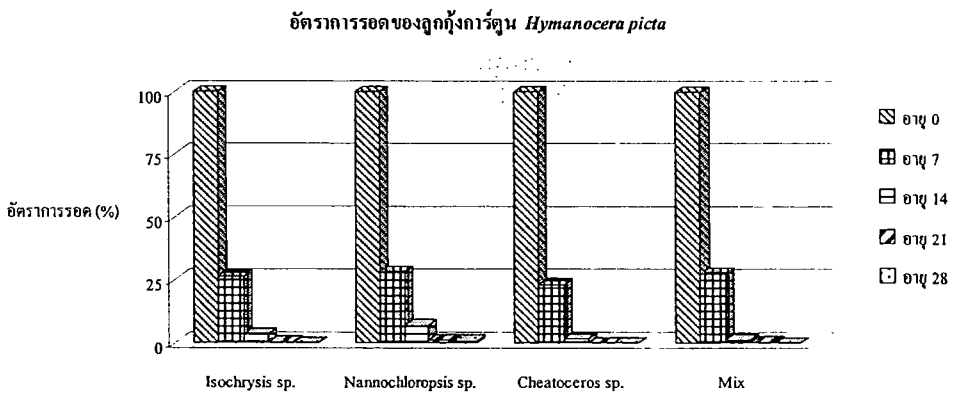
ผลการศึกษาวิจัยพบว่าอัตราการรอดในช่วง 14 และ 28 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยในชุดทดลองที่เสริมด้วย *N. oculata* มีอัตราการรอดดีที่สุด รองลงมาคือ *I. galbana* และอัตราการรอดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 7 และ21 วัน (ตารางที่ 7 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 7 ตารางแสดงอัตราการรอดตายของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมกรดและสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง

สาหร่าย	อัตรารอด %				
	อายุ 0 วัน^{ns}	อายุ 7 วัน^{ns}	อายุ 14 วัน	อายุ 21 วัน^{ns}	อายุ 28 วัน
I. galbana	100±0.00	26.50±11.65	3.5±3.00^{a}	0.33±0.58	0.00±0.00^{b}
N. oculata	100±0.00	28.17±1.89	7.00±1.73^{ab}	1.00±0.50	0.83±0.58^{a}
C. calcitrans	100±0.00	23.33±3.79	1.73±2.02^{b}	0.00±0.00	0.00±0.00^{b}
Mix	100±0.00	27.33±8.39	1.50±2.18^{b}	0.17±0.29	0.00±0.00^{b}

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน



ภาพที่ 4 อัตราการรอดของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยสาหร่ายที่ต่างชนิดกัน (*Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* และ *Chaetoceros calcitrans*) ในการอนุบาล

2.2 อัตราการเจริญเติบโต

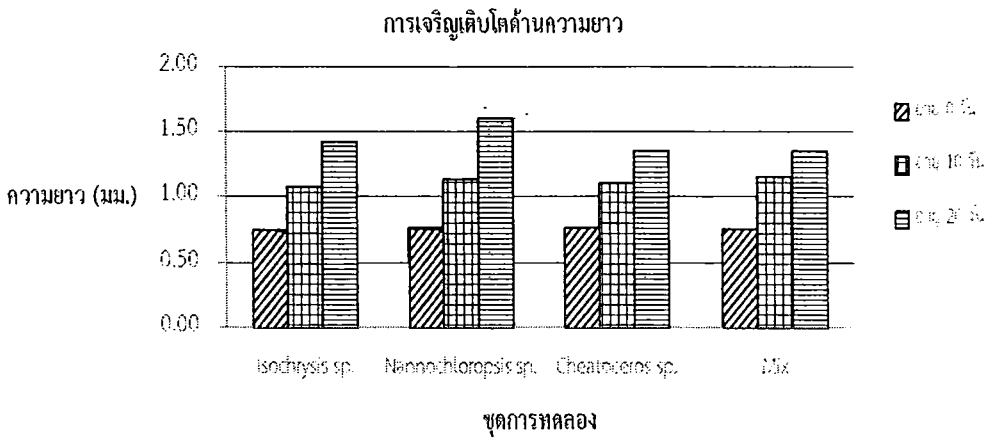
อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนจะวัดที่ขนาดความยาวของช่วงตา ซึ่งเมื่อเริ่มต้นมีความยาวของช่วงตาเท่ากับ 0.74±1.19, 0.75±0.42, 0.76±1.21 และ 0.75±1.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าความยาวของช่วงตาในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดในชุดการทดลองที่เสริมอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ด้วย *N. oculata* (ตารางที่ 8 ภาพที่ 5)

ตารางที่ 8 ตารางแสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรด และสาหร่าย ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

สาหร่าย	การเจริญเติบโตด้านความยาว (มิลลิเมตร)		
	อายุ 0 วัน^{ns}	อายุ 10 วัน^{ns}	อายุ 20 วัน
I. galbana	0.74±1.19	1.08±2.05	1.42±0.24^{a}
N. oculata	0.75±0.42	1.13±2.35	1.60±16.64^{b}
C. trancitrans	0.76±1.21	1.10±3.77	1.35±0.50^{a}
Mix	0.75±1.68	1.15±3.84	1.35±2.73^{a}

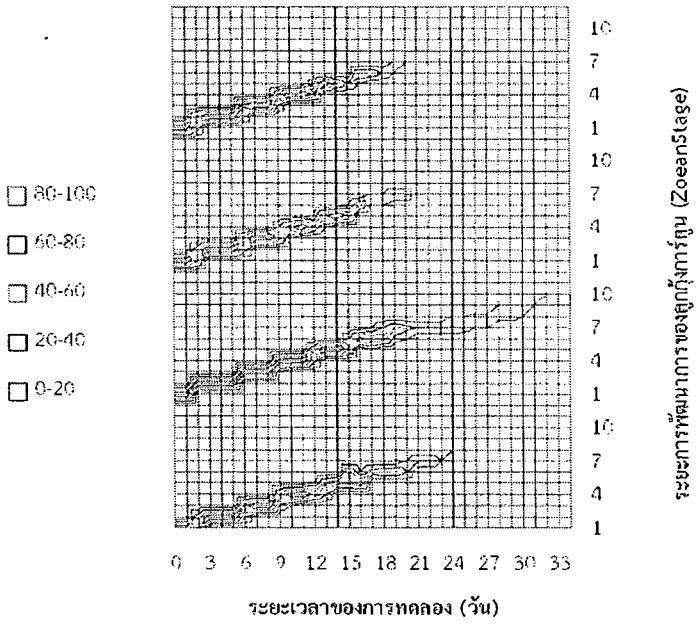
หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน



ภาพที่ 5 กราฟแสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกกุ้งการ์ตูนอนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยสาหร่าย ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

2.3 ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูน



ภาพที่ 6 ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยสาหร่ายทั้ง 4 ชนิด

ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่าชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วย *N. oculata* นั้นลูกกุ้งการ์ตูนจะมีอัตรารอดจนถึงอายุ 34 วัน และลูกกุ้งสามารถพัฒนาการได้จนถึงระยะที่ 10 รองลงมา คือชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วย *I. galbana* ที่พบว่าลูกกุ้งการ์ตูนมีอัตราการรอดจนถึงอายุ 25 วัน และมีพัฒนาการมาถึงระยะที่ 8 เท่านั้น ส่วนชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วย *C. calcitrans* และสาหร่ายผสมมีอัตรารอดจนถึงอายุ 23 และ 21 วัน ตามลำดับ และมีการพัฒนาการมาถึงระยะที่ 7 เท่านั้น (ภาพที่ 6)

2.3 คุณสมบัติของน้ำ

จากการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยสาหร่ายที่แตกต่างกันทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่าในส่วนของคุณภาพน้ำซึ่งได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ แอมโมเนียหลังเปลี่ยนน้ำ ไนไตรท์ก่อนเปลี่ยนน้ำ และไนไตรท์หลังเปลี่ยนน้ำ เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และแอมโมเนียก่อนเปลี่ยนน้ำเมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และอุณหภูมิของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรด และสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง

สาหร่าย	คุณสมบัติน้ำ			
	salinity^{ns}	pH^{ns}	DO	Temp^{ns}
I. galbana	31±0.26	8.07±0.14	6.57±0.21^{ab}	26.14±0.06
N. oculata	32±0.00	8.05±0.02	6.31±0.10^{a}	25.65±0.06
C. trancitrans	31±0.58	8.18±0.01	6.76±0.13^{b}	26.17±0.60
Mix	31±0.58	8.14±0.01	6.59±0.09^{b}	25.97±0.32

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ แอมโมเนียก่อนเปลี่ยนน้ำ แอมโมเนียหลังเปลี่ยนน้ำ ไนไตรท์ก่อนเปลี่ยนน้ำ และไนไตรท์หลังเปลี่ยนน้ำของลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรด และสาหร่ายทั้ง 4 ชุดการทดลอง

สาหร่าย	คุณสมบัติน้ำ			
	NH_4 ก่อน (mg/l)	NH_4 หลัง (mg/l)^{ns}	NO_2 ก่อน (mg/l)^{ns}	NO_2 หลัง (mg/l)^{ns}
I. galbana	2.00±0.19^{a}	0.96±0.20	0.10±0.05	0.08±0.05
N. oculata	1.14±0.14^{cd}	0.76±0.04	0.26±0.02	0.10±0.01
C. trancitrans	1.48±0.43^{bc}	0.53±0.44	0.06±0.00	0.05±0.01
Mix	1.78±0.07^{ab}	0.65±0.27	0.30±0.36	0.10±0.03

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

2. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

อภิปราย/วิจารณ์
(Discussion)

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูน เมื่ออนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน และโคพีพอด ตั้งแต่ระยะแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น และการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนเมื่อใช้สาหร่ายต่างชนิด (*Isochrysis galbana, Nannochloropsis oculata* และ *Chaetoceros calcitrans*) ในการอนุบาลตั้งแต่ระยะแรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น ในถังอนุบาล 10 ลิตร ความหนาแน่นของลูกกุ้งการ์ตูน 20 ตัวต่อลิตร แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง โดยในชุดการทดลองที่ 1 เป็นการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูนด้วยโรติเฟอร์ที่เสริมด้วยกรดไขมัน : อาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมัน : โคพีพอด ที่ความหนาแน่น 1,200:1,000:0, 1,200:900:100, 1,200:700:300 และ 1,200:500:500 ตัวต่อลิตร จากผลการวิจัยพบว่าที่ระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูน ($p \leq 0.01$) โดยที่ระดับความหนาแน่นของโรติเฟอร์ : อาร์ทีเมีย : โคพีพอด 1,200:1,000:0 ตัวต่อลิตรมีอัตราการรอดดีที่สุด อยู่ที่ 8.67±6.51% ที่ระดับความหนาแน่น 1,200:900:100, 1,200:700:300 และ 1,200:500:500 ตัวต่อลิตร ซึ่งมีอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน โดยพบว่าในชุดการทดลองที่มีการเพิ่มโคพีพอดเข้าไป เพื่อเป็นอาหารให้กับลูกกุ้งการ์ตูน จะเริ่มตายตั้งแต่อายุ 15 วันแรก ส่วนในชุดการทดลองที่ไม่มีการเสริมโคพีพอดจะมีอายุได้ถึง 22 วัน และมีอัตราการรอดดีที่สุด ซึ่งขัดแย้งกับ Lavens and Sorgeloos (1996) ที่กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปในการอนุบาลลูกกุ้งการ์ตูน จะใช้อาร์ทีเมียแรกฟักให้เป็นอาหาร แต่เนื่องจากบางครั้งพบว่าอาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารไม่เพียงพอ และบางครั้งพบว่ามีขนาดไม่เหมาะสม โดยเฉพาะในการอนุบาลลูกปลา และกุ้งทะเลสวยงาม ทำให้ลูกสัตว์น้ำเหล่านี้มีอัตรารอดต่ำมากหรือไม่ประสบความสำเร็จในการอนุบาล ขัดแย้งกับ Morehead et al. (2005), Battaglene and Cobcroft (2007) ซึ่งได้ศึกษาวิจัยนำโคพีพอดมาใช้เสริมในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด เช่น ปลา striped trumped ปลา cod กุ้งทะเลสวยงาม เป็นต้น ซึ่งพบว่าทำให้อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโต และการพัฒนา metamorphosis ของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่ทำการทดลองดีขึ้น ขัดแย้งกับคำกล่าวที่ว่าโคพีพอดยังมีสารอาหารที่มีผลทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูง (Naess et al., 1995; Naess and Lie, 1998; Shields et al, 1999) ขัดแย้งกับการศึกษาเมื่อใช้ harpacticoid copepods ในการอนุบาลลูกปลาและสัตว์ไม่กระดูกสันหลัง พบว่าทำให้ลูกสัตว์น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตได้ดี (Fleeger, 2005) นอกจากนี้ยังขัดแย้งกับผู้ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของโคพีพอด และทดลองนำมาใช้ในการอนุบาลลูกปลา กุ้ง และปูวัยอ่อน พบว่าทำให้สัตว์น้ำวัยอ่อนเหล่านี้มีอัตรารอด อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้อาร์ทีเมียหรือดรติเฟอร์ แม้จะมีการเสริมกรดไขมันหรือสารอาหารที่จำเป็นบางตัวก็ตาม (Payne et al., 1998)

ในส่วนของการพัฒนาการด้านระยะพบว่าลูกกุ้งการ์ตูนที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโคพีพอดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ลูกกุ้งสามารถพัฒนาการได้ถึงระยะ Zoea 8 ที่ความหนาแน่นโรติเฟอร์ : อาร์ทีเมีย : โคพีพอด 1,200:1,000:0 ตัวต่อลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 25 วัน

รองลงมาคือ ที่ความหนาแน่น 1,200:900:100 ตัวต่อลิตร มีพัฒนาการมาถึงระยะ Zoea ที่ 6 และที่ความหนาแน่น 1,200:700:300 และ1,200:500:500 ตัวต่อลิตร มีพัฒนาการมาถึงระยะ Zoea ที่ 5 แตกต่างจาก Jones et al. (1997) ที่พบว่า เมื่อเสริมโคพีพอดให้เป็นอาหารในระยะวัยอ่อนจะช่วยทำให้การพัฒนาการในระยะต่าง ๆ ของวัยอ่อนได้เร็วขึ้น Morehead et al. (2005), Battaglene and Cobcroft (2007) ที่ทำการวิจัยในการใช้โคพีพอดเป็นอาหารเสริมในการอนุบาลโดยเฉพาะในกลุ่มกุ้งทะเลสวยงามบางชนิดจะมีส่วนช่วยในการร่นระยะเวลาในการพัฒนาการ ขัดแย้งกับการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของโคพีพอด และการทดลองนำมาใช้กับกุ้ง พบว่าการพัฒนาการดีกว่าการใช้อาร์ทีเมียหรือโคพีพอด แม้จะมีการเสริมกรดไขมันหรือสารอาหารที่จำเป็นบางตัวก็ตาม (Payne et al., 1998)

จากผลการศึกษาในชุดการทดลองที 2 ซึ่งในการทดลองชุดนี้ได้ใช้ผลจากการศึกษาในชุดทดลองที่ 1 คือ ชุดอาหารทดลองที่เลี้ยงลูกกุ้งการ์ตูนระยะแรกฟักด้วย ชุดอาหารทดลองที่มี โรติเฟอร์ที่เพิ่มกรดไขมัน : อาร์ทีเมียที่เพิ่มกรดไขมัน : โคพีพอด ที่ 1,200: 1,000: 0 ตัวต่อลิตร ซึ่งในการศึกษาของชุดการศึกษาที่ 2 นี้ ได้ทำการทดลอง 4 ชุดอาหารทดลองคือ

อาหารชุดทดลองที่ 1 โรติเฟอร์ที่เพิ่มกรดไขมัน : อาร์ทีเมียที่เพิ่มกรดไขมัน : โคพีพอด ที่ 1,200: 1,000: 0 ตัวต่อลิตร และเพิ่มสาหร่าย *I. galbana*

อาหารชุดทดลองที่ 2 โรติเฟอร์ที่เพิ่มกรดไขมัน : อาร์ทีเมียที่เพิ่มกรดไขมัน : โคพีพอด ที่ 1,200: 1,000: 0 ตัวต่อลิตร และเพิ่มสาหร่าย *N. oculata*

อาหารชุดทดลองที่ 3 โรติเฟอร์ที่เพิ่มกรดไขมัน : อาร์ทีเมียที่เพิ่มกรดไขมัน : โคพีพอด ที่ 1,200: 1,000: 0 ตัวต่อลิตร และเพิ่มสาหร่าย *C. calcitrans*

อาหารชุดทดลองที่ 4 โรติเฟอร์ที่เพิ่มกรดไขมัน : อาร์ทีเมียที่เพิ่มกรดไขมัน : โคพีพอด ที่ 1,200: 1,000: 0 ตัวต่อลิตร และเพิ่มสาหร่ายทั้ง 3 ชนิด *I. galbana*, *N. oculata* และ *C. calcitrans*

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าในด้านของอัตราการรอดตายของลูกกุ้งระยะแรกฟักที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดทดลองที่ 2 ทีอัตราการรอดตายสูงสุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ทั้งนี้เนื่องจากในชุดการทดลองนี้มีการใช้สาหร่าย *N. oculata* ในชุดการทดลองซึ่งสาหร่ายชนิดนี้ได้มีการรายงานว่ามีปริมาณของการสะสมวิตามินซีสูงภายในเซลล์ เมื่อเทียบกับสาหร่ายชนิดอื่นที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับการรายงานของ Brown และคณะ (1997) ซึ่งได้ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายขนาดเล็ก *N. oculata* พบว่าสาหร่ายชนิดนี้มีการสร้างและเก็บสะสมวิตามินซีไว้ภายในเซลล์ ซึ่งวิตามินซีนี้มีความสำคัญต่อกระบวนการต่างๆภายในร่างกายของสัตว์น้ำ ช่วยในส่วนของการสร้างระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ และในสาหร่ายชนิดนี้ยังพบว่ามีปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็น Arachidonic (20:4 *n*-6) เป็นปริมาณที่สูงกว่าสาหร่ายขนาดเล็ก *I. galbana* และ *C. calcitrans* (Reitan และคณะ, 1997) ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้มีความสำคัญต่อการสร้างระบบคุ้มกันในสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำมีความแข็งแรง ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จึงส่งผลต่ออัตราการรอดตายที่ดีกว่ากุ้งการ์ตูนในชุดการทดลองอีก 3 ชุด คล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Bell และ Sargent (2003) ที่ได้ทำการศึกษาผลของอาหารที่มีการผสมกรดไขมัน Arachidonic ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ จากการศึกษาพบว่ากรดไขมัน

ชนิดนี้มีผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยตรง โดยเฉพาะในส่วนของอัตราการรอดตาย เพราะกรดไขมันชนิดนี้จะส่งผลถึงการลดความเครียดในตัวสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำวัยอ่อน และกรดไขมันชนิดนี้ยังเป็นสารตั้งต้นในการสร้างกรดไขมันในกลุ่มของ eicosanoid ซึ่งกรดไขมันกลุ่มนี้จะมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำเช่นกัน สอดคล้องกับการวิจัยของ Copeman และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาผลของกรดไขมัน 3 ชนิด คือ docosahexaenoic, eicosapentaenoic และ arachidonic ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอด องค์ประกอบของไขมัน และการสร้างสารสีในปลา yellowtail (*Limanda ferruginea*) พบว่ากรดไขมัน arachidonic มีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลาวัยอ่อน คล้ายคลึงกับการศึกษางานวิจัยของ Ma และ Qin (2012) ได้ศึกษาการใช้สาหร่ายขนาดเล็ก 2 ชนิด คือ *Nannochloropsis* และ *Isochrysis* โดยใส่เพิ่มเข้าไปในตู้ทดลองเลี้ยงปลา yellowtail (*Seriola lalardi*, valenciennes, 1833) ผลการศึกษาพบว่าลูกปลามีอัตราการรอดตายสูงสุดเมื่อใช้สาหร่ายขนาดเล็ก *Nannochloropsis* ในการทดลอง

ในด้านของการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดทดลอง 4 ชุด โดยพบว่า ลูกกุ้งการ์ตูนมีการพัฒนาการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารชุดทดลองที่ 2 ซึ่งมีใส่สาหร่าย *N. oculata* ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้มีกรดไขมันที่จำเป็นสูงโดยเฉพาะกรดไขมัน eicosapentaenoic (EPA, 20:5 *n*-3) กรดไขมันชนิดนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาการของสัตว์น้ำ ซึ่งในการศึกษาของ Renaud และคณะ (1991) พบว่าสาหร่าย *Nannochloropsis* มีปริมาณของกรดไขมัน eicosapentaenoic สูงกว่าสาหร่าย *Isochrysis* โดยพบในปริมาณที่ 17.8 ถึง 39.9 %ของกรดไขมัน ส่วนสาหร่าย *Isochrysis* พบเพียง 0.6 ถึง 4.1 % ของกรดไขมัน เท่านั้น ในชุดการศึกษาที่เลี้ยงลูกกุ้งการ์ตูนด้วยอาหารที่มีส่วนของสาหร่าย *N. oculata* จึงมีการพัฒนาการเจริญเติบโตแตกต่างจากอาหารในชุดการทดลองอื่นอีก 3 ชุดทดลอง เป็นผลเนื่องมาจากในสาหร่ายชนิดนี้มีปริมาณของกรดไขมัน eicosapentaenoic สูงจึงส่งผลถึงการเจริญเติบโตของลูกกุ้งการ์ตูนมีการพัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็วมากกว่า ลูกกุ้งการ์ตูนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใส่สาหร่าย *I. galbana* และ *C. calcitrans* รวมถึงในการศึกษาชุดทดลองที่ใช้สาหร่ายทั้งสามชนิดรวมกัน ในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการรายงานวิจัยของ Tonon และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษากรดไขมันในกลุ่มของ PUFA (Polyunsaturate) และ การทำงานในส่วนของ Triacylglycerol ในสาหร่ายขนาดเล็ก 4 ชนิด คือ สาหร่าย *Nannochloropsis*, *Phaeodactylum tricornutum* และ *Thalassiosira pseudomona* พบว่า *Nannochloropsis oculata* มีปริมาณของกรดไขมัน eicosapentaenoic สูง กรดไขมันชนิดนี้มีความสำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเนื่องจากมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำมีการพัฒนาการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ในส่วนของการศึกษาชุดการศึกษาที่ 2 นี้ พบว่าสาหร่ายแต่ละชนิมีการสะสมสารอาหารที่แตกต่างกัน สาหร่าย *N. oculata* มีการสะสมของปริมาณกรดไขมันที่สำคัญ เช่น arachidonic และ Eicosapentaenoic สูงกว่าสาหร่าย *I. galbana* และ *C. calcitrans* อีกทั้งภายในเซลล์ของสาหร่าย *N. oculata* ยังมีการสะสมของวิตามินซีภายในเซลล์ ด้วยองค์ประกอบเหล่านี้จึงส่งผลให้การเลี้ยงกุ้งการ์ตูนทดลองในชุดการศึกษาที่ 2 นี้มีการพัฒนาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายดีกว่าในชุดการทดลองอื่น

สรุปและข้อเสนอแนะ
(Conclusion and recommendation)

1. โคพีพอดที่ใช้ในการทดลอง อาจมีขนาดที่ใหญ่เกินไปจึงทำให้ลูกกุ้งการ์ตูนวัยแรกเกิดไม่สามารถจับกินได้ ส่งผลให้เกิดอาหารไม่เพียงพอต่อลูกกุ้งการ์ตูน จึงควรกรองโคพีพอดด้วยตาข่ายกรองที่มีขนาดที่ 48 ไมครอน

2. อาจมีการทำการทดลองหาคุณค่าทางสารอาหารของชนิดโคพีพอดที่นำมาทำการทดลองด้วยในครั้งต่อไป เพื่อทราบปริมาณคุณค่าทางอาหารที่แท้จริงของโคพีพอดที่ใช้ในการทดลองและสามารถใช้อ้างอิงในผลการทดลองได้

บรรณานุกรม
(Bibliography)

Battaglene, S.C.; Cobcroft; J.M. 2007. Advances in the culture of striped trumpeter larvae: A review. *Aquaculture*. 268:195-208.

Bell, J.G., McEvoy, L.A., Estevez, A., Shields, R.J. and Sargent, J.R. 2003. Optimising lipid nutrition in first-feeding flatfish larvae. *Aquaculture*. 227: 211-220.

Bell, J.G., Sargent, J.R. 2003. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquaculture*. 218: 491-499.

Bransden, M.P., Battaglene, S.C., Morehead, D.T., Dunstan, G.A., Nichols, P.D., 2005b. Effect of dietary 22:6n-3 on growth, survival and tissue fatty acid profile of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae fed enriched Artemia. *Aquaculture*. 243 : 331-344.

Brown, M.R., Jeffrey, S.W., Volkman, J.K., and Dunstan, G.A. 1997. Nutrition properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*. 151: 315-331.

Copeman, L.A., Parrish, C.C., Brown, J.A., and Harel, M. 2002. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acid on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flonder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment. *Aquaculture*. 210: 285-304.

Ermmerson, W.D., 1984. Predation and energetic of *Penaeus indicus* (Decapoda: Penaeidae) larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Artemia* nauplii. *Aquaculture*. 38, 201-209.

Esrevez, A., Kanasawa, A., 1996. Fatty acid composition of neural tissues of normal pigmented juveniles of Japanese flounder using rotifer and Artemia enriched in n-3 HUFA. *Fish*. 62 : 88-93.

Evjemo, J.O., Olsen, Y., 1997. Lipid and fatty acid content in cultivated live feed organisms compared to marine copepods. *Hydrobiologia*. 358, 159-162.

Evjemo, J.O.; Reitan. K.I.; Olsen, Y. 2003. Copepods as live food organisms in the larvae rearing of halibut larvae (Hippoglossus hippoglossus L.) with special emphasis on the nutritional value. *Aquaculture*. 227 : 191-210.

Fernandez-Reiriz, M.J., Perez-Camacho, A., Ferreiro, M.J., Blanco, J., Planas, M., Campos, M.J., Labarta, U., 1989. Biomass production and variation in the biochemical profile total protein, carbohydrates, RNA, lipids, and fatty acid of seven species of marine microalgae. *Aquaculture*. 83 : 17-37.

Fleeger, J.W., 2005. The potential tomass-cultureHarpacticoid copepods for use as food for larval fish. In: Lee, C.S., Bryen, P.J.O., Marcus, N.H. (Eds.) Copepods in Aquaaculture. Blackwell Publishing, Ames, 11-24.

Foscarini, R., 1988. A Review: Intensive farming procedure for Red Sea bream (*Papyrus major*) in Japan. *Aquaculture*. 72 : 191-246.

Franzoi, P., Maccagnani, R., Rossi, R., Ceccherelli, V.U., 1993. Life cycles and feeding habits of Syngnathus taenionotus and S. abaster Pisces, Syngnathidae in a brackish bay of the Po River delya Adriatic Sea. *Mar. Ecol. Prog.* Ser. 97 : 71-81.

Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C., 1989. Lipid class and fatty acid composition of *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *Pseudocalanus* sp. and *Temora longicornis* Muller from a nutrient-enriched seawater enclosure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 130: 81-92.

Gopalakrishnam, K., 1976. Larvae rearing of red shrimp Penaeus marginatus (Crustacea). *Aquaculture*. 9 : 145-154.

Jones, D.A.; Kumlu, M.; Le Vay, L.; Fletcher, D.J. 1997. The digestive physiology of herbivorous, ommivorous and carnivorous crustacean larvae: a review. *Aquaculture*. 155 : 285-295.

Jones, D.A., Yule, A.B., Holland, D.L., 1997. Larvae nutrition. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), Crustacean Nutrition. *The World Aquaculture Society*. BatonRouge, 353-389.

Koven, W.M., Tandler, A., Kissil, G.Wm., Sklan, D., Friezlander, O., Harel, M., 1990. The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in *Sparus aurata* larvae. Aquaculture. 91, 131-141.

Koven, W.M., Tandler, A., Sklan, D., Kissel G.M., 1993. The association of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in the main phospholipids of different age *Sparus aurata* larvae with growth. *Aquaculture*. 116 : 71-82.

Kurmaly, K., Jones, A.B.Y., East, J., 1989. Comparative analysis of the growth and survival of Penaeus monodon (Fabricius) larvae, from protozoea 1 to postlarvae 1, on live feeds, artificial diets and on combinations of both. *Aquaculture*. 81 : 27- 45.

Kurmaly, K., Jones, D.A., Yule, A.B., 1990. Acceptability and digestion of diets fed to larvae stages of *Homarus gammarus* and the role of dietary conditioning behavior. *Mar. Biol*. 106 : 181-190.

Levens, P., Sorgellos, P., 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO, Rome. 295 pp.

Lee, C.S., 2003. Biotechnology advances in finfish hatchery production: a review. *Aquaculture*. 227 : 439-458.

Lilian C.M. de Lima and Lilia P. Souza-Santos. 2007. The ingestion rate of *Litopenaeus xannamei* larvae as a function of *Tisbe biminiensis* copepod concentration. *Aquaculture*. 271 : 411-419.

Lima, L.C.M.; Souza-Santos, L.P. 2007. The ingestion rate of *Litopenaeus xannamei* larvae as a function of *Tisbe biminiensis* copepod concentration. *Aquaculture*. 271 : 411-419.

Lochmann, R.T., Gatlin, D.M., 1993. Evaluation of different types and levels of triglycerides, singly and in combination with different levels of ny3 highly unsaturated fatty acid ethyl esters in diets of juvenile red drum, Sciaenops ocellatus. *Aquaculture*. 144, 113-130.

Ma, Z., and Qin, J.G. 2012. Replacement of fresh algae with commercial formulas to enrich rotifers in larval rearing of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833). 1-12.

McKinnon, D., Duggan, S., Nichol, P.D., Rimmer, M.A., Semmens, G.,Robin, B., 2003. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture*. 223 : 89-106.

McEvoy, L.A., Navarro, J.C., Bell, J.G., Sargent, J.R., 1995. Autoxidation of oil emulsions during the *Artemia* enrichment process. Aquaculture 134, 110-112.

Milione, M., Zeng, C. 2007. The effects of algal diets on population growth and egg hatching success of the tropical calanoid copepod, *Acartia sinjiensis*. Aquaculture: (Inpress)

Morehead, D., Battaglene, S., Metillo, E., Branaden, M., Dunstan, G.A., 2005.Copepods as a live feed for striped trumpeter Latris lineate larvae. In: Lee, C.S., O'Bryen, P.J., Marcus, N.H. (Eds.) Copepods in *Aquaculture*. Blackwell Publishing Asia, Victoria, Australia. 195-208 pp.

Nanton, D.A., Castell, J.D., 1998. The effects of dietary fatty acid on the fatty acid composition of the harpacticoid copepod, *Tisbe* sp., for use as a live food for marine fish lavae. Aquaculture 163, 251-261.

Navarro, J.C., Batty, R.S., Bell, M.V., Sargent, J.R., 1993. Effects of two *Artemia* diets with different content of polyunsaturated fatty acid on the lipid composition of larvae of Atlantic herring (*Clupea harengus*). *J. Fish Biol*. 43 : 503-515.

Naess, T., Germain-Henry, M., Nass, K.E., 1995. Fish feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippohlossus*) using different combination of *Artemia* and wild zooplankton. *Aquaculture*. 130 : 235-250.

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

Naess, T., Lie, O., 1998. A sensitive period during first feeding for the determination of pigmentation pattern in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., juveniles: the role of diet. *Aquac. Res.* 29 : 925-934.

Ohno, A., Okamura, Y., 1988. Propagation of the calanoid copepod, *Acartia tsuensis* in outdoor tanks. *Aquaculture*. 70 : 39-51.

Renaud, S.M., Parry, D.L., Thinh, L.V., Kuo, C., Padovan, A., and Sammy, N. 1991. Effect of light intensity on the proximate biochemical and fatty acid composition of *Isochrysis* sp. and Nannochloropsis oculata for use tropical aquaculture. *Journal of Applied Phycology*. 3: 43-53.

Payne, M.F.; Rippingale, R.J.; Longmore, R.B. 1999. Growth and survival of juvenile pipefish (*Stigmatopora argus*) fed live copepods with high and low HUFA content. *Aquaculture*. 167 : 237-245.

Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L., 1992. Comparative study on the fatty acid and lipid composition of four marine fish larvae. *Comp. Biochem. Physiol*. 103B, 21-26.

Rajkumar, M.; Kumaraguru vasagam, K.P. 2006. Suitability of the copepod, Acartia clauis as a live feed four Seabass larvae (Latea calcarifer Bloch): Compared to traditional live-food organisms with special emphasis on the nutrition value *Aquaculture*. 261 : 649-658.

Samocha, T.M., Uziel, N., Browdy, C.L., 1989. The effect of feeding two prey organisms, nauplii of *Artemia* and rotifer, *Brachionus plicatilis* (Muller), upon survival and growth of larvae marine shrimp, *Penaeus semisulcatus* (de Haan). *Aquaculture*. 77: 11-19.

Schipp, G.R.; Bosmans, J.M.P.; Marshall, A.K. 1999. A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. Aquaculture, 174: 81-88.

Shaw, G.W.; Pankhurst, P.M.; Battaglene, S.C. 2006. Effect of turbidity, prey density and culture history on prey consumption by greenback flounder *Rhombosolea tapirina* larvae. *Aquaculture*. 253 : 447-460.

Shields, R.J., Bell, J.G., Luizi, F.S., Gara, B., Bromage, N.R.,Sargent, J.R., 1999. Natural copepods are superior to enriched *Artemia* nauplii as feed for larvae (*hippoglossus hippoglossus*) in terms of survival, pigmentation and retinal morphology: relation to dietary essential fatty acid. *J. Nutr.* 129(6), 1186-1194.

Smith, G.G.; Lyall, L.; Ritar, A.J. 2007. The effect of predator/prey density and water dynamics on feed intake and growth in spiny lopster larvae (*Jasus edwardsii*). *Aquaculture*. 263 : 122-129.

639.68
ส351 ฟ
น.5

335521

Stottrup, J.G., 2000. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. *Aquac. Res.* 31 : 703-711.

Stottrup, J.G., Richardson, K., Kirkegaard, E., Pihl, N.J., 1986. The cultivation of *Acartia tonsa* Dana for use as a live food source for marine fish larvae. *Aquaculture.* 52 : 87-96.

Stottrup, J.G., Attramadal, Y., 1992. The influence of different rotifer and *Artemia* enrichment diets of growth, survival and pigmentation in turbot *Scophthalmus maximus* L. larvae. *J. World Aquaculture Soc.* 23 : 307-316.

Stottrup, J.G.; Norsker, N.H. 1997. Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture.* 155 : 231-247.

Teixeira, R., Musick, J., 1995. Trophic ecology of two congeneric pipefishes Syngnathidae of the lower York River, Virginia. Environ. *Biol. Fishes.* 43 : 295 - 309.

Thompson, P.A., Guo, M., Harrison, P.J., 1993. The influence of irradiance on the biochemical composition of three phytoplankton species and their nutritional value for larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas. Mar. Biol.* 177 : 259-268.

Tonon, T., Harvey, D., Larson, T.R., and Graham, I.A. 2002. Long chain polyunsaturated fatty acid production and partitioning to triacylglycerols in four microalgae. *Phytochemistry.* 61: 15-24.

Whyte, J.N.C., Clarke, W.C., Ginther, N.G., Jensen, J.O.T., Townsend, L.D., 1994. Influence of composition of *Brachionus pilcatilis* and *Artemia* on growth of larval sablefish *Anoplopoma fimbria* Pallas. *Aquaculture.* 199 : 47-61.