

**การประยุกต์ใช้คีโตเซออส (*Chaetoceros* sp.) และโรติเฟอร์ (*Brachionus rotundiformis*) ที่เก็บรักษาในรูปแบบเข้มข้นสำหรับอนุบาลกุ้งขาวและปูม้า**  
**Application of Preserved Phytoplankton (*Chaetoceros* sp.) and Rotifer (*Brachionus rotundiformis*) in Concentrate Form for Larviculture of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*)**

วาสนา อากรัตน์<sup>1\*</sup> วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม<sup>1</sup> และ ประภาพร ดีมาก<sup>2</sup>

Wasana Arkronrat<sup>1\*</sup>, Vutthichai Oniam<sup>1</sup> and Prapapron Deemark<sup>2</sup>

Received: 12 March 2020, Revised: 29 April 2020, Accepted: 14 May 2020

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาคีโตเซออส (*Chaetoceros* sp.) สำหรับใช้ออนุบาลลูกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) และการเก็บรักษาโรติเฟอร์ (*Brachionus rotundiformis*) สำหรับใช้ออนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus*) โดยคีโตเซออสและโรติเฟอร์จะถูกเก็บเกี่ยวอยู่ในรูปแบบเข้มข้นและเก็บรักษาด้วยวิธีแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °C โดยใช้ทริฮาโลส 2% โดยปริมาตร (w/w) เป็นสารรักษาสภาพเซลล์ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-4 สัปดาห์ (T1), 6-8 สัปดาห์ (T2) และ 10-12 สัปดาห์ (T3) เทียบกับวิธีการอนุบาลที่ใช้คีโตเซออสและโรติเฟอร์แบบมีชีวิต (ชุดควบคุม) ในการอนุบาลกุ้งขาวระยะซุเอีย 1-โพสลาวัน 2 และปูม้าระยะซุเอีย 1-เมกาโลปา ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า อัตรารอดตายเฉลี่ยลูกกุ้งขาวของชุดควบคุม (53.3±11.5%) ดีกว่าของชุดการทดลอง T1 (0%) T2 (0%) และ T3 (0%) ( $p<0.05$ ) และพบว่าการใช้คีโตเซออสแบบเข้มข้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวด้วย ส่วนอัตรารอดตายเฉลี่ยลูกปูม้าของชุดควบคุม T1 T2 และ T3 เท่ากับ 26.6±5.7%, 30.0±10.0%, 26.6±11.5% และ 23.3±5.7% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำและปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ของแต่ละชุด

<sup>1</sup> สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77000

<sup>1</sup> Klongwan Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Klongwan, Muang, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand.

<sup>2</sup> กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กรุงเทพมหานคร 10900

<sup>2</sup> Coastal Aquaculture Technology Research Group, Coastal Aquaculture Research and Development Division, Department of Fisheries, Bangkok 10900, Thailand.

\* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): ffiswna@ku.ac.th

การทดลองก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันเช่นกัน ( $p>0.05$ ) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่เก็บรักษา 2-8 สัปดาห์ มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ออนุบาลลูกปูม้า ในขณะที่คีโอเซออสในรูปแบบเข้มข้นที่เก็บรักษา 2-12 สัปดาห์ ไม่มีความเหมาะสมในการนำมาอนุบาลลูกกุ้งขาว

**คำสำคัญ:** คีโอเซออส, โรติเฟอร์, การอนุบาลกุ้งขาว, การอนุบาลปูม้า

## ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the preservation of diatom microalgae (*Chaetoceros* sp.) for whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larviculture and of marine rotifer (*Brachionus rotundiformis*) for blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) larviculture. Both feed stored in concentrate form and by biomass-freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$  with 2% trehalose as cryoprotectant agents (w/w) at 2-4 weeks (T1), 6-8 weeks (T2) and 10-12 weeks (T3) were compared to the traditional method using alive *Chaetoceros* and alive rotifer (control) to nurse *L. vannamei* larvae from zoea 1 to post larva stages and *P. pelagicus* larvae from zoea 1 to magalopa stages, respectively. The results showed that survival rate of shrimp larvae fed with control feed ( $53.3\pm 11.5\%$ ) was significantly higher than those of T1 (0%), T2 (0%) and T3 (0%) ( $p<0.05$ ) and found that concentrated *Chaetoceros* affects water quality and quantity of *Vibrio* bacteria during shrimp larviculture. Additionally, survival rate of blue swimming crab larvae fed with traditional method, T1, T2 and T3 were  $26.6\pm 5.7\%$ ,  $30.0\pm 10.0\%$ ,  $26.6\pm 11.5\%$  and  $23.3\pm 5.7\%$ , respectively. This indicated non-significant ( $p>0.05$ ) difference. The average of water quality and quantity of *Vibrio* bacteria in each treatment were not significantly different ( $p>0.05$ ). This study revealed that there is high possibility to use 2-8 weeks stored rotifer for *P. pelagicus* larviculture while 2-12 weeks stored *Chaetoceros* is not possible to use for *L. vannamei* larviculture.

**Key words:** *Chaetoceros*, *Brachionus*, *Litopenaeus vannamei* nursing, *Portunus pelagicus* nursing

## บทนำ

การผลิตลูกพันธุ์สัตว์น้ำชายฝั่งเศรษฐกิจให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุดนั้น คือ การหาวิธีการที่ทำให้ลูกสัตว์น้ำมีอัตราการรอดสูง แข็งแรง และปราศจากโรค เมื่อนำไปเลี้ยงต่อมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี จะเป็นที่ต้องการอย่างยิ่งของเกษตรกร และผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป ซึ่งความสำเร็จเหล่านี้มีปัจจัยอยู่หลายประการ และการผลิตอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มี

ความสำคัญอยู่ไม่น้อย ซึ่งปัจจุบันพบว่าอาหารที่นิยมนำมาใช้ในการอนุบาลลูกสัตว์ทะเลวัยอ่อน คือ แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ เพราะอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการและอัตราการรอดตายของลูกสัตว์น้ำ (Wongrat, 2000; Araújo and Garcia, 2005; Ajah, 2010) แต่การผลิตแพลงก์ตอนแบบปริมาณมากในระดับฟาร์มของเกษตรกรนั้น มีข้อจำกัดอยู่หลายประการทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ รวมทั้งมีต้นทุนในการผลิตสูง

โดยเฉพาะในช่วงที่สภาพภูมิอากาศแปรปรวน เกษตรกรมักประสบกับปัญหาไม่สามารถเพาะขยาย แพลงก์ตอนได้ หรือแพลงก์ตอนมีการปนเปื้อนสูง เมื่อเลี้ยงปริมาณมากในบ่อกลางแจ้ง ทำให้ไม่สะดวก ในการจัดเตรียม และการนำไปใช้ประโยชน์ จึง ประสบปัญหาแพลงก์ตอนไม่เพียงพอต่อการนำมา อนุบาลลูกสัตว์น้ำจนส่งผลกระทบต่อพัฒนาการ และอัตราการรอดตายของลูกสัตว์น้ำ

การแก้ไขปัญหาแพลงก์ตอนขาดแคลน เนื่องจากไม่สามารถเตรียมแพลงก์ตอนล่วงหน้าได้ ในช่วงที่สภาพภูมิอากาศแปรปรวน หรือไม่สามารถ เพาะขยายแพลงก์ตอนเนื่องจากมีการปนเปื้อนสูง ด้วยการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาแพลงก์ตอนแบบเข้มข้น (concentrate form) โดยการเติมสารรักษา สภาพแช่แข็ง (cryoprotectant agent) และเก็บแช่แข็ง (biomass-freezing) ไว้ใช้ในช่วงที่แพลงก์ตอนขาด แคลนก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา ดังกล่าว (Heasman *et al.*, 2001; Arkronrat *et al.*, 2016; Oniam *et al.*, 2019) แต่อย่างไรก็ตาม การมี การศึกษาผลของการเก็บรักษาแพลงก์ตอนที่ใช้ในการ อนุบาลลูกสัตว์น้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช ชนิดคิโตเซอรอส (*Chaetoceros* sp.) และแพลงก์ ตอนสัตว์ชนิดโรติเฟอร์ (*Brachionus rotundiformis*) แบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ ต่ออัตรา การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกสัตว์น้ำ

รวมไปถึงผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ เนื่องจากแพลงก์ ตอนเหล่านี้เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการอนุบาลลูกสัตว์ น้ำเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเต เชียน (crustaceans) เช่น กุ้ง ปู (Wongrat, 2000; Arkronrat *et al.*, 2014) ด้วยเหตุนี้ การวิจัยนี้จึงมุ่ง ศึกษาถึงผลของการใช้แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ ตอนสัตว์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ต่างกันต่อการอนุบาลลูกสัตว์น้ำชายฝั่งเศรษฐกิจ กลุ่มครัสเตเชียน กรณีศึกษา กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) และปูม้า (*Portunus pelagicus*) ทั้งนี้เพื่อเป็นการต่อยอดองค์ความรู้ และการใช้ ประโยชน์แพลงก์ตอนในรูปแบบเข้มข้นต่อการนำมา อนุบาลลูกสัตว์น้ำกลุ่มนี้ต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

### การวางแผนการทดลอง

นำคิโตเซอรอส และโรติเฟอร์ในรูปแบบ เข้มข้นที่เก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่ระยะเวลาเก็บ รักษา 2-12 สัปดาห์ มาอนุบาลลูกสัตว์น้ำชายฝั่ง เศรษฐกิจ ได้แก่ กุ้งขาวแวนนาไม และปูม้า เปรียบเทียบกับการอนุบาลแบบแพลงก์ตอนมีชีวิต คือ เพาะขยายแพลงก์ตอนแล้วนำมาให้ลูกสัตว์น้ำกิน โดยมีแผนการทดลองดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แผนการทดลอง

| ชนิดลูกสัตว์น้ำ                                                        | ชุดการทดลอง (ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ)                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| กุ้งขาวแวนนาไม ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) ระยะซุเอีย-โพสลา วาร์ 2 | คิโตเซอรอสแบบมีชีวิต+อาร์ทีเมียแรกฟัก (control)                         |
|                                                                        | คิโตเซอรอสแบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 2-4 สัปดาห์+อาร์ทีเมียแรกฟัก (T1)   |
|                                                                        | คิโตเซอรอสแบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 6-8 สัปดาห์+อาร์ทีเมียแรกฟัก (T2)   |
|                                                                        | คิโตเซอรอสแบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 10-12 สัปดาห์+อาร์ทีเมียแรกฟัก (T3) |
| ปูม้า ( <i>Portunus pelagicus</i> ) ระยะซุเอีย-เมกาโลปา                | คิโตเซอรอส+โรติเฟอร์แบบมีชีวิต (control)                                |
|                                                                        | คิโตเซอรอส+โรติเฟอร์แบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 2-4 สัปดาห์ (T1)          |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ชนิดลูกสัตว์น้ำ | ชุดการทดลอง (ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ)                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|
|                 | คีโตเซออส+โรติเฟอร์แบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 2-4 สัปดาห์ (T1) |
|                 | คีโตเซออส+โรติเฟอร์แบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 6-8 สัปดาห์ (T2) |

#### การเตรียมคีโตเซออสในรูปแบบเข้มข้น

นำหัวเชื้อ *Chaetoceros calcitrans* ระยะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วที่เพาะขยายได้ในห้องปฏิบัติการด้วยอาหารสูตรคอนเวย์ (Conway medium) มาเพาะเลี้ยงต่อแบบปริมาณมากนอกห้องปฏิบัติการโดยเพาะเลี้ยงภายในถังพลาสติกทรงกระบอกขนาดความจุ 200 ลิตร ในอัตราส่วนหัวเชื้อต่อน้ำเลี้ยงเท่ากับ 1: 25 ใช้ความเค็ม  $28 \pm 1$  ppt โดยใช้อาหารสูตรของซาโตะและซาริกาวา (Sato and Serikawa medium) เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาเพาะขยายต่อในถังไฟเบอร์ปริมาตร 2,000 ลิตร เป็นเวลา 2-3 วัน จึงเก็บเกี่ยวแพลงก์ตอนพืชในรูปแบบเข้มข้นด้วยการตกตะกอนโดยใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 40 ppm จากนั้นนำมาเก็บรักษาโดยการเติมสารรักษาสภาพเซลล์โดยใช้ ทริสฮาโลส ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) เข้มข้น 2% โดยปริมาตร บรรจุใส่ถุงซิพขนาด 0.5 ลิตร ก่อนนำไปเก็บที่ความเย็น -18 ถึง -20 °C (biomass-freezing) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-12 สัปดาห์ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป (Oniam *et al.*, 2019)

#### การเตรียมโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้น

นำหัวเชื้อคลอเรลลา (*Chlorella* spp.) จากห้องปฏิบัติการที่มีความหนาแน่นของเซลล์ประมาณ  $3 \times 10^6$  เซลล์/มล. หรือหัวเชื้อที่อยู่ในระยะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว มาเพาะขยายปริมาณมากภายในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ที่อัตราส่วนหัวเชื้อ : น้ำขยาย เท่ากับ 1:25 ในน้ำความเค็ม 15 ppt ใส่ปุ๋ยสำหรับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสีเขียว น้ำเค็ม เพาะขยายเป็นเวลา 2 วัน จึงนำคลอเรลลามา

เพาะขยายต่อไปในบ่อคอนกรีตขนาด 3,000 ลิตร ประมาณ 2-3 วัน หรือคลอเรลลามีความหนาแน่นประมาณ  $1-2 \times 10^6$  เซลล์/มล. จากนั้นจึงใส่เชื้อโรติเฟอร์ลงในบ่อเพาะเลี้ยงคลอเรลลาโดยใช้ความหนาแน่นของโรติเฟอร์ประมาณ 10-20 ตัว/มล. เก็บเกี่ยวโรติเฟอร์หลังการเพาะขยาย 3 วัน โดยใช้สวิงขนาดตา 75 ไมครอน ด้วยการเปิดท่อได้บ่อ นำถุงกรองที่มีขนาดตาใหญ่กว่า 200 ไมครอน มากรองที่ปากท่อเพื่อคัดจับตะกอน รอจนกว่าเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์หมดบ่อ แล้วเก็บรวบรวมโรติเฟอร์ใส่ในถังขนาด 5 ลิตร จากนั้นนำมารองผ่านสวิงขนาดตา 75 ไมครอนอีกครั้ง เพื่อเก็บโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้น (น้ำหนักเปียก) นำมาเก็บรักษาโดยการเติมสารรักษาสภาพเซลล์ด้วยทริสฮาโลสเข้มข้น 2% โดยปริมาตร บรรจุใส่ถุงซิพขนาด 0.5 ลิตร ก่อนนำไปเก็บที่ความเย็น -18 ถึง -20 °C (biomass-freezing) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-12 สัปดาห์ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป (Oniam *et al.*, 2019)

#### การเตรียมถังทดลอง และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

เตรียมถังไฟเบอร์ขนาดปริมาตร 200 ลิตร เติมน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 60% เข้มข้น 30 ppm ลงในถัง ให้อากาศด้วยสายลม และหัวทรายเติมอากาศ นอกจากนี้ อุปกรณ์อื่นๆ เช่น แก้ว กระละมั่ง ถังพลาสติก สวิง ผ้ากรอง ฯลฯ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำต้องแช่น้ำยาฆ่าเชื้อโรค แล้วล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้

#### การอนุบาลกุ้งขาว

ซื้อลูกพันธุ์กุ้งขาวระยะนอเพลีสจากฟาร์มเอกชนที่ได้มาตรฐานมาปล่อยในถังทดลองที่อัตรา

ความหนาแน่นประมาณ 20,000 ตัว/ถัง (อัตราปล่อย 100,000 ตัว/ลบ.ม.) น้ำความเค็ม 30 ppt อนุบาลลูกกุ้ง ตั้งแต่ระยะนอเพลียสถึงโพสลาวัน 2 ตามแผนการทดลอง โดยเริ่มให้อาหารเมื่อกุ้งเข้าสู่ระยะชูเอี้ย 1 โดยให้อาหารวันละ 6 มื้อ (ทุก 4 ชม.) คือ 6.00, 10.00, 14.00, 18.00, 22.00 และ 2.00 น. (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การให้อาหารลูกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ระหว่างการทดลอง

| ระยะลูกกุ้ง           | ปริมาณอาหาร/มื้อ          |                          | ความถี่ในการให้ |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
|                       | แพลงก์ตอนพืช              | แพลงก์ตอนสัตว์           |                 |
| ชูเอี้ย 1             | $5 \times 10^4$ เซลล์/มล. | -                        | ทุก 4 ชม.       |
| ชูเอี้ย 2-3           | $1 \times 10^5$ เซลล์/มล. | อาร์ทีเมียเรกฟัก 5 กรัม  | ทุก 4 ชม.       |
| ไมซิส 1 ถึงโพสลาวัน 2 | $1 \times 10^5$ เซลล์/มล. | อาร์ทีเมียเรกฟัก 10 กรัม | ทุก 4 ชม.       |

#### การอนุบาลลูกปูม้า

นำแม่ปูม้าไข่แก่ออกกระดองสีเทาดำที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดินของสถานีวิจัยประมงคลองวาว ที่อายุการเลี้ยงประมาณ 150 วัน ขนาดความกว้างกระดองประมาณ 10 เซนติเมตร มาเพาะฟักในถังพลาสติกทรงกลมขนาด 200 ลิตร ปล่อยแม่ปู 1 ตัว/ถัง ที่ปริมาตรน้ำ 150 ลิตร ความเค็ม 30 ppt เมื่อลูกปูฟักออกเป็นตัวแยกแม่ปูออก สุ่มนับลูกปูแรกฟัก (ระยะชูเอี้ย) โดยใช้ปิเกตอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร สุ่มตักลงไปในถังเพาะฟัก สุ่มนับลูกปู 3 ครั้ง ต่อ 1 ถัง

และหาค่าเฉลี่ย และนำค่าที่ได้มาเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังเพาะฟัก ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณของลูกปูในถัง จากนั้นจึงสุ่มลูกปูแรกฟักมาปล่อยในถังทดลอง โดยปล่อยลูกปูม้าที่อัตราความหนาแน่น 100,000 ตัว/ลบ.ม. หรือ 20,000 ตัว/ถัง น้ำความเค็ม 30 ppt อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะชูเอี้ย-เมกาโลปา ตามแผนการทดลอง โดยให้อาหารลูกปูวันละ 2 มื้อ ตามการศึกษาของ Arkonrat and Oniam (2012) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การให้อาหารลูกปูม้า (*Portunus pelagicus*) ระหว่างการทดลอง

| ระยะลูกปูม้า          | ปริมาณอาหาร/มื้อ            |                                                      | ความถี่ในการให้ |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|                       | แพลงก์ตอนพืช                | แพลงก์ตอนสัตว์                                       |                 |
| ชูเอี้ย 1             | $1-2 \times 10^4$ เซลล์/มล. | -                                                    | วันละ 2 มื้อ    |
| ชูเอี้ย 2             | $1-2 \times 10^4$ เซลล์/มล. | โรติเฟอร์ 10 ตัว/มล.                                 | วันละ 2 มื้อ    |
| ชูเอี้ย 3 ถึงเมกาโลปา | $1-2 \times 10^4$ เซลล์/มล. | โรติเฟอร์ 10 ตัว/มล. +<br>อาร์ทีเมียเรกฟัก 5 ตัว/มล. | วันละ 2 มื้อ    |

#### การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ระหว่างการทดลอง

นำตัวอย่างน้ำของในแต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ทุก 3 วัน

โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Sucrose Agar) นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ บันทึกผล หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็น

จำนวนโคโลนีต่อมิลลิตรของตัวอย่าง (CFU/ml) ดังสมการ (1)

$$V = C \times 10 \times 10^f \quad (1)$$

เมื่อ  $V$  = ปริมาณ *Vibrio* ทั้งหมด (CFU/ml)  $C$  = จำนวนโคโลนี  $f$  = จำนวนเท่าของความเจือจางที่นับจำนวนได้

#### การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

การเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแต่ละชุดการทดลองทุก 3 วัน ตามหลักการการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำของ American Public Health Association *et al.* (2012) โดยมีพารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเค็ม ความเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณไนโตรเจน

#### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูล ได้แก่ อัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโต รวมทั้งคุณภาพน้ำและปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (*Vibrio* spp.) ที่ได้ในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics for Windows (Version 21.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA)

#### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลของคีโตเซออสในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกันต่ออัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำในการอนุบาลกุ้งขาวระยะซุเอีย-โพสลาวัร์ 2

อัตราการรอดตายเฉลี่ย (mean±S.D.) ของลูกกุ้งขาวระยะซุเอีย-โพสลาวัร์ 2 (พี 2) ที่อนุบาลด้วยคีโตเซออสร่วมกับอาร์ทีเมียแรกฟัก (control) คีโตเซออสในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-4 สัปดาห์ (T1) 6-8 สัปดาห์ (T2) และ 10-12 สัปดาห์ (T3) ร่วมกับอาร์ทีเมียแรกฟักเท่ากับ 53.3±11.5%, 0%, 0% และ 0% ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า อัตรารอดตายลูกกุ้งขาวของชุด control ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ( $p<0.05$ ) (ตารางที่ 4) โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย หรือการพัฒนา ระยะ (mean±S.D.) ของลูกกุ้งจากระยะซุเอีย 1-2, ซุเอีย 2-3, ซุเอีย 3-ไมซิส และไมซิส-พี 2 ของชุด control มีการพัฒนาการของระยะเข้าสู่ระยะต่างๆ ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เช่นกัน ( $p<0.05$ ) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกกุ้งขาวที่อนุบาลในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดทดลอง | อัตราการรอดตาย (%) ของลูกกุ้งขาวระยะซุเอีย-โพสลาวัร์ (พี) |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                        |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|          | ซุเอีย 1                                                  | ซุเอีย 2              | ซุเอีย 3              | ไมซิส 1               | ไมซิส 2               | ไมซิส 3               | พี 1                   | พี 2                   |
| Control  | 100                                                       | 83.3±5.7 <sup>a</sup> | 73.3±5.7 <sup>a</sup> | 66.6±5.7 <sup>a</sup> | 66.6±5.7 <sup>a</sup> | 66.6±5.7 <sup>a</sup> | 60.0±10.0 <sup>a</sup> | 53.3±11.5 <sup>a</sup> |
| T1       | 100                                                       | 53.3±3 <sup>b</sup>   | 23.3±5.7 <sup>b</sup> | 6.6±5.7 <sup>b</sup>  | 0.0±0.0 <sup>b</sup>  | 0.0±0.0 <sup>b</sup>  | 0.0±0.0 <sup>b</sup>   | 0.0±0.0 <sup>b</sup>   |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| ชุดทดลอง | อัตราการตาย (%) ของลูกกุ้งขาวระยะซูเีย-โพสลาวั (พี) |                     |                        |                      |                      |                      |                      |
|----------|-----------------------------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|          | ซูเีย 1                                             | ซูเีย 2             | ซูเีย 3                | ไมชีส 1              | ไมชีส 2              | ไมชีส 3              | พี 1                 |
| T2       | 100                                                 | 53.3±3 <sup>b</sup> | 20.0±10.0 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> |
| T3       | 100                                                 | 56.6±6 <sup>b</sup> | 23.3±15.2 <sup>b</sup> | 3.3±5.7 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> | 0.0±0.0 <sup>b</sup> |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามคอลัมน์ที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน (a, b) หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p<0.05$ )

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตเฉลี่ย (การพัฒนาระยะ) ของลูกกุ้งขาวที่อนุบาลในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดทดลอง | ระยะเวลาการพัฒนาระยะ (วัน) ของลูกกุ้งขาว |                      |                      |                 |
|----------|------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
|          | ซูเีย 1 - 2                              | ซูเีย 2 - 3          | ซูเีย 3 - ไมชีส      | ไมชีส - โพสลาวั |
| Control  | 1.3±0.2 <sup>a</sup>                     | 1.3±0.2 <sup>a</sup> | 1.8±0.2 <sup>a</sup> | 4.1±0.2         |
| T1       | 1.8±0.2 <sup>b</sup>                     | 2.6±0.2 <sup>b</sup> | 1.8±1.6 <sup>a</sup> | nd              |
| T2       | 2.0±0.0 <sup>b</sup>                     | 2.6±0.2 <sup>b</sup> | nd                   | nd              |
| T3       | 1.8±0.2 <sup>b</sup>                     | 3.0±0.0 <sup>b</sup> | 0.8±1.4 <sup>a</sup> | nd              |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามคอลัมน์ที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน (a, b) หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p<0.05$ )

การตรวจเช็คคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาล ลูกกุ้งขาวในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า มีปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.68-4.70 mg/l อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.80-28.86 °C ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.11-8.20 ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.13-0.28 mg-N/l ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.06-0.18 mg-N/l และความเป็นด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 121.26-122.63 mg/l as CaCO<sub>3</sub> โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และความ เป็นด่างของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ค่าเฉลี่ยของปริมาณ แอมโมเนียรวม และปริมาณไนไตรท์ของชุดการทดลองที่ T1, T2 และ T3 จะมีค่าสูงกว่าของชุด control ( $p<0.05$ )

ผลการตรวจเช็คปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ที่ระยะเวลาอนุบาล 3 วัน ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* เฉลี่ยของชุด control ( $0.16±0.15×10^2$  CFU/ml) จะต่ำกว่าของชุดการทดลองที่ T1 ( $1.10±0.62×10^2$  CFU/ml) ( $p<0.05$ ) และ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ T2 ( $0.90±0.45×10^2$  CFU/ml) และ T3 ( $0.63±0.11×10^2$  CFU/ml) ( $p>0.05$ ) ที่ระยะเวลาอนุบาล 6 วัน พบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* เฉลี่ยที่พบในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) และที่ระยะเวลาอนุบาล 9 วัน พบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* เฉลี่ยของชุด control มีค่าเท่ากับ  $0.76±0.64×10^2$  CFU/ml ส่วนชุดการทดลองอื่นๆ ไม่สามารถตรวจสอบได้เนื่องจากลูกกุ้งที่อนุบาลตายหมดก่อนเข้าวันที่ 9 ของการอนุบาล (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ที่ตรวจพบระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งขาวในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดทดลอง | ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย <i>Vibrio</i> spp. ( $\times 10^2$ CFU/ml) |                               |                              |                 |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|
|          | เริ่มต้น                                                        | 3 วัน                         | 6 วัน                        | 9 วัน           |
| Control  | 0.00 $\pm$ 0.00                                                 | 0.16 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>  | 0.73 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup> | 0.76 $\pm$ 0.64 |
| T1       | 0.00 $\pm$ 0.00                                                 | 1.10 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>  | 1.46 $\pm$ 1.45 <sup>a</sup> | nd              |
| T2       | 0.00 $\pm$ 0.00                                                 | 0.90 $\pm$ 0.45 <sup>ab</sup> | nd                           | nd              |
| T3       | 0.00 $\pm$ 0.00                                                 | 0.63 $\pm$ 0.11 <sup>ab</sup> | 0.56 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup> | nd              |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามคอลัมน์ที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน (a, b) หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ผลของโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกันต่ออัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพน้ำในการอนุบาลปูม้าระยะชูเอี้ยง-เมกาโลปา

อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าระยะชูเอี้ยง-เมกาโลปาที่อนุบาลด้วยด้วยคิโตเซอรอสร่วมกับโรติเฟอร์ที่เก็บเกี่ยวแบบธรรมดา (control) อนุบาลด้วยคิโตเซอรอสร่วมกับโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-4 สัปดาห์ (T1) 6-8 สัปดาห์ (T2) และ 10-12 สัปดาห์ (T3) เท่ากับ 26.6 $\pm$ 5.7%, 30.0 $\pm$ 10.0%, 26.6 $\pm$ 11.5% และ 23.3 $\pm$ 5.7% ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายของลูกปูม้าในแต่ละชุดการ

ทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 7) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (การพัฒนาระยะของลูกปู) ของลูกปูม้าจากระยะชูเอี้ยง 1-2, ชูเอี้ยง 2-3, ชูเอี้ยง 3-4 และ ชูเอี้ยง 4-เมกาโลปา พบว่า ที่ระยะชูเอี้ยง 1-2 ลูกปูม้าของ T1 และ T3 มีการพัฒนาการช้ากว่า control และ T2 ( $p < 0.05$ ) ที่ระยะชูเอี้ยง 2-3 การพัฒนาการของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ที่ระยะชูเอี้ยง 3-4 ลูกปูม้าชุดการทดลองที่ T3 มีการพัฒนาระยะช้ากว่าชุด control ( $p < 0.05$ ) และที่ระยะชูเอี้ยง 4-เมกาโลปา การพัฒนาการของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดทดลอง | อัตราการรอดตาย (%) ของลูกปูม้าระยะชูเอี้ยง 1 - เมกาโลปา |                 |                 |                 |                 |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | ชูเอี้ยง 1                                              | ชูเอี้ยง 2      | ชูเอี้ยง 3      | ชูเอี้ยง 4      | เมกาโลปา        |
| Control  | 100                                                     | 76.6 $\pm$ 5.7  | 53.3 $\pm$ 15.2 | 50.0 $\pm$ 10.0 | 26.6 $\pm$ 5.7  |
| T1       | 100                                                     | 76.6 $\pm$ 5.7  | 60.0 $\pm$ 10.0 | 46.6 $\pm$ 11.5 | 30.0 $\pm$ 10.0 |
| T2       | 100                                                     | 76.6 $\pm$ 5.7  | 66.6 $\pm$ 5.7  | 43.3 $\pm$ 5.7  | 26.6 $\pm$ 11.5 |
| T3       | 100                                                     | 70.0 $\pm$ 10.0 | 56.6 $\pm$ 5.7  | 46.6 $\pm$ 5.7  | 23.3 $\pm$ 5.7  |

ตารางที่ 8 การเจริญเติบโตเฉลี่ย (การพัฒนาระยะ) ของลูกปูม้าที่อนุบาลในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดทดลอง | ระยะเวลาการพัฒนาระยะ (วัน) ของลูกปูม้า |                      |                       |                        |
|----------|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
|          | ชุดเลี้ยง 1 - 2                        | ชุดเลี้ยง 2 - 3      | ชุดเลี้ยง 3 - 4       | ชุดเลี้ยง 4 - เมกาโลปา |
| Control  | 3.0±0.0 <sup>a</sup>                   | 3.3±0.2 <sup>a</sup> | 3.1±0.2 <sup>a</sup>  | 3.6±0.2 <sup>a</sup>   |
| T1       | 3.6±0.2 <sup>b</sup>                   | 3.8±0.2 <sup>a</sup> | 3.3±0.2 <sup>ab</sup> | 3.8±0.2 <sup>a</sup>   |
| T2       | 3.1±0.2 <sup>a</sup>                   | 3.3±0.2 <sup>a</sup> | 3.6±0.2 <sup>ab</sup> | 4.1±0.2 <sup>a</sup>   |
| T3       | 3.6±0.2 <sup>b</sup>                   | 3.6±0.7 <sup>a</sup> | 3.8±0.2 <sup>b</sup>  | 3.8±0.2 <sup>a</sup>   |

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามคอลัมน์ที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน (a, b) หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

คุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าแต่ละชุดการทดลอง พบว่า มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.75-4.93 mg/l อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.33-27.63 °C ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.15-8.17 ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.10-0.16 mg-N/l ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.04-0.08 mg-N/l และความเป็นด่างอยู่ในช่วง 113.73-118.40 mg/l as CaCO<sub>3</sub> โดยค่า

คุณภาพน้ำเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) นอกจากนี้ ผลการตรวจเช็คปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* เฉลี่ยของการอนุบาลลูกปูม้าที่ 3, 7, 10 และ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ที่ตรวจพบระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดทดลอง | ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย <i>Vibrio</i> spp. ( $\times 10^2$ CFU/ml) |           |           |           |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | เริ่มต้น                                                        | 3 วัน     | 7 วัน     | 10 วัน    | 14 วัน    |
| Control  | 0.00±0.00                                                       | 0.06±0.11 | 0.73±0.75 | 1.20±1.13 | 1.57±0.49 |
| T1       | 0.00±0.00                                                       | 0.00±0.00 | 0.76±0.92 | 2.20±0.43 | 2.23±0.64 |
| T2       | 0.00±0.00                                                       | 0.00±0.00 | 1.66±0.76 | 3.23±0.58 | 2.86±1.23 |
| T3       | 0.00±0.00                                                       | 0.00±0.00 | 0.73±0.87 | 2.80±0.70 | 2.96±1.04 |

การผลิตลูกพันธุ์สัตว์น้ำชายฝั่งเศรษฐกิจ เช่น กุ้งขาว (*L. vannamei*) และปูม้า (*P. pelagicus*) ให้มีอัตราการรอดสูง แข็งแรง และปราศจากโรคเมื่อนำไปเลี้ยงต่อมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี จะเป็นที่ต้องการอย่างยิ่งของตลาด โรคโรดิเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นมาประยุกต์ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าได้ โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดตาย และคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาล เมื่อเปรียบเทียบกับอนุบาล

ด้วยโรดิเฟอร์แบบมีชีวิต ปูม้าที่อนุบาลด้วยโรดิเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 10-12 สัปดาห์ จะมีพัฒนาการระยะจากชุดเลี้ยง 1-2 ซ้ำกว่าการอนุบาลด้วยโรดิเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 6-8 สัปดาห์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า การเก็บรักษาโรดิเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ความเย็น -18 ถึง -20 °C ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 10-12 สัปดาห์ของการศึกษาครั้งนี้อาจส่งผลต่อคุณภาพของโรดิ

เฟอร์ที่เก็บรักษาได้ โดยเฉพาะผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของโรติเฟอร์ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาการของลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน แต่ถึงอย่างไรก็ตาม Oniam *et al.* (2019) รายงานว่า การใช้ทรีฮาโลสที่ระดับ 1% และ 2% โดยปริมาตรสามารถใช้รักษาสภาพเซลล์ของโรติเฟอร์ที่เก็บรักษาด้วยวิธีการแช่แข็งที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  ได้นานถึง 12 สัปดาห์ และได้ดีกว่าการใช้ทรีฮาโลสที่ระดับ 0.5% โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรีย ปริมาณโปรตีน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และปริมาณไขมัน รวมไปถึงปริมาณกรดไขมัน EPA และ DHA ของโรติเฟอร์ที่เก็บรักษาดังนั้น ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของวิธีการเก็บรักษาโรติเฟอร์ในรูปแบบแช่แข็งอยู่เป็นระยะๆ ทั้งนี้เพื่อการรักษาคุณภาพให้คงที่ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการนำมาอนุบาลลูกสัตว์น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Brand and Diller (2004) ที่รายงานไว้ว่า ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของแพลงก์ตอนระหว่างการเก็บรักษาอยู่อย่างสม่ำเสมอเพื่อประโยชน์สูงสุดต่อการนำมาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ Chuthong (2009) รายงานว่า การเก็บรักษาไรแดง หนอนแดง และอาร์ทีเมียแช่แข็งโดยการเติมทรีฮาโลส 10-15% ของปริมาตร สามารถเก็บรักษาแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ได้นาน 28 วัน โดยรูปร่างเสียสภาพไม่เกิน 30%

สำหรับการทดสอบผลของการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืชสกุลคลิโดเซอโรสแบบแช่แข็งต่อการนำมาอนุบาลลูกกุ้งขาวครั้งนี้ พบว่า ไม่สามารถนำคลิโดเซอโรสในรูปแบบแช่แข็งมาอนุบาลลูกกุ้งขาวให้มีผลผลิตที่ดีได้ เนื่องจากว่าอัตราการตายเฉลี่ยของลูกกุ้งขาวระยะซูเอีย-โพสลาวัน 2 ที่อนุบาลด้วยคลิโดเซอโรสในรูปแบบแช่แข็งที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-4, 6-8 และ 10-12 สัปดาห์ เท่ากับ 0%, 0% และ 0% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการอนุบาลโดยใช้คลิโดเซอโรสแบบมีชีวิตที่มีอัตราการตายเฉลี่ยของลูกกุ้งขาว

ระยะซูเอีย-โพสลาวัน 2 เท่ากับ  $53.3 \pm 11.5\%$  ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าการเก็บเกี่ยวคลิโดเซอโรสในรูปแบบแช่แข็งด้วยการตกตะกอนโดยใช้คลิโดซาน (40 ppm) เมื่อนำแพลงก์ตอนพืชมาใช้ ปรากฏว่าแพลงก์ตอนพืชจับกันเป็นกลุ่มก้อน ไม่แตกกระจาย เมื่อนำมาอนุบาลลูกกุ้งจึงทำให้ลูกกุ้งไม่สามารถกินได้ และแพลงก์ตอนพืชส่วนมากจะตกตะกอนอยู่ที่ก้นถังทดลอง จึงเป็นเหตุให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำด้วย โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณไนโตรเจนที่สูงกว่าการอนุบาลลูกกุ้งขาวโดยใช้รูปแบบการให้คลิโดเซอโรสแบบมีชีวิต ดังนั้น ควรหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาแพลงก์ตอนพืชจับตัวกันเป็นตะกอนต่อไป เช่น ใช้สารตกตะกอนแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นที่ไม่ทำให้แพลงก์ตอนพืชจับตัวกันเป็นก้อน เช่น อลูมิเนียมซัลเฟต (Wongrat, 2000) ซึ่งอลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนแพลงก์ตอนพืชที่ได้ผลดีกับแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด ตัวอย่างเช่น *Chlamydomonas* sp., *Dunaliella* sp. และ *Chlorella* sp. แต่ต้องควบคุม pH ของน้ำด้วย  $\text{NaHCO}_3$  ซึ่งจะทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น (Heasman *et al.*, 2001)

สำหรับปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* และคุณภาพน้ำต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาวและลูกปูม้านั้น จากผลการศึกษานี้พบว่า ทั้งปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ที่พบระหว่างการอนุบาล และคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลไม่มีผลกระทบต่ออนุบาลและอัตราการตายของลูกสัตว์น้ำทั้งสองชนิดนี้ (Ponce-Palafox *et al.*, 1997; Moss *et al.*, 2000; Romano and Zeng, 2010; Oniam and Arkronrat, 2013; Azra and Ikhwanuddin, 2015)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการใช้แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์แบบแช่แข็งต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำชายฝั่งเศรษฐกิจโดยการเติมสารรักษาสภาพเซลล์ (cryoprotectant agent) และเก็บแช่แข็ง (biomass-

freezing) ไว้ในช่วงที่แพลงก์ตอนขาดแคลน ซึ่งสามารถช่วยแก้ไขปัญหาคาการผลิตแพลงก์ตอนแบบปริมาณมากในระดับฟาร์มของเกษตรกรได้ โดยเฉพาะในช่วงที่สภาพภูมิอากาศแปรปรวน เกษตรกรมักประสบกับปัญหาการเพาะขยายแพลงก์ตอน หรือแพลงก์ตอนมีการปนเปื้อนสูงเมื่อเลี้ยงปริมาณมากในบ่อกลางแจ้ง ทำให้ไม่สะดวกในการจัดเตรียม และการนำไปใช้ประโยชน์ แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการเก็บเกี่ยวทีโตะเซอร์อสแบบเข้มข้น โดยใช้สารตกตะกอนชนิดอื่นที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในการอนุบาลลูกกุ้งขาว รวมไปถึงการต่อยอดผลการวิจัยด้านการเก็บโรติเฟอร์แบบเข้มข้นไปสู่เชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นประเด็นวิจัยที่ควรทำการศึกษาในลำดับต่อไป

## สรุป

ผลของการเก็บรักษาทีโตะเซอร์อส และโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกันต่อการอนุบาลลูกกุ้งขาว และปูม้า พบว่าสามารถนำโรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นมาใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าได้ โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการตาย และคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาล โดยเฉพาะการใช้โรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-4 และ 6-8 สัปดาห์ จะมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้โรติเฟอร์ในรูปแบบเข้มข้นที่การเก็บรักษา 10-12 สัปดาห์ ส่วนทีโตะเซอร์อสในรูปแบบเข้มข้นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2-4, 6-8 และ 10-12 สัปดาห์ ไม่มีความเหมาะสมต่อการนำมาอนุบาลลูกกุ้งขาว

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.) ที่

สนับสนุนทุนศึกษาวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

## เอกสารอ้างอิง

- Ajah, P.O. 2010. Mass culture of Rotifer (*Brachionus quadridentatus* [Hermann, 1783]) using three different algal species. **African Journal of Food Science** 4(3): 80-85.
- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. (22<sup>th</sup> ed). American Public Health Association, Washington DC.
- Araújo, S.D.C. and Garcia, V.M.T. 2005. Growth and biochemical composition of the diatom *Chaetoceros* cf. *wighamii* brightwell under different temperature, salinity and carbon dioxide levels. I. Protein, carbohydrate and lipids. **Aquaculture** 246: 405-412.
- Arkronrat, W., Deemark, P., Hengcharoen, N., Pradubtham, K. And Oniam, V. 2014. Cost-benefit analysis of inoculums and mass production of *Chaetoceros*, pp. 149-156. **In The Proceeding of 52<sup>nd</sup> Kasetsart University Annual Conference**. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Arkronrat, W., Deemark, P. and Oniam, V. 2016. Usage of trehalose as cryoprotecting agent on preservation of marine microalgae (*Chlorella* sp. and *Chaetoceros calcitrans*) in concentrate form, p. 521. **In Abstract**

- book of 6<sup>th</sup> International Fisheries Symposium (IFS 2016).** Can Tho University, Can Tho.
- Arkronrat, W. and Oniam, V. 2012. Effects of a diatom *Thalassiosira* spp. on survival rate and development of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) larvae from zoea I to IV stages. **Khon Kaen Agriculture Journal** 40(1): 61-68. (in Thai)
- Azra, M.N. and Ikhwanuddin, M. 2015. Larval culture and rearing techniques of commercially important crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758): Present status and future prospects. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 37(2): 135-145.
- Brand, J.J. and Diller, K.R. 2004. Application and theory of algal cryopreservation. **Nova Hedwigia** 79(1-2): 175-189.
- Chuthong, T. 2009. Using of trehalose for increasing efficiency in preservation of frozen natural feed for aquaculture. Master thesis (Aquaculture). Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Heasman, M.P., Sushames, T.M., Diemat, J.A., Connor, W.A.O. and Foulkes, L.A. 2001. **Production of Micro-algal Concentrates for Aquaculture Part 2: Development and Evaluation of Harvesting, Preservation, Storage and Feeding Technology.** NSW Fisheries, New South Wales.
- Moss, S.M., LeaMaster, B.R. and Sweeney, J.N. 2000. Relation abundance and species composition of gram negative, aerobic associated with the gut of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in oligotrophic well water and eutrophic pond water. **Journal of the World Aquaculture Society** 31: 255-263.
- Oniam, V. and Arkronrat, W. 2013. Development of crab farming: The complete cycle of blue swimming crab culture program (CBSC Program) in Thailand. **Kasetsart University Fisheries Research Bulletin** 37(2): 31-43
- Oniam, V., Arkronrat, W. and Deemark, P. 2019. Usage of trehalose as cryoprotectant agent on preservation of marine rotifer (*Brachionus rotundiformis*) in concentrate form at different storage. **Journal of Fisheries Technology Research** 13(1): 75-81. (in Thai)
- Ponce-Palafox, J., Martinez-Palacios, C.A. and Ross, L.G. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture** 157: 107-115.
- Romano, N and Zeng, C. 2010. Survival, osmoregulation and ammonia-N of blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, juveniles exposed to different ammonia-N and salinity combinations. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C** 151: 222-228.
- Wongrat, L. 2000. **Manual of Plankton Culture.** Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)