



รายงานการวิจัย

ระบบการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของปูแสม

Episesarma singaporense (Tweedie, 1936)

Optimal feeding regimes for larval nursing of sesarmid crab

Episesarma singaporense (Tweedie, 1936)

ชาญยุทธ สุตทองคอง Chanyut Sudtongkong

วัฒนา วัฒนกุล Wattana Wattanakul

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2557

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง ระบบการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พ.ศ. 2557 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่สนับสนุนปัจจัยพื้นฐานการวิจัย เช่น โรงเรือน ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่นๆ ทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และใคร่ขอขอบคุณที่มิวิจัยห้องปฏิบัติการวิจัยปูน้ำเค็ม (Marine Crab Research Laboratory) ประกอบด้วยนายมุฮัมหมัด จิตรณรงค์ และ นส.ศุภรัตน์ คงโอ ที่ช่วยอนุบาลตัวอ่อนปูแสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ระบบการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936)

ชาญยุทธ สุตทองคง และวัฒนา วัฒนกุล

บทคัดย่อ

การพัฒนาการเพาะพันธุ์ปูแสมในโรงเพาะฟักเป็นสิ่งสำคัญ การวิจัยเรื่องนี้เป็นรายงานการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน โดยวิจัยอิทธิพลของระบบการให้อาหารต่างกันต่อการรอดตายของตัวอ่อนระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ซึ่งเป็นการทดลองเลี้ยงตัวอ่อนตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ด้วยอาหารต่างกันคือ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย และการทดลองจะสิ้นสุดเมื่อตัวอ่อนมีพัฒนาการสู่ระยะ Megalopa หรือตาย จากผลการศึกษาพบว่าระบบการให้อาหารโดยการอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย ทำให้ตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้มีอัตราการรอดตายสูงสุด (33.3%) สำหรับระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าตัวอ่อนปูแสมใช้เวลาในการเติบโตและพัฒนาจากระยะ Zoea 1 จนเข้าสู่ระยะ Megalopa อยู่ในช่วง 7.8 -13.0 วัน และไม่มีความแตกต่างของระยะเวลาพัฒนาการระหว่างตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงบ่งชี้ว่าการให้อาหารร่วมคือโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมียควรใช้ในการเพาะฟักตัวอ่อนปูแสม

คำสำคัญ: ปูแสม *Episesarma singaporense*, ระบบการให้อาหารที่เหมาะสม

Optimal feeding regimes for larval nursing of sesarmid crab *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936)

Chanyut Sudtongkong and Wattana Wattanakul

Abstract

As an important step toward development for hatchery culture of the sesarmid crab, this research reports on laboratory experiments to assess the cultivation of sesarmid crab larval of *Episesarma singaporense* fed with different feeding protocols. The effects of different feeding protocols on survival of Zoea 1 to Megalopa stage were investigated. In the experiment, Zoea 1 larval of the crab were reared and fed either rotifer, artemia or combinations of rotifer and artemia. The experiment was terminated when all larvae had either metamorphosed to megalopa stage or died. The results revealed that the feeding protocol that fed the Zoea 1 with a combination of rotifer and artemia and fed the Zoea 2-Megalopa stage showed the highest survival (33.3%). When considering to development duration, the larval can develop from Zoea 1 stage to Megalopa stage within 7.8-13.0 days. In addition, the development duration of the larval did not significantly difference after fed with feeding protocols that fed the larval with the combinations of rotifer and artemia. Thus this research suggested that the combination of rotifer and Artemia should be used for hatchery cultivation of the sesarmid larval.

Keywords: Sesarmid crab *Episesarma singaporense*, Optimal feeding regimes

สารบัญ

เนื้อเรื่อง	หน้า
บทนำ	1
วิธีดำเนินการวิจัย	3
ผลการวิจัย	11
วิจารณ์ผลการวิจัย	20
สรุปผลการวิจัย	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	28

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 อัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม <i>E. singaporense</i> ที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน	12
ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน	14
ตารางที่ 3 ความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน	15
ตารางที่ 4 การเพิ่มของน้ำหนัก (Percentage of weight gain; %WG) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน	16
ตารางที่ 5 ระยะเวลาพัฒนาการ (วัน) ของตัวอ่อนปูแสม <i>E. singaporense</i> ที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน	18
ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลอง	19

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1 ปูแสม <i>Episesarma singaporense</i> (Tweedie, 1936)	1
ภาพที่ 2 การเตรียมน้ำทะเลเพื่ออนุบาลตัวอ่อนปูแสม	3
ภาพที่ 3 การเพาะพันธุ์สาหร่าย <i>Chlorella</i> sp. และการเพาะไรติเฟอร์	4
ภาพที่ 4 การเพาะอาร์ทีเมียสำหรับเป็นอาหารของตัวอ่อนปูแสม	5
ภาพที่ 5 การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูแสม	5
ภาพที่ 6 การเตรียมตัวอ่อนปูแสมเพื่อใช้ในทดลอง	6
ภาพที่ 7 อาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลอง	6
ภาพที่ 8 ชุดทดลองระบบการให้อาหารต่อการรอดตาย การเติบโต และระยะเวลา พัฒนาการของตัวอ่อนปูแสม	10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทนำ

ปูแสม (Sesamid crab) เป็นปูน้ำเค็มที่อาศัยในบริเวณป่าชายเลน ปูแสมกินเศษใบไม้ อินทรีย์วัตถุ สาหร่าย และสัตว์ขนาดเล็กที่อยู่ตามผิวดินในป่าชายเลนเป็นอาหาร (Bouillon *et al.* 2002; Thimdee *et al.* 2004; Thongtham and Kristensen, 2005; Thongtham *et al.* 2008) นอกจากนี้ปูแสมมีบทบาทในห่วงโซ่อาหาร โดยทำหน้าที่ย่อยสลายใบไม้ที่ร่วงหล่นในป่าชายเลนให้เป็นชิ้นเล็กๆ อย่างรวดเร็ว และเศษใบไม้เหล่านั้นถูกย่อยสลายต่อโดยแบคทีเรียและรา หลังจากนั้นแบคทีเรียจะถูกกินโดยผู้บริโภคนั้นสูงกว่า เกิดการถ่ายทอดพลังงานเป็นสายใยอาหารในป่าชายเลน (Thimdee *et al.* 2004)

ปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) (ภาพที่ 1) เป็นปูวงศ์ Sesarmidae และเป็นปูที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นปูแสมชนิดหนึ่งในทั้งหมด 4 ชนิดที่คนไทยนิยมจับมาบริโภคสดและแปรรูปเป็นปูเค็ม (บรรจง เทียนสงรัสมิ, 2552) ปัจจุบันประชากรปูแสมในธรรมชาติของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงและไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ ซึ่งเห็นได้จากในปัจจุบันปูแสมที่บริโภคในประเทศบางส่วนต้องนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งจากเอกสารของ บรรจง เทียนสงรัสมิ (2552) ได้ประมาณการบริโภคปูแสมของคนไทยเท่ากับ 18,000 ตันต่อปี แต่ปูแสมที่จับจากธรรมชาติของประเทศไทยประมาณ 12,000 ตันต่อปี ไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ จึงต้องนำเข้าปูแสมจากประเทศเพื่อนบ้านแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 5,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณปีละ 82 ล้านบาท ซึ่งแนวโน้มการขาดแคลนปูแสมเพื่อการบริโภคในประเทศจะมีมากยิ่งขึ้นในอนาคต เนื่องจากผลผลิตปูแสมทั้งหมดได้จากการจับจากแหล่งอาศัยในธรรมชาติ



ภาพที่ 1 ปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936)

แม้ว่าปูแสมชนิดนี้เป็นปูที่มีความสำคัญทั้งนิเวศชายฝั่งและเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่ความรู้เกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ปูแสมในประเทศไทยยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะความรู้เกี่ยวกับระบบการให้อาหารที่เหมาะสมกับการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมในแต่ละระยะ ซึ่งยังไม่ปรากฏในรายงานการวิจัยหรือฐานข้อมูลการวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยทั่วไปการกำหนดระบบการให้อาหารในการอนุบาลปูวัยอ่อน มักขึ้นกับการสังเกตหรือประสบการณ์ของผู้เพาะเลี้ยง ทำให้เกิดการให้อาหารไม่เพียงพอ (underfeeding) หรือให้อาหารมากจนเกิดการสูญเสีย (food

wastage) จนในที่สุดทำให้อัตราการเติบโต การรอดตายไม่สม่ำเสมอ หรือมีอัตราการเติบโต การรอดตายต่ำ (Sui *et al.*, 2008) ซึ่งโจทย์วิจัยที่สำคัญประการหนึ่งของการผลิตและอนุบาลปูวัยอ่อนคืออาหารที่เหมาะสมกับปูวัยอ่อนแต่ละระยะ โดยเฉพาะอาหารที่ให้กับตัวอ่อนที่แรกฟักจากไข่ (Agh and Sorgeloos, 2005) จากรายงานต่างๆ พบว่าโรติเฟอร์ (*Brachionus* spp.) และอาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) เป็นอาหารที่มีชีวิต (live feed) ที่มีประสิทธิภาพสูงและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการเพาะพันธุ์ตัวอ่อนสัตว์ทะเลต่างๆ (Ruscoe *et al.*, 2004; Faleiro and Narciso 2009; Galley *et al.*, 2011) รวมทั้งใช้อุบลตัวอ่อนของปูชนิดต่างๆ (Godfred *et al.*, 1997; Mann *et al.*, 1999; Zeng and Li, 1999; Ruscoe *et al.*, 2004; Hassan, *et al.*, 2011) เนื่องจากโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในช่วงกว้าง สามารถเพาะขยายที่ระดับความหนาแน่นสูง และสามารถเสริมสารอาหาร หรือยาปฏิชีวนะให้กับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีก่อนนำไปอนุบาลสัตว์น้ำได้อีกด้วย (Faleiro and Narciso, 2009) อย่างไรก็ตามการผลิตอาหารที่มีชีวิต (live feed) ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น แหล่งที่มา อายุ และเทคนิคการผลิต (Holme *et al.* 2006) โดยเฉพาะการผลิตอาหารมีชีวิตจำพวกโรติเฟอร์ ที่ต้องอาศัยบุคคลากรที่มีความชำนาญ พื้นที่ โรงเรือน อุปกรณ์และวัสดุต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กที่ใช้เป็นอาหารของโรติเฟอร์อีกด้วย การอนุบาลด้วยอาหารที่มีชีวิต (live feed) จึงมีความยุ่งยากและมีต้นทุนสูงสำหรับการเพาะพันธุ์สัตว์ทะเลวัยอ่อนเชิงพาณิชย์ (Faleiro and Narciso, 2009) จากข้อจำกัดของการผลิตอาหารที่มีชีวิต (live feed) ที่กล่าวข้างต้น นักวิจัยจึงพยายามศึกษาระบบการให้อาหาร เช่น ช่วงระยะเวลาการให้อาหารและความหนาแน่นของอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมกับการอนุบาลตัวอ่อนปูชนิดต่างๆ เช่น รายงานของ Godfred *et al.*, 1997; Suprayudi *et al.*, 2002; Ruscoe *et al.*, 2004; Nghia *et al.*, 2007; Sui *et al.*, 2008; Baylon, 2009; Hassan *et al.*, 2011; Redzuari *et al.* 2012 เป็นต้น เพราะโดยทั่วไปการกำหนดช่วงระยะเวลาให้อาหารในการอนุบาลปูวัยอ่อน มักขึ้นกับการสังเกตหรือประสบการณ์ของผู้เพาะเลี้ยง ทำให้เกิดการให้อาหารไม่เพียงพอ (underfeeding) หรือให้อาหารมากจนเกิดการสูญเสีย (food wastage) จนในที่สุดทำให้อัตราการเติบโต การรอดตายไม่คงที่ สม่ำเสมอ หรือมีอัตราการเติบโต การรอดตายต่ำ (Sui *et al.*, 2008) และอาจเป็นสาเหตุให้การเพาะและอนุบาลปูวัยอ่อนไม่ประสบความสำเร็จ

ดังนั้นเพื่อเป็นการอนุบาลให้ลูกปูแสมมีอัตราการรอดสูงสุด ลดต้นทุนและความยุ่งยากในการเตรียมอาหารที่มีชีวิต รวมทั้งเพื่อลดการสูญเสียอาหาร จึงได้ทำการศึกษาระบบการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) ซึ่งยังไม่ปรากฏในรายงานการวิจัยมาก่อน ซึ่งการวิจัยเรื่องนี้เป็นการตอบโจทย์วิจัยประการหนึ่งของการผลิตและอนุบาลปูแสมวัยอ่อน คือ การศึกษาอาหารที่เหมาะสมกับปูวัยอ่อนแต่ละระยะ โดยเฉพาะอาหารที่ให้กับตัวอ่อนปูแสมที่แรกฟักจากไข่ อันเป็นข้อจำกัด (bottleneck) ของการพัฒนาระบบเพาะพันธุ์สัตว์ทะเลต่างๆ (Agh and Sorgeloos, 2005) และคาดว่าความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบการเพาะพันธุ์ปูแสมภายใต้ระบบโรงเพาะฟัก อันจะนำไปสู่การผลิตปูแสมซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย รวมทั้งการวิจัยพื้นฐานของประชากรปูแสมในแหล่งอาศัยธรรมชาติ

ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเพิ่มประชากรและรักษาประชากรปูแสมในธรรมชาติให้คงอยู่ตลอดไป นอกจากนี้ความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้อาจประยุกต์ใช้กับการผลิตและอนุบาลปูน้ำเค็มชนิดอื่นๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาระบบการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) ระยะต่างๆ จะดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการวิจัยปูน้ำเค็ม (Marine Crab Research Laboratory) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

1. การเตรียมการทดลอง ซึ่งเป็นการเตรียมลูกปูแสมระยะวัยอ่อนเพื่อใช้ในการทดลอง ตามวิธีของ ชาญยุทธ สุตทองคง และวัฒนา วัฒนกุล (2556) โดยแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้แก่

1.1 การเตรียมน้ำทะเล

นำน้ำทะเลธรรมชาติมาใส่ถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร โดยปรับให้น้ำทะเลมีระดับความเค็มตามความต้องการโดยการเติมน้ำจืดลงไป หลังจากนั้นเติมคลอรีนผงในอัตราส่วน 50 กรัมต่อน้ำทะเล 1 ตัน ให้อากาศแรงๆ และทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วันจนหมดคลอรีน ก่อนนำน้ำทะเลที่เตรียมไว้มาอนุบาลลูกปูแสมต้องตรวจสอบการตกค้างของคลอรีนด้วยโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ก่อนและต้องกรองน้ำด้วยถุงกรองแพลงก์ตอนพีชก่อนนำไปอนุบาลทุกครั้ง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การเตรียมน้ำทะเลเพื่ออนุบาลตัวอ่อนปูแสม

1.2 การเตรียมอาหารสำหรับการทดลองอนุบาลปูแสมวัยอ่อน

-การเพาะขยายสาหร่าย *Chlorella* sp. เพื่อเป็นอาหารโรติเฟอร์ โดยนำหัวเชื้อสาหร่าย *Chlorella* sp. จากหลอดแก้วมาขยายต่อในฟลาสก์ 1 ลิตรและจากฟลาสก์ 1 ลิตรมาขยายในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร โดยใช้ น้ำทะเลที่เตรียมไว้ เติมปุ๋ยเป็นอาหารของ *Chlorella* sp. คือ แอมโมเนียมซัลเฟต 100 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน แคลเซียมซูปเปอร์ฟอสเฟต 15 กรัมต่อน้ำ 1 ตันและยูเรีย 5 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน นำโหลไปวางในที่ที่มีแสงสว่างพร้อมให้อากาศ เมื่อ *Chlorella* sp. ขยายจนมีสีเขียวเข้มแล้ว จึงนำไปขยายในถังไฟเบอร์ขนาด 1 ตัน เพื่อเตรียมไว้เลี้ยงโรติเฟอร์ และต้องเก็บหัวเชื้อสาหร่าย *Chlorella* sp. ไว้ เพื่อเตรียมไว้ขยายสำหรับเลี้ยงโรติเฟอร์ในโอกาสต่อไป

-การเพาะขยายโรติเฟอร์เพื่อเป็นอาหารปูแสมวัยอ่อน โดยเตรียมถังพลาสติกขนาด 500 ลิตรแล้วนำ *Chlorella* sp. มาใส่ประมาณ 60 ลิตร นำโรติเฟอร์มาใส่ 15 ลิตร ปรับความเค็มของน้ำทะเลให้ได้ 15-20 psu เพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญของโรติเฟอร์และลดการเพิ่มจำนวนของโคพิพอด เมื่อโรติเฟอร์มีความหนาแน่นเพียงพอ จึงทำการกรองด้วยสวิงเพื่อนำไปอนุบาลปูแสมวัยอ่อน โรติเฟอร์ส่วนหนึ่งต้องนำไปเลี้ยงในถังเพาะโรติเฟอร์เพื่อเตรียมไว้ใช้ในโอกาสต่อไป (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การเพาะพันธุ์สาหร่าย *Chlorella* sp. และ การเพาะโรติเฟอร์

-การเพาะอาร์ทีเมีย โดยนำไข่ของอาร์ทีเมียมาแช่คลอรีนไว้ประมาณ 5 นาที ล้างคลอรีนออกให้หมดแล้วนำไปเพาะในโหลขนาด 10 ลิตร โดยใช้ น้ำทะเลที่เตรียมไว้และให้อากาศแรงๆ เพื่อให้ไข่อาร์ทีเมียกระจายทั่วโหล ทิ้งไว้ประมาณ 24-48 ชั่วโมง จึงทำการรวบรวมตัวอ่อนอาร์ทีเมียไปใช้ออนุบาลปูแสมวัยอ่อนการเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมีย ทำโดยใช้ผ้าเทปสีดำปิดรอบโหลโดยเว้นข้างล่างไว้ประมาณ 1 นิ้ว ปิดอากาศเพื่อให้ตัวอาร์ทีเมียว่ายลงมาอยู่บริเวณก้นโหล จากนั้นใช้สายยางดูดเอาตัวอ่อนอาร์ทีเมียที่อยู่ข้างล่างไปอนุบาลลูกปูวัยอ่อนต่อไป (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเพาะอาร์ทีเมียสำหรับเป็นอาหารของตัวอ่อนปูแสม

1.3 การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูแสม

ทำการรวบรวมแม่พันธุ์ปูแสมชนิด *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) จากป่าชายเลนในจังหวัดตรังและจังหวัดใกล้เคียง แม่พันธุ์ที่รวบรวมได้จะถูกนำมาเลี้ยงที่โรงเพาะฟัก โดยทำแยกปูแสมที่เป็นแม่พันธุ์แต่ละตัวเลี้ยงในกล่องโฟมขนาด 30×50×30 เซนติเมตรที่มีน้ำมีทะเลบรรจุอยู่ 20 ลิตร (ภาพที่ 5) สำหรับความเค็มที่ใช้เลี้ยงแม่พันธุ์อยู่ที่ระดับ 25-30 PSU. ให้อาหารประเภทอาหารกึ่ง อาหารสดและอาหารเสริม และต้องทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน หลังจากนั้นเฝ้าสังเกตการวางไข่ของแม่ปู โดยทั่วไปแม่ปูจะออกไข่ในช่วงกลางคืนระหว่าง 2 ทุ่มถึงเที่ยงคืน



ภาพที่ 5 การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูแสม

1.4 การเตรียมลูกปูแสมระยะวัยอ่อนเพื่อใช้ในการทดลอง

โดยทั่วไปแม่ปูจะออกไปในช่วงกลางคืนระหว่าง 2 ทุ่มถึงเที่ยงคืน เมื่อปูผสมฟักไข่จะคัดแยกตัวอ่อนโดยใช้สายยางดูดหรือใช้ภาชนะตักขึ้นมา ซึ่งการคัดแยกจะเลือกเอาเฉพาะลูกปูที่แข็งแรงคือตัวที่ว่ายน้ำอยู่ที่ผิวน้ำ ลูกปูระยะวัยอ่อนจะรวบรวมมาไว้ในกล่องโฟมขนาด 30×50×30 เซนติเมตรที่มีน้ำมีทะเลบรรจุอยู่ 20 ลิตร สำหรับความเค็มที่ใช้เลี้ยงลูกปูใช้ระดับความเค็มเดียวกับที่ไข่ของปูผสมฟักออกมาเป็นตัว หลังจากนั้นจึงย้ายตัวอ่อนจากกล่องโฟมนำไปเลี้ยงอนุบาลในถังอนุบาลซึ่งเป็นถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร (ภาพที่ 6) จำนวน 3 ถัง โดยถังอนุบาลใบที่ 1 อนุบาลลูกปูผสมวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ (10-20 ตัวต่อมิลลิลิตร) เพียงอย่างเดียว และถังอนุบาลใบที่ 2 อนุบาลลูกปูผสมวัยอ่อนด้วยอาร์ทีเมีย (4-5 ตัวต่อมิลลิลิตร) เท่านั้น ส่วนถังอนุบาลใบที่ 3 อนุบาลลูกปูผสมวัยอ่อนด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย เพื่อเตรียมไว้สำหรับการทดลองในลำดับต่อไป



ภาพที่ 6 การเตรียมตัวอ่อนปูผสมเพื่อใช้ในการทดลอง

1.5 อาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับอาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลองคือ อาร์ทีเมียยี่ห้อ Crystal ผลิตโดยบริษัท Ocean Star International, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาพที่ 7) และนำมาฟักในน้ำทะเลพร้อมทั้งให้อากาศตลอดเวลา ซึ่งใช้เวลาฟักประมาณ 15-18 ชั่วโมง



ภาพที่ 7 อาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลอง

2. การวิจัยระบบการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนของตัวอ่อนปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1 การศึกษาระบบการให้อาหารต่อการรอดตาย การเติบโต และระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสม ตามแผนการทดลองที่ได้ดัดแปลงจาก Suprayudi *et al.*, (2002); Baylon (2009) และ Redzuari *et al.* (2012) โดยแบ่งการทดลองเป็น 11 ชุดทดลอง แต่ละชุดทดลองมี 5 ซ้ำ ตามรายละเอียดดังนี้

- ชุดทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์
- ชุดทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 4 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 5 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 6 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 7 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 8 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 9 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 10 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดทดลองที่ 11 อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย

แต่ละชุดทดลองใช้ถ้วยพลาสติกขนาด 1 ลิตร ซึ่งถ้วยพลาสติกจะวางบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่เจาะรูทำเป็นหลุมลอยที่ลอยในถังไฟเบอร์กลาส์ขนาด 1 เมตร x 1 เมตร x 0.5 เมตร (ภาพที่ 8) แต่ละถ้วยพลาสติกมีลูกปูแสมจำนวน 30 ตัว ซึ่งเป็นปูวัยอ่อนระยะ Zoea อายุหลังฟักเป็นตัว 1 วัน ที่รวบรวมจากถึงอนุบาลทั้ง 3 ถึง สำหรับน้ำทะเลที่ใช้ในการทดลองได้จากการเตรียมในข้อ 13.1.1 ที่มีระดับความเค็ม 25-28 ppt อุณหภูมิอยู่ในช่วง 26-30°C

และให้อาหารในระดัปานกลาง ระหว่างการทดลองจะทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำและให้อาหารวันละครั้ง อาหารที่มีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง คือ โรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย ได้จากการเตรียมในข้อ 1.2 สำหรับความหนาแน่นของโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลองจะอาศัยข้อมูลจากประสบการณ์การเพาะพันธุ์ปูแสมชนิดนี้ที่คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการที่ผ่านมา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะตัวอ่อน	สัดส่วนอาหาร		
	โรติเฟอร์ (จำนวนต่อลูกปู)	อาร์ทีเมีย (จำนวนต่อลูกปู)	โรติเฟอร์:อาร์ทีเมีย (จำนวน ต่อลูกปู)
ระยะ Zoea 1	10	2	10: 2
ระยะ Zoea 2	15	4	15: 4
ระยะ Zoea 3	20	6	20: 6
ระยะ Zoea 4	25	8	25: 8
ระยะ Megalopa	30	10	30: 10

ในขณะที่ทำการทดลอง ตัวอ่อนระยะ Zoea ต่างๆ ของแต่ละชุดทดลองจะถูกย้ายไปยังถังอนุบาลใหม่ทุกวัน ระหว่างที่ย้ายตัวอ่อนจะบันทึกเก็บข้อมูลการตายและพัฒนาการของตัวอ่อน นอกจากนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการกินกันเอง (cannibalism) ตัวอ่อนจากระยะ Zoea 4 ที่พัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะ megalopa ใหม่ๆ จะถูกย้ายออกทันที การทดลองช่วงระยะเวลาการให้อาหารจะยุติเมื่อตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 4 ทุกตัวมีการลอกคราบพัฒนาสู่ระยะ megalopa หรือตัวอ่อนที่ใช้ทดลองตายหมด

2.2 การศึกษาระบบการให้อาหารต่อการเติบโตของตัวอ่อนปูแสม จะดำเนินการทดลองอนุบาลปูภายใต้ระบบการให้อาหารที่ต่างกัน สำหรับการเก็บข้อมูลการเติบโตของปูวัยอ่อนแต่ละระยะจะได้ใช้วิธีการที่ดัดแปลงจาก Andres *et al.* (2010) โดยการสุ่มเก็บข้อมูลน้ำหนักเปียก (Wet Weight; WW) และความกว้างกระดอง (carapace width; CW) ของตัวอ่อนปูแสมแต่ละระยะทุกๆ 2 วัน วิธีการเก็บข้อมูลน้ำหนักเปียก (Wet Weight; WW) จะดำเนินการโดยสุ่มลูกปูแสมอย่างน้อย 10 ตัว นำมาล้างด้วยน้ำกลั่นและซับด้วยกระดาษกรอง ก่อนที่จะทำการชั่งเพื่อเก็บข้อมูลน้ำหนักเปียก (Wet Weight; WW) ด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วบันทึกข้อมูล ส่วนการเก็บข้อมูลความกว้างกระดอง (carapace width; CW) จะสุ่มตัวอย่างปูแสมวัยอ่อนแต่ละระยะอย่างน้อย 10 ตัว (จำแนกระยะของตัวอ่อนจากความแตกต่างของรูปร่างกินอาหาร และจากค่า Larval stage Index) มาทำการวัดความกว้างกระดอง (carapace width; CW) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) การเพิ่มของความกว้างกระดองหลังจากการลอก

คราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain; %WG) ของปูแสมวัยอ่อนแต่ละระยะ ดังแสดงในสูตร

$$\text{Specific growth rate (SGR)} = \frac{(\ln \text{ final WW} - \ln \text{ initial WW}) \times 100}{\text{Day between stages}}$$

$$\text{Mouth increment of carapace width (\%CW)} = \frac{(\text{final CW} - \text{initial CW}) \times 100}{\text{Initial CW}}$$

$$\text{Percentage of weight gain (\%WG)} = \frac{(\text{final WW} - \text{initial WW}) \times 100}{\text{Initial WW}}$$

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ (nutritional composition) ของอาหารที่มีชีวิตโดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารที่มีชีวิตคือโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่ใช้ในการอนุบาลปูวัยอ่อนครั้งนี้

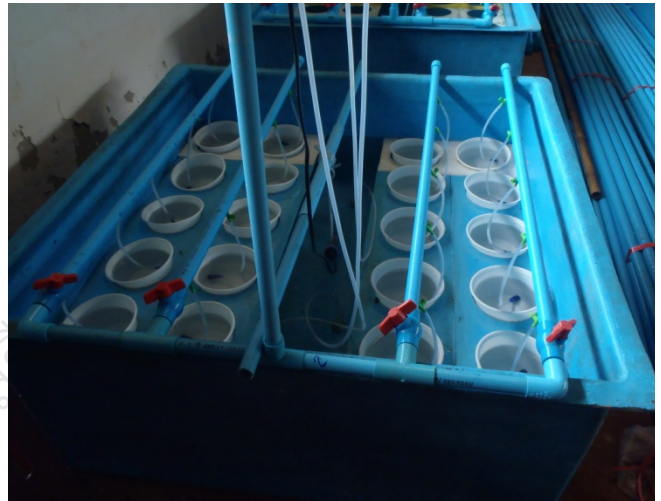
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.1 การวิเคราะห์อัตราการรอดตาย (survival rate) จากเปอร์เซ็นต์ของตัวอ่อนที่รอดตายวันสุดท้ายของ Zoea แต่ละระยะ (Zoea 1–Zoea 4) (Percentage survival on the last day of each zoeal stage) และเปอร์เซ็นต์ของตัวอ่อนระยะ megalopa ที่พัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea 4 (percentage metamorphosis to megalopa) และเปรียบเทียบอัตราการตายตัวอ่อนปูแสมแต่ละระยะที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารแตกต่างกันด้วย ANOVA (Analysis of Variances) ตามเอกสารของ Sokal and Rohlf (1995)

2.4.2 การศึกษาการเติบโต (growth) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารที่แตกต่างกัน โดยนำข้อมูลการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ข้อมูลการเพิ่มความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) และข้อมูลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

(Percentage of weight gain; %WG) ของปูแสมวัยอ่อนแต่ละระยะที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารที่แตกต่างกันไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย ANOVA (Analysis of Variances) ตามเอกสารของ Sokal and Rohlf (1995)

2.4.3 การศึกษาระยะเวลาพัฒนาการ (development duration) ของลูกปูแสม โดยเปรียบเทียบระยะเวลาพัฒนาการ (development duration) ของลูกปูแสมแต่ละระยะที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารที่แตกต่างกันด้วยค่าสถิติ ANOVA (Analysis of Variances) ตามเอกสารของ Sokal and Rohlf (1995)



ภาพที่ 8 ชุดทดลองระบบการให้อาหารต่อการรอดตาย การเติบโต และระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสม

ผลการวิจัย

การศึกษาระบบการให้อาหารต่อการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense*

จากการศึกษาระบบการให้อาหารต่อการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะZoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว ไม่มีการให้อาร์ทีเมียเป็นอาหารร่วม (co-feeding) คือ ชุดทดลองที่ 1, ชุดทดลองที่ 4 และชุดทดลองที่ 7 ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายต่ำ เมื่อตัวอ่อนพัฒนาสู่ระยะ Megalopa พบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 1.98 - 7.34% และพบความแตกต่างกับอัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่มีการให้อาร์ทีเมียแก่ตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะZoea 1-ระยะZoea 4) นอกจากนี้พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1ถึง ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียวทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายต่ำสุด (1.98 %) ส่วนระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้ตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว (ชุดที่ทดลอง 2) พบว่าตัวอ่อนสามารถมีชีวิตรอดและพัฒนาการเข้าสู่ระยะ Megalopa ได้ แต่มีอัตราการรอดตายค่อนข้างต่ำ (12.66 %) พบว่าระบบการให้อาหารที่ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายสูงสุด คือระบบการให้อาหารในชุดทดลองที่ 3 ชุดทดลองที่ 9 และชุดทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึง ระยะ Megalopa ด้วยอาหารร่วม (co-feeding) คือโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย โดยพบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 28.02-33.34% และพบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึง ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 9) ทำให้มีอัตราการรอดตายสูงสุด (33.34%) นอกจากนี้จากการวิจัยได้บ่งชี้ว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 หรือระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ แล้วจึงอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 5 และชุดทดลองที่ 6) ทำให้มีอัตราการรอดตายต่ำกว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 9) สำหรับระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึง ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 9) และระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึง ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 10) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายสูงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* ที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน

ระบบการให้อาหาร	อัตราการรอดตาย (%)
ชุดทดลอง 1. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์	1.98±1.81 ^a
ชุดทดลอง 2. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	12.66±4.34 ^{bc}
ชุดทดลอง 3. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย ร่วมกับโรติเฟอร์	31.98±6.07 ^{ef}
ชุดทดลอง 4. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	7.34±3.64 ^{ab}
ชุดทดลอง 5. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	20.02±8.16 ^{cd}
ชุดทดลอง 6. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	19.32±5.98 ^{cd}
ชุดทดลอง 7. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	3.98±1.52 ^{ab}
ชุดทดลอง 8. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	22.66±8.62 ^d
ชุดทดลอง 9. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	33.34±5.27 ^f
ชุดทดลอง 10. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	28.02±8.35 ^{def}
ชุดทดลอง 11. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	24.00±11.66 ^{de}

หมายเหตุ ความแตกต่างตัวอักษรในคอลัมภ์ของข้อมูลคือความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

การศึกษาระบบการให้อาหารต่ออัตราการเติบโตของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense*

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าระบบการให้อาหารโดยการอนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดทดลองที่ 3) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) สูงสุด (20.3 %ต่อวัน) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ของตัวอ่อนปูแสมด้วยระบบการให้อาหารแบบอื่นๆ คือ ชุดทดลองที่ 1 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว) ชุดทดลองที่ 4 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 2 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) ชุดทดลองที่ 5 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาล ลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) ชุดทดลองที่ 6 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 4 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) และชุดทดลองที่ 7 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดทดลองที่ 3) กับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของตัวอ่อนปูแสมในชุดทดลองที่ 2 ชุดทดลองที่ 8 ชุดทดลองที่ 9 ชุดทดลองที่ 10 และชุดทดลองที่ 11 ซึ่งเป็นระบบการให้อาหารที่ให้โรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมียเป็นอาหารร่วม (co-feeding) กับตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางดังแสดงในตารางที่ 2

ส่วนการวิเคราะห์ความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) ตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่ามีการเพิ่มความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

สำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain; %WG) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าสำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain; %WG) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว (ชุดการทดลองที่ 1) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) น้อยสุด (44.5 %WG) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารอื่นๆ ที่มีการให้อาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (co-feeding) ในการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะต่างๆ นอกจากนี้พบว่า ระบบการให้อาหารที่

อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดการทดลองที่ 3) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) สูงสุด (116.7 %WG) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน

ระบบการให้อาหาร	การเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) (% /day)
ชุดทดลอง 1. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์	7.5±5.36 ^a
ชุดทดลอง 2. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	14.7±3.88 ^{bcd}
ชุดทดลอง 3. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์	20.3±6.09 ^d
ชุดทดลอง 4. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	9.8±3.26 ^{ab}
ชุดทดลอง 5. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	12.5±4.05 ^{abc}
ชุดทดลอง 6. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	12.3±3.51 ^{abc}
ชุดทดลอง 7. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	12.5±3.72 ^{abc}
ชุดทดลอง 8. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	16.7±3.27 ^{cd}
ชุดทดลอง 9. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	16.9±5.24 ^{cd}
ชุดทดลอง 10. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้น อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	15.1±4.80 ^{bcd}
ชุดทดลอง 11. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	16.0±5.77 ^{bcd}

หมายเหตุ ความแตกต่างตัวอักษรในคอลัมน์ของข้อมูลคือความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 3 ความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน

ระบบการให้อาหาร	ความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (%CW)
ชุดทดลอง 1. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์	16.4±4.11
ชุดทดลอง 2. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	17.9±3.35
ชุดทดลอง 3. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย ร่วมกับโรติเฟอร์	21.6±3.35
ชุดทดลอง 4. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	16.4±4.11
ชุดทดลอง 5. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	17.9±3.35
ชุดทดลอง 6. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	17.9±3.35
ชุดทดลอง 7. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	17.9±3.35
ชุดทดลอง 8. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	17.9±3.35
ชุดทดลอง 9. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	19.4±0.00
ชุดทดลอง 10. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้น อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	19.4±0.00
ชุดทดลอง 11. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	19.4±0.00

หมายเหตุ ความแตกต่างตัวอักษรในคอลัมภ์ของข้อมูลคือความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4 การเพิ่มของน้ำหนัก (Percentage of weight gain; %WG) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน

ระบบการให้อาหาร	การเพิ่มของน้ำหนัก (%WG)
ชุดทดลอง 1. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์	44.5±23.26 ^a
ชุดทดลอง 2. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	88.9±23.21 ^{bc}
ชุดทดลอง 3. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์	116.7±41.20 ^c
ชุดทดลอง 4. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	72.2±23.21 ^b
ชุดทดลอง 5. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	77.8±15.17 ^b
ชุดทดลอง 6. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	83.3±15.17 ^b
ชุดทดลอง 7. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	88.9±12.39 ^{bc}
ชุดทดลอง 8. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	88.9±12.39 ^{bc}
ชุดทดลอง 9. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	88.9±12.39 ^{bc}
ชุดทดลอง 10. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้น อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	77.8±15.17 ^b
ชุดทดลอง 11. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	83.3±15.17 ^b

หมายเหตุ ความแตกต่างตัวอักษรในคอลัมภ์ของข้อมูลคือความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

การศึกษาระบบการให้อาหารต่อระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense*

จากการศึกษาระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกันใช้เวลาพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa อยู่ในช่วง 7.8 -13.0 วัน และพบว่าตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว (ชุดทดลองที่ 1) ใช้เวลาพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa น้อยสุดคือ 7.8 วัน และแตกต่างกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสมที่พัฒนาจากระยะ Zoea 1 เป็นระยะ Megalopa ระหว่างชุดทดลองอื่นที่ไม่ใช่ชุดทดลองที่ 1 ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ตารางที่ 5 ระยะเวลาพัฒนาการ (วัน) ของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* ที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน

ระบบการให้อาหาร	ระยะเวลาพัฒนาการ (วัน)
ชุดทดลอง 1. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์	7.80±7.12 ^a
ชุดทดลอง 2. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	13.06±0.43 ^b
ชุดทดลอง 3. อนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย ร่วมกับโรติเฟอร์	11.42±0.33 ^b
ชุดทดลอง 4. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	13.00±0.61 ^b
ชุดทดลอง 5. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	12.00±0.62 ^b
ชุดทดลอง 6. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	12.86±0.67 ^b
ชุดทดลอง 7. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	13.50±1.41 ^b
ชุดทดลอง 8. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 2- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	11.10±0.41 ^b
ชุดทดลอง 9. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1-Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 – ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	11.70±0.16 ^b
ชุดทดลอง 10. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้น อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 4- ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	11.28±0.37 ^b
ชุดทดลอง 11. อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1- Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย	11.74±0.57 ^b

หมายเหตุ ความแตกต่างตัวอักษรในคอลัมภ์ของข้อมูลคือความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05)

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

จากการส่งตัวอย่างอาหารที่มีชีวิตคือโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลองไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่ใช้ในการทดลอง

Fatty acid (mg/100g)	โรติเฟอร์	อาร์ทีเมีย
C14:0	0.72	0.00
C16:0	9.28	0.13
C16:1	3.21	0.02
C18:1n9c	7.44	0.19
C18:2n6c	4.03	0.07
C20:1n9	1.30	0.00
C20:3n6	1.16	0.00
C20:4n6	3.74	0.00

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาระบบการให้อาหารต่ออัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว และไม่มี การให้อาร์ทีเมียเป็นอาหารร่วม (co-feeding) คือ ชุดทดลองที่ 1, ชุดทดลองที่ 4 และชุดทดลองที่ 7 ทำให้ ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายต่ำเมื่อตัวอ่อนพัฒนาสู่ระยะ Megalopa โดยพบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 1.98 - 7.34% และพบความแตกต่างกับอัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่มีการให้อาร์ทีเมียแก่ ตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) นอกจากนี้พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสม ตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึง ระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียวทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายต่ำสุด (1.98 %) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Baylon and Failaman (1999) ที่พบว่าการอนุบาลตัวอ่อนปูทะเล *Scylla serrata* ด้วย โรติเฟอร์เพียงชนิดเดียวทำให้อัตราการรอดตายของลูกปูทะเลลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโรติเฟอร์มี ขนาดเล็ก ว่ายน้ำช้า จึงเหมาะกับตัวอ่อนระยะแรกๆ แต่เมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะถัดไปและมีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำ ให้ตัวอ่อนปูแสมจับกินโรติเฟอร์ได้ยาก เนื่องจากโรติเฟอร์มีขนาดเล็ก จึงมีผลต่ออัตราการรอดตายและการพัฒนาของ ตัวอ่อนปูแสมส่วนระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้ตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึง ระยะ Megalopa ด้วย อาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว (ชุดที่ทดลอง 2) พบว่าตัวอ่อนสามารถมีชีวิตรอดและพัฒนาก้าวเข้าสู่ระยะ Megalopa ได้ แต่มีอัตราการรอดตายค่อนข้างต่ำ (12.66 %) สอดคล้องกับรายงานของ Baylon and Failaman (1999) เช่นกันที่ พบว่าการอนุบาลตัวอ่อนปูทะเล *Scylla serrata* ด้วยอาร์ทีเมียเพียงชนิดเดียวทำให้อัตราการรอดตายของลูกปูทะเล ลดลง และจากรายงานของ Sulkin (1975) พบว่าลูกปู *Callinectes sapidus* แรกฟักใหม่ๆ จะไม่สามารถมีชีวิตรอด และพัฒนาการเป็นตัวอ่อนระยะถัดไปได้ หากอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอาร์ทีเมียที่มี ขนาดใหญ่กว่าและว่ายน้ำได้เร็วกว่าโรติเฟอร์อาจไม่เหมาะสมที่จะเป็นอาหารของตัวอ่อนปูระยะแรกฟักออกจากไข่ ซึ่งการขาดแคลนอาหารหรือเหยื่อที่มีขนาดเล็กในระหว่างที่ตัวอ่อนระยะแรกฟักออกจากไข่ทำให้ปูวัยอ่อนมีอัตราการ ตายสูง จากการทดลองครั้งนี้พบว่าระบบการให้อาหารที่ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายสูงสุด คือระบบการ ให้อาหารในชุดทดลองที่ 3 ชุดทดลองที่ 9 และชุดทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาหารร่วม (co-feeding) คือโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย โดยพบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 28.02-33.34% และพบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 9) ทำให้มี อัตราการรอดตายสูงสุด (33.34%) นอกจากนี้จากการวิจัยได้บ่งชี้ว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 หรือระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ แล้วจึง อนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 5 และชุดทดลองที่ 6) ทำให้มีอัตราการ ตายต่ำกว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับ อาร์ที

เมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 9) สำหรับระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 9) และระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย หลังจากนั้นอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย (ชุดทดลองที่ 10) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายสูงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการศึกษาระบบการให้อาหารต่ออัตราการเติบโตของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* พบว่าระบบการให้อาหารโดยการอนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดทดลองที่ 3) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) สูงสุด (20.3 %ต่อวัน) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ของตัวอ่อนปูแสมด้วยระบบการให้อาหารแบบอื่นๆ คือ ชุดทดลองที่ 1 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว) ชุดทดลองที่ 4 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 2 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) ชุดทดลองที่ 5 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 2 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาล ลูกปูระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) ชุดทดลองที่ 6 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 3 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 4 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) และชุดทดลองที่ 7 (ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4 ด้วยโรติเฟอร์ หลังจากนั้นอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมีย) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดทดลองที่ 3) กับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของตัวอ่อนปูแสมในชุดทดลองที่ 2 ชุดทดลองที่ 8 ชุดทดลองที่ 9 ชุดทดลองที่ 10 และชุดทดลองที่ 11 ซึ่งเป็นระบบการให้อาหารที่ให้โรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมียเป็นอาหารร่วม (co-feeding) กับตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) จากผลการทดลองจึงบ่งชี้ถึงความแตกต่างของคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างในอาหารต่างชนิดกัน (ตารางที่ 6) ส่งผลต่อการเติบโตของตัวอ่อนปูแสม โดยเฉพาะการขาดอาร์ทีเมียของตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) ส่วนการวิเคราะห์ความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) ตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่ามีการเพิ่มความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปูแสมเป็นครัสเตเชียนมีการเจริญเติบโตด้วยการลอกคราบ ดังนั้นขนาดของตัวอ่อนปูแสมระยะเดียวกันจึงไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ ชาญยุทธ สุตทองคง และวัฒนา วัฒนกุล (2556) ที่ศึกษาการรอดตาย การเจริญเติบโต และระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie,

1936) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและอาหารที่มีชีวิต ที่พบความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ (Mouth increment of carapace width; %CW) ของตัวอ่อนปูแสมระยะเดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน

สำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain; %WG) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว (ชุดการทดลองที่ 1) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) น้อยสุด (44.5 %WG) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) ของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารอื่นๆ ที่มีการให้อาร์ทีเมียร่วมโรติเฟอร์ (co-feeding) ในการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะต่างๆ นอกจากนี้พบว่า ระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดการทดลองที่ 3) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) สูงสุด (116.7 %WG) จึงบ่งชี้ถึงความแตกต่างของคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างในอาหารต่างชนิดกัน (ตารางที่ 6) ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage of weight gain) ของตัวอ่อนปูแสม โดยเฉพาะการขาดอาร์ทีเมีย

จากการศึกษาระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยด้วยระบบการให้อาหารต่างกัน พบว่าตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารต่างกันใช้เวลาพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa อยู่ในช่วง 7.8 -13.0 วัน และพบว่าตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว (ชุดทดลองที่ 1) ใช้เวลาพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa น้อยสุดคือ 7.8 วัน และแตกต่างกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสมที่พัฒนาจากระยะ Zoea 1 เป็นระยะ Megalopa ระหว่างชุดทดลองอื่นที่ไม่ใช่ชุดทดลองที่ 1 ซึ่งการที่ตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว (ชุดทดลองที่ 1) ใช้เวลาพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa น้อยสุด (7.8 วัน) แสดงถึงความผิดปกติของระยะเวลาพัฒนาการ เนื่องจากไม่สอดคล้องกับการศึกษาของชาญยุทธ สุตทองคง และวัฒนา วัฒนกุล (2555) ที่ศึกษาการเจริญเติบโต พัฒนาการ และองค์ประกอบทางเคมีของปูแสม (*Episesarma singaporensis* Tweedie, 1936) ระยะวัยอ่อนและระยะวัยรุ่น โดยการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย และพบว่าระยะพัฒนาจากตัวอ่อนปูแสม *E. singaporensis* จากระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa ใช้เวลาเฉลี่ย 11.2 วัน จึงอาจเป็นไปได้ที่ตัวอ่อนปูแสมในชุดทดลองที่ 1 ที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว เมื่อเติบโตขึ้น ไม่อาจจับกินโรติเฟอร์ที่มีขนาดเล็กได้ ทำให้เกิดภาวะขาดอาหาร ทำให้เกิดการกินกันเอง (cannibalism) ซึ่งการกินกันเองระหว่างตัวอ่อนปูแสม ทำให้ตัวอ่อนปูแสมที่กินตัวอ่อนปูได้รับอาหารแตกต่างจากการกินโรติเฟอร์หรืออาร์ทีเมีย จึงเป็นเหตุให้มีตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารดังกล่าวมีระยะพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa น้อยสุดและเร็วกว่าที่พบในการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารอื่น พบว่ามีระยะพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ

Megalopa ใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 11.1 - 13.5 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของชาญยุทธ สุดทองคง และวัฒนา วัฒนกุล (2555) ที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย และพบว่าระยะพัฒนาจากตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* จากระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ megalopa ใช้เวลา 9.2-13.2 วัน

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าผลการศึกษาในครั้งนี้คล้ายคลึงกับกับการศึกษาระบบการให้อาหารของตัวอ่อนปูชนิดอื่น เช่นรายงานของ Baylon (2009) ที่ได้ศึกษาช่วงระยะเวลาการให้อาหารและความหนาแน่นของอาร์ทีเมียที่เหมาะสมกับตัวอ่อนระยะ zoea ของปูทะเลชนิด *Scylla tranquebarica* และพบว่าการอนุบาลลูกปูชนิดดังกล่าวด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมียตั้งแต่ระยะ zoea 1 ถึงระยะ zoea 3 และการอนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ zoea 4 เป็นต้นไปด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว ทำให้ลูกปูมีอัตราการรอดสูงสุด มีพัฒนาการเร็วที่สุด และสามารถลอกคราบเข้าสู่ระยะ megalopa ในอัตราที่สูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีรายงานที่พบศึกษาในปูชนิดอื่นๆ เช่น Sui *et al.*, (2008) ได้ศึกษาช่วงระยะเวลาการให้อาหาร และความหนาแน่นของอาหารที่เหมาะสมกับการอนุบาลตัวอ่อนปู *Eriocheir sinensis* พบว่าควรให้อาร์ทีเมียทดแทนโรติเฟอร์เมื่อพัฒนาการของลูกปูอยู่ในระยะ Zoea 3 ถึงระยะ Zoea 4 เพื่อลดปัญหาการกินกันเอง (cannibalism) นอกจากนี้จากรายงานของ Ruscoe *et al.* (2004) ได้ศึกษาวิจัยการจำกัดการใช้โรติเฟอร์ในการอนุบาลลูกปูทะเล *Scylla serrata* ระยะ Zoea 1 ซึ่งประกอบด้วยชุดทดลองที่อนุบาลลูกปูด้วยโรติเฟอร์ชนิดเดียวหรืออาร์ทีเมียชนิดเดียวและชุดทดลองที่ใช้โรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมียในการอนุบาลปูทะเลวัยอ่อนระยะต่างๆ และพบว่าโรติเฟอร์เป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับการรอดตายและการเติบโตของลูกปู ซึ่งจากการใช้โรติเฟอร์เพียงอย่างเดียวในการอนุบาลลูกปูระยะ Zoea 1 พบว่ามีอัตราการรอดมากกว่าการอนุบาลด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย และเมื่อใช้โรติเฟอร์เพียงอย่างเดียวอนุบาลลูกปูตั้งแต่ zoea ระยะแรกจนถึงระยะ zoea 2 หลังจากนั้นเมื่อลูกปูพัฒนาสู่ระยะ zoea 3 จึงให้อาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองพบว่าอัตราการรอดตายของลูกปูระยะ megalopa เท่ากับ $58.67 \pm 7.35\%$ นอกจากนี้พบว่าการอนุบาลลูกปูด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียวตั้งแต่ zoea 1 ถึงระยะ megalopa พบว่าพัฒนาการของลูกปูสู่ระยะ megalopa จะใช้เวลานาน ดังนั้นการอนุบาลด้วยอาหารที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาระบบการให้อาหารต่ออัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* พบว่าระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมระยะต้น (ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Zoea 4) ด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายต่ำ ส่วนระบบการให้อาหารที่อนุบาลตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้ตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึง ระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว พบว่าตัวอ่อนสามารถมีชีวิตรอดและพัฒนาการเข้าสู่ระยะ Megalopa ได้ แต่มีอัตราการรอดตายค่อนข้างต่ำเช่นกัน สำหรับระบบการให้อาหารที่ทำให้ตัวอ่อนปูแสมมีอัตราการรอดตายสูงสุดคือระบบการให้อาหารอนุบาลตัวอ่อนปูแสมตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาหารร่วม (co-feeding) คือโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย โดยพบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 28.02-33.34% สำหรับการศึกษาระบบการให้อาหารต่ออัตราการเติบโตของตัวอ่อนปูแสม *E. singaporense* พบว่าระบบการให้อาหารโดยการอนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ Zoea 1 ถึงระยะ Megalopa ด้วยอาร์ทีเมียร่วมกับโรติเฟอร์ (ชุดทดลองที่ 3) ทำให้ตัวอ่อนปูแสมชนิดนี้มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) สูงสุด (20.3 %ต่อวัน) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ของตัวอ่อนปูแสมด้วยระบบการให้อาหารแบบอื่นๆ และพบว่าตัวอ่อนปูแสมที่อนุบาลภายใต้ระบบการให้อาหารร่วม (co-feeding) คือโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย จะมีระยะพัฒนาจากตัวอ่อนระยะ Zoea1 ถึงตัวอ่อนระยะ Megalopa ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 11.1 - 13.5 วัน จากผลการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่าการอนุบาลตัวอ่อนปูแสมด้วยอาหารร่วม (co-feeding) คือโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย มีความเหมาะสม ในการเพาะและอนุบาลลูกปูแสม เนื่องจากการให้อาหารร่วม (co-feeding) เป็นการลดจุดอ่อนของการอนุบาลด้วยอาหารแบบเดียวคือโรติเฟอร์อย่างเดียวหรืออาร์ทีเมียอย่างเดียว เนื่องจากลูกปูแต่ละระยะต้องการอาหารที่เหมาะสมต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2552. ปูแสม...กำลังวิกฤติ ร่วมคิดร่วมเลี้ยงปู ดูแลป่า แก้ปัญหา พัฒนาป่าชุมชน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ. 104 หน้า
- ชาญยุทธ สุตทองคง และวัฒนา วัฒนกุล. 2555. การศึกษาการเจริญเติบโต พัฒนาการ และองค์ประกอบทางเคมีของปูแสม (*Episesarma singaporensis* Tweedie, 1936) ระยะวัยอ่อนและระยะวัยรุ่น รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 92 หน้า
- ชาญยุทธ สุตทองคง และวัฒนา วัฒนกุล. 2556. การรอดตาย การเจริญเติบโต และระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อนปูแสม *Episesarma singaporensis* (Tweedie, 1936) ที่เลี้ยงด้วย อาหารสำเร็จรูปและอาหารที่มีชีวิต รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 32 หน้า
- Agh, N., and Sorgeloos, P., 2005. Handbook of Protocols and Guidelines for Culture and Enrichment of Live Food for Use in Larviculture. Artemia and Aquatic Animals Research Center, Urmia University, Urmia. 60 pp.
- Andrés, M., Rotllant, G. and C. Zeng. 2010. Survival, development and growth of larvae of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, cultured under different photoperiod conditions. *Aquaculture* 300: 218–222.
- Baylon, J. C., and Failaman, A.N. (1999). Larval rearing of the mud crab *Scylla serrata* in the Philippines. In: Keenan CP, Blacksaw A (eds). *Mud Crab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings No. 78, Canberra, Australia.
- Baylon, J. C. 2009. Appropriate food type, feeding schedule and Artemia density for the zoea larvae of the mud crab, *Scylla tranquebarica* Crustacea: Decapoda: Portunidae). *Aquaculture* 288 : 190–195.
- Bouillon, S., Koedam, N., Raman, A.V., and F. Dehairs. 2002. Primary producers sustaining macro-invertebrate communities in intertidal mangrove forests. *Oecologia* 130: 441-448.
- Faleiro, F. and Narciso, L. 2009. Brachionus vs Artemia duel: Optimizing first feeding of *Upogebia pusilla* (Decapoda: Thalassinidea) larvae. *Aquaculture* 295: 205–208.

- Galley, T. H., Green, B.C., Watkins, L., and Le Vay, L. 2011. Development of larval culture techniques for the shore crab, *Carcinus maenas* (L). *Aquaculture International* 19: 381–394.
- Godfred, J., Ravi, A., and Kannupandi, T., 1997. Larval feed preference of the estuarine edible portunid crab *Thalamita crenata* (Laterille). *Indian Journal of Fisheries* 44 (1): 69–74.
- Hassan, A., Hai, T.N., Chatterji, A., and Sukumaran, M. 2011. Preliminary Study on the Feeding Regime of Laboratory Reared Mud Crab Larva, *Scylla serrata* (Forsskal, 1775). *World Applied Sciences Journal* 14 (11): 1651-1654.
- Holme, M.H., Zeng, C., and Southgate, P.C., 2006. Use of microbound diets for larval culture of mud crab, *Scylla serrata*. *Aquaculture* 257: 482–490.
- Mann, D.L., Asakawa, T., and Pizzutto, M. 1999. Development of a hatchery system for larvae of the mud crab *Scylla serrata* at the Bribie Island Aquaculture Research Centre. In: Keenan, C.P., Blackshaw, A. (Eds.), *Mudcrab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings No. 78, Canberra, Australia, pp. 153–158.
- Nghia, *et al.* 2007. Improved techniques for rearing mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador 1949) larvae. *Aquaculture Research* 38: 1539-1553.
- Redzuari, *et al.* 2012. Effects of Feeding Regimes on Survival, Development and Growth of Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) Larvae. *World Applied Sciences Journal* 18 (4): 472-478.
- Ruscoe, I. M., Williams, G. R., and Shelley, C. C., 2004. Limiting the use of rotifers to the first zoal stage in mud crab (*Scylla serrata* Forskal) larval rearing. *Aquaculture* 231: 517–527.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J., 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. Freeman, New York, NY: 887 pp.
- Sulkin, S.D. (1975). The significance of diet in the growth and development of larvae of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, under laboratory conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 20, 119–135.

- Suprayudi, M.A., Takeuchi, T., Hamasaki, K. and Hirokawa, J. 2002. Effect of Artemia feeding schedule and density on the survival and development of larval mud crab *Scylla serrata*. *Fisheries Science* 68: 1295–1303.
- Sui, L., Wille, M., Wu, X., Cheng, Y. and Sorgeloos, P. 2008. Effect of feeding scheme and prey density on survival and development of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* zoea larvae. *Aquaculture Research* 39: 568-576.
- Thimdee, W., Deenin, G., Sangrungruang, C., and K. Matsunaga. 2004. Analysis of primary food sources and trophic relationships of aquatic animals in a mangrove-fringed estuary, Khung Krabaen Bay (Thailand) using dual stable isotope techniques. *Wetland Ecology and Management* 12: 135-144.
- Thongtham, N., and E. Kristensen. 2005. Carbon and nitrogen balance of leaf-eating sesarmid crabs (*Neopisesarma versicolor*) offered different food sources. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 65 : 213-222.
- Thongtham, N, Kristensen, E., and S. Puangprasan, 2008. Leaf removal by sesarmid crabs in Bangrong mangrove forest, Phuket, Thailand; with emphasis on the feeding ecology of *Neopisesarma versicolor*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 80 (4): 573-580.
- Zeng, C., and Li, S., 1999. Effects of density and different combinations of diets on survival, development, dry weight and chemical composition of larvae of the mud crab, *Scylla paramamosain*. In: Kenaan, C., Blackshaw, A. (Eds.), *Mud Crab Aquaculture and Biology*. ACIAR Proceedings No. 78, Canberra, Australia: pp. 159–166.

ภาคผนวก

หลักฐานการนำเสนอผลงานวิจัย

การประชุมวิชาการ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 11

22-23 กรกฎาคม 2558

มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก



นเรศวรวิจัย 11

RESEARCH & INNOVATION

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า
 ขานบุญทศ สุตทองคง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เข้าร่วมนำเสนอผลงานประเภท Poster Presentation เรื่อง
 การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับอัตราการรอดตายของตัวอ่อนปูแสม (Epiplatys
 singaporensis) ที่อนุบาลด้วยอาหารต่างกัน

การประชุมวิชาการ “นเรศวรวิจัย” ครั้งที่ 11
 Research & Innovation
 22-23 กรกฎาคม 2558

John Jinn

ศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ จินายน
 อธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 11

นเรศวรวิจัย 11

RESEARCH & INNOVATION

Proceedings

& Abstracts



ศูนย์วิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ
ด้วยนวัตกรรม นวัตกรรม และนวัตกรรมสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย