การรอดตายและการเติบโตของปูแสม (*Episesarma singaporense*) ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน

Survival and Growth of Juvenile Sesarmid Crab (*Episesarma singaporense*) Fed with Different Particle Size of Formulated Diets

ชาญยุทธ สุดทองคง[1*] วัฒนา วัฒนกุล[1] ศุภรัตน์ คงโอ[1]
สุชาติ แดงหนองหิน[1] และ ธำมรงค์ ตันภิบาล[2]
Chanyut Sudtongkong[1*], Wattana Wattanakul[1], Supparat Kong-oh[1],
Suchart Danghnonghin[1] and Thummarong Tunphiban[2]

Received: 16 August 2018, Revised: 28 August 2018, Accepted: 6 September 2018

บทคัดย่อ

การวิจัยเกี่ยวกับผลของขนาดอาหารต่อการรอดตายและการเติบโตของปูแสม *Episesarma singaporense* ระยะวัยรุ่นได้ดำเนินการโดยการอนุบาลปูแสมระยะวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบปูแสมระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มม.) มีอัตราการรอดตายสูงกว่าปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มม. และ 1.0 มม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่อัตราการเติบโตของปูแสมระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) อย่างไรก็ตามแนวโน้มอัตราการเติบโตที่ดีกว่าพบในปูแสมระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0-2.8 มม.) เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาพัฒนาการปูแสมระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันมีระยะเวลาพัฒนาการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดยสรุปอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0-2.8 มม.) สามารถใช้เป็นอาหารที่เหมาะสมกับระยะวัยรุ่นของปูแสมชนิดนี้

คำสำคัญ: ปูแสมระยะวัยรุ่น *Episesarma singaporense*, การรอดตายและการเติบโต, ขนาดของอาหาร

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

[1] Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang 92150, Thailand.

[2] วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพังงา อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา 82130

[2] Phang Nga Agriculture and Technology College, Takua Thung, Phang Nga 82130, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (corresponding author, e-mail): Chanyuts@gmail.com

ABSTRACT

The impacts of particle size diet to survival and growth of juvenile sesarmid crab (*Episesarma singaporense*) was investigated by feeding those crabs with different particle size of formulated diets. The results revealed that the survival rate of juvenile crabs fed with large particle size diets (2.8 mm. of diameter) was significantly higher than those fed with small particle size diets; 0.8 mm. and 1.0 mm. (p<0.05). But the growth rate of the juvenile crabs was not significantly influenced by the different dietary particle size (p>0.05). However, the better trend of growth rate was found in the juvenile crabs fed with the large diets (2.0-2.8 mm. diameter). Considering its development duration, the development duration of the juvenile crab was not significantly affected by the different particle size of formulated diets (p>0.05). In summary, the formulated diet with the large size (2.0-2.8 mm. diameter) can be used as a suitable diet to the juvenile of this sesarmid species.

Key words: juvenile sesarmid crab *Episesarma singaporense*, survival and growth, particle size diets

บทนำ

ปูแสม *Episesarma singaporense* เป็นปูแสมชนิดหนึ่งของปูแสมสกุล Episesarma ที่พบเป็นจำนวนมากและพบได้บ่อยที่สุดในคาบสมุทรมลายู (Lee *et al*., 2015) และเป็นผลผลิตทางการประมงที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากปูแสม *E. singaporense* และปูแสมชนิดอื่นๆ ของสกุล Episesarma ถูกจับเป็นปริมาณมากเพื่อเป็นอาหารของประชาชนที่อาศัยในแถบประเทศอาเซียนและแถบตอนใต้ของประเทศจีน (Ng, 1998) สำหรับประเทศไทยพบ ปูแสม *E. singaporense* อาศัยในบริเวณป่าชายเลนทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเล อันดามัน (Naiyanetr, 2007) ปูแสมถูกจับเพื่อนำมาแปรรูปเป็นปูเค็ม (Phithakpol *et al*., 1995) แต่ปริมาณปูแสมที่จับในประเทศไทยเพื่อนำมาบริโภคมีไม่เพียงพอ เนื่องจากผลผลิตปูแสมทั้งหมดได้จากการจับจากแหล่งอาศัยในธรรมชาติ จึงต้องนำเข้าปูแสมจากต่างประเทศแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 5,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณปีละ 82 ล้านบาท (บรรจง, 2552) ปัจจุบันแนวโน้มการขาดแคลนปูแสมสำหรับการบริโภคในประเทศไทยได้เพิ่มสูงขึ้น ดังสถิติการนำเข้าปูแสมจากประเทศกัมพูชาในปี พ.ศ. 2556 เท่ากับ 1,953.22 ตัน มีมูลค่า 97,682,000 บาท และพบการนำเข้าปูแสมเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2558 เท่ากับ 2,511.44 ตัน คิดเป็นเงิน 112,391,000 บาท (ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดตราด, 2559) แม้ว่าปูแสมเป็นปูที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยและกำลังขาดแคลน แต่การศึกษาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปูแสมในประเทศไทยยังมีน้อย โดยเฉพาะการวิจัยเกี่ยวกับอาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับปูแสม

อาหารสำเร็จรูปมีลักษณะที่เป็นจุดเด่นและแตกต่างจากอาหารสด ได้แก่ องค์ประกอบ และขนาดของอาหารสำเร็จรูปสามารถปรับให้ตรงกับความต้องการของสัตว์แต่ละชนิด และพัฒนาการในแต่ละช่วงอายุ (Southgate and Partridge, 1998) ในขณะที่อาหารสดมักมีจุดด้อย เช่น คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสดมีความแปรปรวนสูง นอกจากนี้อาหารสดเน่าเสียง่าย อาจทำให้คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงลดลงอย่างรวดเร็ว และยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบาด (Wu *et al.,* 2007) ซึ่งนักวิจัยได้พยายามการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปทดแทนอาหารสด

สำหรับสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ (Jones*et al*., 1993; Hamasaki *et al*., 2002; Holme *et al.,* 2007; Holme *et al.,* 2009) เช่น การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับสัตว์กลุ่มครัสเตเชียน (Genodepa *et al.,* 2004a; D'Abramo *et al*., 2006) โดยมีประเด็นวิจัยต่างๆ ได้แก่ ความต้องการพลังงาน และความต้องการสารอาหารที่สำคัญบางชนิด เช่น การศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมกับปูระยะวัยรุ่นชนิดต่างๆ (Mu *et al.,* 1998; Catacutan, 2002) นอกจากนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับขนาดของอาหารที่เหมาะสม เช่น ขนาดของอาหารที่เหมาะสมกับระยะพัฒนาการของตัวอ่อนปูทะเล *Scylla serrata* เนื่องจากขนาดอาหารที่เหมาะสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยอาหารและลดปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดจากอาหารที่เหลือจากการกินของสัตว์น้ำ (Genodepa *et al.,* 2004b) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ปรากฏรายงานการวิจัยเกี่ยวกับขนาดของอาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับปูแสมระยะวัยรุ่น

จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับขนาดของอาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรอดตายและการเติบโตของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งความรู้ที่ได้จากศึกษาครั้งนี้ เป็นประโยชน์ในการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบการผลิตปูแสมเพื่อเพิ่มความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทยและทดแทนผลผลิต ปูแสมที่จับจากธรรมชาติที่มีแนวโน้มขาดแคลนต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการรอดตายและการเติบโตของปูแสม *E. singaporens*e ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมอาหารสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการทดลอง อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นอาหารสำเร็จรูปแบบ microbound diet (MBD) ที่มีโปรตีน 45% สาเหตุที่เลือกระดับโปรตีนดังกล่าวเนื่องจากการศึกษาของคณะผู้วิจัยพบว่าปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 45% มีอัตราการรอดตายสูงสุดและมีแนวโน้มการเติบโตสูงกว่าเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนต่ำกว่าหรือสูงกว่า 45 % สำหรับวัตถุดิบของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ดัดแปลงจากสูตรอาหารที่ใช้ในงานวิจัยของ Jin *et al.* (2013) ซึ่งใช้เลี้ยงปู *Portunus trituberculatus* ระยะวัยรุ่น ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	สัดส่วนของวัตถุดิบ (%)
Fish meal	31.76
Shrimp meal	5.00
Soybean meal	20.00
Wheat gluten meal	20.61
Fish oil	1.88
Soybean oil	1.88
Dextrin	11.74
Soy lecithin	1.00
Vitamin premix	0.80
Mineral premix	3.00
Cellulose	2.33

ที่มา: ดัดแปลงจากสูตรอาหารของ Jin *et al*. (2013)

การเตรียมอาหารสำเร็จรูปแบบ microbound diet (MBD) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ดำเนินการตามวิธีของ Holme *et al*. (2007) โดยการผสมวัตถุดิบอาหารส่วนแห้งและวัตถุดิบส่วนเปียกในภาชนะที่แยกออกจากกัน แล้วจึงนำวัตถุดิบทั้งสองส่วนมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงเติมตัวยึดเกาะหรือสารเหนียว (binder) ลงในส่วนผสมดังกล่าวแล้วกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นนำอาหารที่เตรียมดังกล่าวไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ แล้วนำอาหารเม็ดไปอบแห้งในตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อาหารที่อบแห้งเรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดที่ต้องการ 4 ขนาดคือ อาหารเบอร์ 1 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร อาหารเบอร์ 2 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร อาหารเบอร์ 3 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และอาหารเบอร์ 4 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำอาหารสำเร็จรูปขนาดต่างๆ ที่ได้จากการเตรียมไปเก็บในตู้เย็น -20 ºC เพื่อสำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

2. การจัดการคุณภาพน้ำ โดยนำน้ำทะเลธรรมชาติมากรองด้วยถุงกรองที่มีความละเอียด 60 ไมโครเมตร แล้วพักไว้ในบ่อเก็บน้ำขนาด 10 ตัน เป็นเวลา 2 วันเพื่อให้ตกตะกอน แล้วจึงบำบัดด้วยคลอรีนที่มีความเข้มข้น 30 ppm. และพักไว้ 2 วัน หลังจากนั้นจึงให้อากาศอย่างแรงเพื่อกำจัดคลอรีนเป็นเวลา 3 วัน แล้วจึงนำมากรองผ่านเครื่องกรองน้ำที่มีความละเอียด 10 ไมโครเมตร 5 ไมโครเมตร และ 1 ไมโครเมตรตามลำดับ และเก็บไว้ในถังเก็บน้ำขนาด 1 ตัน เพื่อนำไปใช้สำหรับการอนุบาลปูแสมและการทดลองในลำดับถัดไป ซึ่งในช่วงที่ดำเนินการวิจัย มีการสุ่มวัดคุณภาพน้ำทุก 3 วัน ได้แก่ การวัดค่าความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนที่ละลายน้ำ แอมโมเนีย และไนไตรท์ โดยพบความเป็นกรด-เบส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.1 ± 0.1 ส่วนอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.8 ± 0.5 °C 25.17 ± 1. 6 ppt. และ 5.2 ± 0.6 ppm. ตามลำดับ สำหรับแอมโมเนีย และไนไตรท์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25± 0.1 ppm. และ 0.6 ± 0.1 ppm. ตามลำดับ

3. การเตรียมปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่น โดยรวบรวมแม่พันธุ์ปูแสม *E. singaporense* ที่มีไข่นอกกระดองจากป่าชายเลนในจังหวัดตรัง แม่พันธุ์ปูแสมที่รวบรวมได้จะถูกนำมาเลี้ยงที่โรงเพาะฟัก โดยแยกแม่พันธุ์แต่ละตัวเลี้ยงในกล่องโฟมขนาด 30×50×30 เซนติเมตรที่มีน้ำทะเลบรรจุอยู่ 20 ลิตร สำหรับความเค็มที่ใช้เลี้ยงแม่พันธุ์อยู่ที่ระดับ 25 ppt. ให้อาหารประเภทอาหารกุ้ง อาหารสด และต้องทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน หลังจากนั้นเฝ้าสังเกตการฟักของตัวอ่อน เมื่อตัวอ่อนปูแสมฟักจากไข่ จึงคัดแยกตัวอ่อนที่แข็งแรงคือตัวที่ว่ายน้ำอยู่ที่ผิวน้ำ มาไว้ในกล่องโฟมขนาด 30×50×30 เซนติเมตร ที่มีน้ำมีทะเลบรรจุอยู่ 20 ลิตร หลังจากนั้นจึงย้ายตัวอ่อนจากกล่องโฟมนำไปเลี้ยงอนุบาล ตามวิธีในรายงานของ ชาญยุทธ และ วัฒนา (2556) โดยนำตัวอ่อนปูแสมไปอนุบาลในถังอนุบาลซึ่งเป็นถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร เพื่ออนุบาลลูกปูให้มีชีวิตรอดและพัฒนาจากระยะ Zoea 1 จนถึงระยะ Crab 1 ขณะที่ทำการอนุบาลจะให้อาหารและเปลี่ยนถ่ายน้ำ สำหรับความเค็มที่ใช้เลี้ยงตัวอ่อนปูแสมใช้ระดับความเค็มเดียวกันคือ 25 ppt. ส่วนอาหารที่ใช้อนุบาลลูกปูแสมเป็นอาหารที่มีชีวิต เช่น โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย จากนั้นย้ายลูกปูระยะ Crab 1 ไปอนุบาลในบ่อซิเมนต์ขนาด 2.0×4.0×0.8 เมตร ใส่กิ่งใบสน เป็นวัสดุหลบซ่อน อาหารที่ใช้ในการอนุบาลปูแสมระยะ Crab 1 คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งทะเล (ดังรายละเอียดในตารางที่ 2) โดยให้อาหารและเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน เมื่ออนุบาลปูแสมระยะ Crab 1 ครบ 2 เดือนและเติบโตเป็นปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้น (ระยะ Crab 3) จึงทำการสุ่มปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้น (ระยะ Crab 3) ไปใช้ในการทดลอง

4. การศึกษาการรอดตายของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยสุ่มปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้น (ระยะ Crab 3) ที่ได้จากการเตรียมไปทดลองแยกเลี้ยงเดี่ยวในภาชนะพลาสติกขนาด 300 มิลลิลิตรที่ใส่น้ำทะเลที่ปรับให้มีระดับความเค็ม 25 ppt. และอนุบาลด้วยเลี้ยงด้วยอาหาร

ตารางที่ 2 รูปแบบการให้อาหารสำหรับการอนุบาลปูแสม *E. singaporense* ระยะต่างๆ

ระยะพัฒนาการ	อาหาร	สัดส่วนการให้อาหาร
Zoea I	Rotifer	10 rotifers crab^{-1}
Zoea II	Newly hatched *Artemia*	2 *Artemia* crab^{-1} and
	(17-18 h after hatching) and rotifer	10 rotifers ml water^{-1}
Zoea III	Newly hatched *Artemia*	4 *Artemia* crab^{-1}
	(20-24 h after hatching)	
Zoea VI	Adult *Artemia* (48 h after hatching)	6 *Artemia* crab^{-1}
Megalopa	Adult *Artemia* (72 h after hatching)	8 *Artemia* crab^{-1}
Crab I	Adult *Artemia* (1 week after hatching)	5 *Artemia* crab^{-1}
Crab II	Pellet shrimp feed	2–3.5% wet weight crab^{-1}

สำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดทดลอง แต่ละชุดทดลองจะอนุบาลปูแสมวัยรุ่น (ระยะ Crab 3) ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันจำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีปูแสมวัยรุ่นตอนต้นที่แยกเลี้ยงเดี่ยวจำนวน 20 ตัว ดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 อนุบาลปูแสมวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 1 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร)

ชุดทดลองที่ 2 อนุบาลปูแสมวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 2 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร)

ชุดทดลองที่ 3 อนุบาลปูแสมวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร)

ชุดทดลองที่ 4 อนุบาลปูแสมวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 4 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตร)

อัตราการให้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้น (ระยะ Crab 3) ใช้อัตราส่วนตามที่อ้างในเอกสารของ Catacutan (2002) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ให้อาหารประมาณ 2-3.5% ของน้ำหนักตัว โดยให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือ 09.00 และ16.00 น. ทุกเช้าก่อนที่จะให้อาหารต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำในอัตรา 70% และบันทึกการรอดตายของลูกปู ข้อมูลการรอดตายของปูแสมวัยรุ่นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง คือปูแสมวัยรุ่นได้เติบโตลอกคราบพัฒนาสู่ระยะถัดไปจะถูกนำมาคำนวณอัตราการรอดตาย (survival rate) ในรูปของร้อยละ (Holme *et al.*, 2006) แล้วเปรียบเทียบอัตราการตายของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกันด้วยสถิติ ANOVA (Analysis of Variances) ตามเอกสารของ Sokal and Rohlf (1995)

5. การศึกษาการเติบโตและระยะเวลาพัฒนาการของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน ใช้วิธีการและแผนการทดลองเหมือนข้อ 3 และเก็บข้อมูลการเติบโตตามวิธีของ Andrés *et al.* (2010) คือ วัดความกว้างกระดอง (Carapace width; CW) และชั่งน้ำหนักเปียก (Wet Weight; WW) ของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้นในแต่ละชุดทดลองในขณะตอนเริ่มทดลองและสิ้นสุดการทดลอง แล้วนำข้อมูลความกว้างกระดองของตัวอ่อนปูแสมมาคำนวณการเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ (Carapace width gain; CWG) การเพิ่มของน้ำหนัก (Weight gain; WG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) ดังแสดงในสูตร

$$\text{Carapace width gain (CWG, \%)} = [(\text{Final carapace width} - \text{initial carapace width})/\text{initial carapace width}] \times 100$$

$$\text{Weight gain (WG, \%)} = [(\text{Final weight} - \text{initial weight})/\text{initial weight}] \times 100$$

$$\text{Specific growth rate (SGR, \% body weight day}^{-1}) = [(\ln W_t - \ln W_0)/(t - t_0)] \times 100$$

โดย W_t = mean weight (g) at day t, W_0 = mean weight (g) at day t_0.

สำหรับการศึกษาระยะเวลาพัฒนาการ (Development duration) ของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้น (ระยะ Crab 3) ที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันได้ดำเนินการโดยเก็บข้อมูลระยะเวลาของพัฒนาการของปูแสมวัยรุ่นในแต่ละชุดทดลองคือระยะเวลาที่ปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้น (ระยะ Crab 3) ลอกคราบพัฒนาถัดไปคือระยะ Crab 4 จากนั้นนำข้อมูลการเพิ่มความกว้างกระดองหลังจากการลอกคราบ การเพิ่มของน้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และระยะเวลาพัฒนาการของปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาล

ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน มาเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ ANOVA (Analysis of Variances) ตามเอกสารของ Sokal and Rohlf (1995)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาอัตราการรอดตายของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน พบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 24.1-73.6 % และปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 4 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตร) มีอัตราการรอดตายสูงสุด (73.6±8.3%) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับอัตราการรอดตายของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 1 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร) และอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 2 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 มิลลิเมตร) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ระหว่างอัตราการรอดตายของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร) และอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 4 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตร) ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

สำหรับการศึกษาการเติบโตของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดแตกต่างกัน พบการเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ การเพิ่มของน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นอยู่ในช่วง 18.5-22.7%, 64.5-78.4% และ 1.1-1.6 % ต่อวันตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ระหว่างการเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ การเพิ่มของน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มการเพิ่มของน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 และเบอร์ 4 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 และ 2.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ) สูงกว่าปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่การอนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 1 และเบอร์ 2 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 และ 1.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 อัตราการรอดตายของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน

อาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน	อัตรารอดตาย (%)
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 1 (0.8 มิลลิเมตร)	24.1±20.4^{b}
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 2 (1.0 มิลลิเมตร)	35.0±28.6^{b}
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 (2.0 มิลลิเมตร)	53.7±17.2^{ab}
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 4 (2.8 มิลลิเมตร)	73.6±8.3^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 4 การเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ (%) การเพิ่มของน้ำหนัก (%) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน) ของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน

อาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน	การเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ (%)	การเพิ่มของน้ำหนัก (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 1 (0.8 มม.)	18.5±4.6[a]	64.5±24.0[a]	1.1±0.3[a]
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 2 (1.0 มม.)	22.7±5.6[a]	65.2±28.7[a]	1.2±0.6[a]
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 (2.0 มม.)	20.6±3.9[a]	74.0±1.95[a]	1.6±0.4[a]
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 4 (2.8 มม.)	22.7±3.8[a]	78.4±6.6[a]	1.5±0.1[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ไม่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 5 ระยะเวลาพัฒนาการของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน

อาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน	ระยะเวลาพัฒนาการ (วัน)
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 1 (0.8 มม.)	22.1±9.2[a]
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 2 (1.0 มม.)	22.4±5.1[a]
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 (2.0 มม.)	17.9±2.8[a]
อาหารสำเร็จรูปเบอร์ 4 (2.8 มม.)	18.6±1.8[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ไม่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ผลการศึกษาระยะเวลาพัฒนาการของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน พบระยะเวลาพัฒนาการอยู่ในช่วง 17.9-22.4 วัน และพบปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเบอร์ 3 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร) ใช้ระยะเวลาพัฒนาการจากระยะ Crab 3 สู่ระยะ Crab 4 น้อยสุด (17.9 วัน) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ระหว่างระยะเวลาพัฒนาการของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาอัตราการรอดตายของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน พบอัตราการรอดตายสูงสุด (73.6±8.3%) เมื่ออนุบาลปูแสมระยะวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มี เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับอัตราการรอดตายของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดเล็กกว่าคืออาหารสำเร็จรูปที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ในช่วง 0.8 - 1.0 มิลลิเมตร ส่วนการศึกษาการเติบโตของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน เช่น การเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ (CWG) การเพิ่มของน้ำหนัก (WG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่ปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 2.0-2.8 มิลลิเมตรมีแนวโน้มการเติบโตดีกว่าการเลี้ยงด้วย

อาหารสำเร็จรูปขนาดเล็กกว่าที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 0.8 - 1.0 มิลลิเมตร จากการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของปูชนิดต่างๆ พบว่าปูใช้ปลายก้าม (chelipeds) และปลายขาเดิน (pereiopods) แตะสัมผัสพื้นผิวเพื่อค้นหาอาหาร เมื่อพบอาหารจะใช้ก้ามจับหรือฉีกอาหาร หลังจากนั้นจึงใช้ก้ามข้างใดข้างหนึ่งหรืออาจใช้ก้ามทั้งสองก้ามคีบและประคองอาหารไปยังส่วนหน้าของช่องปาก (Oliveira *et al.*, 2015) หากมีการสูญเสียก้ามจะมีผลต่ออัตราการการกินอาหารของปู โดยปูที่สูญเสียก้ามทั้งสองข้างมักมีอัตราการกินอาหารต่ำกว่าปูที่มีก้าม 1 ก้าม และปูที่มีเพียง 1 ก้ามก็มีอัตราการกินอาหารต่ำกว่าปูที่มีก้าม 2 ก้าม (Davis *et al.*, 2005) หลังจากปูใช้ก้ามคีบประคองส่งอาหารไปยังส่วนหน้าของช่องปาก รยางค์บริเวณด้านนอกของช่องปาก คือ แมกซิลลิเปดคู่ที่ 3 (third maxillipeds) ทำหน้าที่นำอาหารเข้าสู่ช่องปาก (Ya *et al*., 2008) การใช้ก้ามจับคีบอาหารที่มีขนาดใหญ่เข้าสู่ช่องปากจึงทำได้ง่าย ส่วนอาหารที่มีขนาดเล็กอาจร่วงหล่นในขณะที่ปูใช้ก้ามจับคีบอาหารเข้าสู่ปาก ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่มีขนาดใหญ่จึงสูงกว่าอาหารที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี Optimal foraging theory ที่บ่งชี้ถึงขนาดของอาหารมีอิทธิพลต่อการเลือกกินของสัตว์ทะเล คือสัตว์ทะเลมักชอบเลือกกินอาหารที่มีขนาดใหญ่มากกว่าเลือกกินอาหารที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากการกินอาหารที่มีขนาดใหญ่ ทำให้สัตว์ทะเลมีโอกาสที่ได้รับพลังงานมากกว่าและเพียงพอต่อการดำรงชีพและมีชีวิตรอด (Levinton, 2009) เช่นปู *Callinectes sapidus* เลือกกินหอย *Mya arenar*ia มากกว่าหอย *Rangia cuneata* เนื่องจากหอย *M. arenaria* มีขนาดใหญ่ (ความยาว 50 -70 มิลลิเมตร) และมีพลังงานสูง (44 จูล) แต่หอย *R. cuneata* มีขนาดเล็ก (ความยาว 30 - 40 มิลลิเมตร) และมีพลังงานน้อย (0.07 จูล) (Ebersole and Kennedy, 1995) จากเหตุผลที่กล่าวมาอาจทำให้อัตราการรอดตายและการเติบโตของปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 2.0-2.8 มิลลิเมตรมีแนวโน้มสูงกว่าอัตราการรอดตายและการเติบโตของปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปขนาดเล็กกว่าคืออาหารสำเร็จรูปที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 0.8 -1.0 มิลลิเมตร ดังนั้นอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 2.0-2.8 มิลลิเมตรจึงเหมาะสมกับปูแสม *E. singaporense* ระยะนี้ ซึ่งอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดดังกล่าวมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้อนุบาลปูชนิดอื่นที่มีพัฒนาการอยู่ในระยะวัยรุ่นเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ขนาดของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้อนุบาลปูชนิดต่างๆ ที่มีพัฒนาการอยู่ในระยะวัยรุ่น

ชนิดของปู	เส้นผ่าศูนย์กลางของอาหาร (มิลลิเมตร)	เอกสารอ้างอิง
Eriocheir sinensis	3	Mu *et al*. (1998)
Scylla serrata	2	Catacutan (2002)
S. serrata	1.2	Unnikrishnan and Paulraj (2010)
S. serrata	3	Nguyen, *et al.* (2014)
Portunus trituberculatus	3, 5	Jin *et al*. (2013); Jin *et al.* (2015)

สรุป

ปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันพบอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 24.1-73.6 % โดยปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตร มีอัตราการรอดตายสูงสุด (73.6±8.3%) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับอัตราการรอดตายของปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 0.8-1.0 มิลลิเมตร ส่วนอัตราการเติบโต เช่น อัตราการเพิ่มความกว้างกระดองหลังการลอกคราบ อัตราการเพิ่มของน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) สำหรับระยะเวลาพัฒนาการของปูแสม *E. singaporense* ระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกันพบอยู่ในช่วง 17.9-22.4 วันและปูแสมระยะวัยรุ่นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาพัฒนาการจากระยะ Crab 3 สู่ระยะ Crab 4 น้อยสุด (17.9±2.8 วัน) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ระหว่างระยะเวลาพัฒนาการของปูแสมระยะวัยรุ่นตอนต้นที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ปีงบประมาณ 2560 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่สนับสนุนปัจจัยพื้นฐานการวิจัย เช่น โรงเรือน ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่นๆ ทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และใคร่ขอบคุณนายมูฮัมหมาด จิตรณรงค์ ซึ่งเป็นทีมวิจัยห้องปฏิบัติการวิจัยปูน้ำเค็ม (Marine Crab Research Laboratory) ที่ช่วยเก็บข้อมูลการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชาญยุทธ สุดทองคง และ วัฒนา วัฒนกุล. 2556. **รายงานการวิจัย การรอดตาย การเจริญเติบโต และระยะเวลาพัฒนาการของตัวอ่อน ปูแสม *Episesarma singaporense* (Tweedie, 1936) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและอาหารที่มีชีวิต.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2552. **ปูแสม...กำลังวิกฤติ ร่วมคิดร่วมเลี้ยงปู ดูแลป่า แก้ปัญหา พัฒนาป่าชุมชน.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดตราด. 2559. **สรุปข้อมูลการนำเข้า - ส่งออกสินค้าสัตว์น้ำ ซากสัตว์น้ำในแต่ละปีงบประมาณ.** ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดตราด, กรมประมง. แหล่งที่มา: http://tdprovince.fishquarantine.org/%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%20%E0%B8%AA%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81.html, 8 สิงหาคม 2559.

Andrés, M., Rotllant, G. and Zeng, C. 2010. Survival, development and growth of larvae of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, cultured under different photoperiod conditions. **Aquaculture** 300: 218-222.

Catacutan, M.R. 2002. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different

dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. **Aquaculture** 208: 113-123.

D'Abramo, L.R., Perez, E.I., Sangha, R. and Puello-Cruz, A. 2006. Successful culture of larvae of *Litopenaeus vannamei* fed a microbound formulated diet exclusively from either stage PZ2 or M1 to PL1. **Aquaculture** 261: 1356-1362.

Davis, J.L.D., Dobroski, N.A., Carlton, J.T., Prevas, J., Parks, S., Hong, D. and Southworth, E. 2005. Autotomy in the Asian shore crab (*Hemigrapsus sanguineus*) in non-native area of its range. **Journal of Crustacean Biology** 25(4): 655-660.

Ebersole, E.L. and Kennedy, V.S. 1995. Prey preferences of blue crabs *Callinectes sapidus* feeding on three bivalve species. **Marine Ecology Progress Series** 118: 167-177.

Genodepa, J., Zeng, C. and Southgate, P.C. 2004a. Preliminary assessment of a microbound diet as an Artemia replacement for mud crab, *Scylla serrata*, megalopa. **Aquaculture** 236: 497-509.

Genodepa, J., Southgate, P.C. and Zeng, C. 2004b. Diet particle size preference and optimal ration for mud crab, *Scylla serrata*, larvae fed microbound diets. **Aquaculture** 230: 493-505.

Hamasaki, K., Suprayudi, S.M. and Takeuchi, T. 2002. Effects of dietary n-3HUFA on larval morphogenesis and metamorphosis to megalops in the seed production of the mud crab, Scylla serrata (Brachyura: Portunidae). **Suisanzoshoku** 50: 333-340.

Holme, M., Zeng, C. and Southgate, P.C. 2006. Use of microbound diets for larval culture of the mud crab, *Scylla serrata*. **Aquaculture** 257: 482-490.

Holme, M., Southgate, P.C. and Zeng, C. 2007. Survival, development and growth response of mud crab, *Scylla serrata*, megalopae fed semi-purified diets containing various fish oil: corn oil ratios. **Aquaculture** 269: 427-435.

Holme, M., Zeng, C. and Southgate, P.C. 2009. A review of recent progress toward development of a formulated microbound diet for mud crab, *Scylla serrata*, larvae and their nutritional requirements. **Aquaculture** 286: 164-175.

Jones, D.A., Kamarudin, M.S. and Le Vay, L. 1993. The potential for replacement of live feeds for marine suspension feeders. **Journal of World Aquaculture Society** 24: 199-210.

Jin, M., Zhou, Q., Zhang, W., Xie, F., ShenTu, J. and Huang, X. 2013. Dietary protein requirements of the juvenile swimming crab, *Portunus trituberculatus*. **Aquaculture** 414-415: 303-308.

Jin, M., Wang, M.Q., Huo, Y.W., Huang, W.W., Mai, K.S. and Zhou, Q.C. 2015. Dietary lysine requirement of juvenile swimming crab, *Portunus trituberculatus*. **Aquaculture** 448: 1-7.

Lee, B.Y., Ng, N.K. and Ng, P.K.L. 2015. The taxonomy of five species of *Episesarma* De Man, 1895, in Singapore (Crustacea: Decapoda:

Brachyura: Sesarmidae). **Raffles Bulletin of Zoology** Supplement No(31): 199-215.

Levinton, J.S. 2009. **Marine biology: function, biodiversity, ecology.** Oxford University Press, New York.

Mu, Y.Y., Shim, K.F. and Guo, J.Y. 1998. Effects of protein level in isocaloric diets on growth performance of the juvenile Chinese hairy crab, *Eriocheir sinensis*. **Aquaculture** 165: 139-148.

Naiyanetr, P. 2007. **Checklist of Crustaceans Fauna in Thailand (Decapoda, Stomatopoda, Anostraca, Myodocopa and Isopoda).** Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Ng, P.K.L. 1998. Crabs, *In* Carpenter K.E. and Niem V.H., eds. **FAO species identification guide for fishery purposes: the living marine resources of the western central Pacific volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks.** Food and Agricultural Organisation, Rome.

Nguyen, N.T.B., Chim, L., Lemaire, P. and Wantiez, L. 2014. Feed intake, molt frequency, tissue growth, feed efficiency and energy budget during a molt cycle of mud crab juveniles, *Scylla serrata* (Forskål, 1775), fed on different practical diets with graded levels of soy protein concentrate as main source of protein. **Aquaculture** 434: 499-509.

Oliveira, D.N., Christofoletti, R.A. and Barreto, R.E. 2015. Feeding Behavior of a Crab According to Cheliped Number. **PLoS ONE** 10(12): 1-7.

Phithakpol, B., Varanyanond, W., Reungmaneepaitoon, S. and Wood, H. 1995. **The Traditional Fermented Foods of Thailand.** Institute of Food Research and Product Development, Bangkok.

Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. 1995. **Biometry; The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.** Freeman, New York.

Southgate, P.C. and Partridge, G.J. 1998. Development of artificial diets for marine finfish larvae: problems and prospects, pp. 151-169. *In* De Silva, S., ed. **Tropical Mariculture.** Academic Press, London.

Unnikrishnan, U. and Paulraj, R. 2010. Dietary protein requirement of giant mud crab *Scylla serrata* juveniles fed iso-energetic formulated diets having graded protein levels. **Aquaculture Research** 41(2): 278-294.

Wu, X., Cheng, Y., Sui, L., Zeng, C., Southgate, P.L. and Yang, X. 2007. Effect of dietary supplementation of phospholipid and highly unsaturated fatty acids on reproductive performance and offspring quality of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards), female broodstock. **Aquaculture** 273: 602-613.

Ya, B.P., Yeo, D.C.J. and Todd, P.A. 2008. Feeding Ecology of Two Species of Perisesarma (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Sesarmidae) in Mandai Mangroves, Singapore. **Journal of Crustacean Biology** 28(3): 480-484.