

การเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยงในถังพลาสติกที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน[†]Growth Performance of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in Plastic tanks at Different Densities

วิกิจ ผินรุษ*, วัฒนา วัฒนกุล, ศุภกานต์ ห้าหยัง และ ณัฐวุฒิ จันทร์เหล็ก

Wikit Phinrub, Watthana Watthakun, Soopphakarn Hahyang and Natthawut Chanlek

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

Faculty of Fisheries Science and Technology, Trang Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya,

Sikao, Trang 92150, Thailand

*อีเมล: wikit_ph@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแต่ในปัจจุบันในธรรมชาติทรัพยากรปูม้าเริ่มลดลง ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงในถังพลาสติกที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยให้ปลาสดเป็นอาหารวันละ 1 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองปูม้ามีน้ำหนักเฉลี่ย ความกว้างกระดองเฉลี่ย ความยาวกระดองเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการรอดตาย มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดตายดีกว่าชุดการทดลองอื่น ในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นที่ระดับ 75 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ สำหรับการนำไปศึกษาและพัฒนาการเลี้ยงปูม้าต่อไป

คำสำคัญ: ปูม้า, ระดับความหนาแน่น, การเจริญเติบโต, เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม

Abstract

Blue swimming crabs are an aquatic species that is economically important. But at present, blue swimming crab in the natural resources begins to decrease. Therefore, the growth performance of blue swimming crabs in four different density cultures in amount 25, 50, 75 and 100 blue swimming crabs per square meter, 3 replications per each experiment, the crab cultured for sixty days in the plastic tanks and feeding by fresh fish 1 time/ day. If the statistical analysis results are the same, in this section maybe change to the study indicated that at the end of the experiment, the average weight, average carapace width, average carapace, length specific growth rate, daily weight gain, weight gain and survival rate were statistically significant difference ($P < 0.05$). The survival rate of the density of 25 crabs per square meter was better results than other experimental sets. Whiles, growth performance at 75 densities per square meter was higher than other experimental groups. The results this study will be an important source of basic information. for further study and development of blue crab culture.

Key Words: Blue swimming crab, Growth performance, Density, Percentage of weight gain

บทนำ

ปูม้า Blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) จัดอยู่ในครอบครัว (Family) Portunidae สกุล (Genus) *Portunus* ซึ่งมีแหล่งที่พบจะแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อนบริเวณใกล้ชายฝั่งสำหรับในประเทศไทยจะพบตามชายฝั่งอันดามัน ฝั่งอ่าวไทย และบริเวณปากแม่น้ำ ปูม้าจะชอบอาศัยอยู่บริเวณหาดทราย หาดโคลน และโคลนปนทราย เป็นสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร อาหารที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต และจะชอบกินอาหารเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน ปูม้าโดยส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในระดับน้ำตื้นประมาณ 10-20 เมตร สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำความเค็ม 29-32 ส่วนในพันส่วน (ppt) อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส ลักษณะที่สำคัญของสกุล (Genus)

[†]การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงาน ขมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 10 (ระหว่างวันที่ 20 - 22 กันยายน 2565 ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์)

Portunus คือ ปลายาคุที่ห้า มีลักษณะเหมือนใบพาย และมีขนบางๆ อยู่รอบๆ สำหรับช่วยในการว่ายน้ำ โดยปูในวงศ์นี้จะมีลักษณะกระดองแบนราบและกว้างทำให้ว่ายน้ำได้เร็ว จัดเป็นนักล่าที่ว่องไว มีคุณสมบัติพิเศษที่มีความอดทนต่อการเปลี่ยนแปลงต่อคุณภาพน้ำ (บรรจง เทียนส่งรัมย์, 2544) ปูม้าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก ทั้งจากภาครัฐและเอกชน ปัจจุบันภาครัฐได้มีการส่งเสริมการเลี้ยงปูม้ามากขึ้น เนื่องจากปูม้านอกจากเป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภคกันทั่วไปแล้ว ยังมีศักยภาพสูงในการเป็นสินค้าส่งออกซึ่งผลิตภัณฑ์ จากปูคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาทต่อปี (กรมประมง, 2551) การเจริญเติบโตของปูม้าจะอาศัยการลอกคราบในการเจริญเติบโต เนื่องจากกระดองของปูเป็นสารประกอบพวกหินปูนที่มีความแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถยืดขยายตัวออกไปได้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่คือ มีเนื้อแน่นเต็มกระดองก็จะมี การลอกคราบ เพื่อขยายขนาด (การเพิ่มน้ำหนักและขนาดตัว) โดยการสร้างกระดองใหม่มาแทนที่ ระยะเวลาในการลอกคราบของปูจะเพิ่มมากขึ้นตามอายุของปู โดยปูม้ามีการเจริญเติบโต 3 ระยะ ได้แก่ ระยะ Zoea ระยะ Megalopa และระยะ First Crab โดย ชูชาติ ชัยรัตน์ (2528) ได้อ้างถึงการศึกษาของ Hill ในปี ค.ศ. 1975 และ 1982 กล่าวว่า ลูกปูวัยอ่อนมี 2 ระยะ ได้แก่ ระยะ Zoea 1-5 ระยะและระยะ Megalopa 1 ระยะ ในระยะ Zoea เป็นระยะที่รยางค์ว่ายน้ำยังไม่อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ จึงลอยลอยหากินไปตามกระแสน้ำ เมื่อเข้าสู่ระยะ Megalopa จะมีการว่ายน้ำสลับกับการหยุดเกาะอยู่กับที่บางครั้งคราว ซึ่งถือได้ว่าระยะนี้เริ่มมีการแพร่กระจายเข้ามาหากินในบริเวณน้ำกร่อย เมื่อลูกปูลอกคราบจากระยะ Megalopa เป็นตัวปูที่มีลักษณะเหมือนรุ่นพ่อแม่ทุกประการ จะหากินอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยได้อย่างอิสระ ซึ่งในการลอกคราบของปูม้าเพื่อการเจริญเติบโต โดยดวงจันทร์จะมีอิทธิพลต่อการลอกคราบของปูโดยเฉพาะช่วงระหว่างขึ้น 13 ค่ำ ถึง แรม 3 ค่ำ ซึ่งส่งผลให้น้ำทะเลขึ้นและลงสูง ทำให้ปูมีแหล่งอาหารและแหล่งหลบซ่อนมากขึ้น มีช่วงเวลาในการหาอาหารเพิ่มขึ้นจึงทำให้ปูมีการลอกคราบ (บรรจง เทียนส่งรัมย์, 2550) วงจรการลอกคราบของปูม้า ระยะเวลาที่ใช้ในวงจรการลอกคราบในแต่ละครั้งของปูม้าขึ้นอยู่กับขนาด อายุ ความสมบูรณ์ของปู อาหารและสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม น้ำ ปริมาณออกซิเจน ความเข้มแสง ระยะเวลาที่ได้รับแสงและข้างขึ้นข้างแรม เป็นต้น (บุญรัตน์ ประทุมชาติ และ ปภาศิริ บาร์เนท, 2548; Pratoomchat et al., 2004) ปูขนาดเล็กจะลอกคราบเร็วกว่าปูขนาดใหญ่ เช่น 3.0-5.0 เซนติเมตร จะลอกคราบทุก 5-7 วัน ปูขนาด 6.0-10 เซนติเมตร จะลอกคราบทุก 10-15 วัน ปูขนาด 12-15 เซนติเมตร จะลอกคราบทุก 20-40 วัน ปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบเร็วขึ้นได้แก่ ฮอร์โมนที่จะกระตุ้น ความเค็มของน้ำ อุณหภูมิ และโรงเรือนที่คลุมบ่อเลี้ยงด้วยตาข่ายแสงหรือผ้าใบ เพราะปูชอบอยู่ในที่ที่บดแสง อาหารที่ใช้ควรเป็นอาหารสดจะเป็นปลาหรือหอยก็ได้ โดยให้อาหารวันละ 1 มื้อ ในอัตราร้อยละ 8-10 เปอร์เซนต์ ของน้ำหนักปู เมื่อปูใกล้จะลอกคราบจะกินอาหารน้อยลง และจะหยุดกิน 2-3 วัน ก่อนจะลอกคราบ ช่วงนี้ต้องดูแลเป็นพิเศษ เพราะปูลอกคราบในเวลากลางคืน ใช้เวลา 10-15 นาที หลังจาก 6 ชั่วโมง กระดองจะเริ่มแข็ง (วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และคณะ, 2555) วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์ของปูม้า ปูม้ามีเพศผู้และเพศเมียแยกออกจากกันมีการผสมพันธุ์เป็นแบบ Heterosexual (สุวดี บรรดาศักดิ์, 2555) ปูม้าเริ่มผสมพันธุ์ได้เมื่อมีอายุประมาณ 3 เดือน ขนาดความกว้างกระดอง 4.5 เซนติเมตร วางไข่ตลอดปี ก่อนผสมพันธุ์ปูเพศผู้จะลอกคราบก่อนประมาณ 7-10 วัน เมื่อกระดองแข็งมีความสมบูรณ์เต็มที่ก็จะเริ่มหาปูเพศเมียที่ใกล้จะลอกคราบ เมื่อปูเพศผู้พบปูเพศเมียก็จะเกาะหลัง โดยใช้ขาเดินคู่ที่ 2-4 พงูปูเพศเมียไว้ประมาณ 3-4 วัน จนกระทั่งปูเพศเมียลอกคราบสลัดคราบเก่าทิ้ง ลำตัวนิ่มในช่วงนี้ปูเพศผู้จะใช้ก้ามหนีบโคนก้ามของปูเพศเมีย เพื่อจับให้แน่น จากนั้นจะสอดตัวเข้าไประหว่างขาของปูเพศเมีย เพื่อสอดอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ ที่มีลักษณะยาวเรียวยาวแหลมเล็กเข้าไปในรูเปิดของปูเพศเมีย ได้จับบั้งตรงบริเวณโคนขาคู่ที่สาม ส่วนรยางค์คู่สั้นทำหน้าที่ยึดหน้าท้องปูเพศผู้ ให้ติดกับหน้าท้องของปูเพศเมีย เพื่อช่วยให้การผสมพันธุ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ช่วงนี้ปูเพศผู้จะใช้ขาพวงตัวเองไว้ เพื่อไม่ให้ปูเพศเมียที่นิ่มเป็นอันตราย ปูเพศผู้จะปล่อยน้ำเชื้อไปไว้ในถุงเก็บน้ำเชื้อภายในตัวปูเพศเมีย รอระยะเวลาผสมกับไข่ที่ส่งมาตามท่อไข่ในภายหลัง ขั้นตอนการผสมพันธุ์นี้จะใช้เวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง โดยน้ำเชื้อที่อยู่ในถุงเก็บน้ำเชื้อจะมีอายุประมาณ 3-4 เดือนซึ่งในช่วงฤดูผสมพันธุ์ปูเพศผู้หนึ่งตัว สามารถผสมกับปูเพศเมียได้หลายตัว หลังจากผสมพันธุ์แล้วปูเพศเมียก็จะกลับตัวอยู่ในท่าปกติ ตัวผู้จะเกาะหลังปูเพศเมียอีก 1-2 วัน จนกระทั่งตัวเมียกระดองแข็งจึงแยกตัวออก (วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และคณะ, 2555) ทั้งนี้ปูม้าเป็นปูทะเลที่มีกระดองหุ้มอยู่ตอนบน มีการเปลี่ยนแปลงขาครั้งแรกเป็นก้ามใหญ่ เพื่อใช้ป้องกันตัวและจับอาหาร (Brown, 1957) ปูม้าจัดเป็นปูที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิคมบริโภค แต่ปัจจุบันการเลี้ยงปูม้ายังไม่นิยมกันมากนัก เนื่องจากปูม้ายังมีอัตราการรอดต่ำ มีการกินกันเองหลังการลอกคราบใหม่ๆ จึงมีการจับจากธรรมชาติขึ้นมาใช้ประโยชน์ก่อนวัยอันควร ส่งผลให้ทรัพยากรปูม้าในธรรมชาติลดลงเห็นได้อย่างชัด (เขียน สีนอนวงศ์, 2520; ขวัญไชย อยู่ดี, 2522) ดังนั้นภาครัฐจึงหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปูม้า เพื่อทดแทนผลผลิตจากธรรมชาติที่ลดน้อยลง การเพาะเลี้ยงปูม้าจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณของปูม้า แต่ก็ยังประสบปัญหาในเรื่องพฤติกรรมการกินกันเองขณะลอกคราบของลูกปูม้า ทำให้มีอัตราการรอดตายต่ำ มีผลผลิตไม่เพียงพอตามที่ตลาดต้องการ การเลี้ยงปูม้าในปัจจุบันต้องแก้ปัญหาเรื่องพฤติกรรมการกินกันเอง (Cannibalism) ของปูม้าขณะลอกคราบในทุกๆระยะของการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายให้สูงขึ้น โดยการหาวัสดุหลบซ่อนที่เหมาะสม (บุญรัตน์ ประทุมชาติ และ สุริยัน ธัญญกิจจานุกิจ, 2548)

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาความหนาแน่นที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้า โดยการนำถังพลาสติกที่หล่อใช้มาทำการเลี้ยงปูม้า และเพื่อเป็นแนวทางในการเลี้ยงหรือขุนเลี้ยงปูม้าขนาดเล็กที่มีมูลค่าน้อย ให้ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการและยังทำให้ชาวประมงหรือบุคคลที่สนใจ ได้นำการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงปูม้า เพื่อให้เกิดเป็นรายได้ให้กับครัวเรือน ตลอดจนเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ปูม้าให้อยู่คู่กับทะเลไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยงในถังพลาสติกที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน
- 2) เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงในถังพลาสติกที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ปูม้าที่ได้จากการเพาะพันธุ์ อายุ 30 วัน ขนาดความกว้างกระดองและน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.89 ± 0.12 เซนติเมตร 0.44 ± 0.07 กรัม โดยได้รับการสนับสนุนมาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอินทามันตอนล่าง (สตูล) นำมาพักในถังพัก

2) เครื่องมือการวิจัย การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatments) คือ เลี้ยงปูม้าที่ความหนาแน่น 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร จำนวน 3 ซ้ำ (Replications) เตรียมถังพลาสติกจำนวน 12 ถัง รองพื้นด้วยทรายละเอียดที่ล้างทำความสะอาดแล้วเติมน้ำพร้อมทั้งติดตั้งระบบให้อากาศ นำลูกปูม้าอายุ 30 วัน มาทดลองเลี้ยงในระดับความหนาแน่นแต่ละระดับ เป็นระยะเวลา 60 วัน ให้กินเนื้อปลาสดเป็นอาหารวันละ 1 มื้อ ในตอนเย็นของทุกวัน (ประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ดูดเศษอาหารและตะกอนในตอนเช้าของทุกวัน และเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 7 วัน ครั้งละร้อยละ 50

3) วิธีการเก็บข้อมูล ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว ก่อนเริ่มการทดลอง ระหว่างการทดลองทุก 30 วัน โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ และสูตรคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย ความกว้างกระดองเฉลี่ย ความยาวกระดองเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และน้ำหนักเพิ่ม ตามสูตรดังนี้

3.1) น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight)

$$\text{น้ำหนักเฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักปูรวม (กรัม)}}{\text{จำนวนปูม้า}}$$

3.2) ความกว้างกระดองเฉลี่ย (Carapace width)

$$\text{ความกว้างกระดองเฉลี่ย} = \frac{\text{ความกว้างกระดองปูรวม (เซนติเมตร)}}{\text{จำนวนปูม้า}}$$

3.3) ความยาวกระดองเฉลี่ย (Carapace length)

$$\text{ความยาวกระดองเฉลี่ย} = \frac{\text{ความยาวกระดองปูรวม (เซนติเมตร)}}{\text{จำนวนปูม้า}}$$

3.4) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ} = \frac{100 \times (\ln \text{นน. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{นน. เมื่อเริ่มการทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

3.5) อัตราการรอด (Survival rate; SR %) (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{อัตราการรอด} = \frac{\text{จำนวนปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

3.6) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average daily growth; ADG, g/day) (กรัมต่อวัน)

$$\text{น้ำหนักเพิ่มต่อวัน} = \frac{\text{น้ำหนักปูเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักปูเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

3.7) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain; WG, %) (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม} = \frac{\text{น้ำหนักปูเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักปูเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักปูเริ่มต้น}} \times 100$$

4) **การวิเคราะห์ข้อมูล** นำข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1) น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าในถังพลาสติก น้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 0.49 ± 0.05 0.46 ± 0.03 0.39 ± 0.02 และ 0.39 ± 0.03 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เลี้ยงในระยะเวลา 30 วัน เท่ากับ 6.62 ± 0.99 4.90 ± 0.60 5.54 ± 0.94 และ 3.78 ± 0.55 กรัม ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 11.64 ± 1.43 9.13 ± 0.98 16.75 ± 3.37 และ 10.81 ± 2.00 กรัม ตามลำดับ (Figure 1) โดยน้ำหนักเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

2) ความกว้างกระดองเฉลี่ย (Average carapace width)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าในถังพลาสติก โดยปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 0.90 ± 0.08 0.92 ± 0.03 0.78 ± 0.04 และ 0.81 ± 0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความกว้างกระดองเฉลี่ยในระยะเวลาการเลี้ยง 30 วัน เท่ากับ 1.37 ± 0.21 1.13 ± 0.09 1.24 ± 0.11 และ 1.04 ± 0.11 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ความกว้างกระดองเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยในระยะเวลาการเลี้ยงที่ 60 วัน เท่ากับ 1.81 ± 0.07 1.72 ± 0.11 2.31 ± 0.16 และ 2.31 ± 0.36 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 2) และวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ความกว้างกระดองเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

3) ความยาวกระดองเฉลี่ย (Average carapace length)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าในถังพลาสติกโดย ปูม้ามีความยาวกระดองเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 2.70 ± 0.36 2.29 ± 0.21 2.56 ± 0.22 และ 2.00 ± 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความยาวกระดองเฉลี่ยในระยะเวลาการเลี้ยงที่ 30 วัน เท่ากับ 2.70 ± 0.36 2.29 ± 0.21 2.56 ± 0.22 และ 2.00 ± 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปูม้ามีความยาวกระดองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปูม้ามีความยาวกระดองเฉลี่ยในระยะเวลาการเลี้ยงที่ 60 วัน เท่ากับ 3.88 ± 0.23 3.31 ± 0.25 4.52 ± 0.31 และ 4.39 ± 0.47 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 3) และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปูม้ามีความยาวกระดองเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

4) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าที่ระดับความหนาแน่น 4 ระดับ 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร ที่เลี้ยงในระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 5.36 ± 0.19 5.05 ± 0.12 6.26 ± 0.19 และ 5.62 ± 0.19 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (Figure 4) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปูม้าที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นต่างกันที่ 60 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

5) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average daily growth)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าที่ระดับความหนาแน่น 4 ระดับ 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร ที่เลี้ยงในระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 ± 0.02 0.15 ± 0.01 0.28 ± 0.05 และ 0.18 ± 0.03 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (Figure 4) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปูม้าที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นต่างกันที่ 60 วัน น้ำหนักเพิ่มต่อวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

6) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าที่ระดับความหนาแน่น 4 ระดับ 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร ที่เลี้ยงในระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2442.12 ± 2.36 1985.76 ± 3.73 4253.29 ± 5.67 และ 2864.82 ± 7.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

(Figure 5) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปูม้าที่เลี้ยงในระยะเวลา 60 วัน เพอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

7) อัตราการรอดตาย (Survival rate)

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าที่ระดับความหนาแน่น 4 ระดับ 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร ที่เลี้ยงในระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า อัตราการรอดตายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.77 ± 14.69 61.11 ± 11.82 22.22 ± 8.15 และ 16.66 ± 6.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 5) เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปูม้าที่เลี้ยงในระยะเวลา 60 วัน ที่ระดับความหนาแน่น 25 และ 50 ตัว/ตารางเมตร มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับระดับความหนาแน่น 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร

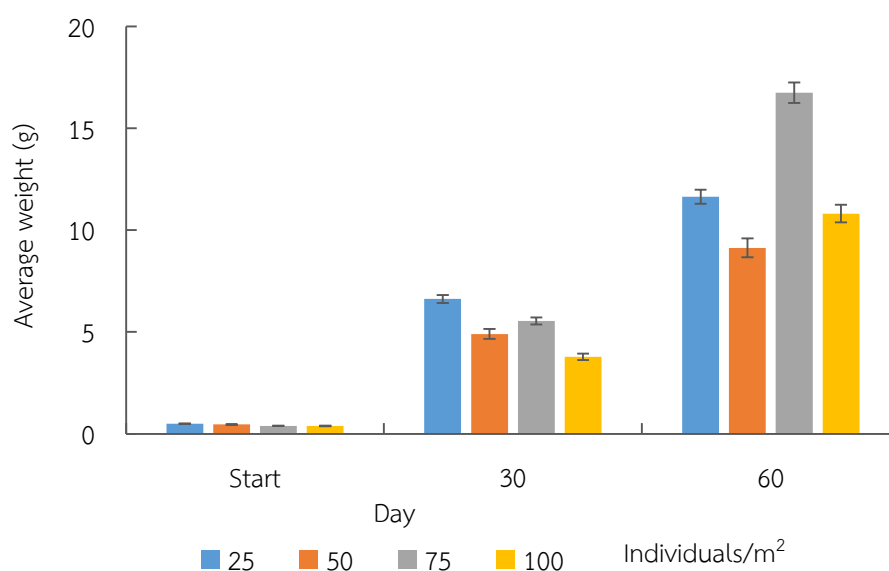


Figure 1 The average weight of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in plastic tanks at different densities.

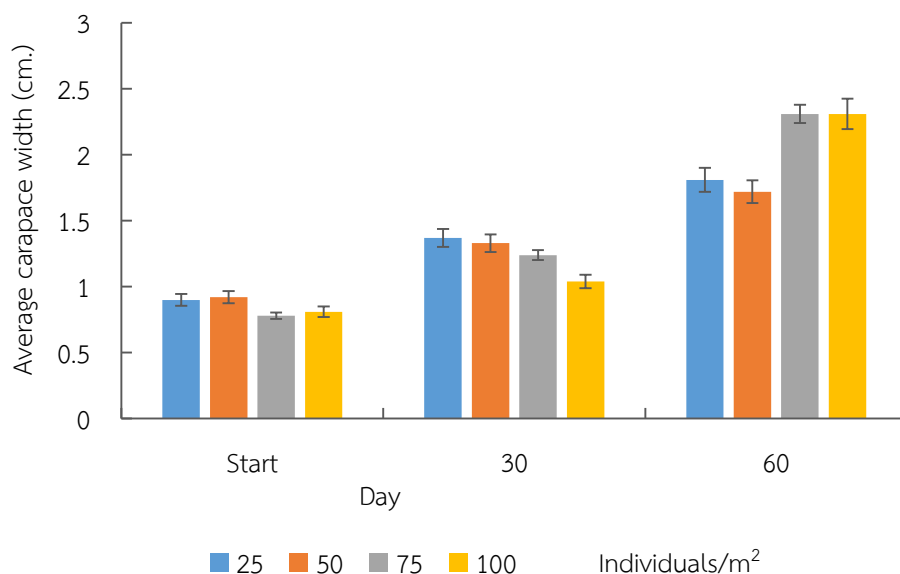


Figure 2 The average carapace width of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in plastic tanks at different densities.

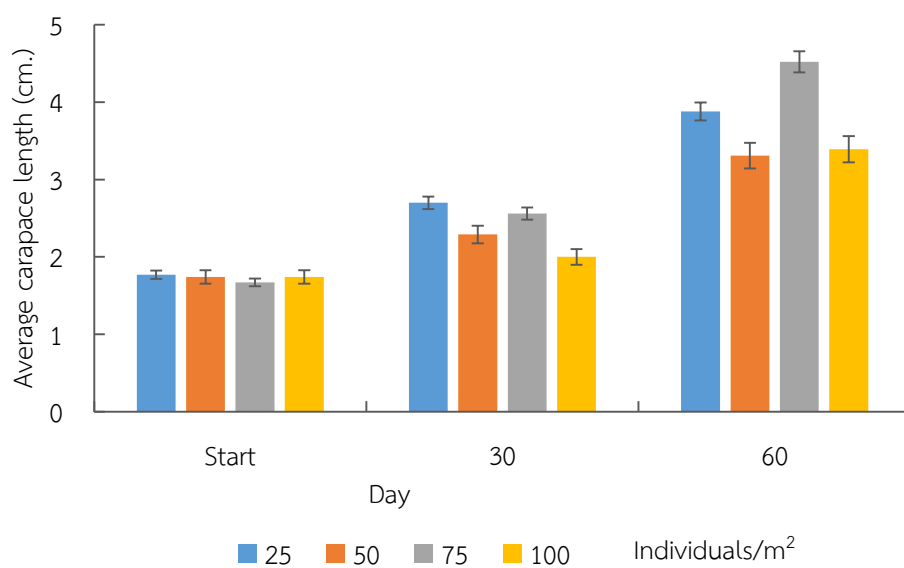


Figure 3 The average carapace length of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in plastic tanks at different densities.

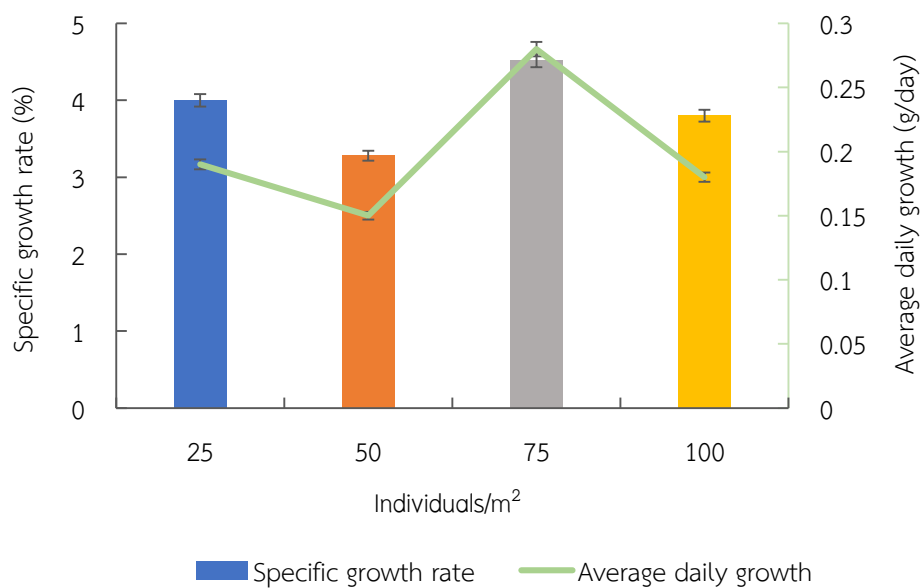


Figure 4 The specific growth rate and average daily growth of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in plastic tanks at different densities.

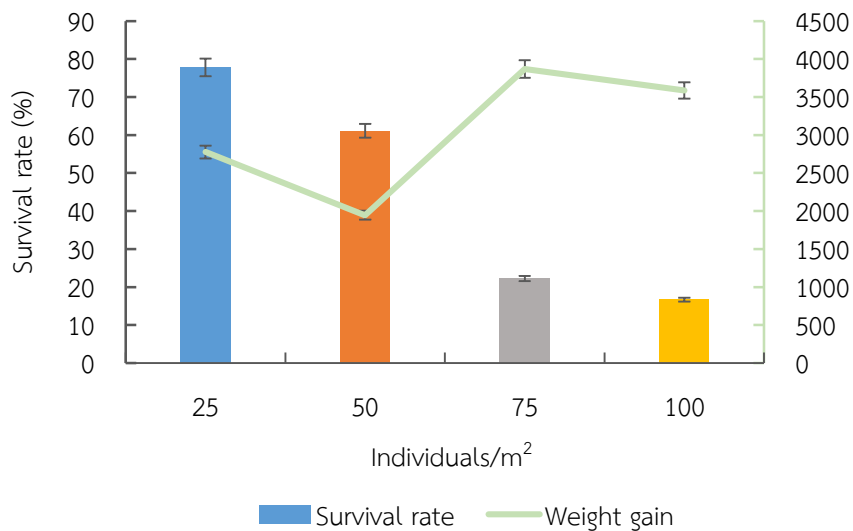


Figure 5 The survival rate and weight gain of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in plastic tanks at different densities.

วิจารณ์และสรุปผล

1) การเจริญเติบโตของปูม้า

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน โดยมีระดับความหนาแน่น 25 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปูม้าที่เลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดตายดีที่สุด เนื่องจากปูม้าที่เลี้ยงในความหนาแน่นน้อยนั้น มีพื้นที่ในการหลบซ่อนเยอะกว่าที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูง และใกล้เคียงกับงานวิจัยของ (ชัยวัฒน์ วิชัยวัฒน์ และ อารณ เทพพานิช, 2553) ที่ได้ทำการศึกษาลูกปูทะเลวัยอ่อนระยะคราบแรกในกระชังขนาด 100 ตารางเมตรที่วางในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่น 50 100 และ 150 ตัวต่อตารางเมตร พบว่าปูทะเลที่ระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยง แต่จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตในครั้งนี้ต่ำกว่า (กอบศักดิ์ เกตุเหมือน และคณะ, 2547) ที่เลี้ยงในบ่อดินความหนาแน่น 1.56 ตัว/ตารางเมตร ส่วนค่าน้ำหนักและความกว้างกระดองเฉลี่ยต่ำกว่าการศึกษาของ วารินทร์ ธนาสมหวัง (2548) และ Oniam et al. (2016) แต่ความยาวกระดองเฉลี่ยสอดคล้องกันกับ วารินทร์ ธนาสมหวัง (2548) ที่เลี้ยงในกล่องด้วยพลาสติกและอาหารสำเร็จรูป ในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 75 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าทุกชุดการทดลอง แต่พบว่ามีอัตราการรอดค่อนข้างน้อย เนื่องจากมีอัตราการกินกันเองสูง เช่นเดียวกับปูม้าที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Marshall et al. (2005) ที่ทำการอนุบาลลูกปูม้าในพื้นที่หลบซ่อน ต่างกัน 3 ระดับ ซึ่งพบว่าปูม้าที่เลี้ยงในบ่อที่มีพื้นที่หลบซ่อนน้อย ปูที่มีขนาดเล็กจะถูกกินในช่วงระยะเวลาเริ่มแรกของการทดลอง ทำให้ปูที่เหลือรอดมีน้ำหนักมากกว่าปูที่ถูกกินอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าปูม้าที่เหลือรอดจากการกินกันเอง จะมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยเป็นสองเท่าของปูที่ถูกกิน ซึ่งการกินกันเองส่วนใหญ่ของปูม้าในการทดลองครั้งนี้ มักอยู่ในช่วงที่เปลือกยังไม่แข็งนิ่มอยู่ เนื่องจากระยะนี้ปูจะมีความอ่อนแอเป็นพิเศษ เคลื่อนไหวได้น้อย อ่อนแรงและปกป้องตัวเองได้น้อย (Polis, 1981) อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลชัดเจนว่าการกินกันเองของปูม้าเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งอาจสันนิษฐานได้ว่า อาจเกิดจากการปล่อยสารเคมี ฮอร์โมนในระหว่างการลอกคราบ หรือการมองเห็นปูตัวอื่นเคลื่อนไหวขณะลอกคราบ ซึ่งอิทธิพลเหล่านี้อาจส่งผลถึงพฤติกรรมความก้าวร้าวที่เพิ่มขึ้น และอาจเกี่ยวข้องกับความเร็วของปู ก่อนเข้าสู่ระยะการลอกคราบ ทั้งนี้จากการศึกษาของ Bolingbroke and Kass-Simon (2001) พบว่าหลักการทำงานของฮอร์โมน ecdysteroid หรือ ecdysone ทำให้เกิดความก้าวร้าวเพิ่มขึ้นก่อนระยะการลอกคราบใน กุ้งอเมริกันล็อบสเตอร์ (*Homarus americanus*) นอกจากนี้ยังพบว่า ปูม้าจะมีพฤติกรรมกินกันเองเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอาหารมากเกินไป (overfeeding) ซึ่งพฤติกรรมนี้ปูจะเกิดการกินหรือทำร้ายกันเอง โดยไม่ถือว่าเหยื่อเหล่านั้นเป็นอาหาร เนื่องจากต้องการกำจัดคู่แข่ง และเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยในระหว่างการลอกคราบ ซึ่งเป็นช่วงที่ปูอ่อนแอที่สุด ดังนั้นปูม้าที่เหลือรอดจึงเป็นปูที่มีความแข็งแรงและมีอัตราการเจริญเติบโตดี (Marshall et al., 2005)

2) อัตราการรอดตายของปูม้า

อัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นต่างกัน พบว่าอัตราการรอดตายที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดตาย 77.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการเลี้ยงในบ่อดินจากการศึกษาของ กอบศักดิ์ เกตุเหมือน และคณะ (2547); อารมณ์ เทพพานิช และ สำรวย ชุมวรฐายี, (2548); Oniam et al. (2016) ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยวัฒน์ วิชัยวัฒน์ และ อารมณ์ เทพพานิช (2553) ที่ทำการศึกษากการเลี้ยงลูกปูทะเลวัยอ่อนระยะแรกในกระชังขนาด 100 ตารางเมตร ที่วางในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่น 50 100 และ 150 ตัวต่อตารางเมตร ในการอนุบาลลูกปูทะเลจากระยะวัยอ่อนแรกจนถึงขนาดประมาณ 2.50 เซนติเมตร ที่ระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร เป็นระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลเพราะมีอัตราการรอดตายดีที่สุด

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าในการทดลองครั้งนี้ พบว่าความหนาแน่นในการเลี้ยงมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้า โดยที่ชุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งมีอัตราการรอดตายที่ดีกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่น 50 75 และ 100 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งนี้เมื่อปูม้ามีการลอกคราบจะถูกปูม้าตัวที่แข็งแรงกว่ากิน และจะมีการกินกันเองสูง ซึ่งอาจเป็นเพราะปูม้าที่ลอกคราบร่างกายจะมีความอ่อนแอ จึงไม่สามารถต่อสู้หรือป้องกันตัวเอง เพื่อไม่ให้ถูกกินได้รวมทั้งพื้นที่ในการหลบซ่อน ที่มีอยู่น้อยหรือไม่พอสำหรับการหลบซ่อนหรือวางตัว เพื่อที่จะหลบหลีกอันตรายจากตัวอื่นภายในบ่อเดียวกัน ซึ่งการกินกันเองในช่วงของการลอกคราบ ทำให้การเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นที่สูง และความหนาแน่นน้อยส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายต่างกัน ทั้งนี้ Vijayan and Leatherland (1988) ให้เหตุผลว่า สัตว์น้ำที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูง จะเกิดการแย่งชิงกันและกันทั้งด้านอาหาร พื้นที่อาศัย และอากาศ จะทำให้สัตว์น้ำเกิดความเครียดที่เรียกว่า Chronic crowding stress เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการดำรงชีวิตผิดปกติไป ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเลี้ยงปูม้าในครั้งนี้เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าปูม้าที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการรอดตายสูงสุดอยู่ที่ 77.77 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 75 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด จากการศึกษาดังกล่าว สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยด้านอื่นๆ เพิ่มเติม อีกทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลี้ยงปูม้าและนำไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปปรับใช้ในการเลี้ยงภายในครัวเรือนหรือในเชิงพาณิชย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอันดามันตอนล่าง (สตูล) ที่สนับสนุนลูกปูม้าเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการสนับสนุนด้านสถานที่ และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2539). *การเพาะเลี้ยงปูม้า*. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมการประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมประมง. (2551). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2548*. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมการประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กอบศักดิ์ เกตุเหมือน, ก่อเกียรติ กุลแก้ว, และ สุภาวดี จิตต์หมั่น. (2547). *การเลี้ยงปูม้า Portunus pelagicus (Linnaeus, 1758) ในบ่อดิน* (รายงานผลการวิจัย). สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา.
- เขียน สีนอนวงศ์. (2520). *การศึกษาชีววิทยาของปูม้า Portunus pelagicus (Linnaeus) ในอ่าวไทย* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ขวัญไชย อยู่ดี. (2522). *การศึกษาชีววิทยาของปูม้าในอ่าวไทย* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชัยวัฒน์ วิชัยวัฒน์, และ อารมณ์ เทพพานิช. (2553). *การเลี้ยงปูทะเล (Scylla paramamosain Estampador, 1949) ระยะคราบแรก (1st Crab Stage) จนถึงขนาด 2.5 เซนติเมตรที่ความหนาแน่นต่างกัน ในกระชังในบ่อดิน* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชูชาติ ชัยรัตน์. (2528). *การศึกษาเกี่ยวกับปูทะเล* (รายงานผลการวิจัย). จันทบุรี: สถานีประมงน้ำจืดจันทบุรี.
- บรรจง เทียนสงครัมภ์. (2544). *การเพาะเลี้ยงปูม้า : ทางเลือกใหม่ของเกษตรกรปี 2000*. วารสารสัตว์น้ำ, 12(145), 163-168.
- บรรจง เทียนสงครัมภ์. (2550). *การเพาะเลี้ยงปูม้าในทะเลชายฝั่งแบบชุมชนมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- บุญรัตน์ ประทุมชาติ, และ ปภาศิริ บาร์เนท. (2548). *การพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงปูม้า (Portunus pelagicus) ในเชิงพาณิชย์* (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

- บุญรัตน์ ประทุมชาติ, และ สุริยัน ัญญุกิจจานุกิจ. (2548). ผลของความเค็มน้ำ ชนิดอาหาร และสิ่งหลบซ่อนต่อการพัฒนาการการเจริญเติบโต และการรอดตายของการอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus*) (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, วาสนา อากรัตน์, และ เทพบุตร เวชกามา. (2555). การประเมินอัตราการกินอาหาร และการรอดตายของปูม้า (*Portunus pelagicus*) ที่เลี้ยงในบ่อดิน. วารสารเกษตร, 28(1), 83-91.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง. (2548). การเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์. สมุทรสาคร: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร.
- วิมล จันทโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน, และสมฤกษ์ ชินมุข. (2535). อาหารที่ระดับโปรตีนต่างกันแต่พลังงานคงที่ต่อการเจริญเติบโตและไขมันสะสมในปลาสร้อย (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.
- สุวดี บรรดาศักดิ์. (2555). การเพาะเลี้ยงปูม้า. [http:// rakbankerd.com](http://rakbankerd.com).
- อาภรณ์ เทพพานิช, และ สำรวย ชุมวรฐายี. (2548). การเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน ในบ่อดิน. (รายงานผลการวิจัย). สุราษฎร์ธานี: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง สุราษฎร์ธานี.
- Bolingbroke, M., & Kass-Simon, G. (2001). 20-Hydroxyecdysone causes increased aggressiveness in female American lobsters *Homarus americanus*. *Hormones and Behavior*, 39(2), 144-56.
- Brown, M. E. (1957). *The physiology of fishes*. New York, United States: Academic Press.
- Hill, B. J. (1975). Abundance, breeding and growth of the crab *Scylla serrata* in two South African estuaries. *Marine Biology*, 32, 119-126.
- Hill, B. J., Williams, M. J., Dutton, P., & Valley, F. (1982). Distribution of juvenile, subadult and adult *Scylla serrata* (Crustacea: Portunidae) on tidal flats in Australia. *Marine Biology*, 120, 117-120.
- Ikhwanuddin, M., Talpur, A. D., Azra, M. N., Azlie, B. M., Hii, Y. H., & Abol-Munafi, A. B. (2012). Effects of stocking density on the survival, growth and development rate of early stages blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). *Larvae. World Applied Sciences Journal*, 18(3), 379-384.
- Marshall, S., Warburton, K., Paterson, B., & Mann, D. (2005). Cannibalism in juvenile blue-swimmer crabs *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): Effects of body size, moult stage and refuge availability. *Applied Animal Behaviour Science*, 90, 65-82.
- Oniam, V., Taparhude, W., & Nimitkul, S. (2016). Effect of feeding frequency on growth, survival, water and bottom soil qualities in blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) pond culture systems. *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 40(2), 17-28.
- Polis, G. A. (1981). The evolution and dynamics of intraspecific predation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12, 225-251.
- Pratoomchat, B., Sawangwong, P., & Machado, J. (2004). Identification of molting stages of *Scylla serrata* based on cuticle morphology (pp. 98-102). In *Proceedings of Biomineralization: Formation, Diversity, Evolution and Application*. Tokyo, Japan: Tokai University Press.
- Tina, F. W., Darumas, U., & Chairat, M. (2014). Feed acceptability, survival and growth performance of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*. L) fed with different cheaper diets. *Multi-Disciplinary Edu. Global Quest*, 3(1-9), 31-43.
- Vijayan, M. M., & Leatherland, J. F. (1988). Effect of stocking density on the growth and stress-response in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *Aquaculture*, 75(5), 159-170.