การเจริญเติบโตของปูทะเล (*Scylla* spp.) หลังการลอกคราบ

Growth Rate of Mud Crabs (*Scylla* spp.) after Molting

ภัทราวดี ศรีมีเทียน[1*]และจิติมา สุวรรณมาลา[2]

Pattarawadee Srimeetian[1] and Jitima Suwanmala[2]

[1]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อ. เมือง จ. นราธิวาส 96000

[1]Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University, Narathiwas 96000, Thailand

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. เมือง จ. ปัตตานี 94000

[2]Faculty of Sciences and Technology, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand

*Corresponding author: e-mail; srimeetian1212@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปูทะเลหลังการลอกคราบ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ปูน้ำหนัก 50-79 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 ปูน้ำหนัก 80-109 กรัม ผลการทดลองพบว่า น้ำหนัก ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง และความหนาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูกระดองนิ่ม และปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังการลอกคราบในชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใกล้ลอกคราบกระดองของปูกรอบ บาง และแตกหักง่าย ส่วนปูหลังการลอกคราบใหม่มีกระดองนิ่ม หลังจากนั้นเฉลี่ย 18 วัน ปูกลับมามีกระดองแข็งสมบูรณ์อีกครั้ง ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทางด้านการเพาะเลี้ยงปูทะเล

คำสำคัญ: ปูทะเล การเจริญเติบโต การลอกคราบ กระดองนิ่ม กระดองแข็ง

Abstract

This research was aimed to study the growth rate of mud crab (*Scylla* spp.) after molting. The experiment was divided into two treatments: 1) the mud crab's weight was 50-79 grams and 2) the crab's weight was 80-109 grams. It was found that the increase of weight, carapace width, carapace length and thickness of soft shell crab and hard shell crab in both treatments were not significant ($p>0.05$). Moreover, it was found that the carapace of premolt mud crab was thin and easily broken. After molting, the new shell was soft and took 18 days to be fully harden again. This research provides useful information of mud crab culture.

Keywords: mud crab, growth rate, molting, soft shell, hard shell

คำนำ

ปูทะเล (*Scylla* spp.) เป็นที่นิยมบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยประเทศไทยมีการส่งออกปูในรูปแบบต่าง ๆ ไปยังทั่วโลก เช่น มาเลเซีย ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น การส่งออกปูรวมใน พ.ศ. 2560 คิดเป็นมูลค่าทั้งหมดเท่ากับ 1,141.77 ล้านบาท (Department of Fisheries, 2018) เนื่องจากปูทะเลเป็นที่ต้องการของตลาดจึงส่งผลดีต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปูทะเลเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ยังมี

อุตสาหกรรมจากการเลี้ยงปูทะเล เช่น อุตสาหกรรมการแปรรูป ได้แก่ ปูสดแช่เย็น ปูกระป๋อง และปูที่ปรุงแต่งหรือทำไว้ไม่ให้เสีย เป็นต้น และยังมีอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่ได้จากการเลี้ยงปูทะเลอีกด้วย ได้แก่ อุตสาหกรรมไคติน-ไคโตซาน โดยการนำกระดองปูมาใช้ในอุตสาหกรรมนี้ ซึ่งไคติน-ไคโตซานมีประโยชน์และถูกนำมาใช้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านการเกษตร อาหารเสริมสุขภาพ การแพทย์ และเภสัช เป็นต้น (Tiensongrusmee, 2008) การเลี้ยงปูทะเลนั้นเกษตรกรจะนำปูเล็กจากธรรมชาติขนาดประมาณ 50-110 กรัม มาเลี้ยงจนได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งขนาดที่ตลาดต้องการนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของปูทะเล เช่น ปูกระดองแข็งสมบูรณ์ (ปูเนื้อ) ตลาดมีความต้องการขนาดน้ำหนักประมาณ 100-600 กรัม/ตัว ส่วนปูกระดองนิ่มตลาดมีความต้องการขนาดประมาณ 70-250 กรัม/ตัว เช่นเดียวกับราคาปูที่จำหน่ายก็ขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของปูทะเลด้วย เช่น ปูกระดองแข็งสมบูรณ์ขนาด 10, 8, 5 และ 3 ตัว/กิโลกรัม ราคา 100, 250, 350 และ 500 บาท ตามลำดับ ส่วนปูกระดองนิ่มขนาด 14,12, 10 และ 8 ตัว/กิโลกรัม ราคา 320, 350, 360 และ 400 บาท ตามลำดับ (Tiensongrusmee, 2010)

การเพิ่มขนาดหรือการเจริญเติบโตของปูทะเลนั้นต้องอาศัยการลอกคราบ เนื่องจากกระดองของปูเป็นสารประกอบพวกหินปูนที่มีความแข็งมาก จึงไม่สามารถขยายเพิ่มขนาดตัวออกไปได้ ดังนั้นปูจะมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ก็ต่อเมื่อได้สลัดเปลือกเก่าทิ้งและสร้างเปลือกใหม่ โดยปูที่ลอกคราบใหม่ ๆ โครงร่างจะอ่อนนิ่มไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ซึ่งเรียกปูดังกล่าวว่าปูกระดองนิ่ม หลังจากนั้นกระดองจะเริ่มแข็งขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งปูมีกระดองแข็งอีกครั้งเรียกว่าปูกระดองแข็งสมบูรณ์ แล้วจากปูกระดองแข็งปูก็จะเข้าสู่กระบวนการลอกคราบเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตโดยการลอกคราบต่อไป ปูมีการลอกคราบตลอดทั้งปีและตลอดชีวิต (Srimeetian, 2010) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบของปูนั้น ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำ และอาหาร เป็นต้น โดย Theppanich *et al*. (2011) รายงานว่าปูชนิด *S. paramamosain* ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาในการลอกคราบเท่ากับ 39.58 วัน/ครั้ง ส่วนปูที่เลี้ยงเนื้อปลาหลังเขียวสดใช้ระยะเวลาในการลอกคราบ 32.08 วัน/ครั้ง นอกจากนี้การสูญเสียรยางค์ก็มีอิทธิพลต่อการลอกคราบของปูด้วยเช่นกัน ซึ่ง Tiensongrusmee (2002) กล่าวว่าการสูญเสียรยางค์ของปูจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระบวนการงอกใหม่ของรยางค์ ทำให้ปูลอกคราบเร็วขึ้นเพื่อสร้างรยางค์ทดแทนส่วนที่สูญเสียไป โดย Singthaweesak (2003) รายงานว่าปูชนิด *S. serrata* ที่สูญเสียรยางค์ก้าม ขาเดิน เหลือไว้เฉพาะขาว่ายน้ำเพียง 1 คู่ ใช้ระยะเวลาในการลอกคราบ 22.15 วัน ส่วนปูที่มีรยางค์ครบสมบูรณ์ ใช้เวลาในการลอกคราบ 30.83 วันนอกจากนี้ Tiensongrusmee (2002) ยังกล่าวว่าปูที่มีขนาดเล็กใช้ระยะเวลาในการลอกคราบสั้นหรือเร็วกว่าปูที่มีขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับ Koedprang and Songrak (2011) ที่รายงานว่าปูชนิด *Thalamita crenata* ที่มีขนาดความกว้างกระดอง 4.60 และ 6.80 เซนติเมตร ใช้ระยะเวลาในการลอกคราบ 7 และ 28 วัน ตามลำดับ

การเพิ่มขนาดของปูทะเลหลังการลอกคราบนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของปูทะเล โดยปัจจุบันยังไม่ทราบเป็นที่แน่ชัดเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของขนาดปูทะเลหลังจากลอกคราบจนกระทั่งเป็นปูกระดองนิ่มและจากปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาน้ำหนัก ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง และความหนาของปูทะเลจากกระดองแข็งเริ่มต้นไปเป็นปูกระดองนิ่ม และ

ศึกษาน้ำหนัก ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง และความหนาของปูทะเลจากปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งอีกครั้ง ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้สำหรับเป็นข้อมูลในการเพาะเลี้ยงปูทะเลต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง (treatments) ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ปูน้ำหนัก 50-79 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 ปูน้ำหนัก 80-109 กรัม โดยแต่ละชุดการทดลองใช้ปูตัวอย่างจำนวน 25 ตัว

การเตรียมสัตว์ทดลอง

การเตรียมปูทดลองโดยใช้ปูกระดองแข็งขนาด 50-109 กรัม นำมาวัดความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง ความหนา และชั่งน้ำหนัก ซึ่งทำการแบ่งปูทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง (ชุดการทดลองที่ 1 ปูน้ำหนัก 50-79 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 ปูน้ำหนัก 80-109 กรัม) หลังจากนั้นนำปูลงเลี้ยงในตะกร้าพลาสติก 1 ตะกร้าต่อปู 1 ตัว แล้วนำกล่องวางบนแพลอยน้ำในบ่อซีเมนต์ (Fig. 1A) โดยความเค็มน้ำที่ใช้เลี้ยงเท่ากับ 25-30 ส่วนในพันส่วน ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงปูทะเลเป็นเวลา 60 วัน ให้ปลาสดเป็นอาหารปูวันละ 1 ครั้ง ซึ่งปลาสดทำการตัดหัวและหางทิ้งใช้เฉพาะส่วนบริเวณของตัวปลา นำมาหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1 นิ้ว (Fig. 1B) ให้อาหารปลาสดร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวปู การคำนวณปริมาณอาหารที่ปูทดลองกิน ดังนี้

ปริมาณอาหารทั้งหมด = น้ำหนักอาหารปลาสดที่ปูกิน (กรัม) x จำนวนวันที่ทำการทดลอง

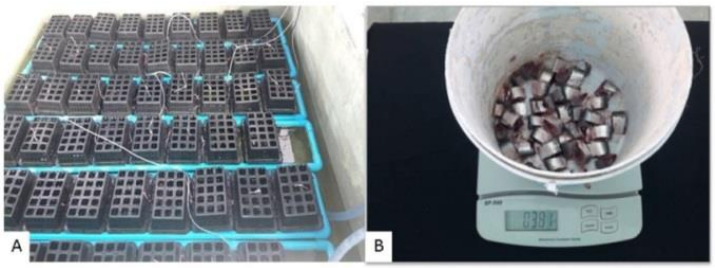

Figure 1 The boxes were used to separate each crab in crab culture (A), using fish for crab feed (B).

การศึกษาปูกระดองนิ่มหลังการลอกคราบ

การศึกษาปูกระดองนิ่มโดยการตรวจสอบการลอกคราบปูทุก ๆ วัน เพื่อตรวจดูว่าปูมีการลอกคราบเป็นปูกระดองนิ่มหรือไม่ เมื่อปูลอกคราบเป็นปูกระดองนิ่มแล้วนำปูมาวัดความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง ความหนา และชั่งน้ำหนัก ทำการจดบันทึกระยะเวลาการลอกคราบของปูทดลอง

การศึกษาปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังการลอกคราบ

การศึกษาปูกระดองแข็งหลังการลอกคราบโดยการเลี้ยงปูกระดองนิ่มต่อจนกระทั่งปูมีกระดองแข็งสมบูรณ์ (ปูเนื้อแน่น) เมื่อปูมีกระดองแข็งแล้วนำมาวัดความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง ความหนา และชั่งน้ำหนัก จดบันทึกระยะเวลาจากปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังทำการสังเกตการณ์การลอกคราบเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของปูทะเลและทำการจดบันทึก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ปูกระดองนิ่มหลังการลอกคราบ

น้ำหนักปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้น = น้ำหนักปูกระดองนิ่ม – น้ำหนักปูกระดองแข็งเริ่มต้น (กรัม)

ความกว้างปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้น = ความกว้างปูกระดองนิ่ม – ความกว้างปูกระดองแข็งเริ่มต้น (เซนติเมตร; ซม.)

ความยาวปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้น = ความยาวปูกระดองนิ่ม – ความยาวปูกระดองแข็งเริ่มต้น (ซม.)

ความหนาปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้น = ความหนาปูกระดองนิ่ม – ความหนาปูกระดองแข็งเริ่มต้น (ซม.)

ปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังการลอกคราบ

น้ำหนักปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้น = น้ำหนักปูกระดองแข็งสุดท้าย – น้ำหนักปูกระดองแข็งเริ่มต้น (กรัม)

ความกว้างปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้น = ความกว้างปูกระดองแข็งสุดท้าย – ความกว้างปูกระดองแข็งเริ่มต้น (ซม.)

ความยาวปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้น = ความยาวปูกระดองแข็งสุดท้าย – ความยาวปูกระดองแข็งเริ่มต้น (ซม.)

ความหนาปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้น = ความหนาปูกระดองแข็งสุดท้าย – ความหนาปูกระดองแข็งเริ่มต้น (ซม.)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

การศึกษาในครั้งนี้การใช้สัตว์ทดลองอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ของสถาบัน สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัสโครงการ 2561-11-012

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตของปูทะเลหลังการลอกคราบ

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปูทะเลหลังการลอกคราบ เพื่อเป็นปูกระดองนิ่มและปูกระดองแข็งสมบูรณ์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ชุดการทดลองที่ 1 ปูน้ำหนัก 50-79 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 ปูน้ำหนัก 80-109 กรัม เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า น้ำหนักปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย และน้ำหนักปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 (Table 1) เช่นเดียวกับความกว้างปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยและความกว้างปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 (Table 2) ขณะที่ความยาวปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยและความยาวปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 เช่นกัน (Table 3) สำหรับความหนาปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยและความหนาปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของชุดการทดลองกลุ่มที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) จากชุดการทดลองที่ 2 (Table 4) นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการลอกคราบ

เฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 ส่วนระยะเวลาเฉลี่ยจากปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์ของชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 (Table 5) เช่นกัน

Table 1 Average body weight (g) of soft shell crab and hard shell crab within 60 days

Parameter	Treatment 1	Treatment 2
Initial body weight of crab	70.28±0.81	96.40±1.93
Body weight of soft shell crab	119.32±1.69	139.96±3.17
Increase in body weight of soft shell crab	49.04±1.52	43.56±2.43^{ns}
Body weight of hard shell crab	123.88±3.14	144.28±3.26
Increase in body weight of hard shell crab	53.60±3.07	47.88±2.74^{ns}

Note: Value in the same row, ns = not significant ($p>0.05$)

Table 2 Average carapace width (cm) of soft shell crab and hard shell crab within 60 days

Parameter	Treatment 1	Treatment 2
Initial carapace width of crab	6.86±0.07	7.56±0.04
Carapace width of soft shell crab	7.71±0.04	8.59±0.08
Increase in carapace width of soft shell crab	0.85±0.05	1.03±0.10^{ns}
Carapace width of hard shell crab	7.91±0.05	8.78±0.07
Increase in carapace width of hard shell crab	1.05±0.04	1.22±0.09^{ns}

Note: Value in the same row, ns = not significant ($p>0.05$)

Table 3 Average carapace length (cm) of soft shell crab and hard shell crab within 60 days

Parameter	Treatment 1	Treatment 2
Initial carapace length of crab	4.89±0.08	5.36±0.07
Carapace length of soft shell crab	5.47±0.04	6.04±0.06
Increase in carapace length of soft shell crab	0.58±0.05	0.68±0.03^{ns}
Carapace length of hard shell crab	5.57±0.05	6.17±0.06
Increase in carapace length of hard shell crab	0.68±0.05	0.81±0.04^{ns}

Note: Value in the same row, ns = not significant ($p>0.05$)

Table 4 Average carapace thickness (cm) of soft shell crab and hard shell crab within 60 days

Parameter	Treatment 1	Treatment 2
Initial carapace thickness of crab	3.05±0.15	3.27±0.06
Carapace thickness of soft shell crab	3.25±0.14	3.61±0.09
Increase in carapace thickness of soft shell crab	0.20±0.03	0.34 ± 0.07^{ns}
Carapace thickness of hard shell crab	3.35±0.13	3.72±0.08
Increase in carapace thickness of hard shell crab	0.30±0.04	0.45 ± 0.07^{ns}

Note: Value in the same row, ns = not significant (p>0.05)

Table 5 Average time interval in molting (days) and average time interval in hard shell crab (days) after molting of mud crabs

	Treatment 1	Treatment 2
Time interval in molting (days)	38.83±4.35	33.77 ± 8.51^{ns}
Time interval in hard shell crab (days) after molting	18.16±1.16	17.55 ± 1.33^{ns}

Note: Value in the same row, ns = not significant (p>0.05)

จากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าปริมาณอาหารที่ปูกินในชุดการทดลองที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 7.02 กรัม/ตัว/วัน และเมื่อเลี้ยงปูจนกระทั่งเป็นปูกระดองนิ่มใช้ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 38.83 วัน ซึ่งปูกินอาหารจนกระทั่งเป็นปูกระดองนิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 272.58 กรัม/ตัว ส่วนชุดการทดลองที่ 2 ปูตัวอย่างกินอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 9.64 กรัม/ตัว/วัน เมื่อเลี้ยงปูจนกระทั่งเป็นปูกระดองนิ่มใช้ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 33.77 วัน ซึ่งปูกินอาหารจนกระทั่งเป็นปูกระดองนิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 325.54 กรัม/ตัว นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเลี้ยงปูกระดองนิ่มต่อเพื่อเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์พบว่าชุดการทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 18.16 วัน ซึ่งปูเริ่มกินอาหารหลังการลอกคราบ 2 วัน โดยอาหารที่ปูกินในชุดการทดลองที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 11.93 กรัม/ตัว/วัน ซึ่งปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งของชุดการทดลองที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 192.78 กรัม/ตัว ขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 17.55 วัน ซึ่งปูเริ่มกินอาหารหลังการลอกคราบ 2 วัน โดยอาหารที่ปูกินในชุดการทดลองที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 13.99 กรัม/ตัว/วัน ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งของชุดการทดลองที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 217.54 กรัม/ตัว

ปูตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 หลังลอกคราบเป็นปูกระดองนิ่มมีน้ำหนักเฉลี่ย 119.32 กรัม/ตัว ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 70 จากน้ำหนักเดิม โดยปูกินอาหารปลาสดเฉลี่ยเท่ากับ 272.58 กรัม/ตัว ส่วนปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังลอกคราบมีน้ำหนักเฉลี่ย 123.88 กรัม ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 76.26 จากน้ำหนักเดิม โดยปูกินอาหารปลาสดเฉลี่ยเท่ากับ 465.36 กรัม/ตัว ขณะที่ปูตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 2 หลังลอกคราบเป็นปูกระดองนิ่มมีน้ำหนักเฉลี่ย 139.96 กรัม ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 45.18 จากน้ำหนักเดิม ซึ่งปูกินอาหารปลาสดเฉลี่ยเท่ากับ 325.54 กรัม/ตัว สำหรับปูกระดองแข็งสมบูรณ์น้ำหนักเฉลี่ย 144.28

กรัม ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 49.66 จากน้ำหนักเดิม โดยปูกินอาหารปลาสดเฉลี่ยเท่ากับ 543.08 กรัม/ตัว

ส่วนการศึกษาผลผลิตพบว่าชุดการทดลองที่ 1 ปูตัวอย่างมีน้ำหนักรวมเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1,757 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ผลผลิตเป็นปูกระดองนิ่มหลังการลอกคราบเฉลี่ยเท่ากับ 2,983 กรัม เฉลี่ย 8 ตัว/กิโลกรัม ส่วนปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังการลอกคราบได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,097 กรัม เฉลี่ย 8 ตัว/กิโลกรัม ขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 น้ำหนักปูตัวอย่างรวมเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2,410 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ผลผลิตเป็นปูกระดองนิ่มหลังการลอกคราบเฉลี่ยเท่ากับ 3,499 กรัม เฉลี่ย 7 ตัว/กิโลกรัม ส่วนปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังการลอกคราบได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,607 กรัม เฉลี่ย 7 ตัว/กิโลกรัม

นอกจากนี้จากการสังเกตและการจดบันทึกการลอกคราบของปูทะเล พบว่าบริเวณรอยต่อระหว่างกระดองและจับปิ้งชิดติดกันแน่น (Fig. 2A) แต่เมื่อปูใกล้ลอกคราบสังเกตได้ว่าก่อนการลอกคราบ 1 สัปดาห์ บริเวณรอยต่อดังกล่าวค่อย ๆ แยก และยืดออก (Fig. 2B) โดยก่อนการลอกคราบ 2 วัน บริเวณรอยต่อระหว่างกระดองยืดและปริออกอย่างชัดเจน (Fig. 2C) หลังจากนั้นบริเวณรอยต่อระหว่างกระดองแตกแยกออกจากกันเผยให้เห็นคราบใหม่ (Fig. 2D-E) แล้วปูค่อย ๆ ถอยหลังออกทางส่วนท้ายบริเวณรอยต่อระหว่างกระดองกับจับปิ้ง การสังเกตว่าปูลอกคราบเสร็จสมบูรณ์แล้วนั้น การสังเกตในตะกร้าเหมือนมีปู 2 ตัว (Fig. 2F) นั่นแสดงว่าปูสามารถถอดโครงร่างใหม่ออกจากโครงร่างเก่าเรียบร้อยแล้ว โดยโครงร่างใหม่เหมือนเดิมทุกประการซึ่งโครงร่างเก่ามีขนาดเล็กกว่าโครงร่างใหม่ (Fig. 3) อย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งโครงร่างเก่าเปราะบางและแตกหักง่าย ส่วนโครงร่างใหม่ของปูที่ลอกคราบใหม่ ๆ นั้นจะอ่อนนิ่ม ไม่มีแรง ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ขาไม่สามารถพยุงร่างกายให้อยู่ในน้ำได้ เคลื่อนที่และเคลื่อนไหวไม่ได้ นอกจากนี้ปูหลังลอกคราบใหม่ ๆ จะไม่กินอาหาร ซึ่งหลังจากการลอกคราบแล้ว 6 ชั่วโมง กระดองของปูจะเริ่มแข็งขึ้นซึ่งมีลักษณะคล้ายกระดาษไม่สามารถจำหน่ายเป็นปูนิ่มได้ หลังการลอกคราบ 1 วัน พบว่าโครงร่างแข็งขึ้นเล็กน้อยแต่ปูก็ยังไม่มีการเคลื่อนที่เคลื่อนไหวและไม่กินอาหาร เมื่อเข้าสู่วันที่ 2 ขาเริ่มขยับและเคลื่อนที่ได้เล็กน้อยแต่ไม่สามารถยกก้ามขึ้นได้และยังคงไม่กินอาหาร ขณะที่วันที่ 3 พบว่าปูเริ่มมีการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้นและเริ่มกินอาหารแต่กินอาหารไม่หมดและยังคงไม่สามารถใช้ก้ามในการหยิบจับอาหาร ส่วนวันที่ 4 ปูสามารถยกก้ามขึ้นได้แล้วและกินอาหารหมด สำหรับวันที่ 5 หลังการลอกคราบพบว่าปูสามารถใช้ก้ามในการหยิบจับอาหารใส่ปากได้ มีการกินอาหารได้อย่างปกติ สำหรับวันที่ 6 กระดองยังไม่แข็งเต็มที่เนื่องจากเมื่อใช้มือกดลงไปที่กระดองของปูทะเลพบว่ากระดองบุ๋มลงและปูใช้ก้ามในการต่อสู้ ดุร้ายคล้ายคลึงกับปูปกติ จนกระทั่งถึงวันที่วันที่ 10 ปูมีโครงร่างแข็งแต่ยังเรียกว่าปูโพรก ซึ่งปูโพรกคือปูหลังลอกคราบที่ยังไม่มีความสมบูรณ์เต็มที่หรือที่เรียกว่าปูเนื้อยังไม่แน่นนั่นเอง ซึ่งหลังจากปูลอกคราบเฉลี่ย 18 วัน พบว่าปูมีกระดองแข็งสมบูรณ์หรือที่เรียกว่าปูเนื้อแน่น ซึ่งสามารถสังเกตได้ที่จับปิ้งของปูทะเลจะแข็งไม่สามารถใช้มือกดลงได้

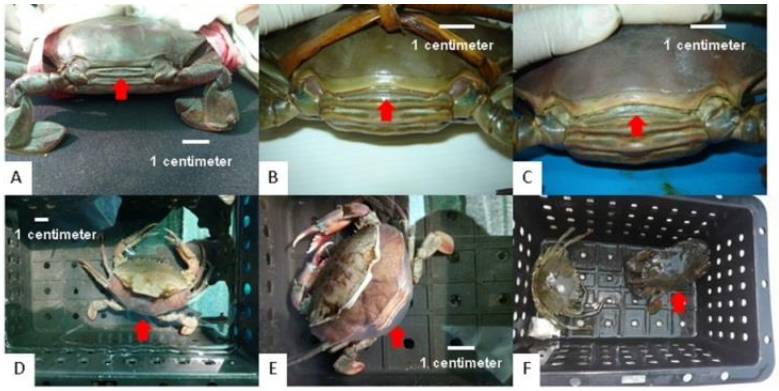

Figure 2 The molting progress of mud crab, intermolt (A), 1-week premolt (B), 2-day premolt (C), molting (D-E), after molting (F).

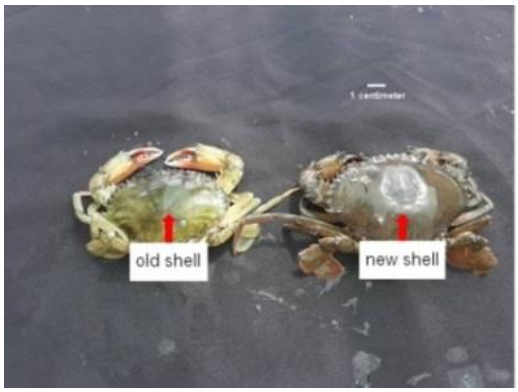

Figure 3 The body size of crab was increased after molting, old shell and new shell.

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปูทะเลหลังการลอกคราบ โดยทำการศึกษาน้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และความหนาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูกระดองนิ่มและปูกระดองแข็งสมบูรณ์ จาก 2 ชุดการทดลองด้วยกัน ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 คือ ปูน้ำหนัก 50-79 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 คือ ปูน้ำหนัก 80-109 กรัม ผลการทดลองพบว่าน้ำหนัก ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง และความหนาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูกระดองนิ่มและปูกระดองแข็ง ในชุดการทดลองที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 แสดงว่าการเจริญเติบโตของปูในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีการเจริญเติบโตหลังการลอกคราบทั้งแบบปูกระดองนิ่มและปูกระดองแข็งที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากทั้ง 2 ชุดการทดลอง ปูตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้นจัดอยู่ในกลุ่มปูขนาดเล็ก โดย Tunvilai (2006) ได้แบ่งกลุ่มขนาดของปูชนิด *Scylla* spp. ตามความกว้างของกระดองไว้ดังนี้ ความกว้างน้อยกว่า 0.65 ซม. จัดเป็นกลุ่มปูขนาดจิ๋ว ความกว้าง 6.50-7.99 ซม. จัดเป็นกลุ่มปูขนาดเล็ก ความกว้าง 8.00-9.99 ซม. จัดเป็นกลุ่มปูขนาดกลาง ความกว้าง 10.00-12.99 ซม. จัดเป็นกลุ่มปูขนาดใหญ่ และความกว้าง 13.00 ซม. ขึ้นไปจัดเป็นกลุ่มปูขนาดใหญ่พิเศษ โดยจากการทดลองในครั้งนี้ปูตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีความกว้างกระดองเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.86 และ 7.56 ซม. ตามลำดับ โดยจัดอยู่ในกลุ่มปูขนาดเล็กเหมือนกัน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ปูทั้ง 2 ชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันนั่นเอง

นอกจากนี้จากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าความกว้างเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูกระดองนิ่มของชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.85 และ 1.03 ซม. ตามลำดับ ขณะที่ความกว้างเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูกระดองแข็งสมบูรณ์ของชุดการทดลองที่ 1 และ 2 คือ 1.05 และ 1.22 ซม. ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ Haemasaton and Pisuttharacha (2017) ที่รายงานว่าปูชนิด *S. serrata* มีความกว้างของกระดองเพิ่มขึ้น 2.70-2.74 ซม. หลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน สำหรับน้ำหนักของปูกระดองนิ่มที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยในครั้งนี้พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เท่ากับ 49.04 และ 43.56 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักปูกระดองแข็งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เท่ากับ 53.6 และ 47.88 กรัม ตามลำดับ ภายในเวลา 60 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับ Marichamy (1996) ที่รายงานว่าปูชนิด *S. oceanica* มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 58 กรัม เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 76 วัน ขณะที่ David and Abdhallah (2009) รายงานว่าปูชนิด *S. serrata* มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 85.9 กรัม เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 120 วัน

สำหรับการศึกษาระยะเวลาที่ปูใช้ในการลอกคราบของชุดการทดลองที่ 1 พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งอาจเนื่องมาจากปูทั้ง 2 ชุดการทดลองจัดอยู่ในกลุ่มปูขนาดเล็ก ดังนั้นระยะเวลาที่ปูใช้ในการลอกคราบจึงใกล้เคียงกัน โดยระยะเวลาในการลอกคราบของปูทะเลนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของปู โดยปูที่มีขนาดเล็กจะใช้ระยะเวลาในการลอกคราบสั้นกว่าปูที่มีขนาดใหญ่ หรืออาจกล่าวได้ว่าปูที่มีขนาดเล็กจะลอกคราบเร็วกว่าปูที่มีขนาดใหญ่นั่นเอง การที่ปูใช้ระยะเวลาในการลอกคราบสั้นนั้นส่งผลดีกับเกษตรกร เนื่องจากสามารถเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้นและลดค่าใช้จ่ายเรื่องอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปูทะเล การทำให้ปูลอกคราบในระยะเวลาสั้นลงนั้นอาจทำได้โดยการเสริมอาหารหรือสารชีวภาพ เช่น ไคโตซาน โดย Koedprang and Songrak (2011) รายงานว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นการลอกคราบของปูชนิด *T. crenata* ได้ หรืออาจทำการหักรยางค์ เช่น ก้าม ขาเดิน หรือขาว่ายน้ำ ซึ่งการสูญเสียรยางค์สามารถกระตุ้นให้ปูลอกคราบได้เร็วขึ้น (Singthaweesak, 2003) เช่นกัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าผลผลิตของปูกระดองนิ่มจากชุดการทดลองที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 3,499 กรัม ซึ่งมากกว่าชุดการทดลองที่ 1 ที่ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2,983 กรัม ส่วนปูกระดองแข็งสมบูรณ์หลังลอกคราบเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 2 ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,607 กรัม ซึ่งมากกว่าชุดการทดลองที่ 1 ที่ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,097 กรัม โดยปูกระดองนิ่มของชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปูกระดองแข็งสมบูรณ์ของชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่ง Tiensongrusmee (2010) รายงานว่าปูกระดองนิ่มชนิด *Portunus pelagicus* ขนาด 8 ตัว/กิโลกรัม จัดเป็นปูนิ่มขนาดใหญ่พิเศษสามารถจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 400 บาท ส่วนปูกระดองแข็ง (ปูเนื้อ) ขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม มีราคากิโลกรัมละ 250 และ 280 บาท ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปูกระดองนิ่มขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม มีราคาที่สูงกว่าปูกระดองแข็งที่มีขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม ดังนั้นจากผลการทดลองในครั้งนี้ถ้านำปูกลุ่มขนาดเล็กมาเลี้ยงเป็นปูกระดองนิ่มจะทำให้ได้ราคาที่สูงกว่าการเลี้ยงเป็นปูกระดองแข็ง ภายในระยะเวลา 60 วัน

จากการศึกษาการลอกคราบของปูทะเลพบว่าปูกระดองแข็งจะมีรอยต่อระหว่างกระดองติดแน่นกับจับปิ้ง แต่เมื่อใกล้ลอกคราบพบว่ารอยต่อดังกล่าวยืด แยก และแตกออกจากกัน เรียกว่าปูสองดอง ซึ่งอาจเป็น

การเตรียมความพร้อมสำหรับการลอกคราบ โดยการลอกคราบของปูทะเลนั้นมีกระบวนการต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น กระบวนการสลายและดึงกลับแคลเซียม นอกจากนี้ยังมีกระบวนการย่อยและดึงสารที่เป็นอนุพันธ์ของไคตินจากกระดองเก่าไปสะสมไว้เพื่อใช้ในการสร้างกระดองใหม่ (Sugumaran, 1996) จึงทำให้กระดองของปูที่ใกล้ลอกคราบแตกและแยกออกจากกัน โดย Mangum *et al*. (1985) พบว่าปูก่อนการลอกคราบ บริเวณเนื้อเยื่อใต้กระดองจะมีปฏิกิริยาของการย่อยสลายโครงสร้างเดิมและการสร้างกระดองใหม่เกิดขึ้น นอกจากนี้จากการทดลองในครั้งนี้ยังพบว่าในระหว่างการลอกคราบปูจะค่อย ๆ ถอยหลังออกมาทางบริเวณรอยต่อที่แตกออก จนสามารถลอกคราบเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งจะมีโครงร่างอ่อนนิ่ม จากนั้น 6 ชั่วโมง โครงร่างของปูจะเริ่มแข็งขึ้น เรียกว่าปูกระดาษ แล้วหลังจากนั้นกระดองของปูจะแข็งขึ้นเรื่อย ๆ กระทั่ง 10 วัน ปูจะกลับมามีโครงร่างแข็งอีกครั้ง และมีโครงร่างแข็งสมบูรณ์วันที่ 18 หลังจากการลอกคราบหรือที่เรียกว่าปูเนื้อแน่นนั่นเอง ซึ่งปูหลังการลอกคราบจะมีกระบวนการสะสมแคลเซียมและสร้างไคตินในกระดองใหม่ เพื่อให้โครงร่างใหม่มีความแข็งขึ้น โดยมีกระบวนการสร้างไคตินที่ชั้น cuticle ในเนื้อเยื่อใต้กระดอง โดยเนื้อเยื่อใต้กระดองประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ หลายชั้น เช่น basement membrane เป็นชั้นในสุดของเนื้อเยื่อใต้กระดอง ชั้น epidermis เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ในการขับสารต่าง ๆ เพื่อที่ชั้น cuticle จะนำสารต่าง ๆ เหล่านั้นไปใช้ในกระบวนการสร้างโครงร่างให้แข็งขึ้น ซึ่งในชั้น cuticle นั้นประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน calcium salt แคลเซียม และไคติน ซึ่งทำหน้าที่ช่วยให้กระดองแข็งนั่นเอง (RosomerandStoffolano, 1998) ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของปูทะเลหลังการลอกคราบ จากการศึกษาในครั้งนี้ถ้าต้องการผลผลิตเป็นปูกระดองนิ่มต้องเก็บปูภายใน 6 ชั่วโมง หลังจากปูได้มีการลอกคราบ และถ้าต้องการผลผลิตเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์ (ปูเนื้อแน่น) ต้องเก็บปูหลังการลอกคราบ 18 วัน

สรุปผล

การเจริญเติบโตของปูทะเลหลังการลอกคราบ จากการศึกษาน้ำหนัก ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง และความหนาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูกระดองนิ่มและปูกระดองแข็งของชุดการทดลองที่ 1 (ปูน้ำหนัก 50-79 กรัม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 (ปูน้ำหนัก 80-109 กรัม) ขณะที่ระยะเวลาในการลอกคราบจากปูกระดองแข็งเริ่มต้นเป็นปูกระดองนิ่ม และจากปูกระดองนิ่มไปเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์ของชุดการทดลองที่ 1 ก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าปูตัวอย่างจากทั้ง 2 ชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ส่วนขนาดของปูหลังการลอกคราบพบว่าปูกระดองนิ่มมีขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม ในชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 2 ตามลำดับ เช่นเดียวกับปูกระดองแข็งสมบูรณ์มีขนาด 8 และ 7 ตัว/กิโลกรัม ในชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 2 ตามลำดับ โดยปูกระดองนิ่มขนาด 7-8 ตัว/กิโลกรัม จะถูกจำหน่ายในราคาที่สูงกว่าปูกระดองแข็งที่มีขนาด 7-8 ตัว/กิโลกรัม ดังนั้นถ้านำขนาดปูจากทั้ง 2 ชุดการทดลองมาเลี้ยงเป็นปูกระดองนิ่มจะทำให้ได้ราคาที่สูงกว่าการเลี้ยงเป็นปูกระดองแข็งสมบูรณ์ ซึ่งอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงปูทะเลเพื่อเป็นปูกระดองนิ่มหรือปูกระดองแข็งสมบูรณ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายชุมชนและสังคม ประเภททุนพัฒนานักวิจัยสู่ตำแหน่งวิชาการเพื่อชุมชนและสังคม เลขที่สัญญา RDG5940004-S11 และมูลนิธิโทเรเพื่อการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย (TSF; Toray Science Foundation, Japan) ประเภททุนช่วยเหลือทางด้านวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 23

เอกสารอ้างอิง

David, M.O. and Abdhallah, M. 2009. A preliminary study on the response of mangrove mud crab (*Scylla serrata*) to different feed types under drive in cage culture system. Journal of Ecology and Natural Environment 1(1): 7-14.

Department of Fisheries. 2018. Fisheries foreign affairs division. https://www4.fisheries.go.th/index.php/dof/main [in Thai]

Haemasaton, T. and Pisuttharachai, D. 2017. Productivity improvement of mud crabs *Scylla serrata* (Forskal) in cage-pond using different sheltering materials. Thaksin University Journal 20 (3): 1-7. [in Thai]

Koedprang, W. and Songrak, A. 2011. Soft-shell spiny rock crab (*Thalamita crenata*) production by molt inducing methods. Journal of Fisheries Technology Research 5(1): 66-75. [in Thai]

Mangum, C.P., Defur, P.L., Fields, J.H.A., Henry, R.P., Kormanik, G.A., Mcmahon, B.R., Ricci, J., Towle, D.W. and Wheatly, M.G. 1985. Physiology of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) during a molt. pp. 1-12. *In* H.M. Perry and R.F. Malone, eds. Proceedings of the national symposium on the soft-shelled blue crab fishery. Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium and Louisiana Sea Grant College Program.

Marichamy, R. 1996. Crab farming potential in India. Proceedings of the Seminar on Fisheries-a Multibillion Dollar Industry, Madras pp 115-112.

Rosomer, W.S. and Stoffolano, J.G. 1998. The Science of Entomology 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York.

Singthaweesak, W. 2003. Soft-shell cultured of mud crab, *Scylla serrata* (Forskal) in cement tanks. Fisheries research, technical paper no. 1/2003. Coastal Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Bangkok. [in Thai]

Srimeetian, P. 2010. Antioxidant and lipid peroxidation in molting cycle of mud crab (*Scylla serrate* Forskål 1775). Master of Marine Science Program in Marine Science Faculty of Fisheries, Kasetsart University. [in Thai]

Sugumaran, M. 1996. Role of the insect cuticle in host defense reactions, pp 355-374. *In* Soderhall, K., Iwanaga,S. and Vasata, G. R. eds. New Directions in Invertebrates Immunology. SOS Publications, Fair Heaven, New Jersey.

Theppanich, A., Tamtin, M. and Nooseng, S. 2011. Culture of mud crab (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) using artificial diet. Fisheries research, technical paper no. 19/ 2011. Coastal Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Bangkok. [in Thai]

Tiensongrusmee, B. 2002. Mud crab. The Thailand Research Fund (TRF). Bangkok. [in Thai]

Tiensongrusmee, B. 2008. Blue swimming crab. The Thailand Research Fund (TRF). Bangkok. [in Thai]

Tiensongrusmee, B. 2010. Soft-Shell crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758). The report no. RDG520075. The Thailand Research Fund (TRF). Bangkok. [in Thai]

Tunvilai, D. 2006. Muddy crab fisheries around the eastern coast of the Gulf of Thailand. Fisheries research, technical paper no. 24/2006. Marine Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Bangkok. [in Thai]