



โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การศึกษามอร์โฟเมตริกซ์ของปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949
ในบ่อเพาะเลี้ยง

Morphometric Study of the Mud Crab *Scylla paramamosain*
Estampador, 1949 in captivity

ชื่อนิสิต นางสาวเอมิกา อาษาเอื้อ

เลขประจำตัว 5832832223

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงการงานทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงการงานทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the senior project authors' files submitted through the faculty.

การศึกษามอร์โฟเมทริกซ์ของปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949 ในบ่อเพาะเลี้ยง

นางสาวเอมิกา อาษาเอื้อ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Morphometric Study of the Mud Crab *Scylla paramamosain* Estampador, 1949 in captivity

Amika Asa-uo

A senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
For the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science,
Chulalongkorn University Academic Year 2019

หัวข้อโครงการ

การศึกษามอร์โฟเมทริกซ์ของปูทะเล *Scylla paramamosain*
Estampador, 1949 ในบ่อเพาะเลี้ยง

โดย

นางสาวเอมิกา อาษาเอื้อ

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต

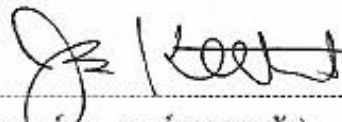
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับโครงการ
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงการวิทยาศาสตร์



หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วียกาญจน์)

คณะกรรมการสอบโครงการ



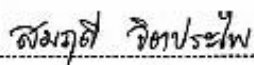
อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. เจษฎ์ เกษตระทัต)



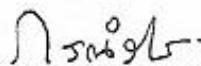
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมฤดี จิตประไพ)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กรณ์รวิ เอี่ยมสมบูรณ์)

ชื่อโครงการ	การศึกษามอร์โฟเมตริกซ์ของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i> Estampador, 1949 ในบ่อเพาะเลี้ยง
ชื่อนิสิต	นางสาวเอมิกา อาษาเอื้อ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตรระทัต
ปีการศึกษา	2561
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักลำตัวเป็นหนึ่งในวิธีการที่สำคัญสำหรับการศึกษาโครงสร้างประชากรและชีววิทยาการประมงของสัตว์น้ำ การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *Scylla paramamosain* ซึ่งเป็นปูทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวัดขนาดความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela ความยาวก้ามส่วน propodus และชั่งน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวนทั้งหมด 537 ตัว และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation) และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัว สามารถเขียนได้ในรูปของสมการเอกโพแนนเชียล คือ $W = aL^b$ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์หารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเลได้ โดยใช้วิธีการของ Ricker (1975) ผลของการศึกษาครั้งนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง-ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง-ความหนาลำตัว ความกว้างกระดอง-ความหนาลำตัว ความยาวกระดอง-ความยาวก้ามส่วน chela ความกว้างกระดอง-ความยาวก้ามส่วน chela ความยาวกระดอง-ความยาวก้ามส่วน propodus และความกว้างกระดอง-ความยาวก้ามส่วน propodus ความหนาลำตัว-ความยาวก้ามส่วน chela ความหนาลำตัว-ความยาวก้ามส่วน propodus และความยาวก้ามส่วน chela - ความยาวก้ามส่วน propodus มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ($p < 0.05$) และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาลำตัวและน้ำหนักลำตัว พบว่าสมการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้ คือ $W = -0.96272 CL^{3.83908}$ $W = -1.82078 CW^{4.11544}$ และ $W = 0.557816 BD^{3.11403}$ ตามลำดับ จากความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ positive allometry ($b > 3$) ซึ่งตรงกันข้ามกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus และน้ำหนักลำตัวของปูทะเลที่พบว่าสมการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้ คือ $W = 0.274403 CHL^{2.52134}$ และ $W = 0.899926 PL^{2.5711}$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ negative allometry ($b < 3$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในอดีต นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวก้ามส่วน chela มีขนาดเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักลำตัวที่เพิ่มขึ้นแต่จะคงที่เมื่อปูทะเลมีน้ำหนักตั้งแต่ 600 กรัมขึ้นไป ต่างกันกับความกว้างกระดองที่จะมีความยาวเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักลำตัวที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *Scylla paramamosain* และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดโครงสร้างและความยาวของรูปร่างส่วนต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการศึกษาชีววิทยาการประมงและมอร์โฟเมตริกซ์ของปูทะเล *S. paramamosain* ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก ปูทะเล มอร์โฟเมตริกซ์

Project Title	Morphometric Study of the Mud Crab <i>Scylla paramamosain</i> Estampador, 1949 in captivity
Name	Amika Asa – uoa
Advisor	Jes Kettratad, Ph.D.
Academic Year	2018
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Abstract

A study of length-weight relationship is one of crucial methods for studying population structure and fishery biology of aquatic animals. This study aims to examine the morphometric study and the length-weight relationship of the mud crab *Scylla paramamosain* which is commercially important crabs in Thailand. Carapace length, carapace width, body depth, chela length, propodus length and body weight of the 537 male crabs as adult stage were measured. The relationships of length of each part and body weight were analyzed by using Pearson' correlation. For the estimation of growth pattern, the relationships between length of each part and body weight were analyzed method by Ricker (1975). These relationships that expressed in term of exponential function as $W = aL^b$ can reflect the growth pattern of the animals. The results showed that the relationships of carapace length-carapace width, carapace length-body depth, carapace width-body depth, carapace length-chela length, carapace width-chela length, carapace length-propodus length, carapace width-propodus length, body depth-chela length, body depth-propodus length and chela length-propodus length had significantly positive correlation ($p < 0.05$). The relationships between carapace length, carapace width, body depth and body weight were $W = -0.96272 CL^{3.83908}$, $W = -1.82078 CW^{4.11544}$ and $W = 0.557816 BD^{3.11403}$ respectively. These results indicated that the mud crab *S. paramamosain* had positively allometric growth ($b > 3$). On the other hand, the relationships of chela length-body weight and propodus length-body weight that were $W = 0.274403 CHL^{2.52134}$ and $W = 0.899926 PL^{2.5711}$ respectively had negatively allometric growth ($b < 3$). Moreover, chela length of the crabs increased with increasing body weight. In contrast, the relationship reaches its plateau when body weight of the crab was above 600 g. The results of this study provided growth pattern and relationships in terms of morphometric aspects that might be useful information for studying fishery biology and explaining morphometrics of the mud crab *S. paramamosain* in the future.

Keywords: length-weight relationship, mud crabs and morphometrics

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณา ความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากอาจารย์ ดร. เจษฎ์ เกษตระทัต อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความรู้ คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดช่วงระยะเวลาของการดำเนินงาน รวมไปถึงการแก้ไขและตรวจทานความถูกต้องของรายงานโครงการเล่มนี้ จนโครงการเล่มนี้สมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มอบความรู้ทางด้านวิชาการ ให้คำปรึกษาและความห่วงใยเสมอมา

ขอขอบคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการครั้งนี้

ขอขอบคุณบริษัท เวิร์มอัพ จำกัด ที่สนับสนุนตัวอย่างปูทะเล และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุก ๆ ท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณนายปฎิภาณ พุ่มพวง นางสาวนัชชา สุขชี นายทัฬหประดิษฐ์ มิตรเปรียญ และนางสาววันสิริ มีมานะ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลตัวอย่างปูทะเล

ขอขอบคุณนายภูริชญ์ บุญสนิท และพี่ ๆ ในแลป F-BA ที่ให้คำปรึกษาและคำชี้แนะในการดำเนินโครงการในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ปกครองที่คอยสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract.....	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 อนุกรมวิธานและลักษณะทางสัณฐานของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i> Estampador, 1949.....	3
2.1.1 การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน.....	3
2.1.2 ข้อมูลลักษณะทางสัณฐานของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i> Estampador, 1949.....	3
2.2 ชีววิทยา นิเวศวิทยา และความสำคัญทางด้านประมงของปูทะเล <i>Scylla</i> spp.....	5
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (length-weight relationship) สำหรับการศึกษาด้านชีววิทยาการประมงของสัตว์น้ำ	6
2.4 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตและความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักในปูทะเล <i>Scylla</i> spp.....	7
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	9
3.1 แหล่งที่มาของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i>	9
3.2 การจำแนกปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i>	9
3.3 การชั่งน้ำหนักและวัดขนาดส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i>	9

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	11
3.4.1 การทดสอบข้อมูลแจกแจงแบบปกติ (normal distribution).....	11
3.4.2 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงประมาณ 2 ตัวแปร.....	12
บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล.....	14
4.1 การแจกแจงข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i>	15
4.1.1 การแจกแจงข้อมูลความยาวกระดอง (Carapace length).....	15
4.1.2 การแจกแจงข้อมูลความกว้างกระดอง (Carapace width).....	16
4.1.3 การแจกแจงข้อมูลความหนาลำตัว (Body depth).....	17
4.1.4 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela (Chela length).....	17
4.1.5 การแจกแจงข้อมูลความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length).....	18
4.1.6 การแจกแจงข้อมูลน้ำหนักลำตัว (Body weight)	18
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i>	19
4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และความยาวกระดอง (Carapace length).....	19
4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และความหนาของลำตัว (Body depth)	19
4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และความหนาของลำตัว (Body depth)	20
4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และความยาวก้ามส่วน chela (Chela length).....	21
4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และความยาวก้ามส่วน chela (Chela length).....	21
4.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length).....	22
4.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length).....	23
4.2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว (Body depth) และความยาวก้ามส่วน Chela (Chela length)	23

4.2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว (Body depth) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)	24
4.2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน chela (Chela length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)	25
4.3. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	25
4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)	25
4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)	27
4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว (Body depth) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)	28
4.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Chela (Chala length) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)	29
4.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Propodus (Propodus length) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)	31
4.4 การศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดอง และความกว้างกระดอง	32
4.5 การศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela	33
บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	38

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1	ลักษณะทางสัณฐานภายนอกของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i> 4
2	ลักษณะของหนามแหลมขนาดใหญ่ บริเวณ frontal lobe ลักษณะเป็นรูปทรงสามเหลี่ยม ของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i> 4
3	ลักษณะของรยางค์ส่วนก้าม (cheliped) ของปูทะเล <i>Scylla paramamosain</i> 5
4	ความยาวกระดอง และความกว้างกระดองของปูทะเล..... 10
5	ความหนาของลำตัว (Body depth) ของปูทะเล..... 11
6	การวัดความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล..... 11
7	การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความยาวกระดองของปูทะเล 16
8	การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความกว้างกระดองของปูทะเล 16
9	การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความหนาลำตัวของปูทะเล 17
10	การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela ของปูทะเล 17
11	การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล..... 18
12	การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 18
13	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวกระดอง ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 19
14	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และความหนาของลำตัว ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 20
15	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความหนาของลำตัว ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 20
16	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และความยาวก้ามส่วน chela ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 21
17	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวก้ามส่วน chela ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 22
18	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 22
19	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> 23

20	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน Chela ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	24
21	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	24
22	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	25
23	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> ที่มีความสัมพันธ์แบบ S-curve.....	26
24	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมของความยาวกระดอง และลอกการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	26
25	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> ที่มีความสัมพันธ์แบบ Square root-Y logarithmic-X.....	27
26	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมของความกว้างกระดอง และลอกการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	28
27	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> ที่มีความสัมพันธ์แบบ Square root-Y.....	28
28	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมของความหนาของลำตัว และลอกการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	29
29	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Chela และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> ที่มีความสัมพันธ์แบบ Multiplicative.....	30
30	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมของความยาวก้ามส่วน chela และลอกการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	30
31	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Propodus และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> ที่มีความสัมพันธ์แบบ Double square root.....	31
32	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมของความยาวก้ามส่วน propodus และลอกการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	32
33	อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดองเฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	32
34	แผนภาพแสดงอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความกว้างกระดองเฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	33
35	อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela เฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล <i>S. paramamosain</i>	33

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	น้ำหนักลำตัว จำนวนตัวในแต่ละช่วงของน้ำหนักลำตัว และน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล <i>S. paramamosain</i> ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 537 ตัว..... 14
2	ช่วงความยาว และความยาวเฉลี่ยของความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาของลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล..... 15
3	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล <i>S. Paramamosain</i> 37
4	ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล..... 37

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา

ปูทะเล (mud crab) เป็นสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังในสกุล *Scylla* และเป็นปูที่มีขนาดลำตัวใหญ่ซึ่งจัดในกลุ่มในวงศ์ Portunidae นอกจากนี้ปูทะเลยังเป็นหนึ่งในสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการบริโภคเป็นอาหารทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จากการรายงานของกองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต กรมประมง ในปี 2560 พบว่าราคาของปูทะเลในท้องตลาดมีราคาสูงขึ้นในทุก ๆ ปี เนื่องจากมีความต้องการปูทะเลมีมากขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีการนำเข้าและส่งออกปูทะเลเป็นจำนวนมาก สร้างรายได้ให้กับประเทศได้เป็นอย่างมาก จากความต้องการปูทะเลที่มากขึ้นส่งผลให้มีการทำการประมงบริเวณพื้นที่ชายฝั่งและมีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Vay, 2001) นอกจากนี้ความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจแล้ว ปูทะเลยังมีความสำคัญในเชิงนิเวศวิทยา โดยปูทะเลมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในระบบนิเวศป่าชายเลนและเอสทูรี เนื่องจากปูทะเลเป็นทั้งผู้ล่าและผู้ย่อยสลายที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร จากการศึกษาการกินอาหารของปูทะเลพบว่า เหยื่อของปูทะเลส่วนใหญ่ คือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่มีขนาดเล็ก เช่น หอยฝาเดียว หอยสองฝา ไส้เดือนทะเล และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดเล็กในกลุ่มปลา จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปูทะเลเป็นหนึ่งในกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่ควบคุมจำนวนและโครงสร้างทางสังคมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่มอื่น ๆ ในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลน (Mamun et al., 2008; Viswanathan and Raffi, 2015)

จากรายงานการศึกษาทบทวนอนุกรมวิธานปูทะเลในสกุล *Scylla* ของ Keenan et al. 1996 พบว่าปูทะเลสกุล *Scylla* มีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ *Scylla serrata*, *S. paramamosain*, *S. olivacea* และ *S. tranquebarica* โดยพบกระจายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่เขตอบอุ่นจนถึงเขตร้อน และมีความชุกชุมที่สูงในภูมิภาคอินโดแปซิฟิก ซึ่งในประเทศไทยพบปูทะเลที่เป็นชนิดเด่น 2 ชนิด ได้แก่ *S. paramamosain* และ *S. olivacea* โดยส่วนใหญ่จะมีการแพร่กระจายและความชุกชุมที่สูงในบริเวณจังหวัดตราด จันทบุรี สมุทรสงคราม และสุราษฎร์ธานี โดยทั่วไปปูทะเลมักจะอาศัยอยู่ตามพื้นโคลนหรือโคลนปนทรายในเขตที่ได้รับอิทธิพลจากการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงตามแนวชายฝั่ง เช่น บริเวณป่าชายเลนและปากแม่น้ำ (Hamasaki et al., 2011) ซึ่งปูทะเลในแต่ละวัยจะมีบริเวณที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของปูทะเลในแต่ละช่วงวัย (บรรจง เทียนสงรัสมิ์ และบุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2545)

การศึกษามอร์โฟเมตริกซ์และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของสัตว์น้ำมีความสำคัญอย่างมากเกี่ยวกับการศึกษาและการประเมินการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ การศึกษาโครงสร้างประชากร การทดแทนประชากรสัตว์น้ำ ตลอดจนการศึกษาชีววิทยาการประมงของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ (Cardrin, 2000) จากการศึกษาในอดีตส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นศึกษาในกลุ่มของปลาเป็นหลัก ส่วนการศึกษามอร์โฟเมตริกซ์และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปูทะเลยังมีการศึกษาน้อย และโดยส่วนใหญ่จะทำการศึกษาปูทะเลที่จับจากธรรมชาติ และมีน้ำหนักไม่เกิน 500 กรัม แต่ในความเป็นจริงแล้วปูทะเลที่ถูกเลี้ยงในฟาร์มสามารถเจริญเติบโตจนมีน้ำหนักได้มากถึง 1,000 กรัม ซึ่งการศึกษามอร์โฟเมตริกซ์

และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเลจากฟาร์มเลี้ยง และมีขนาดตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 กรัม ยังไม่ปรากฏการรายงานในปัจจุบัน ดังนั้นการศึกษาคั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเลและความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัว ในปูทะเลชนิด *Scylla paramamosain* ในบ่อเพาะเลี้ยง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง-ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง-ความหนา ลำตัว ความกว้างกระดอง-ความหนาลำตัว ความยาวกระดอง-ความยาวก้ามส่วน chela ความกว้างกระดอง-ความยาวก้ามส่วน chela ความยาวกระดอง-ความยาวก้ามส่วน propodus ความกว้างกระดอง-ความยาวก้าม ส่วน propodus ความหนาลำตัว-ความยาวก้ามส่วน chela ความหนาลำตัว-ความยาวก้ามส่วน propodus และความยาวก้ามส่วน chela-ความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล *S. paramamosain* ในบ่อเพาะเลี้ยง

1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาลำตัว ความยาวก้าม ส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus และน้ำหนักลำตัว ของปูทะเล *S. paramamosain* ในบ่อเพาะเลี้ยง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ทำการวัดขนาดความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus และชั่งน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัว ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Statgraphics

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างและระยางค์ของปูทะเล *S. paramamosain* ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาชีววิทยาการประมงของสัตว์น้ำ

1.4.2. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาลำตัว ความยาวก้าม ส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus และน้ำหนักลำตัว ของปูทะเล *S. paramamosain* ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. Paramamosain*

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุกรมวิธานและลักษณะทางสัณฐานของปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949

2.1.1 การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานของปูทะเล *S. paramamosain* Estampador, 1949

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Class Malacostraca

Order Decapoda

Family Portunidae

Genus *Scylla*

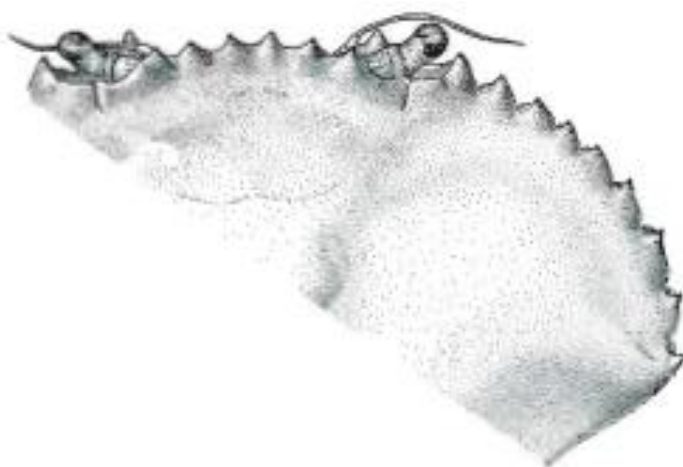
Species *Scylla paramamosain*

2.1.2 ข้อมูลลักษณะทางสัณฐานของปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949

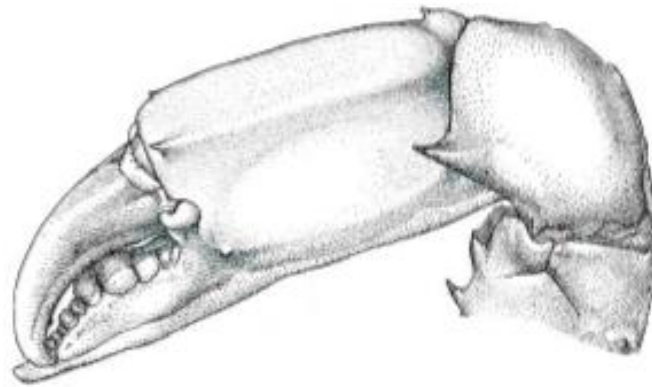
บริเวณ frontal lobe ของปูทะเล พบหนามขนาดใหญ่และแหลม โดยลักษณะของหนามมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม (triangular) (รูปที่ 1) นอกจากนี้บริเวณด้านนอก (outer margin) ของรยางค์ส่วน carpus พบตุ่มหนามปลายทู่ขนาดเล็กที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน ปูทะเลชนิดนี้ในระยะวัยอ่อน (juvenile) หนามบริเวณรยางค์ส่วน capus อาจเห็นเป็นหนามที่แหลมได้ชัดเจน (รูปที่ 2) บริเวณรยางค์ส่วนก้าม (cheliped) ของปูทะเลสามารถพบหนามแหลมหนึ่งคู่ทางด้านบน (dorsal margin) ซึ่งอยู่ทางด้านหลังของรยางค์ก้ามส่วน dactylus (รูปที่ 3) ลักษณะของรยางค์ส่วนก้ามและขาเดินแทบจะไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย นอกจากนี้สีของกระดองและรยางค์ส่วนต่างๆ พบความแปรผันของสี อาจมีสีม่วงอ่อน สีเขียว และสีน้ำตาลอมดำ ซึ่งความแปรผันของสีส่วนใหญ่ขึ้นกับลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัย (Keenan et al., 1996)



รูปที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานภายนอกของปูทะเล *Scylla paramamosain* (ดัดแปลงจาก Keenan et al. 1996)



รูปที่ 2 ลักษณะของหนามแหลมขนาดใหญ่ บริเวณ frontal lobe ลักษณะเป็นรูปทรงสามเหลี่ยม ของปูทะเล *Scylla paramamosain* (ดัดแปลงจาก Keenan et al. (1996))



รูปที่ 3 ลักษณะของรยางค์ส่วนก้าม (cheliped) ของปูทะเล *Scylla paramamosain* (ดัดแปลงจาก Keenan et al. (1996))

2.2 ชีววิทยา นิเวศวิทยา และความสำคัญทางด้านประมงของปูทะเล *Scylla* spp.

ปูทะเลในสกุล *Scylla* เป็นหนึ่งในปูที่อยู่ในวงศ์ Portunidae มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในแถบมหาสมุทรอินโดแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ ปูทะเลในสกุลดังกล่าวมีความสำคัญเป็นอย่างมากทั้งในด้านเศรษฐกิจและนิเวศวิทยา เนื่องจากเป็นปูที่ได้รับความนิยมและมีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในพื้นที่แถบเอเชีย โดยเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียง เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและมีราคาค่อนข้างสูง โดยส่วนใหญ่จะนิยมเลี้ยงในบ่อดิน โดยน้ำปุระระยะวัยอ่อนหรือปูที่มีขนาดเล็กมาทำการเลี้ยงขุนให้มีขนาดที่ใหญ่อขึ้นในบ่อดิน (Vay, 2001) นอกจากปูทะเลจะมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและการประมงแล้ว ปูทะเลยังมีบทบาทที่สำคัญพื้นที่ป่าชายเลนและบริเวณย่านน้ำกร่อยหรือเอสทูรี เนื่องจากทำหน้าที่ผู้บริโภครวมและผู้ช่วยในการย่อยสลายในระบบนิเวศป่าชายเลน จากการศึกษาชีววิทยาการกินอาหารของปูทะเลสกุล *Scylla* พบว่าส่วนใหญ่บริโภคสัตว์หน้าดินไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก เช่น กลุ่มครัสเตเชียและมอลลัสก์ นอกจากนี้ยังพบว่าปูทะเลยังทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยย่อยสลายในระบบนิเวศ เนื่องจากบริโภคเศษซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว ซึ่งมีส่วนช่วยในการเร่งกระบวนการย่อยสลายและการหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน (Mamun et al., 2008; Viswanathan and Raffi, 2015)

จากการศึกษาทบทวนอนุกรมวิธานของปูทะเลในสกุล *Scylla* ในปัจจุบันพบว่า ปูทะเลในสกุลดังกล่าวมีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ *S. serrata*, *S. paramamosain*, *S. tranquebarica* และ *S. olivacea* (Keenan et al., 1996) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วปูทะเลทั้ง 4 ชนิด จะมีวงจรชีวิตและชีวประวัติที่คล้ายคลึงกัน โดยในระยะโตเต็มวัยปูทะเลจะอาศัยในพื้นที่ป่าชายเลนหรือบริเวณเขตเอสทูรี เมื่อผู้เกิดการจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว ปูทะเลเพศเมียที่มีไข่จนกระทั่งจะวางไข่จะหนีออกจากพื้นที่ป่าชายเลนไปยังบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีความกระตือรือร้นของน้ำขึ้นน้ำลงเพื่อทำการปล่อยไข่จนกระทั่งจากนั้นตัวอ่อนของปูทะเลจะฟักออกจากไข่และพัฒนาเป็นตัวอ่อนในระยะต่างๆบริเวณพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล เมื่อเข้าสู่ระยะลูกปู young crab หรือระยะตัวอ่อน (juveniles) ปูทะเลจะเคลื่อนที่กลับเข้าสู่บริเวณป่าชายเลนและเอสทูรีและเจริญเติบโตเป็นระยะโตเต็มวัยรวมถึงอาศัยในบริเวณดังกล่าวต่อไป (Macintosh et al., 1999; Moser et al., 2002)

ปูทะเลในสกุล *Scylla* ยังมีการเจริญเติบโตและขนาดของระยะสมบูรณ์เพศที่แตกต่างกันตามชนิดและกลุ่มประชากร จากการศึกษาพบว่าปูทะเลในละแวกบริเวณมีการเจริญเติบโตและขนาดลำตัวเฉลี่ยแตกต่างกันตามการเปลี่ยนแปลงของระดับละติจูด จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปูทะเล *S. serrata* ที่อาศัยในพื้นที่ชายฝั่งของประเทศออสเตรเลียและแอฟริกาใต้มีความสมบูรณ์เพศที่ช้ากว่าปูทะเลที่พบในพื้นที่เขตร้อน โดยพบว่าขนาดลำตัวของปูที่มีความสมบูรณ์เพศมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรปูทะเลที่พบในบริเวณเขตร้อน จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นให้ทราบว่าอุณหภูมิของพื้นที่เขตร้อนอาจส่งผลให้ปูทะเลเข้าสู่ระยะสมบูรณ์เพศและเจริญเติบโตได้เร็ว (Quinn and Kojis, 1987; Roberston and Kruger, 1994)

หากพิจารณานิเวศวิทยาของปูทะเล ปูทะเลในสกุล *Scylla* ทั้ง 4 ชนิด จะมีแหล่งที่อยู่อาศัยที่คล้ายคลึงกันและทับซ้อนกันในพื้นที่ป่าชายเลน อย่างไรก็ตามจากการศึกษานิเวศวิทยาของปูทะเล *Scylla* พบว่าปูทะเลแต่ละชนิดอาจมีแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยที่แตกต่างกันในพื้นที่ป่าชายเลนและบริเวณเขตเอสทูรี โดยพบว่าปูทะเล *S. olivacea* จะชูดรูอาศัยบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงใต้รากของต้นไม้ในป่าชายเลน ส่วนปูทะเล *S. paramamosain* จะไม่มีการชูดรูอาศัย แต่อาศัยหรือฝังตัวอยู่ในพื้นดินเลนอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal zone) และเขตต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นน้ำลง (subtidal zone) (Hamasaki et al., 2011) นอกจากนี้ยังพบว่าปูทะเล *S. serrata* ยังอาศัยอยู่ทั้งในบริเวณป่าชายเลนและบริเวณเขตน้ำตื้นใกล้ชายฝั่งทะเล โดยส่วนใหญ่พบความชุกชุมสูงบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งมีความแตกต่างจากปูทะเลชนิดอื่นๆในสกุล *Scylla* ที่มีการแพร่กระจายและมีความชุกชุมที่สูงในบริเวณเขตเอสทูรีซึ่งมีความระดับของความเค็มต่ำตลอดจนมีการเปลี่ยนแปลงของระดับความเค็มในช่วงที่กว้าง (Keenan et al., 1996; Vay, 2001; Walton et al., 2006)

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (length-weight relationship) สำหรับการศึกษาด้านชีววิทยาการประมงของสัตว์น้ำ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (length-weight relationship) เป็นหนึ่งในการศึกษาที่มีความสำคัญในแง่ของการศึกษาชีววิทยาการประมงของสัตว์น้ำ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักสามารถพิจารณารูปแบบการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำได้ ตามวิธีการของ Ricker (1975) โดยจะพิจารณาจากค่าความชันหรือค่า b-value และกฎกำลังสาม (cube law) โดยรูปแบบการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำมีทั้งหมด 2 รูปแบบ ได้แก่ การเจริญเติบโตแบบ isometry ซึ่งมีค่า b-value เท่ากับ 3 หรือน้ำหนักจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม โดยรูปแบบการเจริญเติบโตแบบดังกล่าวสามารถแปลความได้ว่าสัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตของร่างกายในสัดส่วนที่คงที่ ทั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวและการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่คงที่ นอกจากนี้สัตว์น้ำอาจมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ allometry ซึ่งมีค่า b-value ไม่เท่ากับ 3 หรือน้ำหนักจะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม ซึ่งหมายความว่าสัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตของร่างกายในสัดส่วนที่ไม่คงที่ โดยการเจริญเติบโตแบบ allometry สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบย่อย ได้แก่ positive allometry คือ สัดส่วนการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความยาว และ negative allometry คือ สัดส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวมากกว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก โดยสัตว์น้ำที่มีรูปแบบการเจริญเติบโตที่ต่างกันจะส่งผลให้มีรูปร่างและมอร์โฟเมตริกซ์ที่ต่างกัน

ออกไป นอกจากนี้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักยังมีประโยชน์ต่อชีววิทยาการประมง โดยสามารถนำมาใช้เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการประเมินทรัพยากรสัตว์น้ำ โดยสามารถคาดคะเนน้ำหนักหรือความยาวจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักได้ นอกจากนี้ยังสามารถบ่งบอกถึงความสมบูรณ์ของสัตว์น้ำ และมีประโยชน์ในการนำมาเปรียบเทียบชีวิตประวัติของสัตว์น้ำในแต่ละแหล่ง (Stergiou and Moutopoulos, 2001) อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักนี้จะป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาถึงความสามารถในการผลิตของสัตว์น้ำต่อไปได้ (Sparre and Venema, 1992)

2.4 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตและความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักในปูทะเล *Scylla* spp.

ปูทะเลในสกุล *Scylla* เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ ทรัพยากรการประมง และนิเวศวิทยาของพื้นที่ชายฝั่งทะเล ส่งผลให้มีการศึกษาเกี่ยวกับปูทะเลกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (length-weight relationship) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาชีววิทยาการประมงและการจัดการทรัพยากรปูทะเลตลอดจนการศึกษานิเวศวิทยาประชากรของปูทะเล จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Suryandari et. al. (2002) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *Scylla paramamosain* ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย ที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 65.90 กรัม ถึง 356.89 กรัม พบว่าปูทะเล *S. paramamosain* เพศเมีย มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometry แต่ปูทะเลเพศผู้ มีการเจริญเติบโตแบบ positive allometry ความแตกต่างของรูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเลเพศผู้ และเพศเมีย อาจเกิดความแตกต่างของโครงสร้างทางสัณฐานระหว่างเพศ โดยปูทะเลเพศผู้มีก้ามที่ขนาดใหญ่กว่าปูทะเลเพศเมียจึงส่งผลให้รูปแบบการเจริญเติบโตแตกต่างกัน นอกจากนี้ Widigdo et. al. (2017) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดองกับน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *Scylla serrata* ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย ในบริเวณปากแม่น้ำ Kahayan และบริเวณเกาะ Tibi พบว่าในบริเวณปากแม่น้ำ Kahayan ปูทะเล *S. serrata* เพศผู้มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ positive allometry แต่ปูทะเลเพศเมียมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometry และในบริเวณเกาะ Tibi ปูทะเล *S. serrata* เพศผู้มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometry แต่ปูทะเลเพศเมียมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometry จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแหล่งที่อยู่อาศัยมีผลต่อรูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล โดยรูปแบบการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในแต่พื้นที่อาจเป็นผลมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น ปริมาณอาหาร ความเค็ม และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเครียดเชิงสรีระของสัตว์ นอกจากนี้การศึกษาของ Shahriar และ Rouf (2018) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดองและน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *Scylla olivacea* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่า ปูทะเล *S. olivacea* เพศผู้มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ positive allometry แต่ปูทะเล *S. olivacea* เพศเมียมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometry เนื่องจากปูทะเลเพศผู้ มีก้ามขนาดใหญ่กว่าปูทะเลเพศเมียตามลักษณะสัณฐานของปูทะเล *Scylla* spp. และการศึกษาของ Binha Din, Kumar Das และ Bakar ในปี 2017

ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระตองและน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. tranquebarica* พบว่า ปูทะเลเพศผู้มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ positive allometry แต่ปูทะเล *S. tranquebarica* เพศเมียมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometry เนื่องจากก้ามของปูทะเลเพศผู้มีก้ามขนาดใหญ่กว่าปูทะเลเพศเมีย ทำให้มีรูปแบบการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปูทะเลแต่ละชนิดมีค่า b-value ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีรูปแบบการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อขนาดลำตัว เช่น เพศ ลักษณะทางสัณฐาน ปริมาณอาหารที่ได้รับ และสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 แหล่งที่มาของปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949

ปูทะเลชนิด *Scylla paramamosain* ระยะโตเต็มวัย เพศผู้ จำนวน 537 ตัว ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 100 – 1,000 กรัม ถูกลำเลียงจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปูทะเลในประเทศเวียดนามและฟาร์มเลี้ยงปูทะเลในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย ผ่านทางการขนส่งทางอากาศโดยเครื่องบิน เมื่อปูทะเลถูกลำเลียงมาถึงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิแล้ว ตัวอย่างปูทะเลจะถูกลำเลียงต่อมายังโรงงานเลี้ยงสัตว์ทะเล บริษัท เวิร์มอ็อป จำกัด โดยขณะทำการขนส่งปูทะเลจะถูกบรรจุภายในกล่องโฟมขนาดใหญ่ซึ่งภายในกล่องจะมีผ้าชุบน้ำคลุมปูทะเลเพื่อลดความเครียดจากความแห้งและความเครียดขณะการขนส่ง เมื่อตัวอย่างปูทะเลเดินทางมาถึงที่โรงงานเลี้ยงสัตว์ทะเล ปูทะเลถูกนำออกจากกล่องโฟมและถูกเลี้ยงในบ่อขนาดใหญ่ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 psu

3.2 การจำแนกปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949

เนื่องจากปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับปูทะเลในประเทศไทยมีความสับสนทางด้านอนุกรมวิธาน โดยส่วนใหญ่ปูทะเลจะถูกระบุชนิดเป็น *Scylla serrata* แต่ในความเป็นจริงแล้ว จากการรายงานการทบทวนอนุกรมวิธานของปูทะเลของ Keenan et. al. 1996 พบว่าปูทะเลในสกุล *Scylla* มีทั้งหมด 4 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีลักษณะทางสัณฐานที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นตัวอย่างปูทะเลทุกตัวที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ถูกทำการตรวจสอบชนิดโดยทำการระบุชนิดของปูทะเลโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามการศึกษาของ Keenan et. al. 1996 โดยปูทะเลชนิด *Scylla paramamosain* มีลักษณะทางสัณฐานที่แตกต่างไปจากปูทะเลในสกุล *Scylla* อีก 3 ชนิด คือ หนามบริเวณระหว่างก้านชูตา (frontal spines) ประกอบด้วยหนาม 4 อัน ลักษณะของหนามมีความแหลมคม ยกสูงและมีฐานที่แคบ นอกจากนั้นจำนวนหนามบริเวณรยางค์ก้ามหนีบ (chelipeds) ส่วนของข้อ carpus ก็ยังสามารถใช้การจำแนกปูทะเลชนิด *Scylla paramamosain* ได้ โดยปูทะเลชนิดนี้ บริเวณรยางค์ก้ามส่วนข้อ carpus จะมีหนามขนาดเล็กที่สามารถสังเกตเห็นได้ชัด จำนวน 2 อัน

3.3 การชั่งน้ำหนักและวัดขนาดส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *Scylla paramamosain* Estampador, 1949

3.3.1 ทำการชั่งน้ำหนักปูทะเลขณะที่ยังมีชีวิต โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ความละเอียด 0.001 และหน่วยที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักคือ กรัม (g)

3.3.2 ทำการวัดความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเลทั้งบริเวณกระดองและบริเวณก้ามของปูทะเล โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิทัล (digital vernier caliper) ความละเอียด 0.01 ในการวัด ซึ่งหน่วยที่ใช้ในการวัดความยาวคือ เซนติเมตร (cm) ในการวัดความยาวจะวัดความยาวทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่

1. ความกว้างของกระดอง (Carapace width: CW)

ระยะห่างระหว่างปลายหนามที่ขอบข้าง (Anterolateral carapace spine) ของกระดอง
คู่ที่ 7 (ดังรูปที่ 4)

2. ความยาวของกระดอง (Carapace length: CL)

ระยะห่างระหว่างปลายหนามด้านหน้า (Anterior frontal lobe spine) ไปจนถึงขอบ
ด้านหลังของกระดอง (Posterior margin carapace) (ดังรูปที่ 4)

3. ความหนาของลำตัว (Body depth: BL)

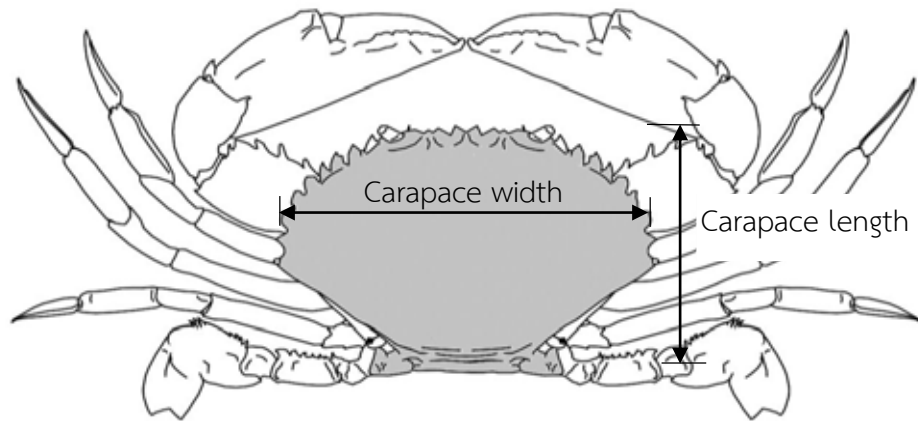
ระยะห่างระหว่างส่วนที่นูนที่สุดบริเวณด้านหลัง (Dorsal) ที่บริเวณกระดองไปจนถึงส่วนที่นูนที่สุดด้านท้อง (Ventral) (ดังรูปที่ 5)

4. ความยาวของก้ามส่วนของ Chela (Chela length: CHL)

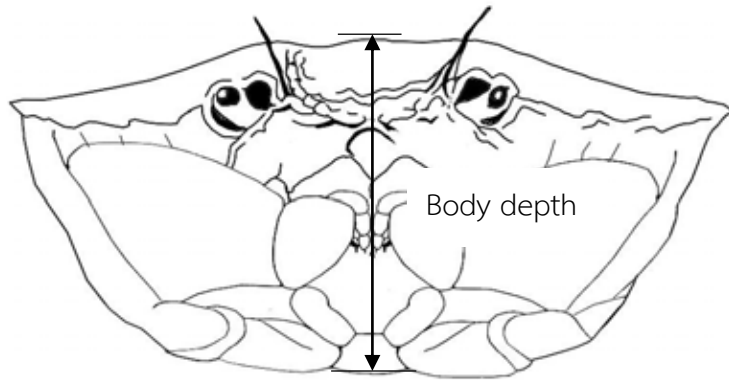
ระยะห่างระหว่างปลายสุดของก้ามจนถึงรอยต่อด้านหน้า (anterior) บริเวณข้อ carpus (ดังรูปที่ 6)

5. ความยาวของก้ามส่วนของ Propodus (Propodus length: PL)

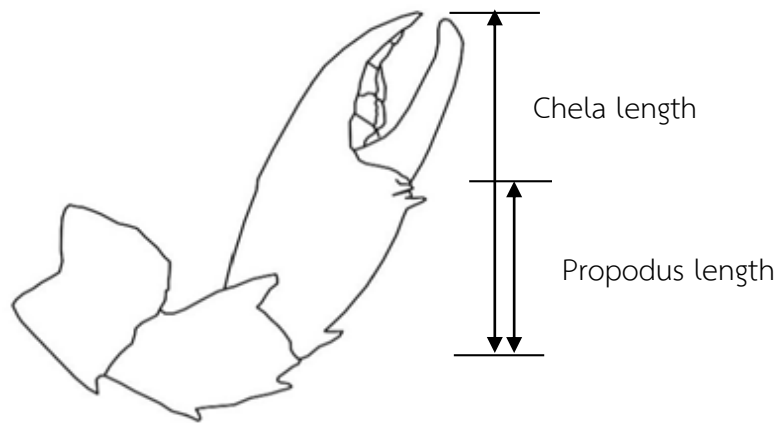
ระยะห่างระหว่างรอยต่อด้านหลัง (posterior) ของส่วน Dactylus จนถึงรอยต่อด้านหน้า (anterior) บริเวณข้อ carpus (ดังรูปที่ 6)



รูปที่ 4 ความยาวกระดอง (Carapace length) และความกว้างกระดอง (Carapace width) ของปูทะเล *Scylla paramamosain*



รูปที่ 5 ความหนาของลำตัว (Body depth) ของปูทะเล *Scylla paramamosain*



รูปที่ 6 การวัดความยาวก้ามส่วน chela (Chela length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length) ของปูทะเล *Scylla paramamosain*

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.1 การทดสอบข้อมูลแจกแจงแบบปกติ (normal distribution)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติอิงพารามิเตอร์มักมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ต้องมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ เช่น การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำเป็นจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ จึงจะต้องทำการทดสอบด้วยวิธีการพิจารณาจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) (ณัฐทิตา โรจนประศาสน์ และประเสริฐทองหนูน้อย, 2557) โดยใช้โปรแกรม

3.4.2 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงประมาณ 2 ตัวแปร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณสามารถวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย ซึ่งทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกัน คือ ในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์นั้นความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปร ไม่ใช่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ แต่การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายนั้นตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ คือ ตัวแปรอิสระส่งผลต่อตัวแปรตาม ในการศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์ เนื่องจากตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุซึ่งกันและกัน (ณัฐทิศา โรจนประศาสน์ และประเสริฐ ทองหนู่น้อย, 2557)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation analysis)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร โดยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนี้ไม่ใช่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุว่าตัวแปรตัวหนึ่งส่งผลต่ออีกตัวแปรหนึ่ง แต่เป็นความสัมพันธ์ที่จะบอกถึงขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ (ณัฐทิศา โรจนประศาสน์ และประเสริฐ ทองหนู่น้อย, 2557) โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation) ซึ่งลักษณะข้อมูลที่ใช้ควรเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลที่ใช้มีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ข้อมูลนั้นได้มาอย่างสุ่ม และมีความเป็นอิสระกัน นอกจากนี้ตัวแปรทั้งสองต้องมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง (Linearity)

ในการทดสอบสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จะต้องมีการทดสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันหรือไม่ ถ้าหากค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าผลการทดสอบมีนัยสำคัญหรือแสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ถ้าหากค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญหรือแสดงว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้ยังมีค่าที่ใช้ในการแสดงระดับและทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองตัวแปรนั้นคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) แทนด้วย r มีค่าระหว่าง +1 ถึง -1 ซึ่งมีความหมายดังนี้

$r = +1$ หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในระดับสูงมาก ในทางเดียวกัน

$r = 0$ หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น

$r = -1$ หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในระดับสูงมาก ในทางตรงกันข้าม

นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ยังสามารถบอกถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองได้ โดยมีความสัมพันธ์ตั้งแต่ระดับต่ำมากไปจนถึงสูงมาก

ในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *S. paramamosain* และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักสามารถบ่งบอกถึงรูปแบบการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้ ตามวิธีการของ Ricker (1975) ดังนี้

เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของสิ่งมีชีวิต พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้เป็นแบบเอกโพเนนเชียล (Exponential model) ในรูปสมการ

$$W = a \cdot L^b$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักลำตัว มีหน่วยเป็น กรัม (g)
 L คือ ความยาว มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm)
 a, b คือ ค่าคงที่

โดยการประมาณค่า a และ b จำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์จากสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยจะต้องทำการเปลี่ยนรูปสมการจากสมการเอกโพเนนเชียลให้อยู่ในรูปสมการเส้นตรง ด้วยการเปลี่ยนค่าน้ำหนักและค่าความยาวเป็นค่าลอการิทึมของน้ำหนักและค่าลอการิทึมของความยาว ตามลำดับ ซึ่งจะได้สมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{Log } W = a + b \cdot \text{Log } L$$

จากสมการจะพบว่าค่า a คือจุดตัดแกน และค่า b คือความชัน (ค่า b -value) ซึ่งค่า b -value สามารถนำไปพิจารณาหารูปแบบการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้ตามกฎกำลังสาม (cube law) โดยค่า b -value มีค่าเท่ากับ 3 แสดงว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ isometric growth
 ค่า b -value มีค่าไม่เท่ากับ 3 แสดงว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ allometric growth
 -ถ้าหากค่า b -value มีค่าน้อยกว่า 3 แสดงว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ negative allometric growth
 -ถ้าหากค่า b -value มีค่ามากกว่า 3 แสดงว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ positive allometric growth

บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความยาวของรยางค์ส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวจากตัวอย่างปูทะเล *Scylla paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว จากบ่อเพาะเลี้ยง โดยปูทะเลที่ใช้ในการศึกษามีน้ำหนักลำตัวอยู่ในช่วง 100 กรัม ถึง 1,000 กรัม (ตารางที่ 1) และมีความยาวส่วนต่าง ๆ เช่น ความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus อยู่ในช่วง 2.00 เซนติเมตร ถึง 16.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 น้ำหนักลำตัว จำนวนตัวในแต่ละช่วงของน้ำหนักลำตัว และน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล *S. paramamosain* ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 537 ตัว

น้ำหนักลำตัว (กรัม)	จำนวน (ตัว)	น้ำหนักลำตัวเฉลี่ย (mean \pm S.D. กรัม)
100.0 – 200.0	78	156.60 \pm 26.46
201.0 – 300.0	82	251.28 \pm 31.96
301.0 – 400.0	81	347.00 \pm 27.39
401.0 – 500.0	76	459.07 \pm 29.66
501.0 – 600.0	66	544.75 \pm 29.84
601.0 – 700.0	58	660.03 \pm 28.72
701.0 – 800.0	64	747.22 \pm 27.15
มากกว่า 800.0	32	853.50 \pm 44.22
รวม	537	456.58 \pm 217.41

ตารางที่ 2 ช่วงความยาว และความยาวเฉลี่ยของความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาของลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล *S. paramamosain*

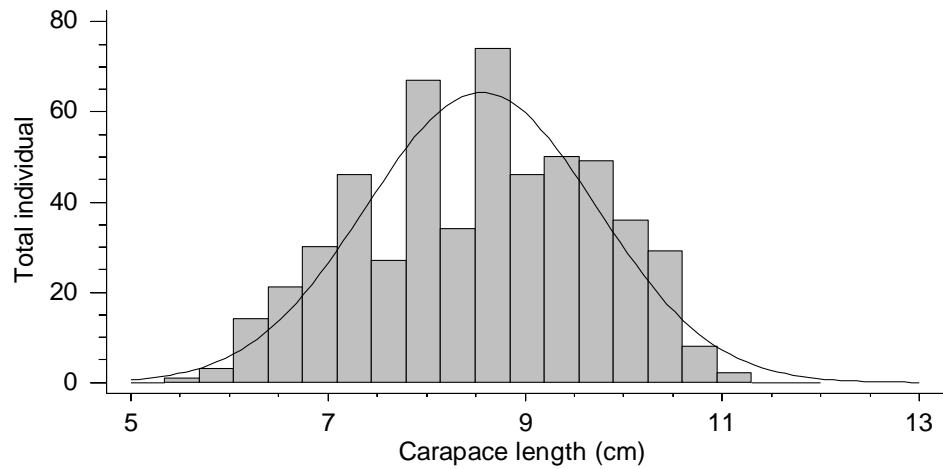
ตำแหน่งที่ใช้ในการวัด	ความยาว (ซม.)	ความยาวเฉลี่ย (mean \pm S.D. ซม.)
ความยาวกระดอง (CL)	5.67 - 11.05	8.56 \pm 1.17
ความกว้างกระดอง (CW)	9.09 - 15.41	11.97 \pm 1.54
ความหนาของลำตัว (BD)	3.05 - 6.54	4.59 \pm 0.74
ความยาวรยางค์ส่วน chela (CHL)	4.76 - 12.15	8.54 \pm 1.69
ความยาวรยางค์ส่วน propodus (PL)	2.45 - 6.84	4.68 \pm 0.91

4.1 การแจกแจงข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *Scylla paramamosain*

ข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวจำเป็นต้องมีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ (normal distribution) เนื่องจากจำเป็นต่อการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ลักษณะการแจกแจงของข้อมูลสามารถพิจารณาได้จากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ซึ่งถ้าหากค่าความเบ้และค่าความโด่งอยู่ในช่วง - 2 ถึง + 2 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรเป็นเส้นโค้งปกติ แต่ถ้าหากค่าความเบ้และค่าความโด่งมีค่าน้อยกว่า - 2 หรือมากกว่า + 2 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปในทางใดทางหนึ่ง หรือมีการกระจายของข้อมูลน้อยหรือมากและมีการแจกแจงที่ต่ำหรือสูงกว่าปกติ ซึ่งเมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเลด้วยโปรแกรม Statgraphics รุ่น 15.2 พบว่าข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเลมีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ ดังต่อไปนี้

4.1.1 การแจกแจงข้อมูลความยาวกระดอง (Carapace length)

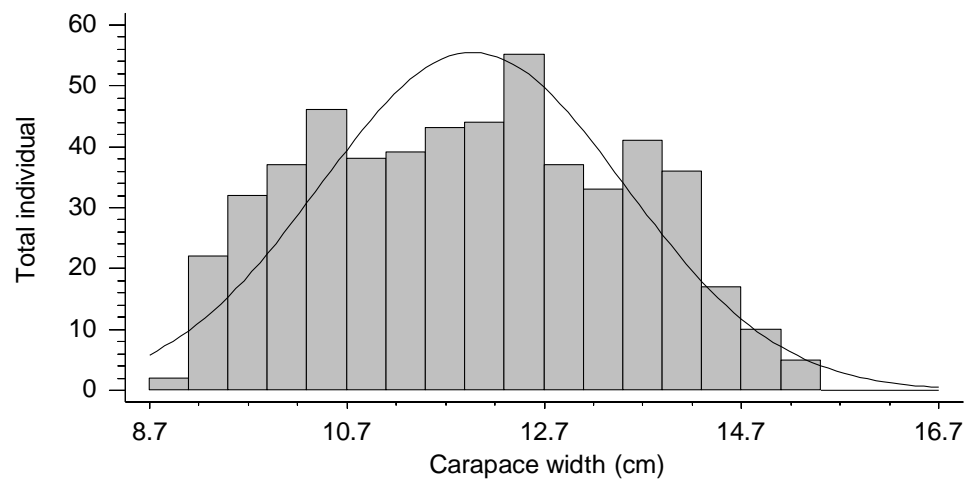
เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลความยาวกระดองจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าอยู่ที่ - 1.25 และ 0.17 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความยาวกระดองมีการแจกแจงปกติ (ดังรูปที่ 7)



รูปที่ 7 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความยาวกระดอง (Carapace length) ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.1.2 การแจกแจงข้อมูลความกว้างกระดอง (Carapace width)

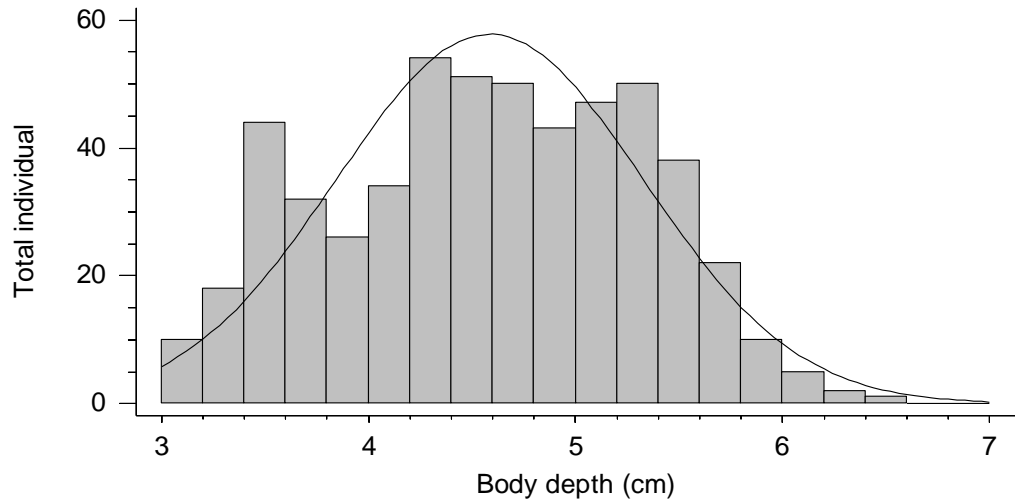
เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลความกว้างกระดองจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.50 และ -1.21 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความกว้างกระดองมีการแจกแจงปกติ (ดังรูปที่ 8)



รูปที่ 8 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความกว้างกระดอง (Carapace width) ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.1.3 การแจกแจงข้อมูลความหนาลำตัว (Body depth)

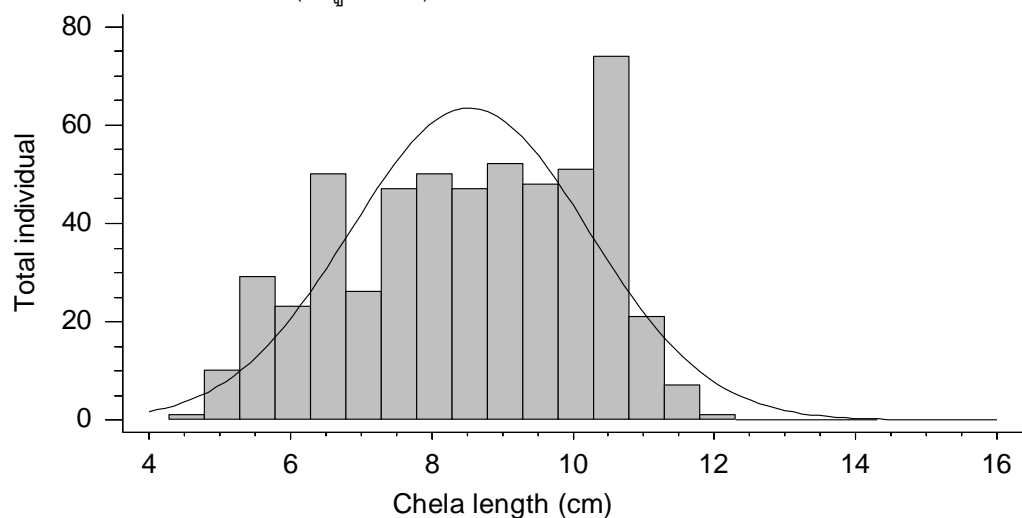
เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลความหนาลำตัวจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าอยู่ที่ -0.54 และ -1.18 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความหนาลำตัวมีการแจกแจงปกติ (ดังรูปที่ 9)



รูปที่ 9 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความหนาลำตัว (Body depth) ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.1.4 การแจกแจงความถี่ของข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela (Chela length)

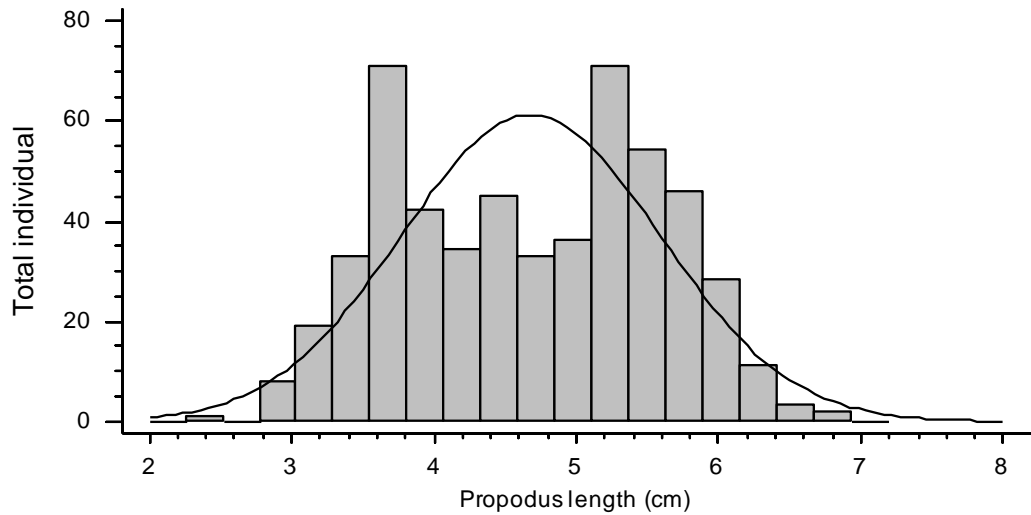
เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela จากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าอยู่ที่ -2.00 และ -0.97 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela มีการแจกแจงปกติ (ดังรูปที่ 10)



รูปที่ 10 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela (Chela length) ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.1.5 การแจกแจงข้อมูลความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)

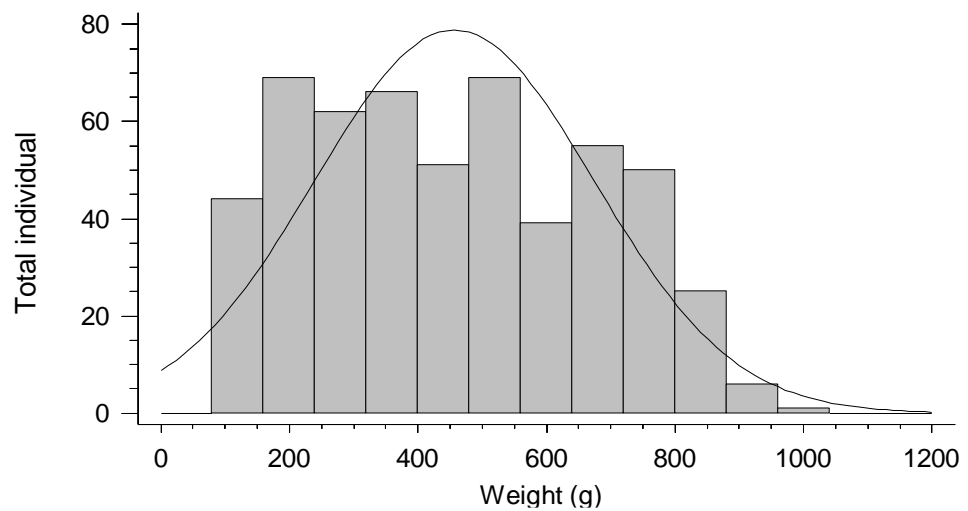
เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลความยาวก้ามส่วน propodus จากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าอยู่ที่ -0.53 และ -1.47 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความยาวก้ามส่วน propodus มีการแจกแจงปกติ (ดังรูปที่ 11)



รูปที่ 11 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length) ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.1.6 การแจกแจงข้อมูลน้ำหนักลำตัว (Body weight)

เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลน้ำหนักลำตัว จากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.65 และ 0.44 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลน้ำหนักลำตัว มีการแจกแจงปกติ (ดังรูปที่ 12)



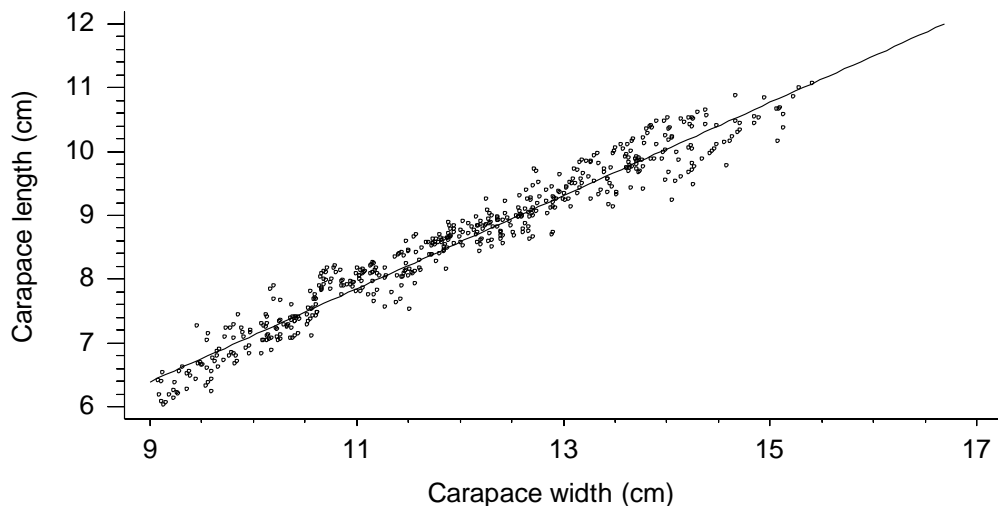
รูปที่ 12 การแจกแจงแบบปกติของข้อมูลน้ำหนักลำตัว (Body weight) ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *Scylla paramamosain*

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *S. paramamosain* จะทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ด้วยโปรแกรม Statgraphics รุ่น 15.2 จากข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว พบว่าความยาวแต่ละส่วนของปูทะเล มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังต่อไปนี้

4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และความยาวกระดอง (Carapace length)

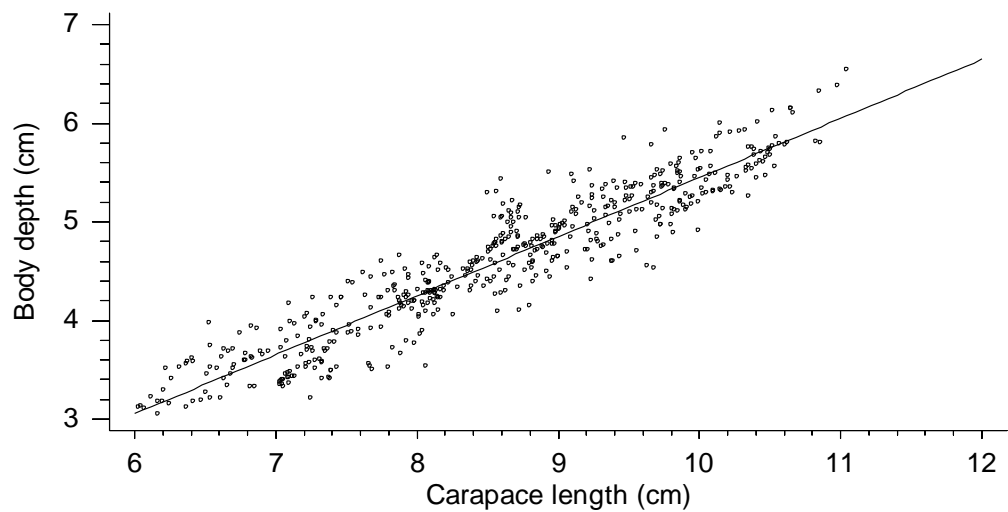
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวกระดอง พบว่า ความกว้างกระดองและความยาวกระดองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Carapace length} = -0.17844 + 0.729808 * \text{Carapace width}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.975989$ ($r^2 = 95.2555$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวกระดองของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และความหนาของลำตัว (Body depth)

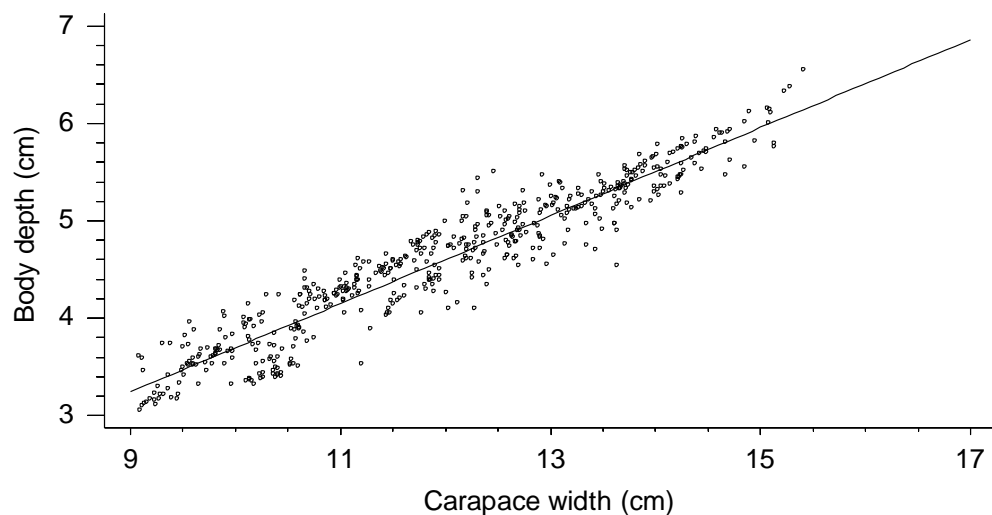
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความยาวกระดอง และความหนาของลำตัว พบว่า ความยาวกระดองและความหนาของลำตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Body depth} = -0.538624 + 0.598835 * \text{Carapace length}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.93997$ ($r^2 = 88.3544$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 14)



รูปที่ 14 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และความหนาของลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และความหนาของลำตัว (Body depth)

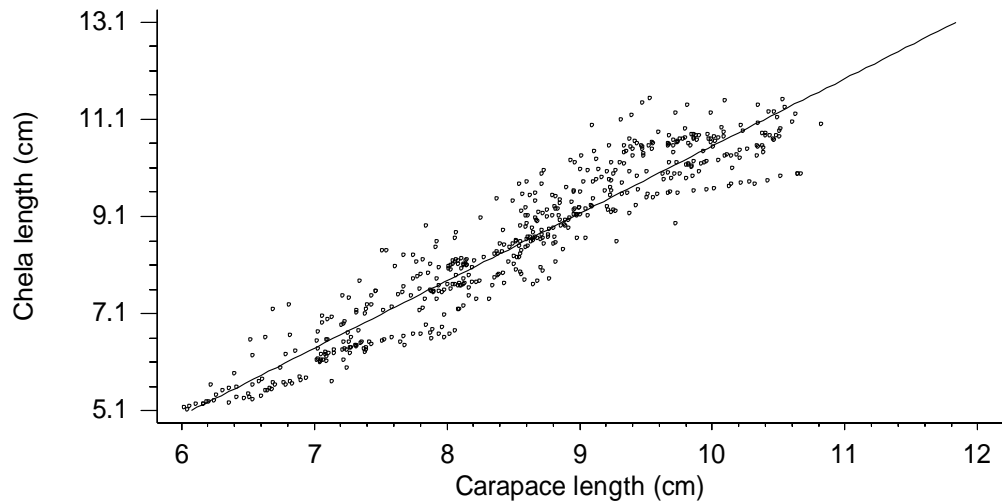
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความกว้างกระดอง และความหนาของลำตัว พบว่า ความกว้างกระดองและความหนาของลำตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Body depth} = -0.827235 + 0.452362 * \text{Carapace width}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.95237$ ($r^2 = 90.7009$ percent) ค่า $p\text{-value} = 0.00$ (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความหนาของลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และความยาวก้ามส่วน chela (Chala length)

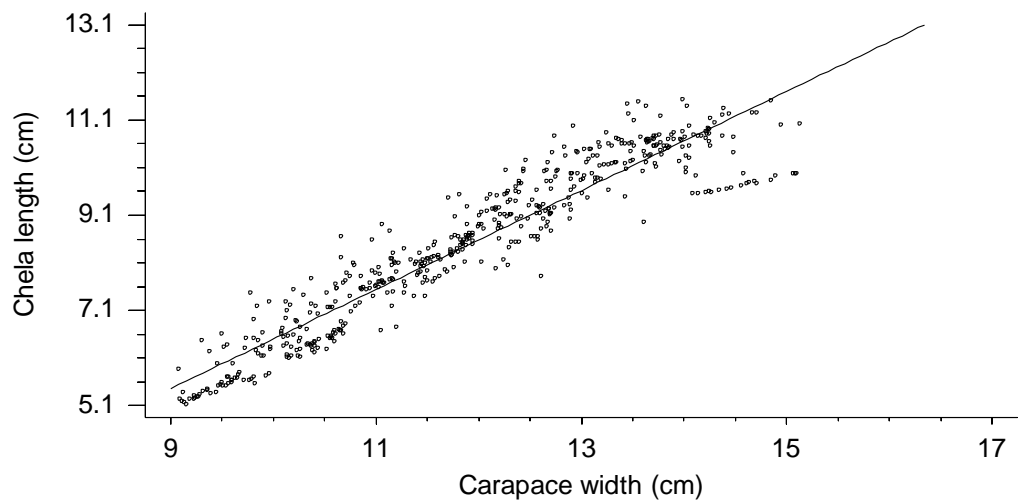
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความยาวกระดอง และความยาวก้ามส่วน chela พบว่า ความยาวกระดองและความยาวก้ามส่วน chela มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Chela length} = -3.33329 + 1.38847 * \text{Carapace length}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.945195$ ($r^2 = 89.3393$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และความยาวก้ามส่วน chela ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และความยาวก้ามส่วน chela (Chala length)

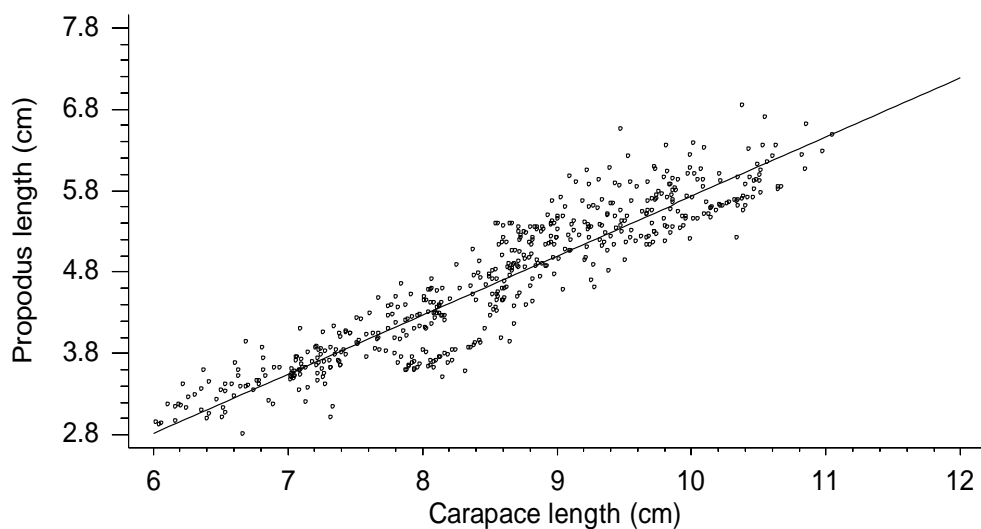
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวก้ามส่วน chela พบว่า ความกว้างกระดองและความยาวก้ามส่วน chela มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Chela length} = -3.92357 + 1.0419 * \text{Carapace width}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.944133$ ($r^2 = 89.1386$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวก้ามส่วน chela ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)

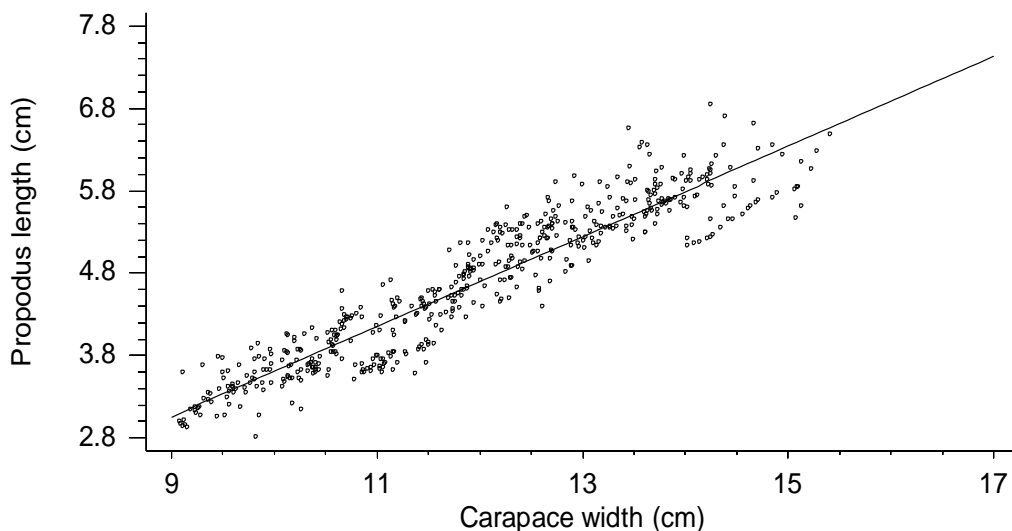
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความยาวกระดอง และความยาวก้ามส่วน propodus พบว่า ความยาวกระดองและความยาวก้ามส่วน propodus มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Propodus length} = -1.53995 + 0.726831 \times \text{Carapace length}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.929336$ ($r^2 = 86.3666$ percent) ค่า $p\text{-value} = 0.00$ (รูปที่ 18)



รูปที่ 18 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)

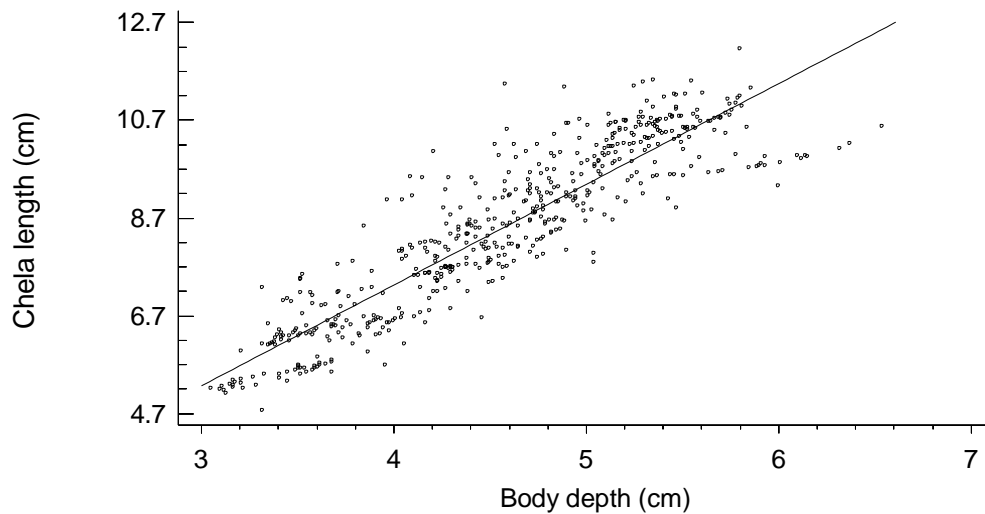
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวก้ามส่วน propodus พบว่า ความกว้างกระดองและความยาวก้ามส่วน propodus มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Propodus length} = -1.86914 + 0.547307 * \text{Carapace width}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.937345$ ($r^2 = 87.8616$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 19)



รูปที่ 19 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว (Body depth) และความยาวก้ามส่วน Chela (Chela length)

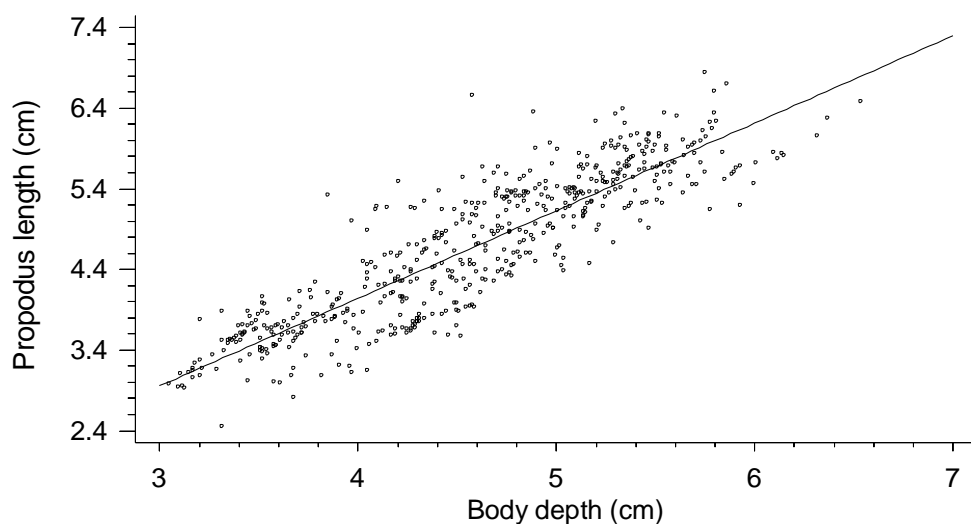
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน Chela พบว่า ความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน Chela มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Chela length} = -0.890075 + 2.05585 * \text{Body depth}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.903607$ ($r^2 = 81.6505$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 20)



รูปที่ 20 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน Chela ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว (Body depth) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)

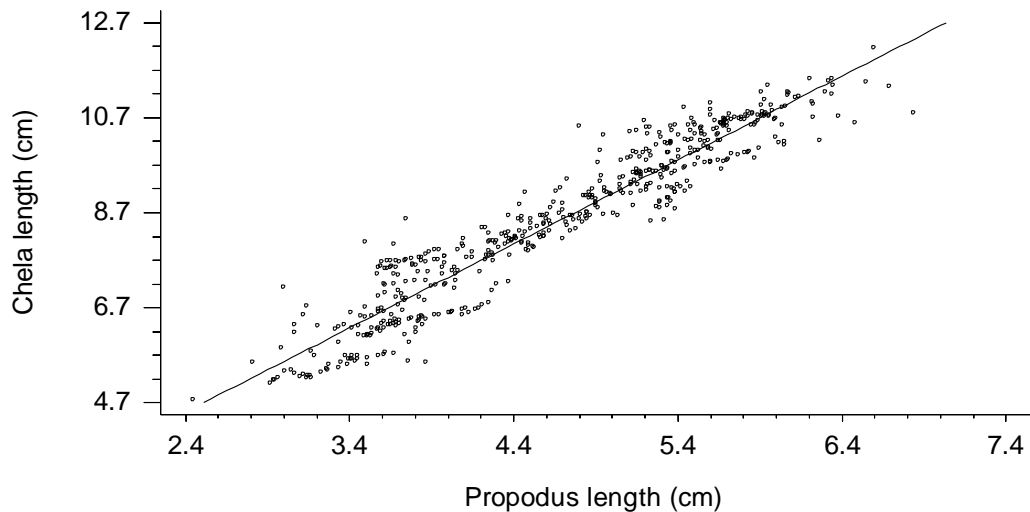
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน propodus พบว่า ความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน propodus มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Propodus length} = -0.376305 + 1.10151 \times \text{Body depth}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.895903$ ($r^2 = 80.2643$ percent) ค่า $p\text{-value} = 0.00$ (รูปที่ 21)



รูปที่ 21 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน chela (Chela length) และความยาวก้ามส่วน propodus (Propodus length)

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังสมการ $\text{Chela length} = 0.269788 + 1.767 * \text{Propodus length}$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.953279$ ($r^2 = 90.874$ percent) ค่า p-value = 0.00 (รูปที่ 22)



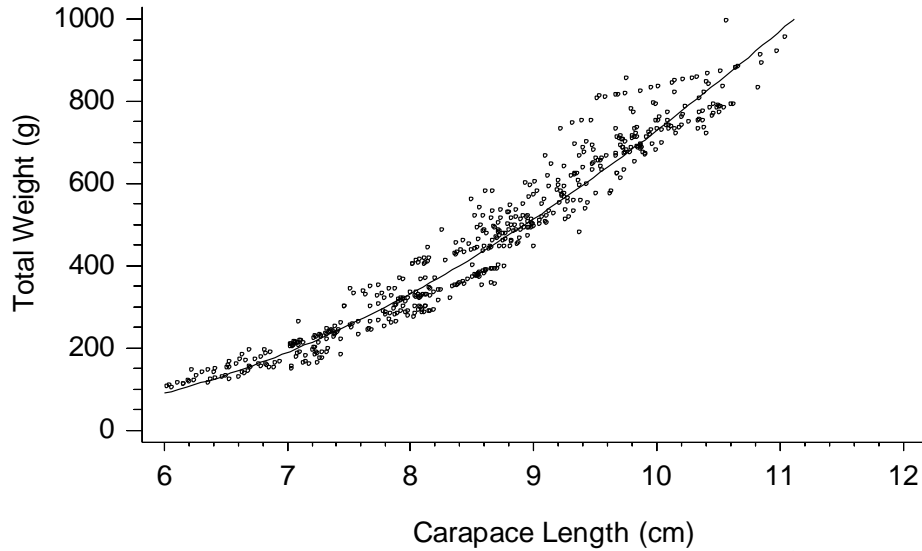
รูปที่ 22 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.3. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain*

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* โดยทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ตามวิธีการของ Ricker (1975) ด้วยโปรแกรม Statgraphics รุ่น 15.2 จากข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ของความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเลมีความแตกต่างกัน ตามลักษณะสัณฐานของความยาวส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

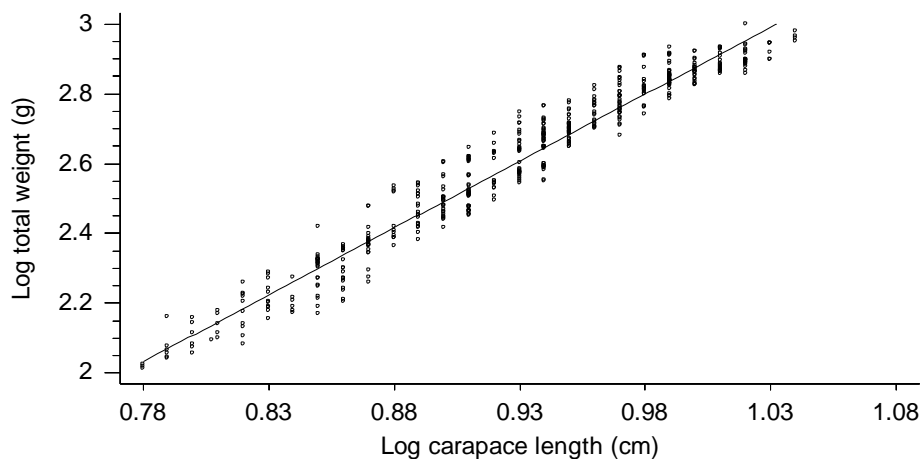
4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (Carapace length) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดองและน้ำหนักลำตัว มีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นแบบ S-curve ดังสมการ $W = \exp(9.74598 - 31.5333 / CL)$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.976352$ ($r^2 = 95.326$ percent) (ดังรูปที่ 23)



รูปที่ 23 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว ที่มีความสัมพันธ์แบบ S-curve

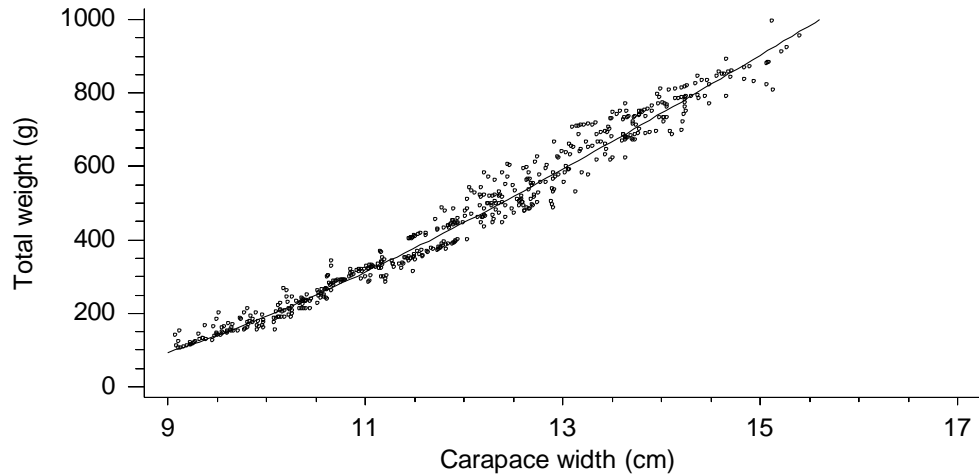
ในการประมาณค่าความชัน (ค่า b - value) และค่าจุดตัดแกนเพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์แบบ S - curve ให้อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ซึ่งจะเปลี่ยนค่าความยาวกระดอง และค่าน้ำหนักลำตัวให้เป็นค่าลอการิทึมของความยาวกระดอง และค่าลอการิทึมของน้ำหนักลำตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันพบว่า สมการที่ได้จะอยู่ในรูป $\text{Log Weight} = -0.96272 + 3.83908 * \text{Log Carapace length}$ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.976699$ ($r^2 = 95.394$ percent) ค่าจุดตัดแกน มีค่าเท่ากับ -0.96272 และค่าความชัน (ค่า b - value) มีค่าเท่ากับ 3.83908 (ดังรูปที่ 24) ซึ่งมีความมากกว่า 3 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* เป็นแบบ positive allometric growth



รูปที่ 24 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของความยาวกระดอง และลอการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

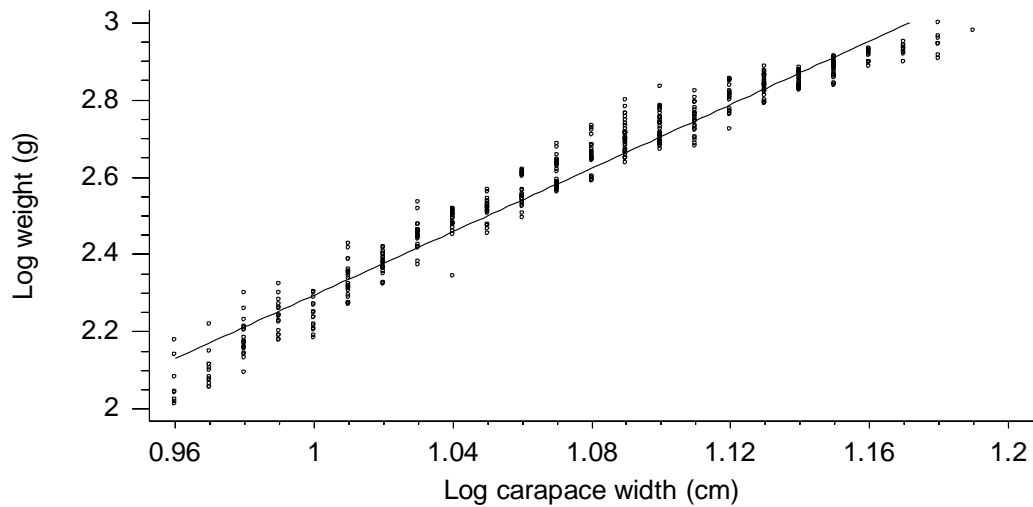
4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (Carapace width) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)

ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักลำตัว มีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นแบบ Square root-Y logarithmic-X ดังสมการ $Weight = (-78.019 + 39.9042 * \ln(Carapace\ width))^2$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.988991$ ($r^2 = 97.8103$ percent) (ดังรูปที่ 25)



รูปที่ 25 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว ที่มีความสัมพันธ์แบบ Square root-Y logarithmic-X

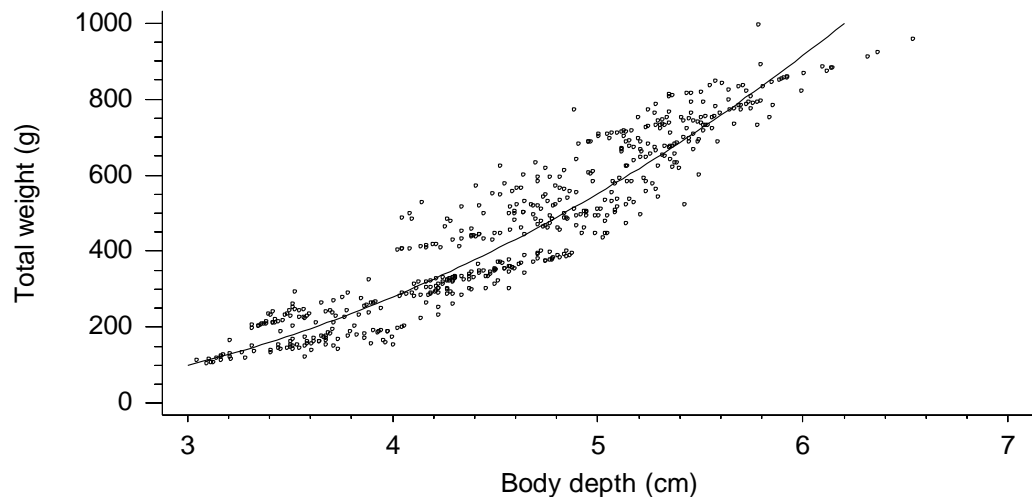
ในการประมาณค่าความชัน (ค่า b - value) และค่าจุดตัดแกนเพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์แบบ Square root-Y logarithmic-X ให้อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ซึ่งจะเปลี่ยนค่าความกว้างกระดอง และค่าน้ำหนักลำตัวให้เป็นค่าลอการิทึมของความกว้างกระดอง และค่าลอการิทึมของน้ำหนักลำตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า สมการที่ได้จะอยู่ในรูป $\text{Log Weight} = -1.82078 + 4.11544 * \text{Log Carapace width}$ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.980693$ ($r^2 = 96.1758$ percent) ค่าจุดตัดแกนมีค่าเท่ากับ -1.82078 และค่าความชัน (ค่า b - value) มีค่าเท่ากับ 4.11544 (ดังรูปที่ 26) ซึ่งมีความมากกว่า 3 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* เป็นแบบ positive allometric growth



รูปที่ 26 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของความกว้างกระดอง และลอการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

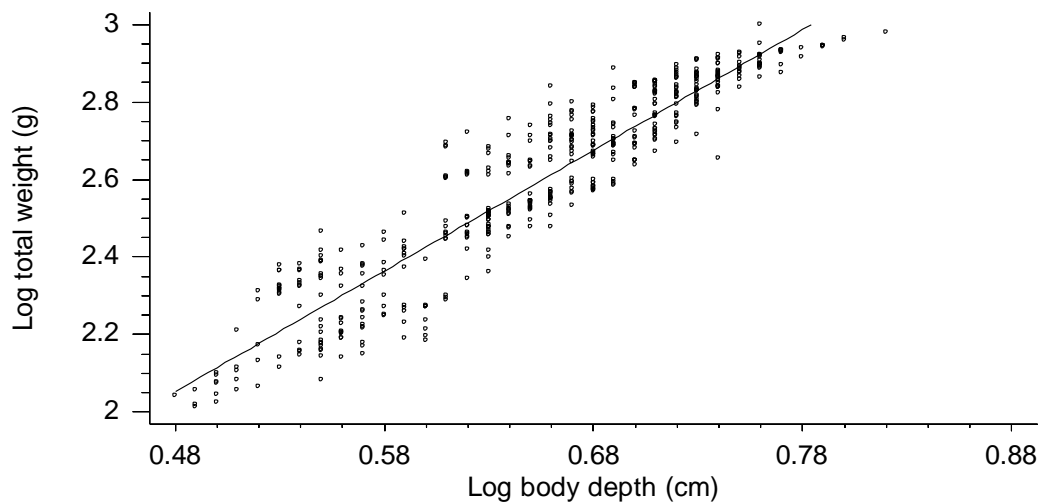
4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว (Body depth) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัวและน้ำหนักลำตัว มีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นแบบ Square root-Y ดังสมการ $Weight = (-10.3477 + 6.76648 * Body\ depth)^2$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.943823$ ($r^2 = 89.0802$ percent) (ดังรูปที่ 27)



รูปที่ 27 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของลำตัว และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว ที่มีความสัมพันธ์แบบ Square root-Y

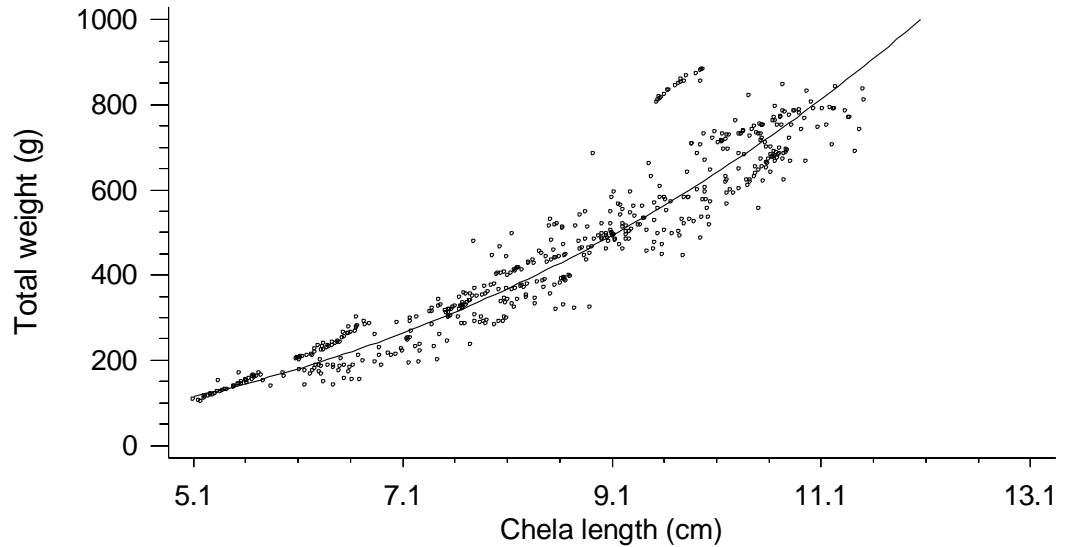
ในการประมาณค่าความชัน (ค่า b - value) และค่าจุดตัดแกนเพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์แบบ Square root-Y ให้อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ซึ่งจะเปลี่ยนค่าความหนาของลำตัว และค่าน้ำหนักลำตัวให้เป็นค่าลอการิทึมของความหนาของลำตัว และค่าลอการิทึมของน้ำหนักลำตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า สมการที่ได้จะอยู่ในรูป $\text{Log Weight} = 0.557816 + 3.11403 * \text{Log Body depth}$ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.938555$ ($r^2 = 88.0886$ percent) ค่าจุดตัดแกนมีค่าเท่ากับ 0.557816 และค่าความชัน (ค่า b - value) มีค่าเท่ากับ 3.11403 (ดังรูปที่ 28) ซึ่งมิต่ำมากกว่า 3 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* เป็นแบบ positive allometric growth



รูปที่ 28 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของความหนาของลำตัว และลอการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

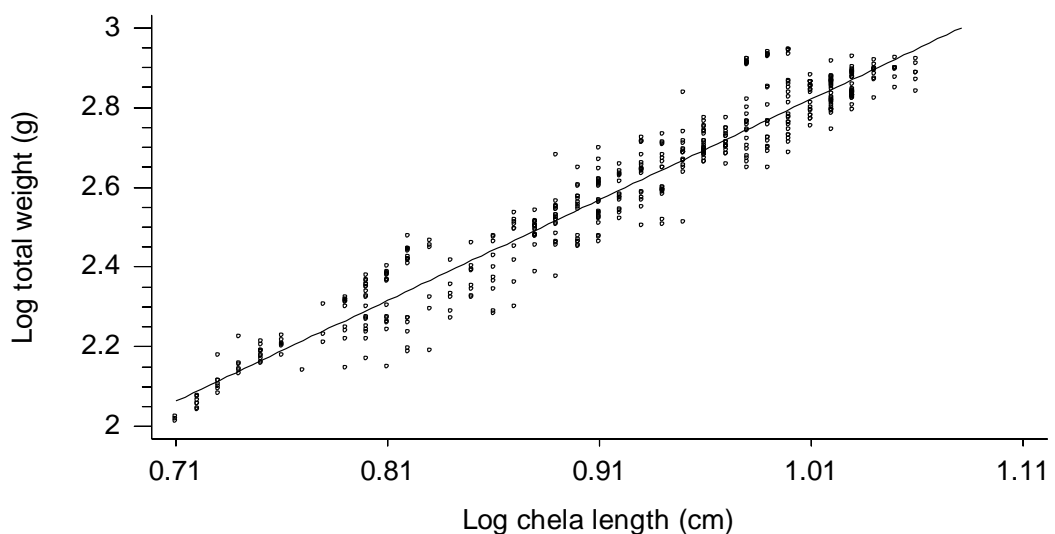
4.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Chela (Chala length) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Chela และน้ำหนักลำตัว มีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นแบบ Multiplicative ดังสมการ $\text{Weight} = \exp(0.634933 + 2.52034 * \ln(\text{Chela length}))$ หรือ $\ln(\text{Weight}) = 0.634933 + 2.52034 * \ln(\text{Chela length})$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.965958$ ($r^2 = 93.3074$ percent) (ดังรูปที่ 29)



รูปที่ 29 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Chela และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว ที่มีความสัมพันธ์แบบ Multiplicative

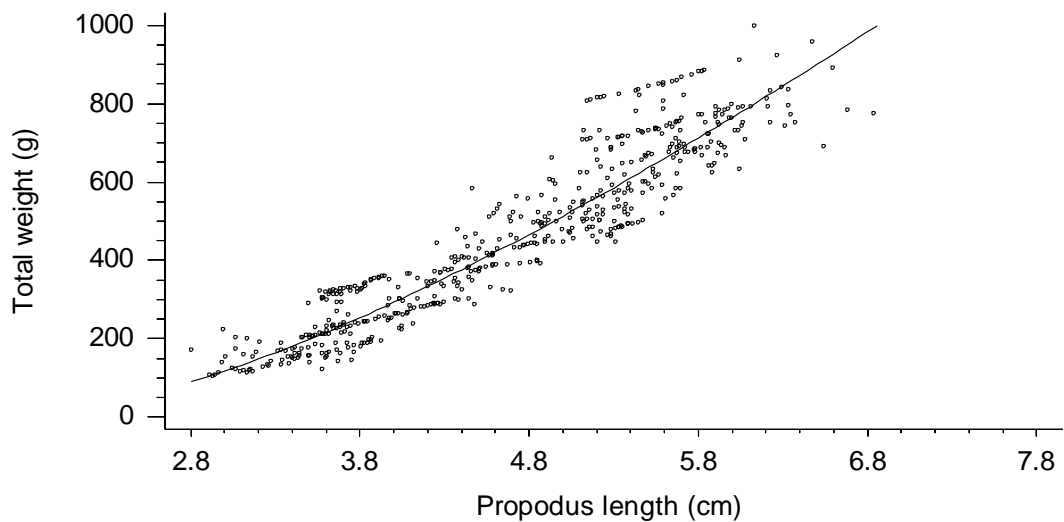
ในการประมาณค่าความชัน (ค่า b - value) และค่าจุดตัดแกนเพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์แบบ Multiplicative ให้อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ซึ่งจะเปลี่ยนค่าความยาวก้ามส่วน Chela และค่าน้ำหนักลำตัวให้เป็นค่าลอการิทึมของความยาวก้ามส่วน Chela และค่าลอการิทึมของน้ำหนักลำตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า สมการที่ได้จะอยู่ในรูป $\text{Log Weight} = .274403 + 2.52134 * \text{Log Chela length}$ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.965164$ ($r^2 = 93.1542$ percent) ค่าจุดตัดแกนมีค่าเท่ากับ 0.274403 และค่าความชัน (ค่า b - value) มีค่าเท่ากับ 2.52134 (ดังรูปที่ 30) ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 3 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* เป็นแบบ negative allometric growth



รูปที่ 30 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของความยาวก้ามส่วน Chela และลอการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

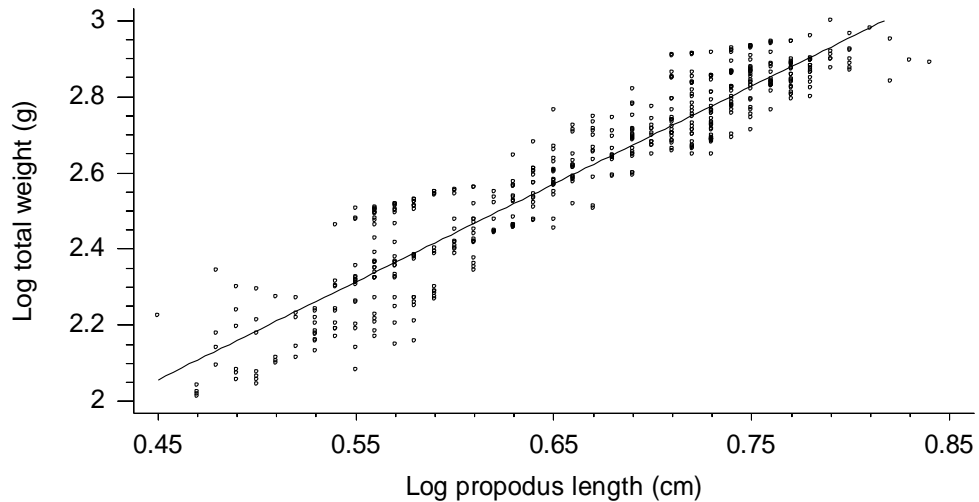
4.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Propodus (Propodus length) และน้ำหนักลำตัว (Body weight)

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Propodus และน้ำหนักลำตัว มีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นแบบ Double square root ดังสมการ $Weight = (-29.7814 + 23.4473 * \sqrt{Propodus\ length})^2$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.944045$ ($r^2 = 89.122$ percent) (ดังรูปที่ 31)



รูปที่ 31 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวก้ามส่วน Propodus และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว ที่มีความสัมพันธ์แบบ Double square root

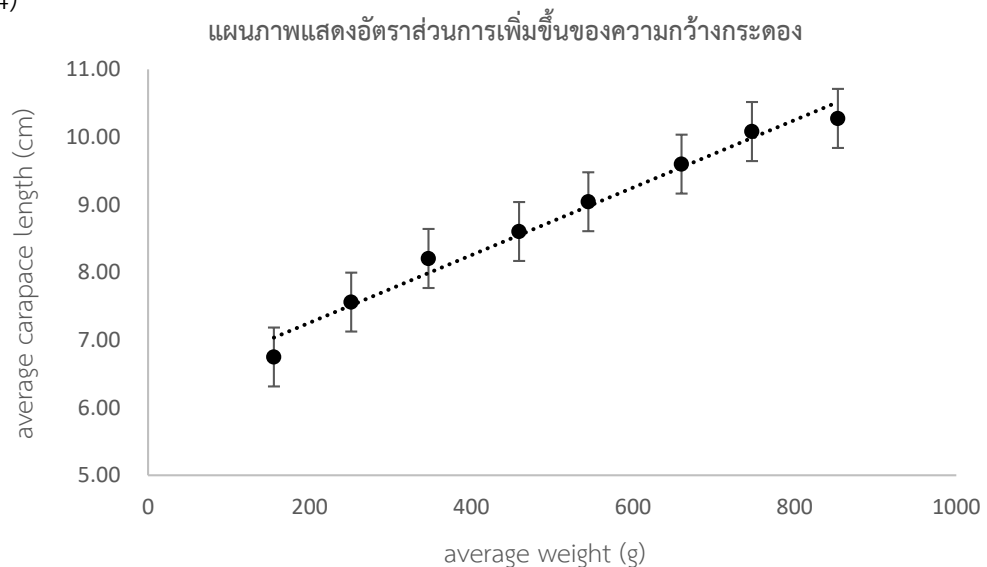
ในการประมาณค่าความชัน (ค่า b - value) และค่าจุดตัดแกนเพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์แบบ Double square root ให้อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ซึ่งจะเปลี่ยนค่าความยาวก้ามส่วน Propodus และค่าน้ำหนักลำตัวให้เป็นค่าลอการิทึมของความยาวก้ามส่วน Propodus และค่าลอการิทึมของน้ำหนักลำตัว จากนั้นทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า สมการที่ได้จะอยู่ในรูป $\text{Log Weight} = .0899926 + 2.5711 * \text{Log Propodus length}$ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = 0.942311$ ($r^2 = 88.795$ percent) ค่าจุดตัดแกนมีค่าเท่ากับ 0.899926 และค่าความชัน (ค่า b - value) มีค่าเท่ากับ 2.5711 (ดังรูปที่ 32) ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 3 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* เป็นแบบ negative allometric growth



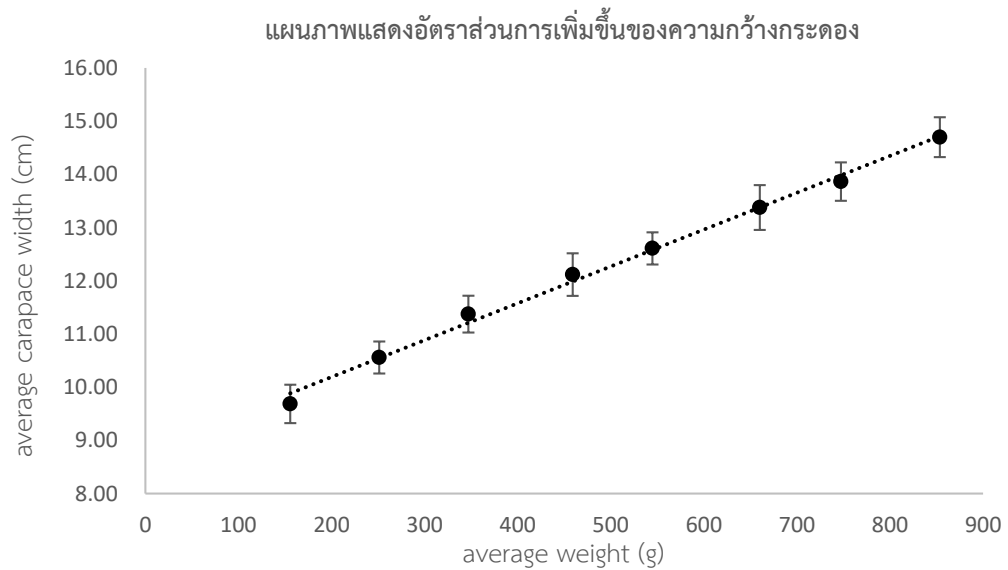
รูปที่ 32 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอการิทึมของความยาวก้ามส่วน Propodus และ ลอการิทึมของน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว

4.4 การศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดอง และความกว้างกระดอง

ในการศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดอง จะใช้ข้อมูลความยาวกระดองเฉลี่ยเทียบกับ น้ำหนักลำตัวเฉลี่ย ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนในการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดองเฉลี่ย ในแต่ละช่วง น้ำหนักลำตัว จากกราฟแสดงให้เห็นว่าความยาวกระดองแปรผันตรงกับน้ำหนักลำตัว หรือความยาวกระดอง จะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักลำตัวที่มากขึ้นในทิศทางเดียวกัน หรือ (ดังรูปที่ 33) เช่นเดียวกันกับอัตราส่วนการ เพิ่มขึ้นของความกว้างกระดอง ที่จะมีการเพิ่มขึ้นของความกว้างกระดองตามการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักลำตัว (ดังรูปที่ 34)



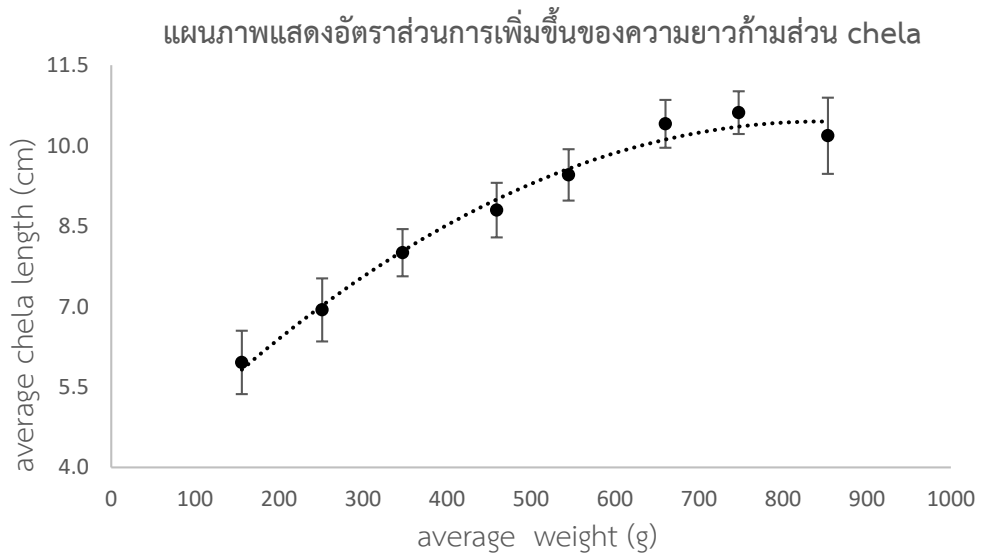
รูปที่ 33 อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดองเฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล *S. paramamosain*



รูปที่ 34 แผนภาพแสดงอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความกว้างกระดองเฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล *S. paramamosain*

4.5 การศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela

ในการศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela จะใช้ข้อมูลความยาวก้ามส่วน chela เฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ย ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela เฉลี่ย ในแต่ละช่วงน้ำหนักลำตัว จากกราฟแสดงให้เห็นว่าช่วงน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยประมาณ 100 – 600 กรัม ก้ามส่วน chela มีการเพิ่มขึ้นของความยาวตามน้ำหนักลำตัวอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อปูทะเล *S. paramamosain* มีน้ำหนักตั้งแต่ 600 กรัมขึ้นไป การเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela จะเริ่มคงที่ (ดังรูปที่ 35)



รูปที่ 35 อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela เฉลี่ยเทียบกับน้ำหนักลำตัวเฉลี่ยของปูทะเล *S. paramamosain*

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *Scylla paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว ในบ่อเพาะเลี้ยง พบว่า ข้อมูลความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาของลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela ความยาวก้ามส่วน propodus และน้ำหนักลำตัวมีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งทำให้ข้อมูลสามารถทดสอบความสัมพันธ์แบบเพียร์สันได้ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง – ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง – ความหนาของลำตัว ความกว้างกระดอง – ความหนาของลำตัว ความยาวกระดอง – ความยาวก้ามส่วน chela ความกว้างกระดอง – ความยาวก้ามส่วน chela ความยาวกระดอง – ความยาวก้ามส่วน propodus ความกว้างกระดอง – ความยาวก้ามส่วน propodus ความหนาของลำตัว – ความยาวก้ามส่วน chela ความหนาของลำตัว – ความยาวก้ามส่วน propodus และความยาวก้ามส่วน chela - ความยาวก้ามส่วน propodus มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความยาวส่วนต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง – น้ำหนักลำตัว ความกว้างกระดอง – น้ำหนักลำตัว ความหนาของลำตัว – น้ำหนักลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela – น้ำหนักลำตัว และความยาวก้ามส่วน propodus – น้ำหนักลำตัว ซึ่งสามารถบอกถึงรูปแบบการเจริญเติบโตได้ พบว่าความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง และความหนาของลำตัว มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ positive allometric growth ($b\text{-value} > 3$) หรือการเพิ่มของน้ำหนักมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความยาว จากรูปแบบการเจริญเติบโตแบบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดของลำตัวและการเพิ่มขึ้นของความยาวรายองค์ส่วนต่างๆของปูทะเล โดยพบว่าปูทะเลจะมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความยาวและความหนา เนื่องจากก้ามของปูทะเลเพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าลำตัวมาก ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักลำตัวมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความยาวของลำตัว รูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเลส่วนของความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง มีรูปแบบเช่นเดียวกันกับการศึกษาในอดีตของ Suryandari et. al. ในปี 2002 ที่ทำการศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* แล้วพบว่าความกว้างกระดองของปูทะเลมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ positive allometric growth เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังทำการศึกษาความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus พบว่ามีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ negative allometric growth ($b\text{-value} < 3$) หรือสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวมากกว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ซึ่งหมายความว่าขณะที่ปูทะเลมีการเจริญเติบโต ส่วนของก้ามปูทะเลจะมีการเพิ่มขึ้นของความยาวมากกว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ทำให้ลักษณะของก้ามมีลักษณะแบน ยาว เมื่อทำการศึกษาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง และความยาวของก้ามส่วน chela พบว่า ส่วนของกระดองจะเพิ่มความยาวและความกว้างมากขึ้นตามน้ำหนักลำตัวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะแตกต่างกับการเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (น้ำหนักลำตัวเฉลี่ยประมาณ 100 – 600 กรัม) ก้ามส่วน chela จะมีการเพิ่มขึ้นของความยาวตามการเพิ่มขึ้น

ของน้ำหนักลำตัวอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อปูทะเล *S. paramamosain* มีน้ำหนักตั้งแต่ 600 กรัมขึ้นไป การเพิ่มขึ้นของความยาวก้ามส่วน chela จะเริ่มคงที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปูทะเล *S. paramamosain* มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของก้ามส่วน chela ที่แตกต่างกันตามการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักลำตัว อาจเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมของปูทะเล *S. paramamosain* นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงขนาดของก้ามส่วน chela ของปูทะเลอาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติ (natural selection) โดยขนาดของโครงสร้างส่วนต่าง ๆ จำเป็นจะต้องสัมพันธ์กับหน้าที่ของโครงสร้างส่วนนั้น (Futuyma, 1998) ก้ามส่วน chela เป็นโครงสร้างที่ใช้ในการจับเหยื่อ ซึ่งเหยื่อของปูทะเลโดยส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่มีขนาดเล็ก เช่น หอยฝาเดี่ยว หอยสองฝา และไส้เดือนทะเล (Viswanathan and Raffi, 2015) ดังนั้นขนาดของก้ามส่วน chela จึงไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ตามการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักลำตัว ซึ่งขนาดก้ามที่ใหญ่เกินไปอาจทำให้ยากต่อการจับเหยื่อของปูทะเล

บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการเก็บข้อมูลความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวจากตัวอย่างปูทะเล *Scylla paramamosain* เพศผู้ ระยะโตเต็มวัย จำนวน 537 ตัว จากบ่อเพาะเลี้ยง พบว่าความยาวส่วนต่าง ๆ จะอยู่ในช่วงความยาวตั้งแต่ 2.00 เซนติเมตร จนถึง 16.00 เซนติเมตร และมีน้ำหนักลำตัวอยู่ในช่วงตั้งแต่ 100 กรัม จนถึง 1,000 กรัม ซึ่งข้อมูลความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง ความหนาของลำตัว ความยาวก้ามส่วน Chela ความยาวก้ามส่วน Propodus และน้ำหนักลำตัวมีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ (normal distribution) นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ดังตารางที่ 3) และจากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัว สามารถใช้ในการวิเคราะห์ถึงรูปแบบการเจริญเติบโตของปูทะเล *S. paramamosain* โดยพบว่ารูปแบบการเจริญเติบโตของความยาวกระดอง ความกว้างกระดอง และความหนาของลำตัว เป็นแบบ positive allometric growth ($b\text{-value} > 3$) หรือสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความยาว แต่รูปแบบการเจริญเติบโตของความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus มีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ negative allometric growth ($b\text{-value} < 3$) (ดังตารางที่ 4) หรือสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของความยาวมากกว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาในอดีต พบว่า ปูทะเล *S. paramamosain* ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีรูปแบบการเจริญเติบโตของความยาวและความกว้างกระดอง สอดคล้องกันกับการศึกษาในอดีตของ Suryandari et. al. ในปี 2002 แต่รูปแบบการเจริญเติบโตของความหนาของลำตัว ความยาวก้ามส่วน chela และความยาวก้ามส่วน propodus ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาในอดีต และเมื่อทำการศึกษาการเจริญเติบโต พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ก้ามส่วน chela มีการเพิ่มขึ้นของความยาวตามน้ำหนักลำตัวอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อปูทะเล *S. paramamosain* มีน้ำหนักตั้งแต่ 600 กรัมขึ้นไป การเพิ่มขึ้นของความยาวจะเริ่มคงที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปูทะเลมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของก้ามที่แตกต่างกันตามการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักลำตัว อาจเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมและกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติ โดยขนาดของก้ามจำเป็นจะต้องมีความสัมพันธ์กับหน้าที่ที่ใช้ในการจับเหยื่อ ซึ่งมีขนาดเล็ก ดังนั้นขนาดของก้ามส่วน chela จึงมีจำเป็นจะต้องมีขนาดใหญ่

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ ของปูทะเล *S. paramamosain*

ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวส่วนต่าง ๆ	สมการ	สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ (r)
CW – CL	$CL = -0.17844 + 0.730 * CW$	0.98
CL – BD	$BD = -0.539 + 0.599 * CL$	0.94
CW – BD	$BD = -0.827 + 0.452 * CW$	0.95
CL – CHL	$CHL = -3.333 + 1.388 * CL$	0.95
CW – CHL	$CHL = -3.923 + 1.042 * CW$	0.94
CL – PL	$PL = -1.540 + 0.727 * CL$	0.93
CW – PL	$PL = -1.869 + 0.547 * CW$	0.94
BD – CHL	$CHL = -0.890075 + 2.05585 * BD$	0.90
BD – PL	$PL = -0.376305 + 1.10151 * BD$	0.90
CHL – PL	$CHL = 0.269788 + 1.767 * PL$	0.95

ตารางที่ 4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัวของปูทะเล *S. paramamosain*

ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักลำตัว	สมการ	ค่า b- value	รูปแบบการเจริญเติบโต
CL – W	$\text{Log } W = -0.96272 + 3.83908 * \text{Log } CL$	3.84	positive allometry
CW – W	$\text{Log } W = -1.82078 + 4.11544 * \text{Log } CW$	4.12	positive allometry
BD – W	$\text{Log } W = 0.557816 + 3.11403 * \text{Log } BD$	3.11	positive allometry
CHL – W	$\text{Log } W = 0.274403 + 2.52134 * \text{Log } CHL$	2.52	negative allometry
PL – W	$\text{Log } W = 0.899926 + 2.5711 * \text{Log } PL$	2.57	negative allometry

เอกสารอ้างอิง

- กองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต, กรมประมง. การวิเคราะห์เส้นทางการส่งออกปูทะเลมีชีวิตไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน. วารสารกรมประมง 2560 : 2 – 8
- ณัฐทิศา โจนนประศาสน์ และประเสริฐ ทองหนู่น้อย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง. 1,000, 1. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์, 2557
- บรรจง เทียนสงรัสมิ์ และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. ปูทะเล ชีววิทยา การอนุรักษ์ทรัพยากร และการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์แบบยั่งยืน. ชุดที่ 3. โรงพิมพ์ดอกเบญจ: สำนักงานเครือข่ายวิจัยและพัฒนา “อุตสาหกรรมพืชและสัตว์น้ำ” สกว., 2545
- Cardrin S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. Fish Biology and Fisheries 10 (March 2000) : 91 – 112
- Din, N.B., Das S.K., and Bakar Y.N. 2016. Carapace width-weight relationship of the mud crab (*Scylla tranquebarica* Fabricius, 1798) from the waters of Peninsular Malaysia. Indian Journal of Geo Marine Sciences 46 (August 2017) : 1667 – 1672
- Futuyma, D.J. Evolutionary Biology. 3 Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1998.
- Hamasaki, K.K., Matsui, N.R., and Nogami, M.T. 2011 Size at sexual maturity and body size composition of mud crabs *Scylla* spp. caught in Don Sak, Bandon Bay, Gulf of Thailand. Fisheries Science 77(1) (January 2011) : 49 – 57
- Heasman, M.P. Aspects of the general biology and fishery of the mud crab *Scylla serrata* Forskal in Moreton Bay. Ph.D. Thesis, Department of zoology, Faculty of Science, University of Queensland. St. Lucia Brisbane Australia, 1985
- Keenan C.P., Davie J.F. and Mann D.L. 1996. A revision of the genus *Scylla* De Haan, 1833 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Portunidae). The Raffles Bulletin of Zoology (June 1998) : 217 – 245
- Kuriakose, S.M. 2014. Estimation of length weight relationship in fish. ICAR-central marine fisheries research Institute : 215 - 220
- Le vay, L., Ut V.N., and Walton, M. 2006. Population ecology of the mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador) in an estuarine mangrove system; a mark-recapture study. Springer 151 (November 2006) : 1127 – 1135

- Le vay, L. 2001. Ecology and Management of Mud crab *Scylla* spp. Asian Fisheries Science 14 : 101 – 111
- Mamun, A.A., Begum, M., Mia, M.Y., and Alam, M.J. 2008. Food and feeding habits of the mud crab *scylla serrata* (forsskal) in Bangladesh. J. Bangladesh Soc. Agric. Sci. Technol 5(3&4) : 141 – 144
- Macintosh, D.J., Gonçalves, F., Soares, A.M.V.M., Moser, S.M. and Paphavisit, N. Transport Mechanisms of Crab Megalopae in Mangrove Ecosystems, with Special Reference to a Mangrove Estuary in Ranong, Thailand. in Keenan, C.P. and Blackshaw, A., Proceeding of an international scientific forum held in Darwin, Australia, 178 – 186. Canberra, Australian Center for International Agricultural Research.
- Moser, S., Macintosh, D.N., Laoprasert, S.B. and Tongdee, N.N. 2002. Population ecology of the mud crab *Scylla olivacea*: a study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand, with emphasis on juvenile recruitment and mortality Fisheries Research 71 : 27 – 41
- Quinn, N.J., Kojis, B.L., 1987. Reproductive biology of *Scylla* spp. (Crustacea: Por-tunidae) from the Labu estuary in Papua New Guinea. Bulletin of marine science, 41(2) : 234-241
- Ricker, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations 191. Ottawa: Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, 1975
- Robertson, W.D. and Kruger, A., 1994. Size at maturity and spawning in the portunid crab *Scylla serrate* (Forsk.) in Natal, South Africa. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 39,185–200
- Shahriar, S.I., and Rouf, M.A. 2018. Sex ratio, length-weight relationship, condition and relative condition factor of mud crab (*Scylla olivacea*) in Sunderban mangrove forest, Bangladesh. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies (June 2018) : 451 – 455
- Sparre, P. and Venema, S. C. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306.1, Rev. 1., Rome, FAO. 376 pp

- Suryandari, A.S., Maharsari A.P., Irawan, B.B., and Soegianto, A.G. 2002. Length-Weight Relationship, Sex Ratio and Condition Factors of Mud Crab (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) from Brantas Estuary, East Java, Indonesia. American Institute of Physics : 020007-1 – 020007-5
- Viswanathan, C., and Raffi, S.M. 2015 The natural diet of the mud crab *Scylla olivacea* (Herbst, 1896) in Pichavaram mangroves, India Saudi Journal of Biological Sciences 22 : 698 – 705
- Walton, M.E., Vay, L.L., Truong, L.M. and Ut, V.N. 2006 Significance of mangrove–mudflat boundaries as nursery grounds for the mud crab, *Scylla paramamosain*. Marine Biology 149: 1199–1207
- Widigdo, B.B., Laga, A.B., Hakim, A.A., and Wardiatno, Y.S. 2017. Carapace length-weight and width-weight relationships of *Scylla serrata* in Bulungan District, North Kalimantan, Indonesia. Biodiversitas 18 (October 2017) : 1316 – 1323