

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำต่อความหนาของ
เปลือกปูทะเลโดยการเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติในบ่อดิน

RELATIONSHIP BETWEEN OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN
WATER TO THICK SKELETON OF MUD CRAB SEMI INTENSIVE
CULTURE IN POND

จัดทำโดย

นายชวลิต วรรณมาศ

รหัส 5007101001

สาขาวิชาการประมง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำต่อความหนาของ
เปลือกปูทะเลโดยการเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติในบ่อดิน

RELATIONSHIP BETWEEN OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN
WATER TO THICK SKELETON OF MUD CRAB SEMI INTENSIVE
CULTURE IN POND

จัดทำโดย

นายชวลิต วรรณมาศ

รหัส 5007101001

สาขาวิชาการประมง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำต่อความหนาของเปลือก
ปูทะเลโดยการเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติในบ่อดิน

RELATIONSHIP BETWEEN OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN WATER
TO THICK SKELETON OF MUD CRAB SEMI INTENSIVE CULTURE
IN POND



ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู)

.....

(อาจารย์นาตาลี อาร์ใจเย็น)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง : ความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำต่อความหนา
ของเปลือกปูทะเลโดยการเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติในบ่อดิน
ชื่อผู้เขียน : นายชวลิต วรรณมาศ
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์กมลวรรณ สุภวิญญู

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำ ตลอดจนการทดลอง เป็นเวลา 4 เดือน ระหว่างมกราคม- เมษายน 2552 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำและปูทะเล ณ บ่อเลี้ยงปูทะเลเลียนแบบ ธรรมชาติในบ่อดิน หมู่ที่ 2ตำบลปากพูน อำเภอเมืองจังหวัดนครศรีธรรมราช นำตัวอย่างน้ำและปูทะเล มาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร พบว่า แคลเซียมและแมกนีเซียม มี ผลต่อการสร้างเปลือกของปูทะเล โดยค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเค็มและความกระด้างของน้ำด้วย เช่นกัน ตลอดจนการทดลอง พบว่า ถ้าความเค็มอยู่ในระดับ 21.2 psu มีปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ 428.18 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียมในน้ำที่ 665.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีที่สุดและส่งผลให้ ความหนาเปลือกเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เพราะฉะนั้นถ้าต้องการเลี้ยงปูทะเลให้ได้เปลือกแข็ง จะต้องให้ มีระดับความเค็มของน้ำสูงกว่าหรือเท่ากับ 21.2 psu ดังนั้นแนวทางการแก้ไขวิธีการเลี้ยงปูทะเล เลียนแบบธรรมชาติ ไม่ให้ปูเปลือกนิ่มในช่วงที่น้ำมีความเค็มต่ำมาขุนนอกบ่อและปรับความเค็มให้ เหมาะสม คือสูงกว่าหรือเท่ากับ 21.2 psu หรือเพิ่มแคลเซียมในน้ำเลี้ยง จะช่วยให้เปลือกปูมีความหนา เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู ซึ่งได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และอาจารย์นาตาลี อาร์ใจเย็น ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม ให้แก่ข้าพเจ้า และได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการดำเนินงานทดลองตลอดจนช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นรูปเล่มปัญหาพิเศษอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิชชุดา เอื้ออารี ที่เป็นกำลังใจ และคอยช่วยเหลือในด้านสถานที่ที่ทำการทดลอง ขอขอบคุณ คุณณิชาพล แก้วชญา นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและให้กำลังใจในการทำงานปัญหาพิเศษครั้งนี้

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียนมาโดยตลอดและขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ชวลิต วรรณมาศ

กรกฎาคม 2552

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
วิธีการดำเนินการวิจัย	15
เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	19
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการศึกษา	20
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก)	43
ภาคผนวก (ข) ประวัติผู้วิจัย	87

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนการดำเนินงาน	19
2	ปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	21
3	ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	23
4	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	25
5	ความหนาของเปลือกปูทะเลเฉลี่ยทั้ง 5 จุดในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	27
6	ปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	30
7	ปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	32
8	ปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	33
9	ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	35
10	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	37
11	คุณภาพน้ำเฉลี่ยที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	38
ตารางผนวก		
1	คุณสมบัติปูทะเลที่ทำการศึกษา	43
2	คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	59

สารบัญภาพ

ภาพ

	หน้า
1 วงจรชีวิตของปูทะเล	3
2 ปูทะเล	4
3 จุดเก็บตัวอย่างปูที่ใช้ลอบพับ 30 จุด	16
4 (ก) วิธีวัดความยาว (ข) วิธีความกว้างของกระดองปู	17
5 วัดความหนาของเปลือกกระดอง 5 จุด โดยใช้ Micrometer	17
6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ 20 จุดภายในบ่อ	18
7 ปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	21
8 ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	23
9 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	25
10 ความหนาของเปลือกปูทะเลเฉลี่ยทั้ง 5 จุดในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	28
11 ปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	30
12 ปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	32
13 ปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	34
14 ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	36
15 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ	37

ภาพผนวก

1 เครื่องวัดความเค็ม (Refracto Salinometer)	75
2 เครื่อง spectro photometer	75
3 ลอบดักปูทะเลขนาด 40x60 เซนติเมตร	76
4 ปูทะเลน้ำหนัก 200 - 500 กรัม	76
5 (ก) ลักษณะด้านหน้า (ข) ด้านหลังของปูทะเล	77
6 (ก) การชั่งน้ำหนักของปูทะเลเพศผู้ (ข) การชั่งน้ำหนักของปูทะเลเพศเมีย	78
7 (ก) การวัดความยาวของกระดอง (ข) การวัดความยาวของกระดอง	79

ภาพผนวกต่อ

8	(ก) การวัดความกว้างของกระดองปูทะเลเพศผู้ (ข) การวัดความกว้างของกระดองปูทะเลเพศเมีย	80
9	การกำหนด 5 จุด	81
10	การเจาะเปลือกและนำไปวัดความหนาเปลือก	81
11	วัดความหนาเปลือก โดยใช้ Micrometer	82



บทที่ 1

บทนำ

พุทฺทะเลจัดเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีปริมาณความต้องการบริโภคค่อนข้างสูง แต่ผลผลิตได้มาบริโภคส่วนใหญ่จับได้จากธรรมชาติมากกว่าจากการเพาะเลี้ยง จากรายงานของกรมประมง พบว่าปีพ.ศ. 2529 มีปริมาณพุทฺทะเลจากการจับในธรรมชาติมากกว่าผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงถึง 33 เท่า โดยมีปริมาณถึง 4, 400 ตัน ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงมีปริมาณ 132 ตัน เกษตรกรพบปัญหาพุทฺทะเลในบ่อเลี้ยงแล่นแบบธรรมชาติในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคมของทุกปี พุทฺทะเลจะมีน้ำหนักและความหนาเปลือกน้อย เพราะเกิดจากฝนตกและน้ำในบ่อความเค็มลดลงมาก จึงเป็นปัญหาหลักของเกษตรกรเลี้ยงพุทฺทะเลในบ่อเลี้ยงแบบธรรมชาติ ซึ่งทำให้พุทฺทะเลมีราคาแพง จึงศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำต่อความหนาของเปลือกพุทฺทะเล

ดังนั้นการเลี้ยงพุทฺทะเลจึงเป็นอาชีพที่ควรได้รับการส่งเสริมและการพัฒนาด้านผลผลิตให้เพิ่มสูงขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงได้แก่ ฟูโพรกเป็นฟูเนื้อแน่น ฟูไข่อ่อนเป็นฟูไข่แก่ ฟูเล็กเป็นฟูใหญ่ และฟูนิ่ม จึงต้องมีการพัฒนาการเลี้ยงพุทฺทะเลเพื่อให้เกษตรกรมีอาชีพเลี้ยงพุทฺทะเลที่มีผลผลิตสูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำต่อความหนาเปลือกของพุทฺทะเลจากบ่อเลี้ยงแล่นแบบธรรมชาติ
2. เพื่อศึกษาความหนาเปลือกของพุทฺทะเลจากบ่อเลี้ยงแล่นแบบธรรมชาติ
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงพุทฺทะเลแล่นแบบธรรมชาติ

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

อนุกรมวิธานของปูทะเล

ปูเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีเปลือกหุ้มลำตัว ตามหลักชีววิทยาจัดเป็นสัตว์น้ำจำพวกที่มีขา นอกจากปูแล้วก็มีกุ้งก้ามกราม จักจั่นทะเล และแมงดาทะเล ปูจัดอยู่ใน Order Decapoda จำพวกเดียวกับกุ้ง อยู่ใน Class Malacostraca เดียวกัน บรรจงและบุญรัตน์ (2545) ได้เขียนรายงานการจัดหมวดหมู่หลักอนุกรมวิธานของปูทะเล ดังนี้

Phylum Arthropoda

Superclass Crustacea

Class Malacostraca

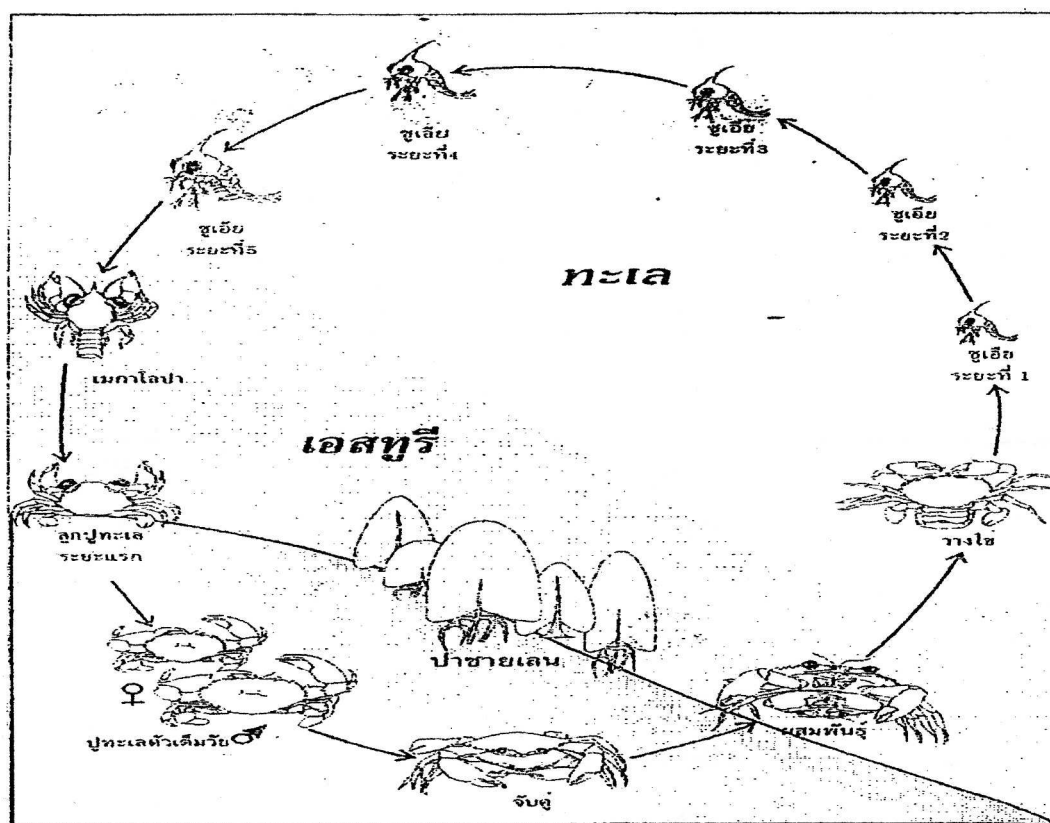
Subclass Eumalacostraca

Superorder Eucarida

Order Decapoda

Family Portunidae

Genus *Scylla*

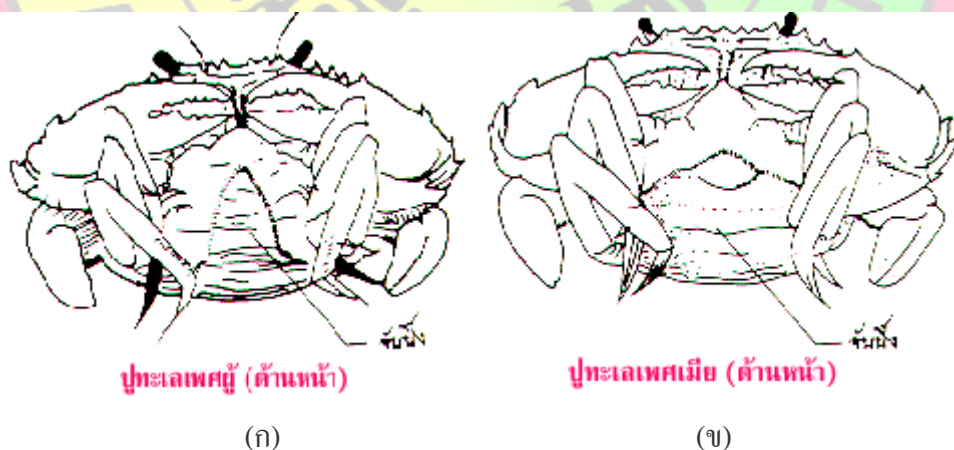


ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของปูทะเล
ที่มา : ชลธิ์, 2539

ลักษณะโครงสร้างทั่วไป

ปูทะเลมีส่วนประกอบของโครงสร้าง คือ มีส่วนหัวกับอกรวมกันเรียกว่า Cephalo thorax ส่วนนี้จะมีกระดองห่อหุ้มไว้ ลักษณะภายนอกที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนคือ ลำตัวของปูได้วิวัฒนาการโดยเปลี่ยนแปลงไปเป็นแผ่นบาง ๆ เรียกว่า "จับปิ้ง" พบอยู่ใต้กระดอง จับปิ้งเป็นอวัยวะที่ใช้เป็นที่อุ้มพุงไข่ของแม่ปู (ระยะที่มีไข่ออกกระดอง) นอกจากนี้ยังเป็นอวัยวะที่ใช้แยกเพศได้อีกด้วย เพศเมียจับปิ้งจะมีลักษณะกว้าง ปลายมนกลมกว่าเพศผู้ซึ่งมีรูปรียาวและแคบ (ภาพที่ 2) กระดองของปูทะเลมีลักษณะเป็นรูปไข่และมีหนามเรียงจากตาไปทางด้านซ้าย-ขวาของกระดองด้านละ 9 อัน ตาของปูทะเลเป็นตา รวม ประกอบด้วยตาเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก มีความรู้สึกไวต่อสิ่งเคลื่อนไหวอยู่รอบตัว และยังมีก้านตาช่วยในการชูลูกตาออกมาภายนอกบ้าง และหดกลับเข้าไปได้ ทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างดียิ่งขึ้น

ปูทะเลมีขา 5 คู่ ขาคู่แรกอยู่หน้าสุดมีขนาดใหญ่มากเป็นพิเศษเรียกว่า "ก้ามปู" ปลายก้ามปูแยกออกเป็น 2 ง่ามมีลักษณะคล้ายคีม ใช้จับเหยื่อกินและป้องกันตัว ปลายสุดของขาคู่ที่ 2-4 มีลักษณะแหลมเรียกว่า "ขาเดิน" เพราะทำหน้าที่ในการเดินเคลื่อนที่ ส่วนขาคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นคู่สุดท้ายเรียกว่า "ขาว่ายน้ำ" ตอนปลายสุดของขาคู่นี้มีลักษณะแบนคล้ายใบพายซึ่งธรรมชาติสร้างมาไว้เพื่อความสะดวกในการว่ายน้ำ ปูทะเลมีเลือดสีใส มีสารประกอบพวกทองแดงปนอยู่ เมื่อสัมผัสกับอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าใส เลือดปูเมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นสีขาวขุ่นคล้ายครีม สำหรับอวัยวะภายในทั้งหมด ได้แก่ หัวใจ กระเพาะอาหาร ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ ฯลฯ จะรวมกันอยู่ภายในกระดอง (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550)



ภาพที่ 2 ปูทะเล

ที่มา : บุญรัตน์และวรรณวิภา (2550)

โครงสร้างของเปลือก

เปลือกของปูทะเล (*Scylla serrata*) ประกอบด้วยชั้นต่างๆ 4 ชั้น คล้ายคลึงกับสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียนทั่วไป โดยเรียงจากชั้นนอกสุดไปยังชั้นในสุด ดังนี้

ชั้นเอพิคิวติเคิล (Epicuticle layer)

เป็นชั้นที่อยู่นอกสุดและชั้นที่บางที่สุด มีความหนาประมาณ 5 ไมครอน มีองค์ประกอบเป็นสารพวก lipoprotein ร่วมกับแคลเซียม ชั้นอพิคิวติเคิลนี้จะประกอบกันเป็นชั้นๆ อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบเป็นโครงสร้างของสารอินทรีย์ซึ่งติดสีย้อม eosin อย่างหนาแน่น ซึ่งแสดงถึงการมี sclerotin

ชั้นเอกโซคิวติเคิล (Exocuticle หรือ Pigmented layer)

เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นอพิคิวติเคิล ประกอบด้วย HCI-protein ชั้นนี้มีความหนาประมาณ 60 ไมครอน และมีสีเข้ม นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบเป็นเส้นใย chitin-protein เป็นจำนวนมาก ชั้นนี้จะเป็นชั้นที่มีปริมาณเม็ดสี (pigments) สูงที่สุด

ชั้นเอนโดคิวติเคิล (Endocuticle layer)

เป็นชั้นที่มีความหนามากที่สุด ประมาณ 450 -455 ไมครอน ซึ่งคิดเป็น 70 -85% ของความหนาของเปลือก และมีปริมาณเกลือแคลเซียมสะสมอยู่มากที่สุด บางครั้งจึงเรียกว่าเป็นชั้นแคลเซียม (calcified layer) ซึ่งมีลักษณะเป็นแถบ (bands) ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างเส้นใย chitin-protein และแคลเซียมคาร์บอเนต ประกอบกันทำให้เป็นชั้นที่หนาที่สุด

ชั้นเมมเบรนัส (Membranous layer)

เป็นชั้นที่อยู่ในสุดของเปลือก ซึ่งอยู่ติดกับชั้นอพิเดอมิส มีลักษณะเป็นชั้นบางๆ มีความหนาประมาณ 5 ไมครอน และเป็นโครงสร้างของสารอินทรีย์ซึ่งติดสีย้อม eosin ประกอบด้วยไคตินประมาณ 74% ชั้นนี้ไม่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบจึงถูกเรียกว่า uncalcified layer

ชั้นอพิเดอมิส (Epidermis)

ภายใต้เนื้อเยื่อชั้นในสุดของเปลือกสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียนนั้น จะพบเนื้อเยื่อชั้นอพิเดอมิสอยู่เป็นชั้นบางๆ ที่มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อเซลล์เดี่ยว (unicellular layer) ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โครงสร้างของอพิเดอมิสปกคลุมด้วยโครงร่างแข็ง ได้แก่ เปลือกของครัสเตเชียน และหอย อพิเดอมิสนี้ยังเป็นอวัยวะสำคัญในการหลั่งสารประกอบอินทรีย์และแร่ธาตุที่ขนส่งสร้างเปลือก

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกปู

โครงสร้างของเปลือกปู ประกอบด้วยเส้นใยของ Chitin-protein เป็นส่วนใหญ่กับส่วนของโปรตีนในชั้นอีพิคิวติเคิล และส่วนของไคตินในชั้นเอกโซคิวติเคิลและชั้นเอนโดคิวติเคิล ซึ่งสารตั้งต้นของไคตินคือคาร์โบไฮเดรต

สารประกอบอินทรีย์ที่สำคัญของเปลือกปูตลอดวงจรการลอกคราบคือ ไคติน (chitin) อย่างไรก็ตามองค์ประกอบกลุ่มโปรตีนจะเพิ่มสูงขึ้นช่วงหลังลอกคราบ ซึ่งเป็นการเพิ่มความแข็งแรงในการสร้างชั้นอีพิคิวติเคิลและเอกโซคิวติเคิล หลังจากมีการลอกคราบใหม่ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อ sclerotization สำหรับ NaOH-protein และ nucleation สำหรับ HCl-protein

องค์ประกอบทางเคมีของอีพิเดอมิส

ชั้นอีพิเดอมิสประกอบไปด้วยไกลโคเจน ไคติน acid MPS และ neutral MPS ซึ่งพบว่าชั้นของอีพิเดอมิสประกอบด้วยสารอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไคติน และแร่ธาตุต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ทองแดง แคลเซียม โซเดียม คลอไรด์ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส และกำมะถัน ปริมาณของโปรตีนเพิ่มมากที่สุดที่ระยะเริ่มต้นของระยะคราบแข็ง (intermolt stage) ในขณะที่คาร์โบไฮเดรตจะลดลง เนื่องจากส่วนของคาร์โบไฮเดรตถูกนำไปใช้ในกระบวนการ polymerization ของโมเลกุลไคติน ซึ่งใช้ในการสร้างเปลือกของปูทะเล โดยพบว่าความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของไคติน (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550)

การลอกคราบ

เมื่อปูจะลอกคราบ สังเกตได้จากกระดองจะเริ่มแยกจากเยื่อหุ้มตัว ระยะนี้เรียกว่า “ปูสองกระดอง” เป็นระยะที่ปูเคลื่อนไหวได้ช้า ระยะนี้สารประกอบของหินปูนและChitin ที่มีอยู่ในเปลือกเก่าส่วนหนึ่งจะถูกดึงไปใช้ในการสร้างเปลือกใหม่ เปลือกเดิมจึงเปราะ ระยะนี้ความดันภายในตัวปูจะเพิ่มขึ้น ถ้าเจาะกระดองให้เป็นรูเยื่อหุ้มตัวจะปูทะลักออกมาตามรอยเจาะ เมื่อความดันของเลือดภายในตัวได้เพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งก็จะดันให้เปลือกเก่าแตกออกตามรอยประสานได้เชิงกระดอง และที่โคนก้าม ระยะนี้ปูจะผลิตน้ำเมือกออกมาหล่อเลี้ยงผนังเยื่อหุ้มตัว เพื่อช่วยให้ร่างกายต่างๆ สามารถลอดข้อต่อต่างๆ จากเปลือกเดิมได้ง่ายขึ้น ปูจะสลัดตัวเองจากคราบเก่าด้วยวิธีใช้หลังดันกระดองด้านบน เพื่อให้กระดองส่วนบนตรงรอยต่อระหว่างส่วนหัวและอกกับท้องจะเผยออก จากนั้นปูจะค่อย ๆ ดันตัวออกมาทีละน้อย ๆ โดยมีขาหลังหรือกรรเชียงออกมาก่อน เมื่อร่างกายส่วนนั้นได้ปรับสภาพเข้ากับสภาพแวดล้อมภายนอกแล้ว ปูจึงถอดอวัยวะส่วนอื่น ๆ ตามมา โดยมีก้ามเป็นร่างกายสุดท้าย ขณะที่ลอกคราบใหม่ ๆ ผิวของกระดองจะขุ่น หลังจากทีปูปรับระดับความเข้มข้นของเกลือแร่และปริมาณน้ำในตัวให้เข้าสู่ระดับปกติแล้ว เปลือกใหม่จะค่อย ๆ ตึงและเพิ่มขนาดตามส่วน ระยะนี้เป็นช่วงที่ปูมีความ

อ่อนแอมากที่สุด เคลื่อนไหวไม่ได้ จึงต้องหาที่หลบซ่อนศัตรู ระยะเวลาที่ปูลอกคราบจนกระทั่ง กระดองใหม่แข็งนั้นประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นปูเริ่มสะสมอาหารไว้เพื่อการลอกคราบครั้งต่อไป โครงสร้างของกระดองปูทะเลสามารถแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ประกอบด้วย

1. ผิวชั้นนอก (Epidermis) เป็นชั้นที่มีเซลล์ขนาดใหญ่ ภายในเซลล์ประกอบด้วยรงควัตถุ (Chromatophore) ทำให้เซลล์มีสี ผิวชั้นนอกตั้งอยู่บนเยื่อฐาน (basement membrane)

2. เคลือบผิวชั้นใน (endocuticle) ชั้นนี้ประกอบด้วยชั้นย่อย 3 ชั้น โดยมีชั้นเม็ดสี (pigmental layer) อยู่บนสุดติดกับชั้นเคลือบผิว และ ชั้นเยื่อ (membranous membrane) อยู่ล่างสุดติดกับเซลล์ epithelium โดยมีชั้นหินปูน อยู่ตรงระหว่างกลาง

3. ชั้นเคลือบผิว (epicuticle) เป็นเปลือกที่อยู่ชั้นนอกสุดประกอบด้วยไลโปโปรตีน (lipoprotein)

ถ้าพิจารณาตามลักษณะการสร้างผิวชั้นนอก ชั้นเคลือบผิว ชั้นเม็ดสี ขน การลอกกลับในของชั้น เม็ดสีและการแยกตัวของเปลือกใหม่และเปลือกเก่า การลอกคราบของปูทะเลสามารถแบ่งออกได้ 5 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 กระดองนิ่ม: stage A

เป็นระยะที่ปูเพิ่งเสร็จจากลอกคราบ กระดองใหม่นิ่ม เหนียว ลื่น ชั้นเคลือบผิว ชั้นเม็ดสี และ ชั้นเยื่อต่าง ๆ จะติดเป็นชั้นเดียวกัน ระยะนี้ปูไม่กินอาหาร ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 1.5% ของเวลา ทั้งหมดที่ใช้ในการลอกคราบ สามารถแบ่งออกเป็นสองระยะย่อยคือ

ระยะ A-1 (newly molt) : กระดองนิ่มมาก น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ขายังไม่แข็ง เคลื่อนที่ไม่ได้ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 0.5 % ของช่วงการลอกคราบ

ระยะ A-2 (soft): กระดองเริ่มแข็ง น้ำหนักตัวคงที่ น้ำหูดซึมเข้าตัว น้ำในตัวมีประมาณ 86 % ระยะนี้ใช้เวลา 1.0 % ของช่วงการลอกคราบ

ระยะที่ 2 กระดองเริ่มแข็ง: stage B (paper shell)

กระดองใหม่เริ่มแข็ง เคลือบผิวชั้นในระหว่างเริ่มการพัฒนามีลักษณะหนาและแข็ง ชั้นเม็ดสี เริ่มมีการลอกกลับ ยังไม่กินอาหาร ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 8.0% ของช่วงการลอกคราบ สามารถแบ่งออกเป็นสองระยะคือ

ระยะ B-1: ชั้นหินปูนของเคลือบผิวชั้นในเริ่มพัฒนา ขาแข็งขึ้น น้ำในตัวมีประมาณ 85% ระยะนี้ใช้เวลา 3.0 % ของช่วงการลอกคราบ

ระยะ B-2: ชันเม็ดสีถอยกลับ ชันหินปูนเริ่มพัฒนากว้างขึ้น ขาและเปลือกเริ่มแข็ง น้ำในตัวมีประมาณ 83% ระยะนี้ใช้เวลา 5.0 %ของช่วงการลอกคราบ

ระยะที่ 3 เปลือกแข็ง: stage C (Intermolt)

กระดองมีความแข็งแรงเต็มที่ ผิวชั้นนอกของเปลือกสมบูรณ์ ชันเม็ดสีถอยกลับไปอยู่บริเวณฐานปลายสุดของขน (saetae) เก่า ผิวชั้นนอกมีการหดกลับ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 66% ของช่วงการลอกคราบ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะคือ

ระยะC-1 : ปูเริ่มกินอาหาร ชันเม็ดสีกว้าง ขาต่าง ๆ แข็งเกือบปกติ ในตัวมีน้ำประมาณ 80% ระยะนี้ใช้เวลา 8.0 %ของช่วงการลอกคราบ

ระยะC-2 : ชันเม็ดสีกว้างมากขึ้น ขาต่าง ๆ แข็ง เปรื่อง่าย น้ำในตัวมีประมาณ 76% ระยะนี้ใช้เวลา 13 %ของช่วงการลอกคราบ

ระยะ C-3 : ชันเม็ดสีกว้างมากกว่าระยะC-2 น้ำในตัวมีประมาณ 68% ระยะนี้ใช้เวลา15%

ระยะ C-4 : เป็นระยะสุดท้าย การพัฒนาของชันเม็ดสีสมบูรณ์ มีการถอยร่นกลับเข้าไปใน ระยะนี้ปูกินอาหารตามปกติ การเคลื่อนไหวว่องไว ปราดเปรียว คุ้ยเริ่มมีการสะสมสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการลอกคราบ น้ำในตัวมีประมาณ 60% ระยะนี้ใช้เวลา 30 %ของช่วงการลอกคราบ

ระยะที่ 4 ก่อนลอกคราบ: (stage D)

กระดองมีความแข็งแรงเต็มที่ เปลือกสมบูรณ์ เป็นระยะที่ปูสะสมอินทรีย์สารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการลอกคราบ เช่น แคลเซียม เพื่อใช้ในการลอกคราบครั้งต่อไป กินอาหารน้อย การเคลื่อนไหวช้า ปริมาณน้ำในตัวประมาณ 50-60% ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 24% ของช่วงการลอกคราบ สามารถแบ่งเป็น 2 ระยะย่อย คือ

ระยะD-1: ผิวชั้นนอกของเปลือกใหม่เริ่มพัฒนา เปลือกใหม่แยกจากเปลือกเก่า ทำให้เกิดชั้นของเปลือกใหม่นานไปกับเปลือกเก่า เปลือกที่สร้างใหม่ใส่ปริมาณน้ำในตัวคงที่ ระยะนี้ใช้เวลา 15.0 % ช่วงการลอกคราบ

ระยะD-2: ช่องว่างระหว่างเปลือกใหม่และเปลือกเก่ากว้าง ขนบนชั้นเคลือบผิวอันใหม่เริ่มพัฒนาให้เห็นเป็นเส้นขนเล็ก ๆ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 5.0 %ของช่วงการลอกคราบ

ระยะD-3: เปลือกใหม่พัฒนาสมบูรณ์ เปลือกใหม่แยกจากเปลือกเก่า เกิดช่องว่างระหว่างเปลือกใหม่เห็นได้ชัดเจน กระดองแข็งแรงมาก เปราะ แตกง่าย ระยะนี้ปูจะหยุดกินอาหาร เคลื่อนไหวช้า ใช้เวลาประมาณ 3.0 %

ระยะD-4: รอยต่อต่าง ๆ ตามเปลือกเริ่มแตกร้าวหนักตัวเพิ่มขึ้น ใช้เวลาประมาณ 1.0 %

ระยะที่ 5 ลอกคราบ: stage E (Molting)

เป็นระยะที่ปูสลัดกระดองเก่าทิ้ง น้ำถูกดึงเข้าตัวอย่างรวดเร็ว ไม่เคลื่อนที่ ไม่กินอาหาร เป็นช่วงเวลาวิกฤติที่สุดของปูทะเล เพราะปูอ่อนแออาจถูกสัตว์อื่นทำร้ายหรือกินเป็นอาหารได้ง่าย ใช้เวลา 0.5 % ของช่วงการลอกคราบ (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550)

การเจริญเติบโต

ปูทะเลเจริญเติบโตอาศัยการลอกคราบ เนื่องจากกระดองของปูเป็นสารประกอบพวกหินปูนที่มีความแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถยืดขยายตัวออกไปได้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่คือ มีเนื้อแน่นเต็มกระดอง ก็จะมีการลอกคราบ เพื่อขยายขนาด โดยการสร้างกระดองใหม่มาแทนที่ ระยะเวลาในการลอกคราบของปูจะเพิ่มมากขึ้นตามอายุของปูความเต็มในบริเวณแหล่งน้ำกร่อยที่พบปูทะเลจะมีความผันแปรค่อนข้างมาก คือ อยู่ในช่วงประมาณ 10-36 ส่วนในพัน (psu)

แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของปูทะเลในประเทศไทยปูทะเล

ปูทะเลที่พบในประเทศไทยจัดอยู่ในชนิด *Scylla serrata* Forskal ปูทะเลพบกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อย ป่าชายเลน และปากแม่น้ำที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยขุดรูอยู่ตามไผ่รากไม้หรือ เนินดินบริเวณชายฝั่งทะเลทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน โดยเฉพาะที่ชุกชุมในบริเวณที่เป็นหาดโคลน หรือเลนที่มีป่าแสม และโกงกาง ตั้งแต่อ่าวไทยฝั่งตะวันออก อันได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด ชลบุรี บริเวณอ่าวไทยตอนใน ได้แก่ สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และอ่าวไทยฝั่งตะวันตก พบที่จังหวัดชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ตรัง ส่วนที่ฝั่งอันดามันมีพบที่จังหวัดระนอง กระบี่ พังงา และสตูล เป็นต้น

อาหารและลักษณะการกินอาหาร

แสงและอาหารจึงมีอิทธิพลต่อการปรากฏตัวอยู่ภายนอกที่หลบซ่อน สำหรับอาหารที่ตรวจพบในกระเพาะอาหารของปูทะเล ได้แก่ หอยฝาเดียว หอยสองฝา กุ้ง ปู ปลา และเศษพืช ซึ่งปูจะชอบกินปูด้วยกันเองมากที่สุด และจากการทดลองดังกล่าวยังให้ข้อสังเกตว่า ปกติแล้วปูทะเลจะไม่กินอาหารที่มีการเคลื่อนไหว หรือสามารถหลบหลีกได้ดี เช่น ปลาและกุ้ง อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์การขุนปูทะเลในบ่อดิน พบว่า ปูจะออกจากที่หลบซ่อนเมื่อได้รับน้ำใหม่ และสามารถให้อาหารได้ทันทีหลังจากน้ำเต็มบ่อแล้ว เมื่อปูทะเลกินอาหาร พบว่าอวัยวะสำคัญที่ใช้ในการดักจับเหยื่อ และตรวจสอบวัสดุต่างๆ ว่าเป็นอาหารหรือไม่ คือ ส่วนปลายของขาเดิน อาหารจะถูกส่งเข้าไปในปากผ่านไปถึงกระเพาะแล้วออกสู่ลำไส้ใหญ่ ซึ่งทอดผ่านจับปิ้ง ในที่สุดกากอาหารจะถูกถ่ายออกมาทางปล้องปลายสุดของจับปิ้ง การเลือกแหล่งหากินของปูทะเลนั้น ปูแต่ละวัยหากินในอาณาบริเวณที่แตกต่างกันกล่าวคือ ปูวัยอ่อน (Juvenile ขนาด 20-99 มิลลิเมตร) เป็นกลุ่มที่หากินในบริเวณป่าเลนและอาศัยอยู่ในบริเวณนี้ขณะที่น้ำทะเลได้ลดลงแล้ว ปูวัยรุ่น (Subadult ขนาด 100-140 มิลลิเมตร) เป็นพวกเข้ามาหากินตามการขึ้นของน้ำทะเลในบริเวณป่าเลนและกลับลงสู่ทะเลไปพร้อม ๆ กับน้ำทะเล และปูโตเต็มวัย (Adult ขนาดตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรขึ้นไป) มีการแพร่กระจายเข้ามาหากินพร้อมกับระดับน้ำที่สูงขึ้นเช่นกัน แต่ส่วนใหญ่จะตระเวนอยู่ในระดับลึกกว่าแนวน้ำลงต่ำสุด (Subtidal level) (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550)

อาหารที่ให้

(1) ปลาเป็ด หาซื้อได้จากแพปลา ซึ่งเป็นปลาเบญจพรรณสด นำมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 1-2 นิ้ว อัตราการให้ประมาณ 7-10 เปอร์เซ็นต์ (%) ของน้ำหนักปู หรือโดยเฉลี่ยจะให้ปลาเป็ด 1 ชิ้น ต่อปู 1 ตัว สำหรับปลาเป็ดสามารถเก็บไว้เพื่อวันต่อไปได้ โดยหมักเกลือเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดเช่น ถังพลาสติก โอง เป็นต้น โดยใช้เกลือประมาณ 10% ของน้ำหนักปลาเป็ด

(2) หอยกะพง หาซื้อได้จากชาวประมง โดยจะให้หอยกะพงประมาณ 40% ของน้ำหนักปู แต่ทั้งนี้ควรจะทำความสะดวกก่อนนำมาให้เป็นอาหารปู สำหรับการขุนเลี้ยงปูโพรงให้กลายเป็นปูเนื้อแน่น และปูไข่แก่นั้นใช้ระยะเวลาประมาณ 25-35 วัน

แร่ธาตุที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของปูและเกี่ยวข้องกับการปรับสมดุล

แร่ธาตุมี 2 ชนิด คือ แร่ธาตุหลัก กับ แร่ธาตุรอง

แร่ธาตุหลัก หมายถึง แร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการปริมาณที่มากได้แก่ โพแทสเซียม, แมกนีเซียม โซเดียม, คลอไรด์, แคลเซียม, ฟอสฟอรัส และ ซัลเฟอร์ ความต้องการเกลือแร่ในการปรับสมดุลเกลือแร่และน้ำ ของเหลวภายในร่างกายประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ของสารทั้งหมดที่แตกต่างกับสภาพแวดล้อมภายนอกในน้ำที่กุ้งกุลาดำอาศัย แร่ธาตุที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการปรับสมดุลร่างกายของปูทะเล ได้แก่ โพแทสเซียม (K^+) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) โซเดียม (Na^+) คลอไรด์ (Cl^-) และ แคลเซียม (Ca^{2+}) แร่ธาตุเหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการลอกคราบ และ กระบวนการสันดาปอาหาร หรือกระบวนการเมตาบอลิซึมของปูทะเล ความสำคัญและความจำเป็นของเกลือแร่ต่างๆ

แมกนีเซียม (Mg^{2+})

แมกนีเซียมอยู่ในโครงสร้างร่างกายของกุ้งกุลาดำประมาณ 70% ส่วนอีก 30 % พบในเนื้อเยื่อ และเลือด น้ำที่ของแมกนีเซียม

แมกนีเซียมช่วยในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ในกระบวนการเมตาบอลิซึมของปู ช่วยในการทำงานของ ATP หากไม่มี แมกนีเซียม ปฏิกริยาทางชีวเคมีก็จะไม่สามารถเปลี่ยน ATP ไปเป็น ADP ได้ แต่ถ้ามีแมกนีเซียมมากเกินไป จะส่งผลให้การยึดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจและการเต้นของหัวใจช้าลงแมกนีเซียมส่วนเกินจะถูกขับออกพร้อมกับปัสสาวะและอุจจาระ

โซเดียม (Na^+)

โซเดียมอยู่ในเลือดน้อยมาก ส่วนใหญ่อยู่ในกล้ามเนื้อกว่า 90 % น้ำที่ของโซเดียม

1. รักษาสมดุลของออสโมติก เพรสเชอร์ควบคู่กับ โพแทสเซียม
2. รักษาสภาพความเป็นกรด - ด่าง ในร่างกายให้สมดุลถ้าในร่างกายกุ้งมีโซเดียมมากเกินไปจะถูกขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะและอุจจาระ ถ้าร่างกายมีโซเดียมน้อยเกินไปจะส่งผลต่อสุขภาพ

คลอไรด์ (Cl⁻)

คลอไรด์พบในของเหลวทั้งภายใน และ ภายนอกเซลล์ หน้าที่ของคลอไรด์

1. เมื่ออยู่ในเลือดจะรักษาความเป็นกรดค้างของน้ำย่อย และ เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อย
2. ควบคุมการเข้าออกของสารและน้ำภายในเซลล์

3. กระตุ้นการทำงานของ เอนไซม์อะไมเลส ในทะเลความเข้มข้นของ คลอไรด์ในตับปอด และในน้ำทะเลมีค่าเท่ากัน หรือ ใกล้เคียงกันจึงไม่มีปัญหาในการปรับสมดุลเหมือนเกลือแร่ตัวอื่นๆ จึงทำให้การย่อยอาหาร และ กระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยอะไมเลส ให้ดีขึ้น แต่การเลี้ยงปูทะเลระบบ หนาแน่นในบ่อดินโดยเฉพาะในพื้นที่น้ำจืด หรือแม้แต่ในน้ำเค็มที่การเลี้ยงระบบปิด ปริมาณคลอไรด์ และ เกลือแร่อื่นๆ จะมีอยู่น้อยและลดลงเรื่อยๆ ส่งผลให้ปูทะเลใช้สารอาหารได้ไม่เต็มที่ นี่ก็คืออีกเหตุผล หนึ่งที่ทำให้ปูทะเลสูญเสียน้ำหนัก เปลือกนึ่ม ตัวหลวม

แคลเซียม (Ca²⁺)

สัตว์ใช้แคลเซียม ควบคู่กับฟอสฟอรัส ในอัตราส่วน 1 : 1 จึงจะมีประสิทธิภาพ แหล่งของ แคลเซียมพบในอาหารและน้ำที่อาศัยอยู่ปูทะเลการดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อแคลเซียมจะเกิดได้ดีกว่า ฟอสฟอรัส แคลเซียมถูกดูดซึมได้ดีที่บริเวณลำไส้และจะดูดซึมได้ดีมากขึ้นเมื่อมี วิตามินดีอยู่ด้วย แคลเซียมเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างภายนอกของ ปูทะเลตามปกติแคลเซียมจะสะสมใน เซฟฟาโต แพนเครียส ในรูปของเกลือแคลเซียมฟอสเฟต (CaPO₄) เมื่อขาดแคลเซียมจะทำให้ปูทะเลเปลือกบาง เปลือกแข็งช้าหลังจากลอกคราบ

โปแตสเซียม (K⁺)

โปแตสเซียมเป็นส่วนประกอบของภายในของเซลล์ร่างกาย และ เลือดหน้าที่ของโปแตสเซียม

1. ควบคุมการเข้าออกของสารระหว่างสิ่งแวดล้อมภายนอกและเซลล์
2. รักษาความเป็นกรด - ค่างภายในร่างกาย

3. มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท มีผลต่อการเต้นหัวใจผลของการขาด โปแตสเซียม คือ ทำให้กุ้งใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้น้อยลง ทำให้เลือดเป็นกรด มีอาการอ่อนเพลียเบื่อ อาหาร ขยับยั้งการพองตัวของหัวใจ

ฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการสร้างเปลือก โดยเฉพาะปรับความสมดุลกรดต่างภายในร่างกาย ความต่างศักย์ของเมมเบรน ขบวนการเมตาบอลิซึม ปุ๋ยสามารถดูดซึมแร่ธาตุบางชนิดจากน้ำธรรมชาติในการสร้างเปลือกตลอดวงจรลอกคราบ (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550)



บทที่ 3 วิธีการวิจัย

อุปกรณ์การทดลอง

1. เวอร์เนีย
2. เครื่องวัดความหนาเปลือก (Micrometer)
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
 - 3.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP 121 S
 - 3.2 เครื่องชั่งสำหรับชั่งของไม่เกิน 1,000 กรัม
4. ลอบพับขนาด 40x60 เซนติเมตร
5. สัตว์ทดลอง ปูทะเลน้ำหนัก 200 - 500 กรัม
6. กล้องถ่ายรูป

อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
2. เครื่องวัด pH ยี่ห้อ ORION รุ่น 210 A ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องวัดความเค็ม ATAGO HAND HELD REFRACTOMETER
4. เครื่อง Spectro photometer ยี่ห้อ Thermo Spectronic รุ่น EDUCATOR OPERTER'S TM
5. เครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

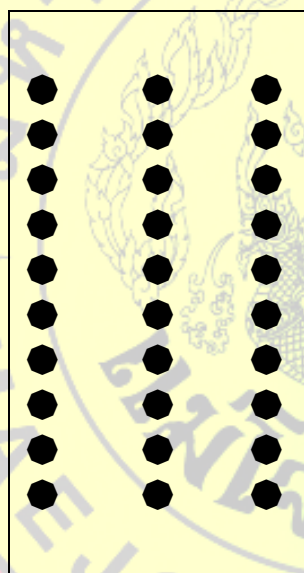
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สุ่มเก็บปูเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัว ด้วยลอบ 30 ใบ ใช้ลอบพับขนาด 40x60 เซนติเมตร โดยวางลอบพับห่างแต่ละจุด 40x40 เมตร

1.1 วัดขนาดของความกว้างและความยาวของกระดองปูทะเล (เซนติเมตร) จากปลายสุดกระดองด้านซ้ายถึงปลายสุดกระดองด้านขวา

1.2 ชั่งน้ำหนัก (กรัม)

1.3 วัดความหนาของเปลือกกระดอง 5 จุด (มิลลิเมตร) โดยทำการแบ่งความกว้างของกระดองปูทะเลออกเป็น 10 ส่วนเท่าๆ กัน จากนั้นกำหนดจุดวัดความหนาของเปลือกกระดองในส่วนที่ 2, 5, 8 ตามลำดับ และกำหนดจุดวัดความหนาของเปลือกตามยาวของกระดองปูให้ทำเหมือนกับการกำหนดจุดในส่วนของความกว้างของกระดองปู



ภาพที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างปูที่ใช้ลอบพับ 30 จุด



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 (ก) วิธีวัดความยาว (ข) วิธีวัดความกว้างของกระดองปู



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 5 วัดความหนาของเปลือกกระดอง 5 จุด โดยใช้ Micrometer

(ก) การกำหนดจุดวัดความหนาเปลือก

(ค) เครื่องมือวัดความหนาเปลือก

(ข) การเจาะจุดวัดความหนาเปลือก

2. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 20 จุด โดยแต่ละจุดเก็บห่าง 50x50 เมตร ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุก 2 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการโดยทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำดังนี้

วัดความเค็ม (psu)

วัดความเป็นกรดเป็นด่าง

วัดปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

วัดความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)

วัดความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)

วัดปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

วัดปริมาณแมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

วัดปริมาณฟอสฟอรัสละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)



ภาพที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ 20 จุดภายในบ่อ

3. การเก็บข้อมูล

3.1 วัดความหนาของเปลือกปูทะเลโดยใช้ Micrometer

3.2 วัดความกว้างความยาวโดยใช้เวอร์เนีย

3.3 เก็บน้ำเพื่อหาคุณภาพน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์แล้วนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ค่าในห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำ หาปริมาณของแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร), หาปริมาณของฟอสฟอรัสละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร), หาปริมาณของแมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อลิตร) (APHA, 1995), หาปริมาณของความเค็ม (psu), หาปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร), หาปริมาณของความเป็นกรดเป็นด่าง, หาปริมาณของความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3), หาปริมาณของความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ทุกชุดการทดลอง (พงศ์เชษฐ, ม.ป.ป.)

4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของความหนาเปลือกปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ ด้วยวิธี Independent Samples T-Test ที่ระดับความระดั้บเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพน้ำ ด้วยวิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความระดั้บเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มดำเนินการ เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2551

เสร็จสิ้น เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2552

สถานที่ศึกษา บ่อเลี้ยงปูทะเลเลียนแบบธรรมชาติ หมู่ที่ 2 ตำบลปากพูน
อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

เขียนรายงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน	ธ.ค 2551	ม.ค 2552	ก.พ 2552	มี.ค 2552	เม.ย 2552	พ.ค 2552	มิ.ย 2552	ก.ค 2552	ส.ค 2552
1.ส่งเรื่อง	↔								
2.ค้นคว้าข้อมูล	↔								
3.เขียนโครงร่าง	↔								
4.เตรียมอุปกรณ์	↔								
5.ทำการศึกษา		↔			↔				
6.วิเคราะห์ข้อมูล						↔			↔
7.สรุปผลและวิจารณ์ ผล						↔			↔
8.เขียนรายงาน						↔			↔

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการศึกษา

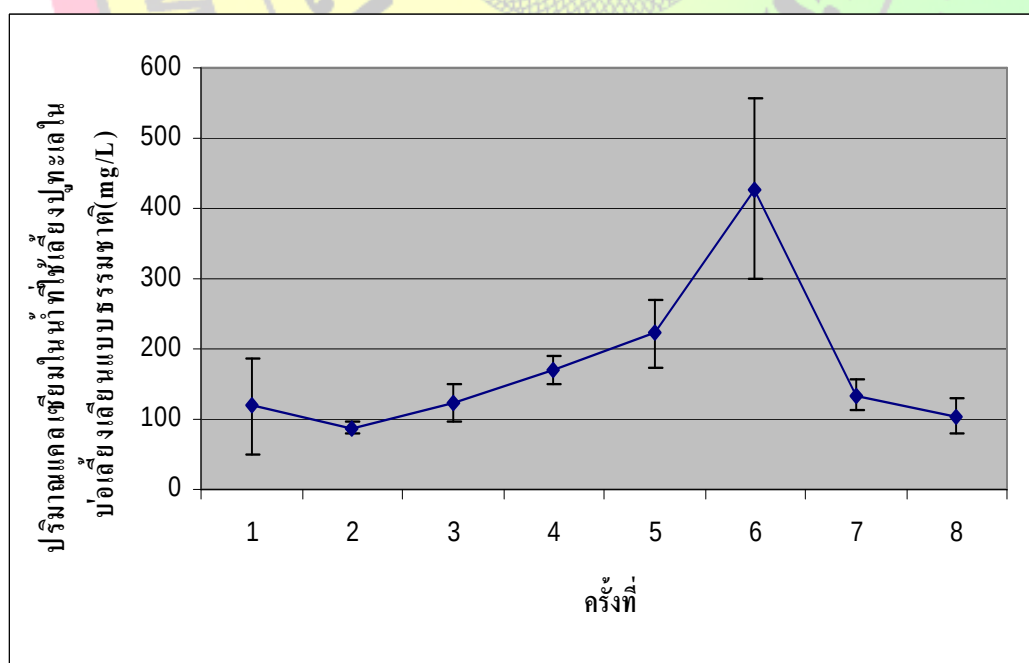
ผลการศึกษา ปริมาณแคลเซียมในน้ำต่อความหนาเปลือกของปูทะเลจากบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่า มีปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 146.15 ± 43.687 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 7) และในครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ มีปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 87.86 ± 8.790 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 7) และในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ มีปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 428.18 ± 128.997 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 7) ซึ่งในครั้งที่ 6 นี้มีความแตกต่างจากครั้งอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลของปริมาณแคลเซียมในน้ำ ขึ้นอยู่กับความแปรผันของปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติด้วยเช่นกัน ซึ่งทำให้มีปริมาณแคลเซียมในน้ำแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ถ้าในน้ำมีความเค็มสูงจะส่งผลให้มีปริมาณแคลเซียมในน้ำสูงตามไปด้วย และในทางตรงกันข้ามในน้ำที่มีความเค็มต่ำจะส่งผลทำให้มีปริมาณแคลเซียมในน้ำต่ำเช่นกัน (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเค็มในผลการทดลองในครั้งที่ 2 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.5 ± 0.54 psu (ตารางที่ 6 และภาพที่ 11) ซึ่งระดับความเค็มต่ำเช่นกัน แต่จากการเก็บตัวอย่างน้ำในครั้งที่ 2 มีปริมาณแคลเซียมต่ำกว่าครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้ เป็นเพราะว่า นอกจากปริมาณแคลเซียมจะผันแปรตามความเค็มของน้ำ พบว่า มีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย อาทิเช่น ปริมาณความเป็นด่างของน้ำและปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำว่าส่งผลด้วยเช่นกัน

ปริมาณแคลเซียมในน้ำมีความสำคัญต่อความหนาเปลือกปูทะเล เนื่องจากแคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญในการสร้างเปลือกของปูทะเล โดยเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกปูทะเล ซึ่งปูทะเลใช้แคลเซียมในน้ำเพื่อทำการสร้างเปลือก ดังนั้นถ้ามีปริมาณแคลเซียมในน้ำสูง จะส่งผลทำให้มีความหนาเปลือกปูทะเลสูงเพิ่มขึ้นกว่าในน้ำที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำ ดังแสดงในผลการศึกษาความหนาเปลือกของปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่าในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างมีความหนาเปลือกมากกว่าครั้งอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า มีค่าความหนาเปลือกในเพศผู้ตลอดการทดลอง เฉลี่ยเท่ากับ 1.20 ± 0.119 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) และความหนาเปลือกในเพศเมียตลอดการทดลอง เฉลี่ยเท่ากับ 1.16 ± 0.084 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) แต่เรื่องความแตกต่างทางเพศของปูทะเล ไม่ได้ส่งผลต่อความหนาเปลือกปู ($P > 0.05$) และจากการศึกษาของ Perry *et al.* (2000) พบว่า เมื่อนำปูทะเลแช่ในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 25 ‰ แต่ลดปริมาณแคลเซียมในน้ำให้มีระดับต่ำกว่าปกติ จะส่งผลให้ปู *Callinectes sapidus* อยู่ในช่วงเปลือกนึ่มได้นานกว่า ปูทะเลแช่ในน้ำที่มีปริมาณแคลเซียมปกติ จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบว่าปริมาณแคลเซียม มีผลต่อการสร้างเปลือก

ตารางที่ 2 ปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	P-value
1	119.12±68.416 ^a	
2	87.86±8.790 ^a	
3	123.73±26.613 ^a	
4	170.62±19.899 ^a	
5	221.96±49.671 ^b	
6	428.18±128.997 ^c	
7	134.91±21.337 ^d	
8	104.83±25.777 ^a	
ค่าเฉลี่ย	146.15±43.687	0.000

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)



ภาพที่ 7 ปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

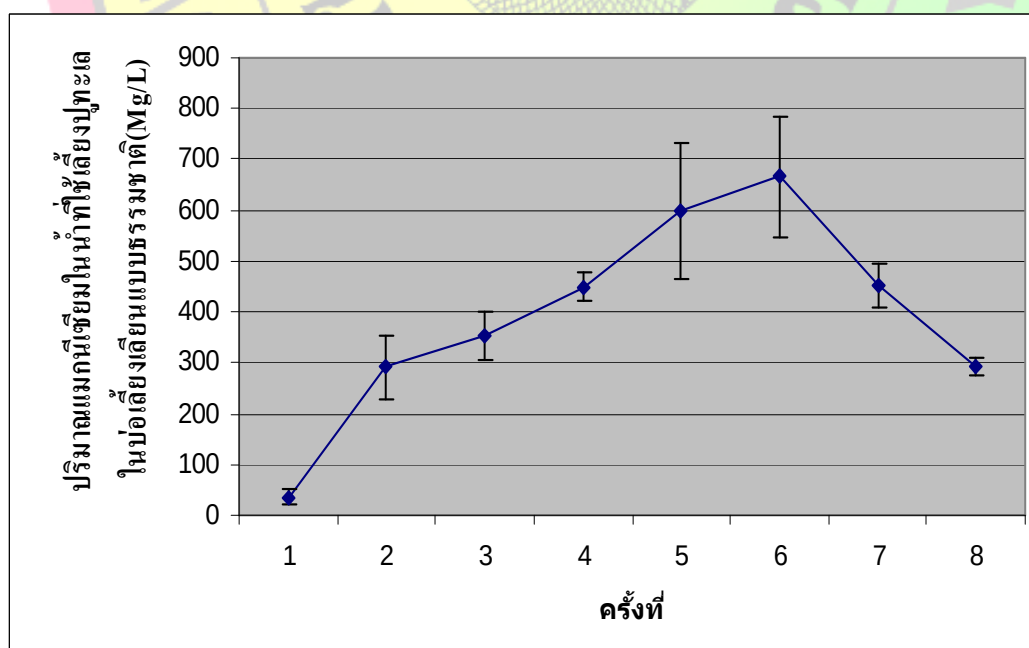
ผลการศึกษา แมกนีเซียมในน้ำต่อความหนาเปลือกของปูทะเลจากบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่า มีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 392.79 ± 58.488 มิลลิกรัมต่อลิตร(ตารางที่ 3 และภาพที่ 8) และในครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ มีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 35.50 ± 15.831 มิลลิกรัมต่อลิตร(ตารางที่ 3 และภาพที่ 8) และในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ มีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 665.44 ± 117.407 มิลลิกรัมต่อลิตร(ตารางที่ 3 และภาพที่ 8) ซึ่งมีความแตกต่างจากครั้งอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำ ขึ้นอยู่กับความแปรผันของปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ ถ้าในน้ำมีปริมาณความกระด้างสูงจะส่งผลให้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำสูงตามไปด้วย และในทางกลับกันในน้ำที่มีปริมาณความกระด้างต่ำจะส่งผลทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำต่ำเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่าความกระด้างในผลการทดลองในครั้งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 265.2 ± 17.07 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 12)

ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำมีความสำคัญต่อปูทะเลเช่นกัน เนื่องจากแมกนีเซียมช่วยในการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ในกระบวนการเมตาบอลิซึมของปูช่วยในการทำงานของ ATP หากไม่มีแมกนีเซียม ปฏิกริยาทางชีวเคมีก็จะไม่สามารถเปลี่ยน ATP ไปเป็น ADP ได้ แต่ถ้ามีแมกนีเซียมมากเกินไป จะส่งผลให้การยึดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจและการเต้นของหัวใจช้าลงแมกนีเซียมส่วนเกินจะถูกขับออกพร้อมกับปัสสาวะและอุจจาระ (บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550)

ตารางที่ 3 ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	P-value
1	35.50±15.831 ^a	
2	291.93±61.686 ^b	
3	353.34±47.670 ^c	
4	449.74±29.376 ^c	
5	598.81±135.141 ^d	
6	665.44±117.407 ^e	
7	454.14±42.921 ^f	
8	293.39±17.871 ^b	
ค่าเฉลี่ย	392.79±58.488	0.000

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e, f ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 8 ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ผลการศึกษา ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.041 ± 0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4 และภาพที่ 9) และในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.015 ± 0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) และในครั้งที่ 4 มีปริมาณฟอสฟอรัสละลายในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.111 ± 0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4 และภาพที่ 9) ซึ่งมีความแตกต่างจากครั้งอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

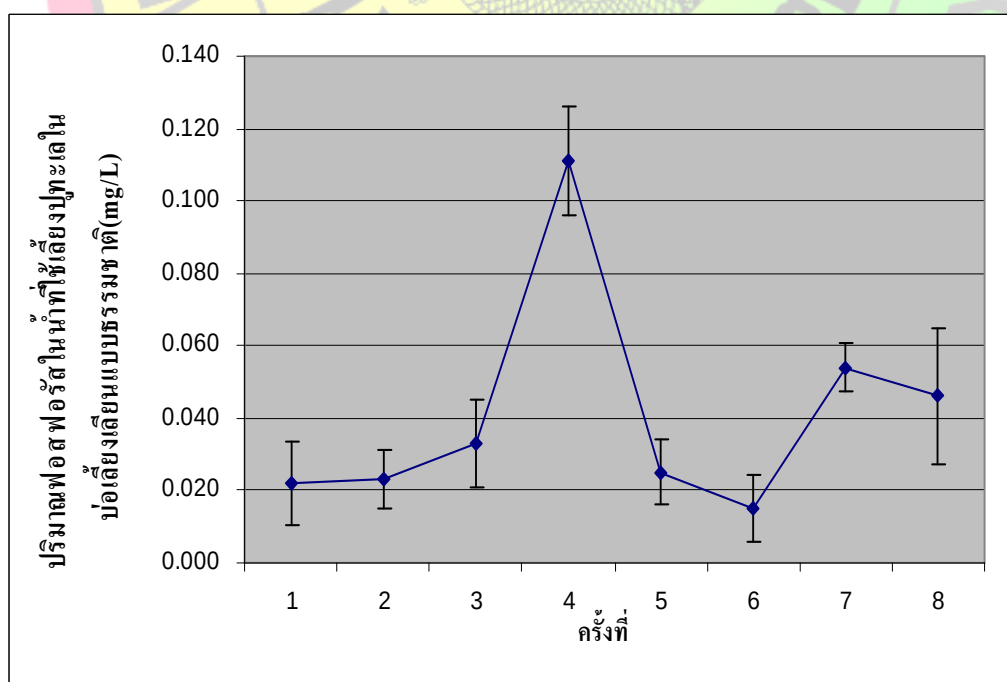
ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำมีความสำคัญในส่วนของการปรับสมดุลกรดต่างภายในร่างกาย ความต่างศักย์ของเมมเบรน ขบวนการเมตาบอลิซึม ปูสามารถดูดซึมแร่ธาตุบางชนิดจากน้ำธรรมชาติในการสร้างเปลือกตลอดวงจรลอกคราบ(บุญรัตน์และวรรณวิภา, 2550) ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำเป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ถ้าปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำสูง ปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงตามไปด้วย สัตว์สามารถจะนำแคลเซียมควบคู่กับฟอสฟอรัสใช้ในร่างกายในอัตราส่วน 1:1



ตารางที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ(มิลลิกรัมต่อลิตร)	P-value
1	0.022±0.011 ^{ab}	
2	0.023±0.008 ^{ab}	
3	0.033±0.011 ^c	
4	0.111±0.014 ^f	
5	0.025±0.009 ^b	
6	0.015±0.009 ^a	
7	0.054±0.006 ^c	
8	0.046±0.018 ^d	
ค่าเฉลี่ย	0.041±0.011	0.000

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e, f ที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)



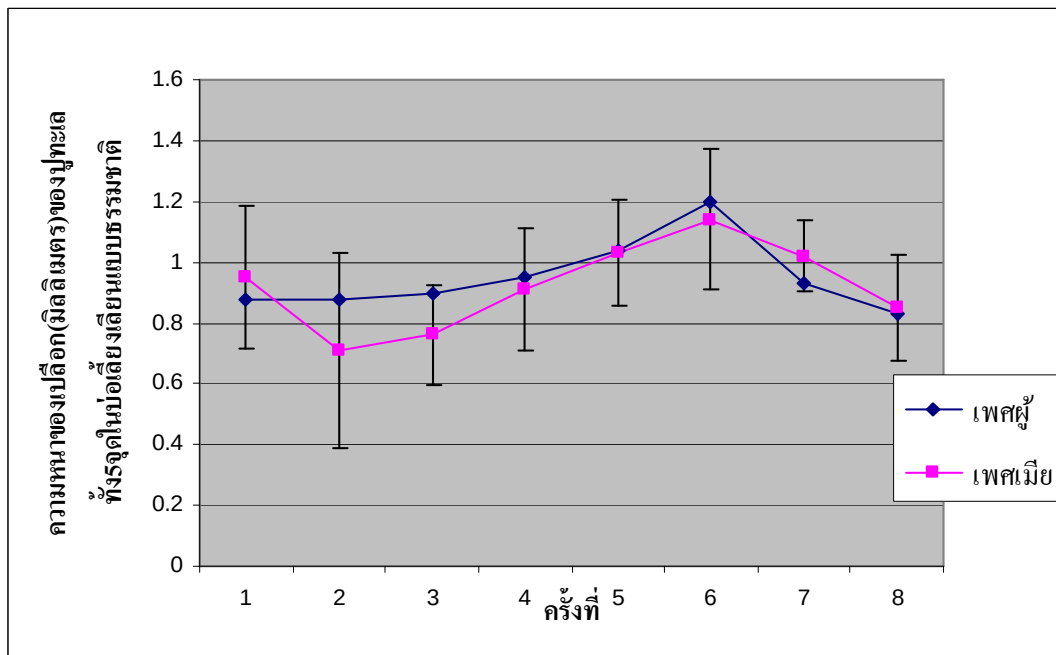
ภาพที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ผลการศึกษา ความหนาของเปลือกของปูทะเลจากบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่า มีความหนาของเปลือกปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ ตลอดการทดลองในครั้งที่ 6 มีความหนาของเปลือกปูทะเลมากกว่าครั้งอื่นๆ ในเพศผู้มีค่าเท่ากับ 1.20 ± 0.119 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) และในเพศเมียมีค่าเท่ากับ 1.16 ± 0.084 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) ผลเนื่องจากแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญในการสร้างเปลือกของปูทะเล โดยเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกปูทะเล ซึ่งปูทะเลใช้แคลเซียมในน้ำเพื่อทำการสร้างเปลือก ดังนั้นถ้ามีปริมาณแคลเซียมในน้ำสูง จะส่งผลทำให้มีความหนาเปลือกปูทะเลมากกว่า น้ำที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำ ดังแสดงในผลการศึกษาความหนาเปลือกของปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่า ในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างมีความหนาเปลือกมากกว่าครั้งอื่นๆ ดังนั้นในผลการศึกษาความหนาของเปลือกปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ ในเพศผู้และเพศเมีย ในครั้งที่ 2,4,7,8 (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในครั้งที่ 1,3,5,6 (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) ไม่แตกต่างกันไม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ตารางที่ 5 ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร) ของปูทะเลทั้ง 5 จุดในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ความหนาของเปลือก(มิลลิเมตร)ของปูทะเลทั้ง 5 จุดในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ													
ครั้งที่	เพศผู้(จุดที่)						เพศเมีย(จุดที่)						P- value
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	
1	0.87±0.19	0.92±0.2	0.89±0.3	0.85±0.24	0.86±0.24	0.88±0.027	0.94±0.26	1.08±0.3	0.96±0.4	0.88±0.32	0.9±0.33	0.95±0.078	0.080
2	0.93±0.16	0.93±0.17	0.94±0.16	0.94±0.16	0.93±0.16	0.93±0.005	1.02±0.22	1.01±0.2	1.02±0.2	1.01±0.2	1.04±0.17	1.02±0.012	0.000
3	0.84±0.18	0.86±0.18	0.75±0.18	0.86±0.17	0.86±0.17	0.83±0.048	0.86±0.25	0.87±0.23	0.78±0.19	0.86±0.24	0.86±0.24	0.84±0.037	0.669
4	0.94±0.13	1±0.12	0.94±0.1	0.95±0.11	0.94±0.12	0.95±0.026	0.9±0.17	0.91±0.2	0.9±0.2	0.92±0.15	0.92±0.16	0.91±0.010	0.008
5	1.06±0.18	1.06±0.16	0.98±0.14	1.04±0.16	1.05±0.16	1.06±0.055	1.01±0.27	1.1±0.26	0.9±0.25	1.05±0.24	1.08±0.23	1.02±0.084	0.397
6	1.19±0.13	1.21±0.16	1.22±0.15	1.19±0.12	1.21±0.1	1.20±0.119	1.12±0.1	1.23±0.11	1.12±0.1	1.13±0.1	1.1±0.1	1.16±0.084	0.321
7	0.97±0.21	0.97±0.25	0.89±0.22	0.84±0.16	0.82±0.18	0.89±0.071	0.74±0.15	0.94±0.27	0.78±0.35	0.68±0.1	0.67±0.1	0.76±0.109	0.047
8	0.92±0.22	0.97±0.21	0.82±0.27	0.86±0.24	0.86±0.24	0.89±0.059	0.76±0.12	0.86±0.12	0.67±0.12	0.63±0.09	0.62±0.08	0.71±0.101	0.009



ภาพที่ 10 ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร) ของปฐะเลทั้งจุดใหม่และเดิมแบบธรรมชาติ

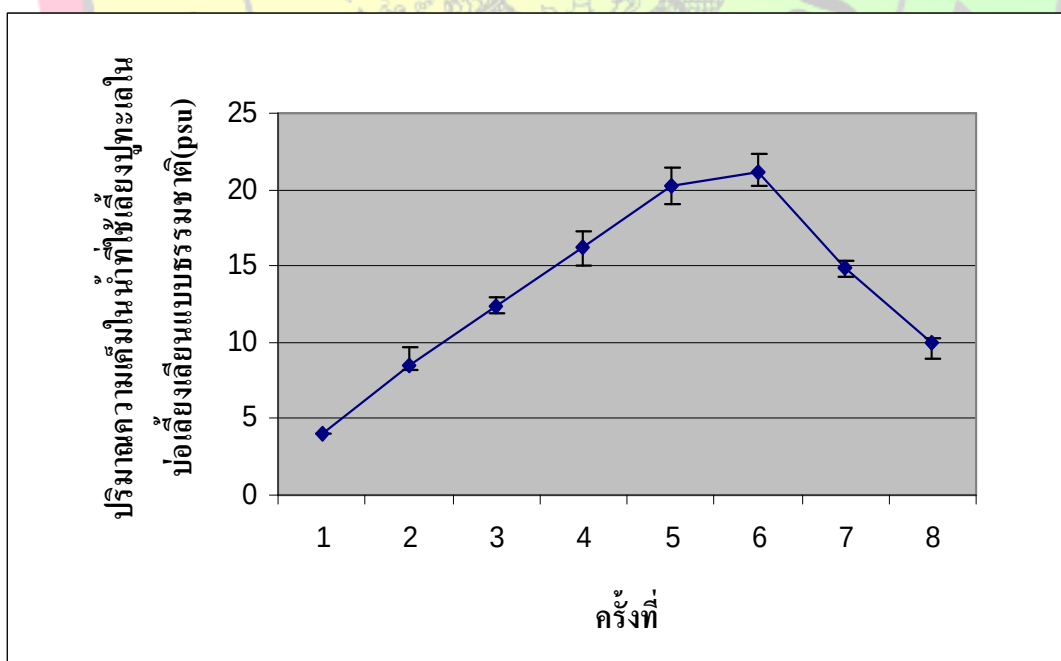
ผลการศึกษา คุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลจากบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ ความเค็ม พบว่า มีปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 13.4 ± 0.70 psu (ตารางที่ 6 และภาพที่ 11) ซึ่งมีปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 3.9 ± 1.09 psu (ตารางที่ 6 และภาพที่ 11) และมีปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 21.2 ± 0.41 psu (ตารางที่ 6 และภาพที่ 11) ซึ่งมีความแตกต่างจากครั้งอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเป็นตัวปรับความสมดุลของน้ำทำให้ปริมาณแคลเซียม ปริมาณแมกนีเซียมและความกระด้างเพิ่มขึ้นและต่ำลงได้ (วิทยาและสุภาพ, 2546)

ปริมาณความเค็มในน้ำมีความสำคัญต่อการสร้างเปลือกของปูทะเล เพราะในน้ำที่มีความเค็มสูงจะทำให้มีปริมาณความกระด้าง, แคลเซียม, แมกนีเซียมในน้ำสูง ซึ่งส่งผลทำให้มีความหนาเปลือกปูทะเลหนากว่าปูทะเลที่อยู่ในน้ำที่มีปริมาณความเค็มต่ำ ดังแสดงในผลการศึกษาความหนาเปลือกของปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ พบว่า ในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างมีความหนาเปลือกมากกว่าครั้งอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า มีค่าความหนาเปลือกในเพศผู้ตลอดการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 ± 0.132 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) และความหนาเปลือกในเพศเมียตลอดการทดลอง เฉลี่ยเท่ากับ 1.14 ± 0.102 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 10) เรื่องความแตกต่างทางเพศของปูทะเล ไม่ได้ส่งผลต่อความหนาเปลือกปู ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ(psu)	P-value
1	3.9±1.09 ^a	
2	8.5±0.54 ^b	
3	12.3±0.98 ^d	
4	16.2 ±1.13 ^f	
5	20.2±1.11 ^g	
6	21.2 ±0.41 ^h	
7	14.9±0.30 ^c	
8	10.0±0.00 ^c	
ค่าเฉลี่ย	13.4±0.70	0.000

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e,f,g,h ที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)



ภาพที่ 11 ปริมาณความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ความกระด้าง พบว่า มีปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 1790.52 ± 233.11 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 12) มีปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 265.2 ± 17.07 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 12) และ มีปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3166.6 ± 495.03 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 12) จากปริมาณธาตุที่เป็นประจุบวก ถ้ามีปริมาณธาตุดังกล่าวสูงขึ้น ส่งผลให้ความกระด้างสูงตามไปด้วย ความเค็มก็มีส่วนทำให้ปริมาณความกระด้างที่สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ ในปูทะเลเหมือนกับกุ้ง เพราะอยู่ใน Phylum Arthropoda มีความต้องการปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเล ซึ่งในน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งต้องมีปริมาณความกระด้างมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของกุ้งที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้ง (ปณิศา, 2550) เมื่อความเค็มสูงความกระด้างจึงสูงตามไปด้วย ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณของเกลือแร่ได้ดังนี้

$$\text{โซเดียม} = 304.5 \times \text{ความเค็ม}$$

$$\text{โปแตสเซียม} = 10.7 \times \text{ความเค็ม}$$

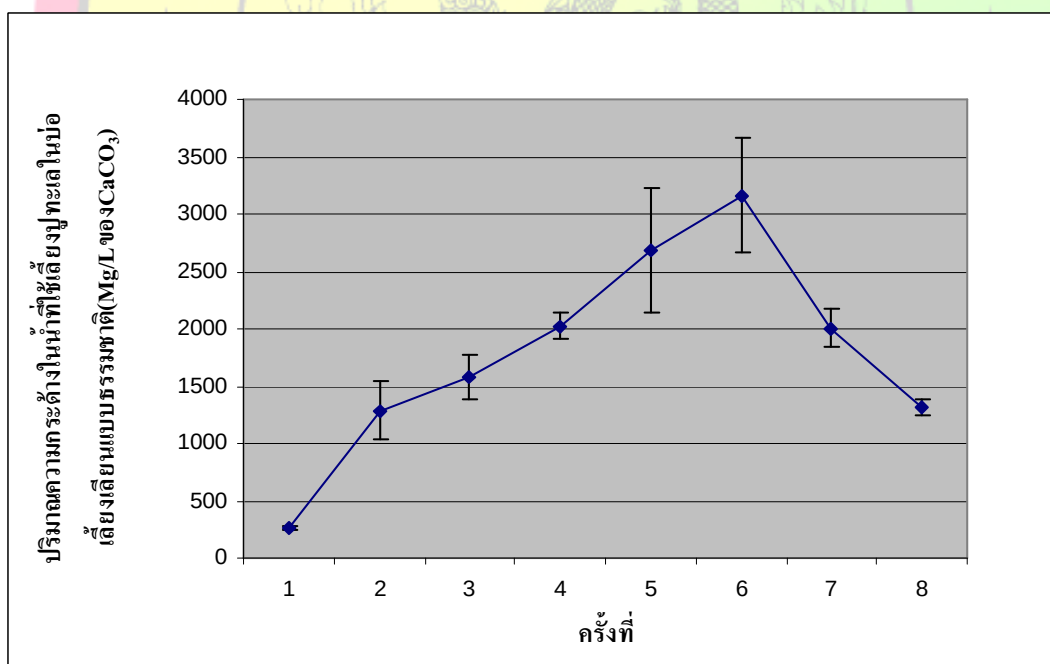
$$\text{แคลเซียม} = 11.6 \times \text{ความเค็ม}$$

$$\text{แมกนีเซียม} = 39.1 \times \text{ความเค็ม}$$

จากผลการทดลองปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในครั้งที่ 1 มีปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลมีค่าเท่ากับ 265.2 ± 17.07 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 12) ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปูทะเล เพราะสัตว์น้ำต้องมีปริมาณความกระด้างมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 7 ปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)
1	265.2 ± 17.07
2	1289.2 ± 250.22
3	1580.0 ± 200.57
4	2021.0 ± 115.34
5	2686.2 ± 546.52
6	3166.6 ± 495.03
7	2003.8 ± 170.35
8	1312.2 ± 69.81
ค่าเฉลี่ย	1790.5 ± 233.11

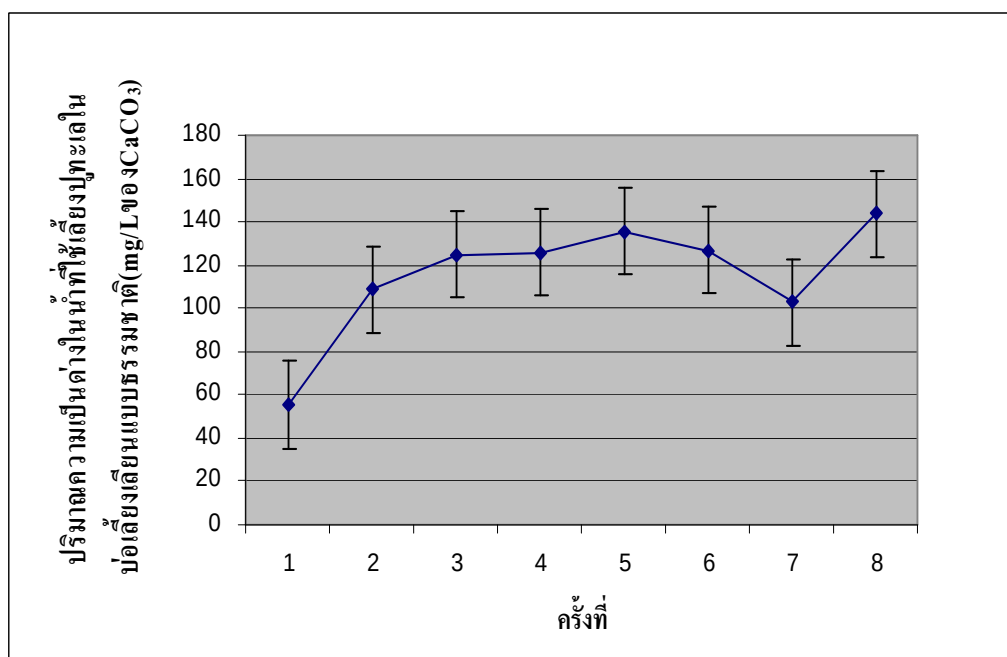


ภาพที่ 12 ปริมาณความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ความเป็นต่าง พบว่า มีปริมาณความเป็นต่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 115.4 ± 10.40 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 8 และภาพที่ 13) มีปริมาณความเป็นต่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 55.5 ± 10.85 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 8 และภาพที่ 13) และเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 143.9 ± 12.23 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่ 8 และภาพที่ 13) ซึ่งในครั้งที่ 1 มีปริมาณความเป็นต่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลไม่เหมาะสมต่ำกว่าความเป็นต่างในน้ำที่เหมาะสมมีค่าระหว่าง 100 – 160 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นต่างจะช่วยไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง pH ในรอบวันมากไปซึ่งส่งผลให้ปูทะเลเกิดความเครียดไม่กินอาหาร และโตช้า

ตารางที่ 8 ปริมาณความเป็นต่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณความเป็นต่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ(มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)
1	55.5 ± 10.85
2	108.5 ± 6.95
3	125.0 ± 7.60
4	125.9 ± 8.11
5	135.3 ± 15.92
6	126.9 ± 6.78
7	102.9 ± 14.78
8	143.9 ± 12.23
ค่าเฉลี่ย	115.4 ± 10.40

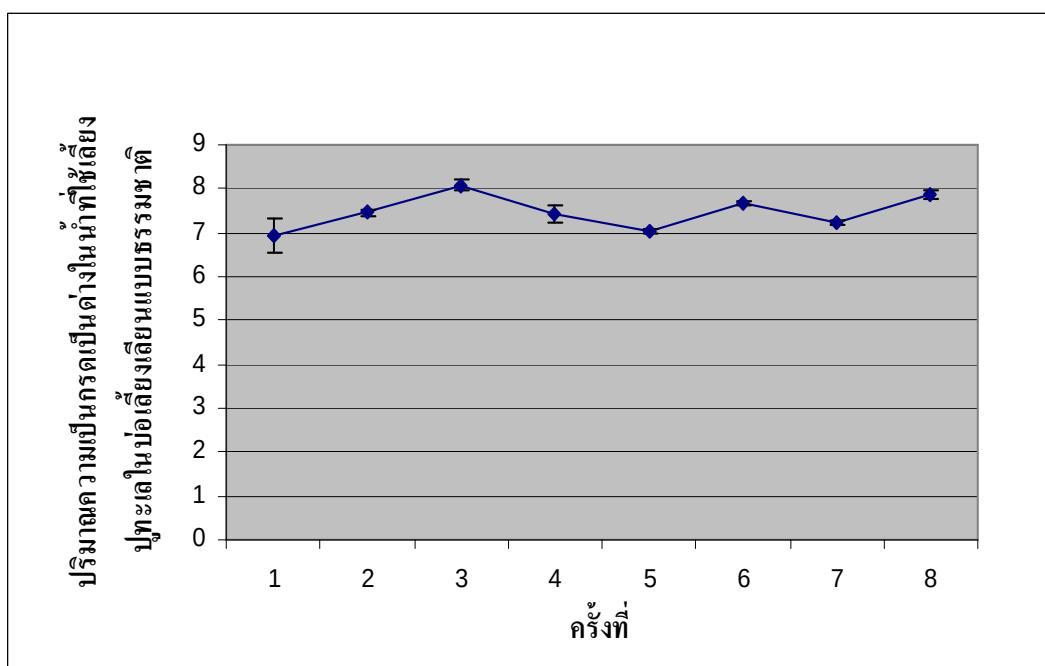


ภาพที่ 13 ปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่า มีปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 7.46 ± 0.13 (ตารางที่ 9 และภาพที่ 14) มีปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 6.93 ± 0.40 (ตารางที่ 9 และภาพที่ 14) และสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.08 ± 0.13 (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 14) ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยทุกครั้ง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่เหมาะสม มีค่าระหว่าง 6.5 – 9 หน่วย (ตารางที่ 9 และภาพที่ 14) ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงในรอบวันมากกว่า 1 หน่วยมาส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดความเครียดไม่กินอาหารและโตช้า (ชัชวาล, 2551)

ตารางที่ 9 ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ
1	6.93 ± 0.40
2	7.45 ± 0.06
3	8.08 ± 0.13
4	7.43 ± 0.19
5	7.04 ± 0.11
6	7.66 ± 0.06
7	7.22 ± 0.06
8	7.87 ± 0.03
ค่าเฉลี่ย	7.46 ± 0.13



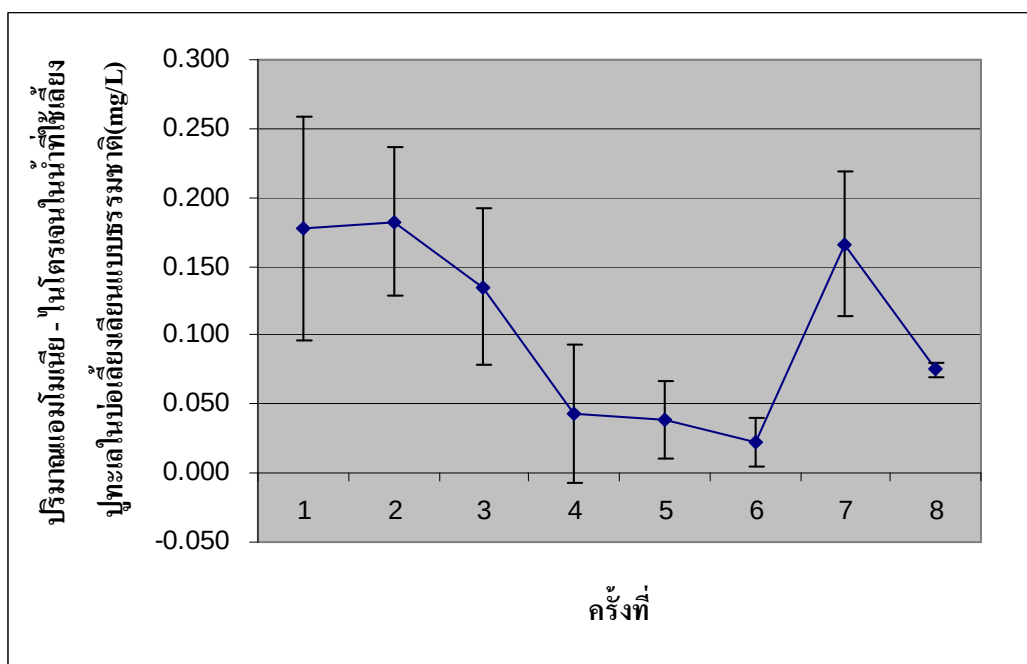
ภาพที่ 14 ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน พบว่า มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.10 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 10 และภาพที่ 15) ในครั้งที่ 6 ของการเก็บตัวอย่างน้ำ มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.02 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 10 และภาพที่ 15) ในครั้งที่ 2 มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลเฉลี่ยสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.18 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 10 และภาพที่ 15)

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ มีค่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่เหมาะสม เพราะถ้ามีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่สัตว์น้ำสามารถทนได้ (ชัชวาล, 2551)

ตารางที่ 10 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ครั้งที่	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยง ปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
1	0.17 ± 0.08
2	0.18 ± 0.05
3	0.13 ± 0.05
4	0.04 ± 0.04
5	0.03 ± 0.02
6	0.02 ± 0.01
7	0.16 ± 0.05
8	0.07 ± 0.01
ค่าเฉลี่ย	0.10 ± 0.04



ภาพที่ 15 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้ละลายปูนทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

ตารางที่ 11 คุณภาพน้ำเฉลี่ยที่ใช้ละลายปูนทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างน้ำ

คุณภาพน้ำ	คุณภาพน้ำเฉลี่ยทั้งหมด
ปริมาณแคลเซียม(มิลลิกรัมต่อลิตร)	146.15±43.687
ปริมาณความกระด้าง(มิลลิกรัมต่อลิตรของCaCO ₃)	1790.5±233.11
ความเค็ม(psu)	13.4±0.70
ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.041±0.011
ปริมาณความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตรของCaCO ₃)	115.48±10.40
ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่าง	7.46±0.136
ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.10±0.04

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำตลอดการทดลอง พบว่า แคลเซียมและแมกนีเซียม มีผลต่อการสร้างเปลือกของปูทะเล โดยค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเค็มและความกระด้างของน้ำด้วยเช่นกัน ตลอดการทดลอง พบว่า ถ้าความเค็มอยู่ในระดับ 21.2 psu มีปริมาณแคลเซียมในน้ำที่ 428.18 มิลลิกรัมต่อลิตร และแมกนีเซียมในน้ำที่ 665.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีที่สุดและส่งผลให้ความหนาเปลือกเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เพราะฉะนั้นถ้าต้องการเลี้ยงปูทะเลให้ได้เปลือกแข็ง จะต้องให้มีระดับความเค็มของน้ำสูงกว่าหรือเท่ากับ 21.2 psu ดังนั้นแนวทางการแก้ไขวิธีการเลี้ยงปูทะเลเลียนแบบธรรมชาติ ไม่ให้ปูเปลือกนิ่มในช่วงที่น้ำมีความเค็มต่ำมาขุนนอกบ่อและปรับความเค็มให้เหมาะสม คือสูงกว่าหรือเท่ากับ 21.2 psu หรือเพิ่มแคลเซียมในน้ำเลี้ยง จะช่วยให้เปลือกปูมีความหนาเพิ่มขึ้น



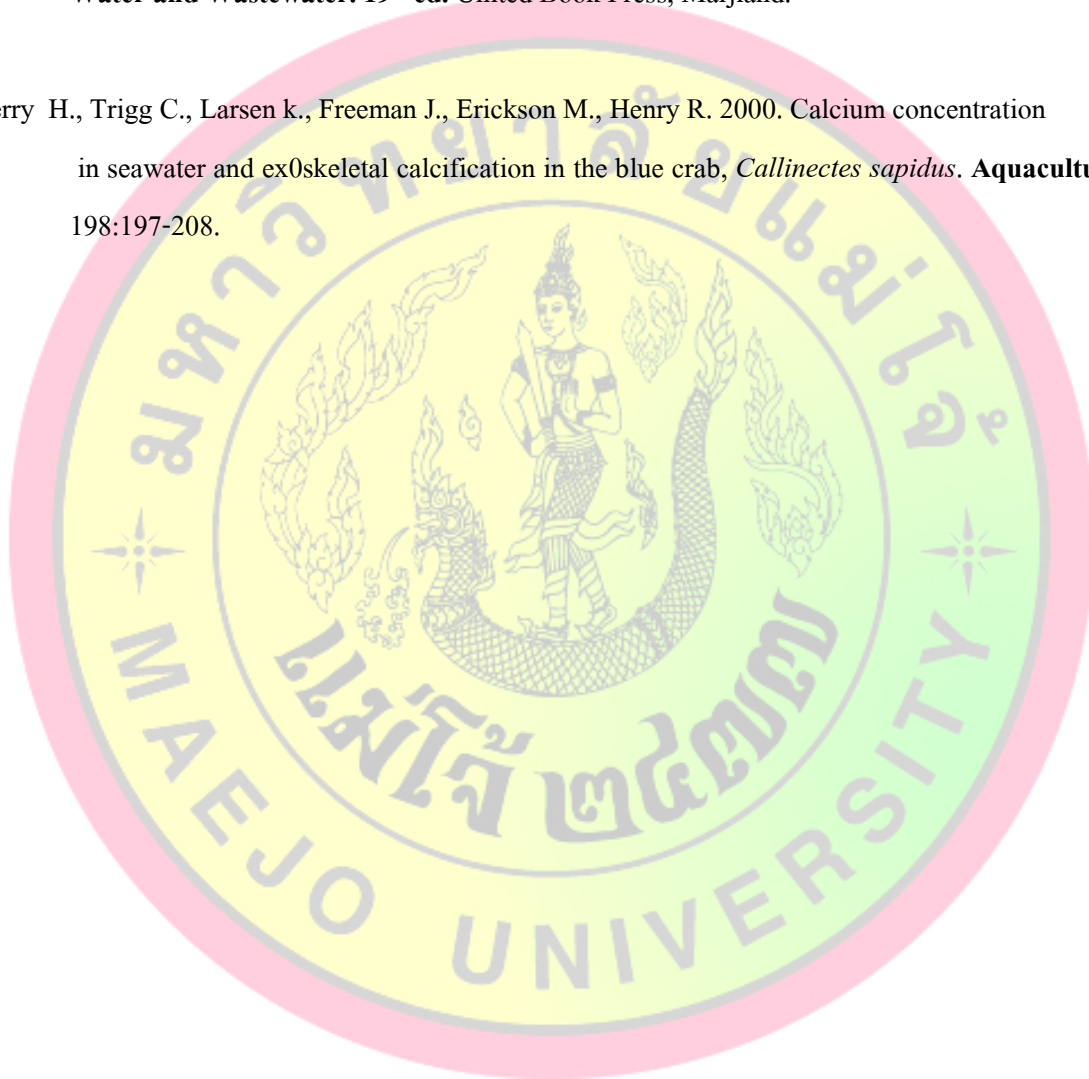
บรรณานุกรม

- ชลธิ์ ชีวะเศรษฐธรรมม. 2539. การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla serrata* Forskal). แผนกวิชาเทคโนโลยีประมง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 127 หน้า.
- จ้ชวาล อินทมนตรี. 2551. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล. (ออนไลน์).
เข้าถึงเมื่อ: 30 พฤษภาคม
จาก:http://www.aquathai.org/images/.../sciencearticle_article41_file50.doc
- บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2550. แร่ธาตุ กับกุ้งขาวไทย. (ออนไลน์). เข้าถึงเมื่อ: 30 พฤษภาคม จาก <http://www.shrimpcenter.com>
- บุญรัตน์ ประทุมชาติ และวรรณวิภา สุวรรณรักษ์. 2550. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเปลือกและการชะลอการสร้างเปลือกของปูทะเลหลังลอกคราบ. (ออนไลน์).
เข้าถึงเมื่อ: 30 พฤษภาคม จาก <http://www.talaythai.com/Education/43206483/43206483.php3>
- บรรจง เทียนส่งรัมย์ และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ปูทะเล: ชีววิทยา การอนุรักษทรัพยากร และการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์แบบยั่งยืน. เอกสารเผยแพร่เครือข่ายวิจัยและการพัฒนาอุตสาหกรรมพืชและสัตว์น้ำ สกว. ชุดที่3. สำนักงานกองทุนสนับสนุนวิจัย 264 หน้า.
- ปณิดา หมาดหวัง. 2550. ปริมาณแคลเซียมในน้ำเลี้ยงกุ้งขาวแวนาไมในบ่อปูพื้น ด้วยโพลีเอททิลีนความหนาแน่นแตกต่างกัน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.มหาวิทยาลัยแม่โจ้- ชุมพร
- พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการสอนการวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 82 หน้า.

วิทยา หะวานนท์ และสุภาพ ไพโรพนาพงศ์. 2546. ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและการตายของปูทะเล. เอกสารวิชาการ. ฉบับที่ 19/2546. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระนอง. กรมประมง. 17 หน้า.

American Public Health Association, American Water Work Association, and Water Environment Federation. 1995. **Standard Method For the Examination of Water and Wastewater. 19th ed.** United Book Press, Maryland.

Perry H., Trigg C., Larsen k., Freeman J., Erickson M., Henry R. 2000. Calcium concentration in seawater and exoskeletal calcification in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **Aquaculture.** 198:197-208.





ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
1	1	220	10.5	6.73	0.85	0.8	0.89	0.87	0.88
	2	220	9.99	6.34	0.9	0.91	0.92	0.95	0.92
	3	205	9.54	6.21	0.8	0.8	0.82	0.81	0.83
	4	218	9.5	6.5	0.79	0.78	0.79	0.77	0.76
	5	200	9.88	7.1	0.89	0.89	0.88	0.88	0.87
	6	480	11.9	8.71	1.31	1.32	1.32	1.31	1.32
	7	230	10.01	6.11	0.92	0.93	0.92	0.99	0.93
	8	200	9.5	7.01	0.8	0.8	0.79	0.78	0.79
	9	375	10.5	8	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02
	10	250	7.81	6.59	0.98	0.99	0.99	0.97	0.98
	Standard deviation	92.98	1.03	0.83	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
1	1	270	11.21	7.83	1.26	1.15	1.05	1.21	1.14
	2	335	12.54	8.88	1.1	1.47	1.4	1.44	1.47
	3	290	12.13	8.11	0.8	1	0.68	0.75	0.8
	4	325	11.61	7.9	0.64	0.49	0.45	0.46	0.46
	5	340	11.42	8.22	0.8	0.92	0.81	0.75	0.74
	6	470	12.11	8.26	1.1	1.5	1.33	1.05	1.1
	7	330	11.19	7.78	1.1	1.08	1.45	1.05	1.08
	8	450	12.15	8.9	1.11	1.5	1.2	1	1.1
	9	310	10.83	7.7	0.45	0.64	0.45	0.39	0.4
	10	285	10.82	7.1	1	1	0.73	0.74	0.75
	Standard deviation	67.22	0.60	0.54	0.25	0.34	0.38	0.32	0.33

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
2	1	220	10.5	6.73	0.85	0.8	0.89	0.87	0.88
	2	220	9.99	6.34	0.9	0.91	0.92	0.95	0.92
	3	205	9.54	6.21	0.8	0.8	0.82	0.81	0.83
	4	218	9.5	6.5	0.79	0.78	0.79	0.77	0.76
	5	200	9.88	7.1	0.89	0.89	0.88	0.88	0.87
	6	480	11.9	8.71	1.31	1.32	1.32	1.31	1.32
	7	230	10.01	6.11	0.92	0.93	0.92	0.99	0.93
	8	200	9.5	7.01	0.8	0.8	0.79	0.78	0.79
	9	375	10.5	8	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02
	10	250	7.81	6.59	0.98	0.99	0.99	0.97	0.98
	Standard deviation	92.98	1.03	0.83	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
2	1	270	11.21	7.83	1.26	1.15	1.05	1.21	1.14
	2	335	12.54	8.88	1.1	1.47	1.4	1.44	1.47
	3	290	12.13	8.11	0.8	1	0.68	0.75	0.8
	4	325	11.61	7.9	0.64	0.49	0.45	0.46	0.46
	5	340	11.42	8.22	0.8	0.92	0.81	0.75	0.74
	6	470	12.11	8.26	1.1	1.5	1.33	1.05	1.1
	7	330	11.19	7.78	1.1	1.08	1.45	1.05	1.08
	8	450	12.15	8.9	1.11	1.5	1.2	1	1.1
	9	310	10.83	7.7	0.45	0.64	0.45	0.39	0.4
	10	285	10.82	7.1	1	1	0.73	0.74	0.75
	Standard deviation	95.31	1.08	0.89	0.21	0.19	0.21	0.19	0.16

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
3	1	480	12	8.98	1.33	1.34	1.22	1.32	1.33
	2	232	10.74	7.81	0.75	0.77	0.67	0.8	0.81
	3	250	10.61	7.16	0.8	0.82	0.76	0.83	0.81
	4	228	9.56	6.43	0.65	0.67	0.57	0.67	0.68
	5	250	10.51	7.59	0.82	0.84	0.76	0.8	0.82
	6	230	10.12	7.22	0.8	0.82	0.71	0.82	0.83
	7	270	11.22	8	0.8	0.82	0.77	0.84	0.83
	8	300	10.4	6.8	0.8	0.84	0.67	0.82	0.83
	9	274	9.66	6.39	0.8	0.84	0.69	0.82	0.83
	10	210	13.1	8.1	0.85	0.86	0.68	0.87	0.86
	Standard deviation	77.57	1.07	0.81	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
3	1	212	10.5	7.65	0.55	0.6	0.53	0.57	0.58
	2	270	10.95	8	0.7	0.72	0.67	0.72	0.73
	3	222	10.81	6.90	0.81	0.82	0.75	0.84	0.83
	4	270	10.11	6.3	0.75	0.78	0.7	0.76	0.77
	5	270	10.89	7.5	0.65	0.67	0.59	0.62	0.63
	6	234	10.3	7.13	0.7	0.72	0.68	0.7	0.69
	7	340	10.01	7	1.21	1.12	1	1.22	1.23
	8	420	13.02	6.81	1.21	1.22	1.11	1.12	1.13
	9	256	10.61	8	1.21	1.23	0.98	1.21	1.23
	10	200	9.81	6.64	0.8	0.82	0.77	0.8	0.81
	Standard deviation	66.21	0.90	0.60	0.25	0.23	0.19	0.24	0.24

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
4	1	200	9.61	6.31	0.8	0.82	0.83	0.79	0.78
	2	260	11.16	7.22	0.75	0.78	0.7	0.76	0.77
	3	340	10.3	8.6	0.9	0.98	0.99	1.1	1.1
	4	200	10.4	6.68	0.9	1.1	0.95	0.82	0.76
	5	280	10.4	6.9	0.9	1.02	1.01	1.02	1.01
	6	320	10.7	6.52	1.2	1.2	0.98	0.99	0.99
	7	250	10.31	7.3	0.92	0.99	0.97	0.99	0.99
	8	280	10.59	6.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.97
	9	400	12.11	9.69	1.03	1.04	1.03	1.02	1.02
	10	270	11.98	8.05	1.05	1.04	0.92	1.03	1.04
	Standard deviation	61.28	0.78	1.05	0.12	0.12	0.10	0.11	0.12

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
4	1	410	13.61	9.16	1.21	1.22	1.23	1.2	1.21
	2	221	10.91	7.9	0.89	0.87	0.89	0.96	0.97
	3	260	9.81	6.5	0.86	0.89	0.87	0.98	0.97
	4	190	9.9	6.6	0.87	0.86	0.85	0.87	0.86
	5	420	13.02	8.61	1.21	1.22	1.11	1.12	1.13
	6	240	10.3	7.13	0.7	0.72	0.68	0.7	0.69
	7	280	10.89	7.8	0.86	0.89	0.83	0.85	0.86
	8	270	10.12	6.54	0.75	0.78	0.7	0.76	0.77
	9	220	10.8	6.9	0.8	0.75	0.84	0.83	0.84
	10	220	10.5	7.65	0.85	0.89	0.95	0.89	0.87
	Standard deviation	79.51	1.29	0.91	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนากระ ดุ้งจุด1	ความหนากระ ดุ้งจุด2	ความหนา กระดุ้งจุด3	ความหนา กระดุ้งจุด4	ความหนา กระดุ้งจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
5	1	300	13.08	8.1	0.85	0.9	0.78	0.84	0.87
	2	310	13.09	8.21	0.9	0.95	0.85	0.87	0.89
	3	325	13.21	8.32	1.21	1.25	1.17	1.12	1.16
	4	375	13.4	8.11	1.35	1.26	1.18	1.26	1.24
	5	425	13.4	8.7	1.33	1.3	1.127	1.33	1.34
	6	385	12.11	8.3	1.1	1.08	1.02	1.11	1.12
	7	380	13.02	8.42	1.05	1.05	1	1	1
	8	275	11.21	7.8	1	1	0.95	1.02	1.05
	9	280	11.11	7.82	0.9	0.9	0.87	0.92	0.92
	10	290	12	7.8	0.95	0.9	0.87	0.93	0.94
	Standard deviation	52.51	0.88	0.29	0.18	0.15	0.14	0.16	0.15

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
5	1	250	10.05	7.65	0.65	0.7	0.62	0.71	0.71
	2	270	11	7.8	0.7	0.82	0.64	0.7	0.72
	3	275	11.02	7.85	0.8	0.87	0.67	0.89	0.87
	4	325	10.59	7.24	0.8	0.83	0.78	0.89	0.89
	5	315	10.21	7.01	0.91	0.99	0.87	0.96	0.97
	6	345	10.59	7.21	1.21	1.27	1.15	1.21	1.24
	7	405	12.57	8.27	1.31	1.42	1.23	1.32	1.13
	8	425	13.01	8.55	1.26	1.27	1.17	1.27	1.29
	9	475	13.11	8.71	1.22	1.27	1.08	1.24	1.27
	10	500	13.25	8.8	1.3	1.33	1.23	1.27	1.29
	Standard deviation	88.16	1.28	0.65	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
6	1	200	7.8	6.5	0.99	0.99	0.99	1.01	1.12
	2	220	7.69	6.42	1.02	1.02	1.05	1.02	1.03
	3	240	7.82	6.7	1.04	1.05	1.07	1.06	1.06
	4	250	11.11	7.85	1.22	1.25	1.25	1.24	1.25
	5	320	11.4	7.85	1.26	1.27	1.26	1.24	1.25
	6	350	11.42	8.5	1.27	1.22	1.22	1.23	1.22
	7	350	11.59	8.4	1.31	1.31	1.3	1.29	1.3
	8	400	12.13	8.55	1.3	1.3	1.29	1.29	1.29
	9	420	12.22	8.6	1.21	1.21	1.21	1.21	1.22
	10	480	12.23	8.7	1.31	1.52	1.52	1.31	1.32
	Standard deviation	93.93	1.94	0.92	0.12	0.15	0.15	0.11	0.10

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
6	1	210	9.83	6.39	1.11	1.11	1.12	1.12	1.11
	2	222	9.92	6.5	0.99	0.98	0.98	1	1.01
	3	240	9.99	6.7	1.21	1.22	1.21	1.22	1.22
	4	270	10.2	6.9	1.21	1.22	1.22	1.21	1.21
	5	290	10.31	7.11	1.21	1.22	1.22	1.22	1.22
	6	320	10.42	7.21	1.03	1.02	1.03	1	1.03
	7	330	10.45	7.23	1.02	1.03	1.02	1.13	1.02
	8	340	11	8	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02
	9	420	11.2	8.59	1.21	1.22	1.21	1.21	1.22
	10	450	11.21	9	1.21	1.25	1.21	1.21	1.22
	Standard deviation	80.09	0.51	0.88	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนากระ ดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
7	1	320	10.4	7.27	0.95	0.62	0.96	0.86	0.86
	2	390	11.41	7.41	0.67	1.04	0.65	0.65	0.61
	3	290	10	6.31	0.76	0.98	0.89	0.73	0.74
	4	328	10.7	6.52	1.22	0.92	1	0.9	0.96
	5	260	11.11	6.85	0.91	0.6	0.65	0.53	0.54
	6	256	10.81	7.23	1.07	0.93	0.94	0.94	1.02
	7	286	10.4	8.61	0.9	1.38	0.79	0.95	0.72
	8	340	10.37	7.4	1.38	1.29	1.4	1.1	1.1
	9	262	10.41	6.69	0.9	1.1	0.95	0.82	0.76
	10	420	12.9	8.2	0.89	0.88	0.76	0.89	0.9
	Standard deviation	56.02	0.82	0.72	0.20	0.25	0.21	0.16	0.17

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
7	1	290	11.21	8.31	0.64	0.42	0.41	0.52	0.53
	2	240	10.3	6.34	1.13	1.16	0.99	0.83	0.81
	3	240	10.1	6.81	0.56	1.3	0.63	0.77	0.75
	4	240	11.01	7.36	0.76	0.89	0.62	0.73	0.78
	5	270	10.91	6.86	0.64	0.69	0.98	0.51	0.52
	6	320	12.03	8.42	0.69	1.24	0.5	0.74	0.66
	7	280	10.1	7.23	0.75	0.84	0.6	0.64	0.61
	8	278	9.21	6.32	0.8	0.87	0.57	0.64	0.72
	9	420	12.83	7.65	0.7	0.89	0.88	0.7	0.63
	10	250	10.62	7.51	0.75	1.13	1.61	0.69	0.65
Standard deviation		54.79	1.03	0.72	0.15	0.27	0.35	0.10	0.09

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศผู้	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
8	1	200	10.44	7	0.79	0.9	0.65	0.69	0.53
	2	235	11.37	7.61	1.15	0.95	0.85	1	1.02
	3	340	12.61	8.44	0.99	1.01	0.9	0.9	0.93
	4	320	11.76	7.3	0.85	1.15	0.52	0.69	0.7
	5	290	11.44	7.44	0.4	0.45	0.3	0.34	0.33
	6	300	11.76	8.15	0.92	1.05	0.75	0.78	0.85
	7	400	13.11	9.07	1.22	1.23	1.22	1.21	1.22
	8	270	10.93	7.95	0.99	0.98	0.99	0.98	0.97
	9	200	10.02	6.97	0.91	0.97	0.96	0.96	0.96
	10	320	11.72	7.7	0.99	1.02	1.03	1.02	1.03
Standard deviation		63.30	0.92	0.65	0.22	0.20	0.26	0.24	0.26

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติปุ๋ยทะเลที่ใช้การศึกษา

ครั้งที่	เพศเมีย	น้ำหนัก	ความกว้าง	ความยาว	ความหนา กระดองจุด1	ความหนา กระดองจุด2	ความหนา กระดองจุด3	ความหนา กระดองจุด4	ความหนา กระดองจุด5
	ตัวที่	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร)
8	1	230	10.63	7.5	0.8	0.95	0.76	0.68	0.71
	2	350	11.83	7.83	0.99	0.92	0.78	0.69	0.67
	3	280	11.1	7.81	0.85	1	0.73	0.63	0.65
	4	280	9.93	6.72	0.61	0.73	0.55	0.59	0.5
	5	200	10.76	6.51	0.84	1.03	0.89	0.78	0.7
	6	230	11.89	8.22	0.7	0.75	0.55	0.5	0.6
	7	200	10.94	7.22	0.7	0.75	0.65	0.63	0.67
	8	220	11.11	7.76	0.7	0.7	0.55	0.6	0.55
	9	205	10.76	7.15	0.75	0.95	0.73	0.7	0.65
	10	320	12.61	9	0.63	0.8	0.54	0.5	0.5
	Standard deviation	53.12	0.76	0.72	0.1	0.12	0.12	0.08	0.07

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)		
1	1	54.509	56.738	288.0	3	0.007	46.0	6.56	0.252
	2	64.128	50.513	272.0	3	0.006	48.0	6.56	0.261
	3	67.334	43.902	248.0	3	0.003	47.0	6.56	0.224
	4	73.747	46.231	264.0	3	0.026	48.0	6.56	0.279
	5	160.320	23.250	256.0	3	0.041	48.0	6.56	0.196
	6	38.477	50.914	248.0	3	0.014	42.0	6.55	0.261
	7	54.509	52.850	272.0	3	0.032	44.0	6.56	0.298
	8	54.509	50.906	264.0	3	0.020	46.0	6.56	0.279
	9	118.637	33.379	256.0	3	0.019	44.0	6.56	0.233
	10	92.986	43.500	272.0	3	0.011	46.0	6.58	0.168

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม (m/L)	แมกนีเซียม (m/L)	ความกระด้าง (m/L ของ CaCO ₃)	ความเค็ม (psu)	ฟอสฟอรัส (m/L)	ความเป็นด่าง (m/L ของ CaCO ₃)	pH	แอมโมเนีย (m/L)
	11	202.003	20.897	288.0	4	0.022	62.0	6.89	0.084
	12	221.242	20.110	304.0	4	0.052	48.0	7.26	0.093
	13	221.242	8.446	256.0	4	0.025	64.0	7.06	0.130
	14	189.178	24.014	288.0	5	0.022	66.0	7.47	0.102
	15	192.384	21.291	280.0	5	0.023	68.0	7.42	0.075
	16	185.971	15.073	248.0	5	0.036	70.0	7.37	0.093
	17	198.797	11.956	248.0	5	0.024	70.0	7.3	0.093
	18	99.398	36.110	248.0	5	0.026	66.0	7.37	0.140
	19	44.890	49.356	248.0	6	0.023	68.0	7.28	0.093
	20	48.096	50.521	256.0	6	0.024	68.0	7.64	0.084
	Standard deviation	68.416	15.832	17.07	1.09	0.0117	10.85	0.41	0.081

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
2	1	96.192	326.545	1440.0	7.5	0.029	116.0	7.62	0.214
	2	92.986	269.004	1200.0	8	0.019	90.0	7.62	0.158
	3	92.986	276.780	1232.0	8	0.029	124.0	7.5	0.252
	4	96.192	252.673	1136.0	8	0.029	102.0	7.5	0.093
	5	102.605	253.059	1144.0	8	0.029	118.0	7.53	0.168
	6	76.954	259.292	1144.0	8	0.029	110.0	7.41	0.205
	7	86.573	255.011	1136.0	9	0.009	104.0	7.41	0.149
	8	83.366	419.086	1808.0	9	0.029	110.0	7.43	0.168
	9	96.192	268.225	1200.0	8	0.009	108.0	7.43	0.130
	10	83.366	257.734	1144.0	9	0.009	104.0	7.43	0.112

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO ₃)		
	11	76.954	311.780	1360.0	8	0.029	108.0	7.46	0.279
	12	96.192	256.561	1152.0	9	0.029	102.0	7.41	0.196
	13	80.160	293.505	1288.0	9	0.029	112.0	7.39	0.140
	14	96.192	258.505	1160.0	8	0.029	110.0	7.37	0.279
	15	73.747	454.471	1944.0	9	0.029	106.0	7.41	0.196
	16	89.779	260.064	1160.0	9	0.019	114.0	7.42	0.214
	17	73.747	258.127	1136.0	9	0.019	108.0	7.43	0.168
	18	83.366	403.534	1744.0	9	0.009	110.0	7.42	0.177
	19	96.192	248.785	1120.0	9	0.029	106.0	7.42	0.102
	20	83.366	255.79	1136.0	9	0.019	108.0	7.41	0.233
	Standard								
	deviation	8.790	61.686	250.22	0.54	0.008	6.95	0.07	0.053

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO ₃)		
3	1	187.574	317.461	1494.0	12	0.059	122.0	7.96	0.205
	2	144.288	367.346	1656.0	12	0.039	124.0	7.91	0.075
	3	144.288	450.452	1998.0	12	0.029	120.0	8.21	0.102
	4	151.502	413.707	1854.0	12	0.029	132.0	8.18	0.075
	5	101.002	281.637	1260.0	12	0.019	118.0	8.15	0.205
	6	137.074	404.091	1800.0	12	0.029	124.0	8.1	0.196
	7	151.502	313.105	1440.0	12	0.029	124.0	8.16	0.242
	8	108.216	371.737	1638.0	14	0.039	144.0	8.16	0.093
	9	108.216	428.599	1872.0	10	0.029	144.0	8.16	0.065
	10	101.002	290.385	1296.0	13	0.049	124.0	7.82	0.121

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
	11	158.717	350.718	1602.0	11	0.059	122.0	7.77	0.130
	12	101.002	399.735	1746.0	12	0.039	116.0	8.28	0.112
	13	115.430	300.001	1350.0	12	0.029	128.0	8.1	0.177
	14	101.002	373.491	1638.0	13	0.019	124.0	8.15	0.065
	15	101.002	364.743	1602.0	14	0.039	124.0	7.89	0.140
	16	108.216	341.119	1512.0	14	0.039	118.0	8.13	0.065
	17	122.645	320.117	1440.0	12	0.029	128.0	8.15	0.158
	18	93.787	318.382	1404.0	13	0.029	116.0	8.13	0.102
	19	93.787	340.252	1494.0	12	0.019	124.0	8.13	0.224
	20	144.288	319.718	1460.0	13	0.019	124.0	8.15	0.140
	Standard								
	deviation	26.613	47.671	00.57	0.98	0.011	7.60	0.13	0.057

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)		
4	1	194.789	411.936	1890.0	16	0.108	118.0	7.45	0.033
	2	144.288	446.078	1980.0	17	0.118	126.0	7.23	0.023
	3	151.502	453.073	2016.0	16	0.108	120.0	7.43	0.020
	4	173.146	447.814	2016.0	17	0.108	118.0	7.43	0.028
	5	151.502	501.187	2214.0	12	0.108	120.0	7.32	0.093
	6	158.717	499.434	2214.0	15	0.108	140.0	7.59	0.037
	7	151.502	457.447	2034.0	17	0.108	140.0	7.63	0.093
	8	158.717	490.686	2178.0	17	0.108	118.0	7.35	0.047
	9	151.502	470.569	2088.0	17	0.098	122.0	7.93	0.233
	10	165.931	375.209	1710.0	17	0.108	126.0	7.4	0.028

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
	11	173.146	430.318	1944.0	17	0.118	146.0	7.9	0.028
	12	173.146	430.318	1944.0	16	0.098	128.0	7.33	0.019
	13	180.360	446.060	2016.0	17	0.098	120.0	7.32	0.023
	14	194.789	429.432	1962.0	16	0.168	124.0	7.25	0.019
	15	180.360	437.312	1980.0	16	0.098	122.0	7.41	0.028
	16	194.789	473.172	2142.0	16	0.118	134.0	7.38	0.042
	17	173.146	447.814	2016.0	16	0.108	120.0	7.38	0.023
	18	158.717	446.946	1998.0	16	0.118	128.0	7.42	0.019
	19	158.717	460.068	2052.0	16	0.108	122.0	7.25	0.019
	20	223.646	439.916	2034.0	16	0.108	126.0	7.2	0.009
	Standard								
	deviation	19.899	29.377	115.34	1.13	0.014	8.11	0.19	0.049

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)		
5	1	274.147	462.636	2178.0	19	0.029	122.0	7.09	0.005
	2	252.504	642.855	2898.0	20	0.044	130.0	7.18	0.042
	3	230.861	530.017	2412.0	21	0.044	132.0	7.16	0.005
	4	230.861	674.359	3006.0	22	0.019	126.0	7.08	0.009
	5	187.574	593.023	2628.0	22	0.024	132.0	7.09	0.009
	6	180.360	559.784	2484.0	20	0.019	126.0	7.01	0.009
	7	245.290	548.381	2502.0	20	0.029	134.0	7.18	0.065
	8	252.504	555.375	2538.0	20	0.019	126.0	7	0.009
	9	259.718	575.492	2628.0	19	0.019	126.0	7.03	0.084
	10	295.790	579.849	2682.0	18	0.019	120.0	7.05	0.009

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
	11	165.931	563.291	2484.0	19	0.019	132.0	7.06	0.065
	12	165.931	558.916	2466.0	20	0.019	140.0	6.96	0.047
	13	180.360	1143.471	4886.0	21	0.034	126.0	7.18	0.075
	14	180.360	555.410	2466.0	22	0.034	134.0	7.22	0.009
	15	165.931	563.291	2484.0	20	0.019	136.0	6.93	0.075
	16	252.504	551.973	2524.0	21	0.019	130.6	6.98	0.065
	17	146.693	585.462	2556.0	21	0.019	154.0	6.75	0.047
	18	331.862	544.839	2574.0	21	0.019	132.0	7	0.047
	19	209.218	618.382	2754.0	20	0.039	190.0	6.89	0.065
	20	230.861	569.383	2574.0	19	0.019	158.	6.96	0.047
	Standard								
	deviation	49.671	135.141	546.52	1.11	0.009	15.92	0.11	0.028

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)		
6	1	432.864	647.142	3096.0	21	0.014	130.0	7.71	0.075
	2	418.435	554.420	2700.0	21	0.009	134.0	7.72	0.019
	3	375.149	674.289	3150.0	22	0.009	132.0	7.67	0.028
	4	483.365	336.952	1870.0	21	0.009	128.0	7.72	0.009
	5	497.794	701.348	3384.0	21	0.009	130.0	7.69	0.028
	6	295.790	846.663	3780.0	21	0.009	134.0	7.76	0.009
	7	353.506	767.028	3510.0	22	0.019	126.0	7.69	0.019
	8	295.790	597.345	2754.0	22	0.009	126.0	7.69	0.009
	9	533.866	657.591	3240.0	22	0.009	130.0	7.55	0.009
	10	230.861	774.961	3420.0	21	0.019	120.0	7.72	0.009

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
	11	303.005	669.950	3060.0	21	0.019	116.0	7.64	0.009
	12	339.077	674.306	3114.0	21	0.019	132.0	7.62	0.009
	13	404.006	632.284	3006.0	21	0.009	130.0	7.67	0.019
	14	274.147	475.758	2232.0	21	0.019	124.0	7.56	0.028
	15	613.224	601.371	3088.0	21	0.049	130.0	7.62	0.009
	16	663.725	691.645	3510.0	21	0.019	114.0	7.52	0.019
	17	483.365	774.838	3672.0	21	0.019	130.0	7.67	0.065
	18	699.797	730.993	3708.0	21	0.019	118.0	7.71	0.028
	19	425.650	688.261	3258.0	21	0.019	138.0	7.71	0.019
	20	440.078	811.601	3780.0	21	0.009	116.0	7.71	0.019
	Standard								
	deviation	128.997	117.407	495.03	0.41	0.009	6.78	0.06	0.018

ตารางผนวกที่ 2_คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
7	1	202.003	379.565	1764.0	15	0.049	94.0	7.24	0.112
	2	129.859	453.958	1998.0	15	0.059	98.0	7.2	0.149
	3	151.502	400.585	1800.0	15	0.059	94.0	7.14	0.158
	4	115.430	418.098	1836.0	15	0.059	100.0	7.2	0.112
	5	137.074	447.831	1980.0	15	0.059	96.0	7.16	0.102
	6	129.859	427.714	1890.0	15	0.059	96.0	7.22	0.252
	7	151.502	418.081	1872.0	15	0.059	100.0	7.16	0.186
	8	129.859	475.828	2088.0	15	0.059	96.0	7.17	0.224
	9	144.288	437.33	1944.0	15	0.059	164.0	7.08	0.205
	10	137.074	482.823	2124.0	15	0.049	104.0	7.16	0.224

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
	11	108.216	498.583	2160.0	15	0.049	102.0	7.25	0.140
	12	165.931	469.979	2100.0	15	0.059	98.0	7.19	0.158
	13	115.430	426.846	1872.0	15	0.069	100.0	7.3	0.075
	14	129.859	462.706	2034.0	15	0.059	100.0	7.32	0.130
	15	129.859	478.744	2100.0	15	0.049	100.0	7.26	0.140
	16	115.430	413.724	1818.0	15	0.049	100.0	7.27	0.140
	17	115.430	439.968	1926.0	14	0.039	102.0	7.35	0.186
	18	129.859	462.706	2034.0	15	0.049	106.0	7.28	0.130
	19	122.645	543.191	2358.0	15	0.049	102.0	7.27	0.261
	20	137.074	544.545	2378.0	14	0.049	106.0	7.28	0.233
	Standard	21.337		170.35	0.30	0.006	14.78	0.06	0.052
	deviation		42.922						

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)	(psu)	(m/L)	(m/L ของ CaCO_3)		
8	1	194.789	276.342	1332.0	10	0.049	134.0	7.89	0.072
	2	93.787	287.764	1278.0	10	0.078	152.0	7.87	0.075
	3	93.787	283.390	1260.0	10	0.029	148.0	7.83	0.075
	4	93.787	283.390	1260.0	10	0.049	134.0	7.89	0.076
	5	101.002	281.637	1260.0	10	0.029	136.0	7.88	0.073
	6	86.573	307.013	1350.0	10	0.039	140.0	7.89	0.085
	7	93.787	274.642	1224.0	10	0.069	136.0	7.82	0.081
	8	101.002	286.011	1278.0	10	0.029	138.0	7.87	0.081
	9	108.216	310.501	1386.0	10	0.049	138.0	7.88	0.070
	10	93.787	287.764	1278.0	10	0.059	158.0	7.82	0.073

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่วัดได้ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติที่ส่งผลต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล (ต่อ)

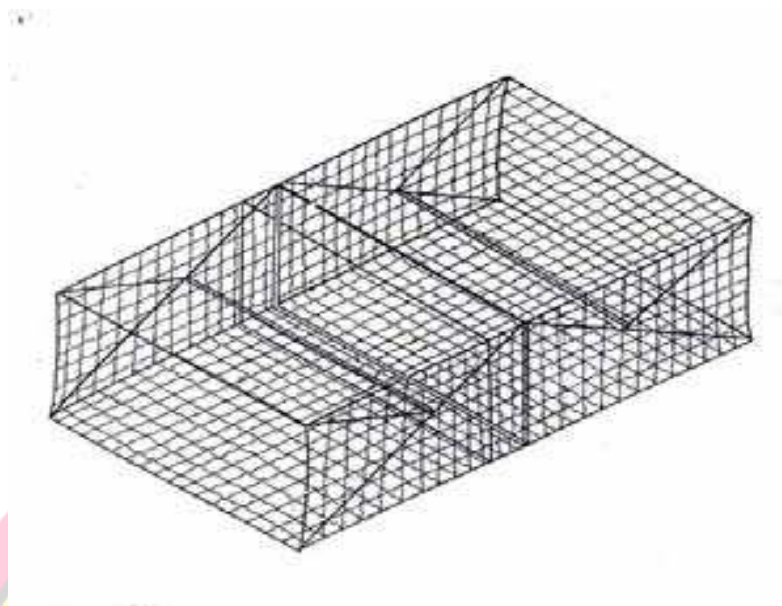
ครั้งที่	จุดที่เก็บน้ำ	แคลเซียม	แมกนีเซียม	ความกระด้าง	ความเค็ม	ฟอสฟอรัส	ความเป็นด่าง	pH	แอมโมเนีย
		(m/L)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)	(psu)	(m/L)	(m/Lของ CaCO ₃)		
	11	79.358	308.766	1350.0	10	0.049	140.0	7.89	0.075
	12	101.002	338.499	1494.0	10	0.029	140.0	7.88	0.078
	13	93.787	287.764	1278.0	10	0.039	140.0	7.91	0.077
	14	101.002	316.629	1404.0	10	0.039	140.0	7.82	0.079
	15	93.787	296.512	1314.0	10	0.049	148.0	7.87	0.078
	16	101.002	264.141	1188.0	10	0.069	152.0	7.9	0.074
	17	93.787	314.008	1386.0	10	0.088	132.0	7.95	0.065
	18	93.787	300.886	1332.0	10	0.039	150.0	7.9	0.073
	19	139.238	281.093	1296.0	10	0.029	136.0	7.89	0.074
	20	139.237	281.093	1296.0	10	0.019	186.0	7.89	0.067
	Standard								
	deviation	25.777	17.871	69.81	0.0	0.0186	12.23	0.032	0.004



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องวัดความเค็ม (Refracto Salinometer)



ภาพผนวกที่ 2 เครื่อง Spectro photometer ยี่ห้อ Thermo Spectronic รุ่น EDUCATOR
OPERTER'S TM



ภาพผนวกที่ 3 ลอบพับปูทะเลขนาด 40x60 เซนติเมตร



ภาพผนวกที่ 4 ปูทะเลน้ำหนัก 200 - 500 กรัม



(ก)



(ข)

ภาพผนวกที่ 5 (ก) ลักษณะด้านหน้า (ข) ด้านหลังของปูทะเล



(ก)



(ข)

ภาพผนวกที่ 6 (ก) การชั่งน้ำหนักของปูทะเลเพศผู้ (ข) การชั่งน้ำหนักของปูทะเลเพศเมีย



(ก)



(ข)

ภาพผนวกที่ 7 (ก) การวัดความยาวของกระดอง (ข) การวัดความยาวของกระดอง



(ก)



(ข)

ภาพผนวกที่ 8 (ก) การวัดความกว้างของกระดองปูทะเลเพศผู้ (ข) การวัดความกว้างของกระดองปูทะเลเพศเมีย



ภาพผนวกที่ 9 การกำหนด 5 จุด



ภาพผนวกที่ 10 การเจาะเปลือกและนำไปวัดความหนาเปลือก



ภาพผนวกที่ 11 วัดความหนาเปลือก โดยใช้ Micrometer



ตารางผนวกที่ 3 ตาราง ANOVA แคลเซียม, แมกนีเซียม, ฟอสฟอรัส, ความเค็ม
เกลือในน้ำที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติต่อความหนาเปลือกปูทะเล
ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SALT	Between Groups	4866.073	7	695.153	1050.984	.000
	Within Groups	100.538	152	.661		
	Total	4966.611	159			
CA	Between Groups	1743430.526	7	249061.504	75.637	.000
	Within Groups	500510.961	152	3292.835		
	Total	2243941.486	159			
MG	Between Groups	5391528.780	7	770218.397	147.301	.000
	Within Groups	794786.552	152	5228.859		
	Total	6186315.332	159			
P	Between Groups	.134	7	.019	136.674	.000
	Within Groups	.021	152	.000		
	Total	.155	159			

ตารางผนวกที่ 4 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบความเค็ม เกลือในน้ำ
ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติต่อความหนาเปลือกปูทะเล
Duncan

ครั้งที่	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.00	20	3.9500							
2.00	20		8.5250						
8.00	20			10.0000					
3.00	20				12.3500				
7.00	20					14.9000			
4.00	20						16.1500		
5.00	20							20.2500	
6.00	20								21.2000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

ตารางผนวกที่ 5 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบแคลเซียม เหล็กในน้ำ
ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติต่อความหนาเปลือกกระดองปูทะเล

Duncan

ครั้งที่	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2.00	20	87.8554			
8.00	20	104.8253			
1.00	20	119.1179			
3.00	20	123.7270			
4.00	20	123.7270			
5.00	20		170.6206		
6.00	20			221.9630	
7.00	20				428.1747
Sig.		.080	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

ตารางผนวกที่ 6 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบแมกนีเซียม เหล็กในน้ำ
ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติต่อความหนาเปลือกปูทะเล

Duncan

	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
1.00	20	35.4980					
2.00	20		291.9267				
8.00	20		293.3921				
3.00	20			353.3397			
4.00	20			353.3397			
5.00	20				449.7394		
6.00	20					598.8096	
7.00	20						665.4374
Sig.		1.000	.949	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

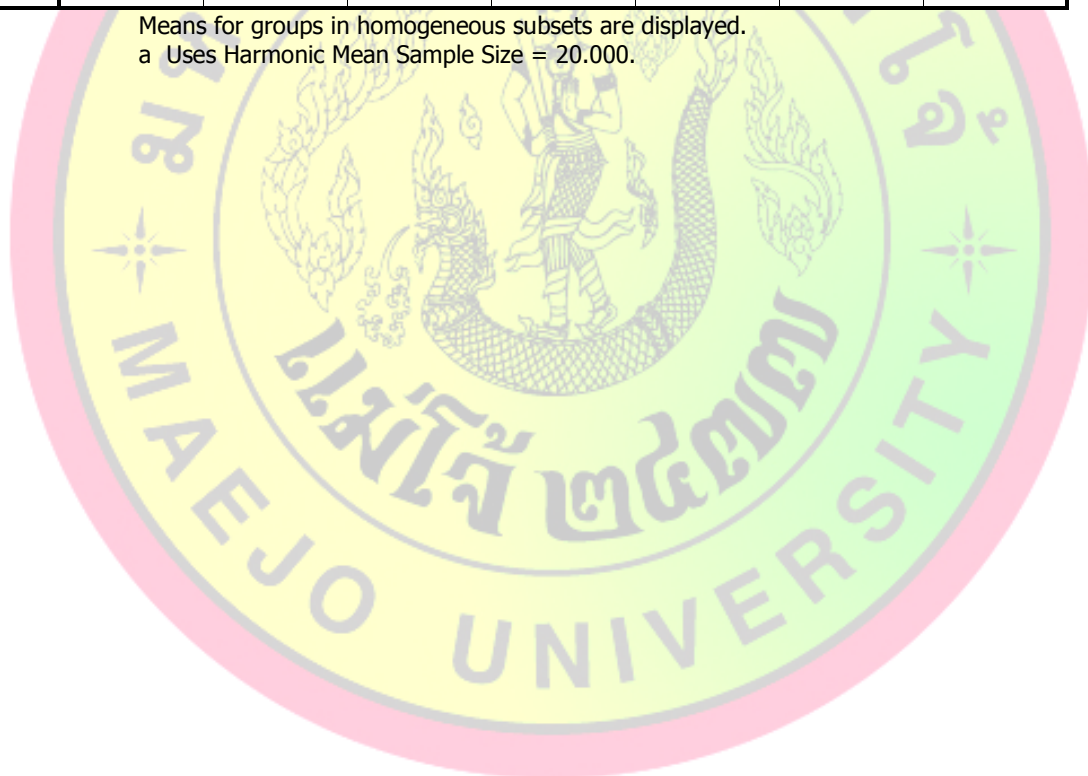
ตารางผนวกที่ 7 Duncan's new multiple range test เปรียบเทียบฟอสฟอรัสเฉลี่ยในน้ำ
ที่ใช้เลี้ยงปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติต่อความหนาเปลือกปูทะเล

Duncan

ครั้งที่	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
6.00	20	.0158					
1.00	20	.0228	.0228				
2.00	20	.0230	.0230				
5.00	20		.0253				
3.00	20			.0335			
8.00	20				.0464		
7.00	20					.0545	
4.00	20						.1110
Sig.		.068	.542	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.



ตาราง Independent Samples T Test ของความหนาของเปลือกปูทะเลในบ่อเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
W1	Equal variances assumed	2.083	.187	-2.007	8	.080	-.0744	.03708	-.15990	.01110
	Equal variances not assumed			-2.007	4.970	.101	-.0744	.03708	-.16988	.02108
W2	Equal variances assumed	.719	.421	-14.333	8	.000	-.0860	.00600	-.09984	-.07216
	Equal variances not assumed			-14.333	5.538	.000	-.0860	.00600	-.10098	-.07102
W3	Equal variances assumed	.188	.676	-.444	8	.669	-.0120	.02706	-.07439	.05039
	Equal variances not assumed			-.444	7.544	.670	-.0120	.02706	-.07505	.05105
W4	Equal variances assumed	1.954	.200	3.523	8	.008	.0440	.01249	.01520	.07280
	Equal variances not assumed			3.523	5.152	.016	.0440	.01249	.01218	.07582
W5	Equal variances assumed	.640	.447	.894	8	.397	.0400	.04472	-.06313	.14313
	Equal variances not assumed			.894	6.897	.401	.0400	.04472	-.06607	.14607
W6	Equal variances assumed	4.924	.057	1.058	8	.321	.0402	.03799	-.04741	.12781
	Equal variances not assumed			1.058	4.160	.348	.0402	.03799	-.06370	.14410
W7	Equal variances assumed	.428	.532	2.340	8	.047	.1360	.05812	.00197	.27003
	Equal variances not assumed			2.340	6.842	.053	.1360	.05812	-.00208	.27408
W8	Equal variances assumed	2.240	.173	3.394	8	.009	.1780	.05244	.05707	.29893
	Equal variances not assumed			3.394	6.432	.013	.1780	.05244	.05174	.30426

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายชวลิต วรรณมาศ
 เกิดเมื่อ : วันที่ 27 พฤษภาคม 2529
 ประวัติการศึกษา : วทบ. สาขาวิชาการประมง พ.ศ. 2552
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร จังหวัดชุมพร
 ประวัติการทำงาน : -

VITA

NAME : MR. CHAOWALIT WANNAMAD
 DATH OF BIRTH : 27 MAY 1986
 EDUCATION : BACHELOR OF SCENCE AQUACULTURE OF
 FISHERY, 2009 MAEJO UNIVERSITY AT CHUMPHON
 WORK EXPERIENCE : -