พลวัตประชากรปูทะเล (*Scylla* spp.) บริเวณป่าชายเลนที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี

Population dynamics of Mud crab (*Scylla* spp.) at the mangrove forest of Laem Phak Bia receiving effluent from Phetchaburi Municipal wastewater treatment system

เสถียรพงษ์ ขาวหิต[1*]
Satienpong Khowhit[1*]

Received: 16 November 2019 ; Revised: 30 January 2020 ; Accepted: 24 April 2020

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ศึกษาพลวัตประชากรปูทะเล (*Scylla* spp.) บริเวณป่าชายเลนที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ทำการเก็บตัวอย่างปูทะเลในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปูทะเลทันที ทำการวิเคราะห์พลวัตประชากรปูทะเลโดยใช้โปรแกรม FiSAT_II ผลการศึกษาพบว่าปูทะเลมีความยาว (L_∞) มีค่าเท่ากับ 16.54 เซนติเมตร, ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ปูทะเล มีค่าเท่ากับ 0.29 ต่อปี, ค่าการเติบโต (ϕ') ปูทะเลมีค่าเท่ากับ 1.90 อัตราการตายปูทะเลทั้งหมด (Z) เท่ากับ 2.81 ต่อปี, อัตราการตายปูทะเลเนื่องจากการประมง (F) เท่ากับ 0.94 ต่อปี และอัตราการตายปูทะเลโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.87 ต่อปี และ ค่าอัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E) มีค่าเท่ากับ 0.33 และอัตราการทดแทนปูทะเลสูงที่สุดอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน

คำสำคัญ: พลวัตประชากร ปูทะเล (*Scylla* spp.) ป่าชายเลน ระบบบำบัดน้ำเสีย

Abstract

The objective of this research was to study the population dynamics of Mud Crab (*Scylla* spp.) using length-frequency data collected during May 2012 to April 2013 at a mangrove forest that receives effluent from the Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System at Laem Phak Bia, The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project (The LERD Project), Phetchaburi Province, Thailand.

Monthly length frequency data of Mud Crab were analyzed by FiSAT_II. Asymptotic length (L_∞) and growth co-efficient (K) were 16.54 cm and 0.29 year^{-1}, respectively. The growth performance index (ϕ') was 1.90. Total mortality (Z) by length-converted catch curve was 2.81 year^{-1}, of which fishing mortality (F) was 0.94 year^{-1}and natural mortality (M) was 1.87 year^{-1}. The exploitation level (E) of Mud Crab was 0.33. The recruitment pattern was continuous with one major peak in the months of February to June.

Keywords: Population Dynamics, Mud Crab (*Scylla* spp.), Mangrove Forest, Wastewater Treatment System

[1] อาจารย์, สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[1] Lecture, Department of Natural Resources and Environment Management , Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University 44150
* Corresponding author: Satienpong Khowhit, Department of Natural Resources and Environment Management, Mahasarakham University, puiku1213@gmail.com

บทนำ

ก่อนที่จะทำการก่อตั้งโครงการฯ พื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเป็นป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม ไม่มีรายงานว่าพบปูทะเลบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในรัชกาลที่ 9 ทรงมีพระราชดำริก่อตั้งโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริในปี พ.ศ. 2533 เพื่อแก้ปัญหาน้ำเสียจากเทศบาลชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ใช้หลักการบำบัดน้ำเสียแบบเทคโนโลยีอย่างง่าย ไม่ยุ่งยากมีประสิทธิภาพ ธรรมชาติช่วยธรรมชาติ[1] และมีการศึกษาใช้พืชป่าชายเลนให้มีความเหมาะสมต่อการบำบัดนำเสียจึงมีการศึกษาและทดลองปลูกพืชป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเริ่มตั้งแต่ วันที่ 2 เมษายน 2540 ประกอบด้วยโกงกางใบเล็ก (Rhizophora apiculata) แสม (*Avicennia* sp.) ถั่วขาว (Bruguiera cylindrica) และโปรง (Ceriops tagal) (Figure 1, Figure 2) ซึ่งพืชป่าชายเลนดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษในการช่วยเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสีย กรองหรือฟอกน้ำให้สะอาดขึ้นนอกจากนี้พืชป่าชายเลนจะดูดซับธาตุอาหารและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำเสีย ช่วยการทำงานของจุลินทรีย์ อันเป็นการใช้ประโยชน์จากพืชป่าชายเลนอีกทางหนึ่งนอกเหนือจากการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ที่หลบภัย แหล่งอาหาร แหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยยังมีการนำขยะจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีฝังกลบและนำดินหมักขยะจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีด้วยบ่อคอนกรีตไปถมบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย ส่งผลทำให้พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเพิ่มขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2533-2549 มีพื้นที่ทั้งหมด 394 ไร่ การเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 23 ไร่ต่อปี[2,3,4] หลังจากดำเนินงานของโครงการฯ อย่างต่อเนื่องผ่านไป 26 ปี กลับพบว่าป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยมีปูทะเลสกุล Scylla อพยพเข้ามาอยู่อาศัยจำนวน 3 ชนิดประกอบด้วย ปูทะเล (*S. paramanosian*), ปูทะเล (*S. olivacea*), ปูทะเล (*S. serrata*) สร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้กับชาว ประมงแต่การทำประมงปูทะเลเกินศักยภาพในการผลิตได้ส่งผลทำให้ปัจจุบันปูทะเลมีการลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว[5,6] ดังนั้นการศึกษาพลวัตประชากรปูทะเลบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยประกอบด้วย การเติบโต อัตราการตาย อัตราการทดแทนและการนำมาใช้ประโยชน์ เป็นต้น จะทำให้ทราบวงจรชีวิตปูทะเลประกอบด้วย ช่วงเวลาวางไข่ การผสมพันธุ์และการแพร่พันธุ์ สามารถที่จะหามาตรการอนุรักษ์ทรัพยากรปูทะเลในพื้นที่ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยให้มีตลอดไปรวมถึงเปรียบเทียบกับบริเวณป่าชายเลนที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีกับพื้นที่ป่าชายเลนตามธรรมชาติทั่วๆ ไป

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

ป่าชายเลนปลูกแหลมผักเบี้ย ที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งอยู่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด 14°42.240′ เหนือถึง 14°43.480′ เหนือและลองจิจูด 06°17.780′ ตะวันออกถึง 06°19.271′ ตะวันออก ปริมาณน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ที่ถูกสูบมาบำบัดที่โครงการฯ เฉลี่ยประมาณ 6,167 ลูกบาศก์เมตร/วัน ด้วยอัตราการไหล 303.15 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เข้าบ่อบำบัด 268.55 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง[7] (Figure 1)

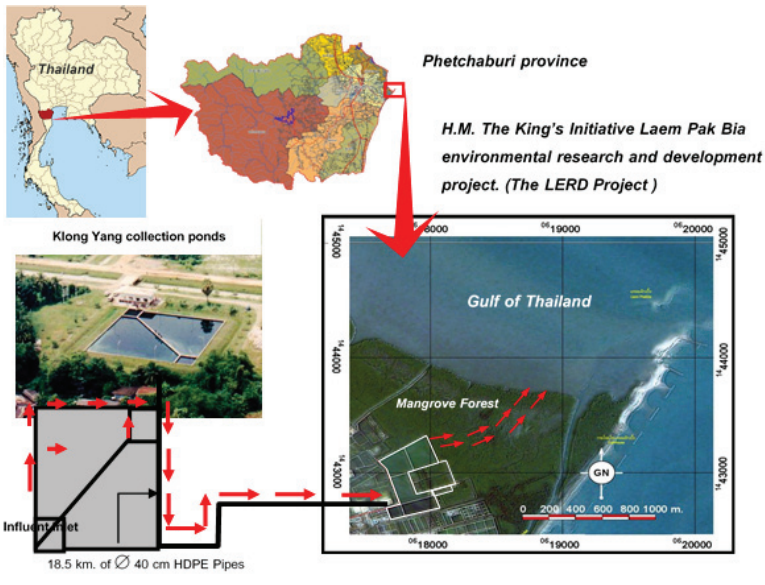


Figure 1 Localization of Mangrove Forest of Laem Phak Bia Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System, The LERD Project, Phetchaburi Province, Thailand.

Figure 2 Mangrove Forest of Laem Phak Bia Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System, The LERD Project at April 2, 1997.

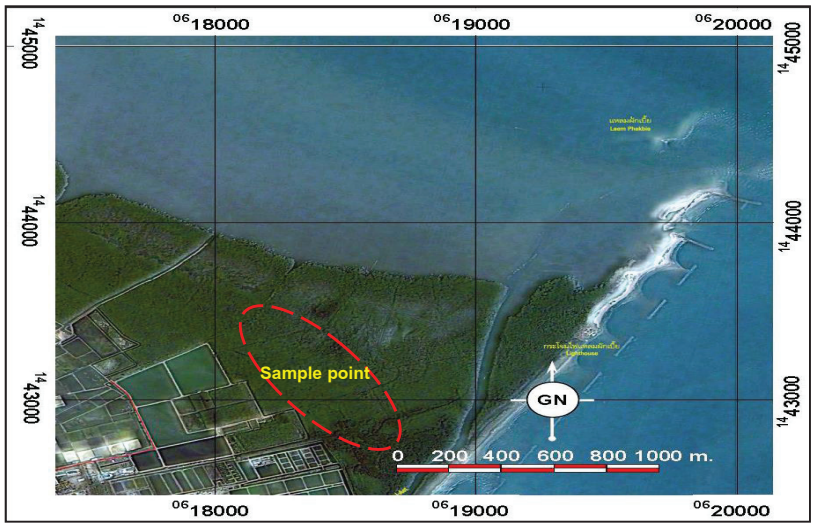


Figure 3 Sample point of Mud Crab (*Scylla* spp.) at Mangrove Forest of Laem Phak Bia Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System, The LERD Project, Phetchaburi Province, Thailand.

Figure 4 Mud Crab (*Scylla* spp.) at Mangrove Forest of Laem Phak Bia Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System, The LERD Project, Phetchaburi Province, Thailand.

2. ศึกษาการเติบโตปูทะเล

ทำการเก็บตัวอย่างปูทะเลโดยใช้ขอเกี่ยวปูทะเล (Hook) บริเวณพื้นที่ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย (Figure 3) ในช่วงเวลาที่น้ำทะเลลงต่ำสุดของ เดือนนั้นๆ จำนวน 3 วัน ต่อเดือน ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปูทะเลทันที (Figure 4)

3. การศึกษาพลวัตประชากรปูทะเล

นำตัวอย่างปูทะเลจำนวน 733 ตัว ที่วัดความยาวตามข้อ 2 มาทำการจำแนกความยาวตามอันตรภาคชั้นด้วยวิธีการ[5] (Table 1) หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป FiSAT_II [8] เป็นโปรแกรมที่สามารถที่ใช้วิเคราะห์ผลการศึกษาได้ดังนี้คือ

3.1) ค่าการเติบโตปูทะเล [9] มีสูตร $\acute{f}$=2 log10 L_{∞} + log10 K

โดยที่

$\acute{f}$=ค่าการเติบโตปูทะเล

L_{∞}=ความยาวปูทะเล (cm)

K=ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตปูทะเล หน่วยต่อปี

3.2) ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักปูทะเล[10] มีสูตรดังนี้ $W=aCW^b$

โดยที่

W=น้ำหนักปูทะเล (g)

CW=ความยาวปูทะเล (cm)

a,b=ค่าคงที่

3.3) ค่าเฉลี่ยความยาวต่ออายุ (L_t) ปูทะเล[11] มีสูตร $L_t=L_{\infty}*(1-e^{-k(to-t)})$

โดยที่

L_{∞}=ความยาวปูทะเล (cm)

t=อายุของปูทะเล

t0=ค่าสมมุติฐานของอายุของปูทะเลมีค่าเท่ากับ 0

K=ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตปูทะเล หน่วยต่อปี

3.4) อัตราการตายปูทะเล

3.4.1) อัตราการตายปูทะลทั้งหมด (Z) [12] มีสูตร Z=a + bt ;

โดยที่

t=อายุปูทะเล

a, b=ค่าคงที่

3.4.2) อัตราการตายปูทะเลโดยธรรมชาติ (M) [13,14] มีสูตร $Log_{10}M=0.0066-0.279\ log_{10}\ L_{\infty} + 0.6543\ Log_{10}K + 0.4634\ Log_{10}T$

โดยที่

L_{∞}=ความยาวปูทะเล (cm)

K=ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตปูทะเล (ต่อปี)

T=ค่าอุณหภูมิของน้ำทะเลในป่าชายเลนเฉลี่ยในรอบปี (^{o}C)

3.4.3) อัตราการตายเนื่องจากการทำประมง (F) ปูทะเล[15] มีสูตร F=Z-M

โดยที่

Z=อัตราการตายปูทะเลทั้งหมด

M=อัตราการตายปูทะเลตามธรรม ชาติ

3.5) อัตราการใช้ประโยชน์ (E) ของปูทะเล[16] มีสูตร E=F/Z

โดยที่

F=อัตราการตายปูทะเลเนื่องจากการประมง

Z=อัตราการตายปูทะเลทั้งหมด

3.6) อัตราการทดแทนปูทะเลสามารถคำนวณหาได้ จากปริมาณปูทะเลในแต่ละเดือน โดยใช้โปรแกรม FiSAT_II

ผลการทดลอง

1. การเติบโตและอายุปูทะเล

การเติบโตปูทะเล พบว่าความยาว (L_{∞}) ปูทะเลมีค่าเท่ากับ 16.54 เซนติเมตร, ค่าสัมประสิทธิ์การเติบ โต (K) ปูทะเลมีค่าเท่ากับ 0.29 ต่อปี (Figure 5) ค่าการเติบโต ($\acute{f}$) ปูทะเลมีค่าเท่ากับ 1.90, ปูทะเลมีขนาดความกว้างสัมพันธ์กับอายุปูทะเล (Figure 6)

Table 1 Length frequency data of Mud Crab (*Scylla* spp.) from of Mangrove Forest of Laem Phak Bia Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System, The LERD Project.

ML (Cm)	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
2.00-2.49	4	1	1	2	2							
2.50-2.99	1	3	9	6	2							
3.00-3.49	8	7	10	11	5							
3.50-3.99	5	20	20	26	3							
4.00-4.49	6	14	24	16	3							
4.50-4.99	1		1	4								
5.00-5.49	1	1										
5.50-5.99												
6.00-6.49												
6.50-6.99												
7.00-7.49					1					2		
7.50-7.99					1	1	1			1	2	3
8.00-8.49	2	1				2	1	1		10		5
8.50-8.99						6	2	2	3	4	8	4
9.0-9.49	4		1		1	9	5	4	6	14	5	12
9.5-9.99		1				14	6	6	3	2	11	15
10.00-10.49	2	2	0	1		10	7	3	6	7	7	14
10.50-10.99	1		2			6	7	7	6	6	12	4
11.00-11.49	4	8	7	8		2	3	11	10	7	6	3
11.50-11.99			1			4	1	5	7	10	3	3
12.00-12.49	7	4	1	3	2	4	6	8	10	4	4	5
12.50-12.99	1					1	1	3	2	2	3	1
13.00-13.49	2	2	1	1		1	1	4	1	3	2	1
13.50-13.99						2	3	3	3	2	2	
14.00-14.49	2	1	1	1	3	1	1		1			
14.50-14.99							1					
15.00-15.49								1		1		
15.50-15.99											1	

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองกับน้ำหนักปูทะเลมีรายละเอียดดังนี้

$W=21.877L^{1.339}$ ($r^2=0.85$) (Figure 7)

3. อัตราการตายปูทะเล

อัตราการตายปูทะเลบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย พบว่าการตายปูทะเลทั้งหมด (Z) เท่ากับ 2.81 ต่อปี, อัตราการตายปูทะเลเนื่องจากการประมง (F) มีค่าเท่ากับ 0.94 ต่อปี และ อัตราการตายปูทะเลโดยธรรม ชาติปูทะเล (M) เท่ากับ 1.87 ต่อปี (Figure 8)

4. อัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E)

อัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E) บริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยมีค่าเท่ากับ 0.33 พบว่าเส้นประสีแดงแสดงถึงปริมาณการจับปูทะเลที่เหมาะสมที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.30 เส้น ประสีเขียวแสดงถึงการจับปูทะเลในปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 0.35 และเส้นประสีเหลืองแสดงถึงอัตราการจับปูทะเลมาใช้ประโยชน์มากที่สุดเท่ากับ 0.46 (Figure 9)

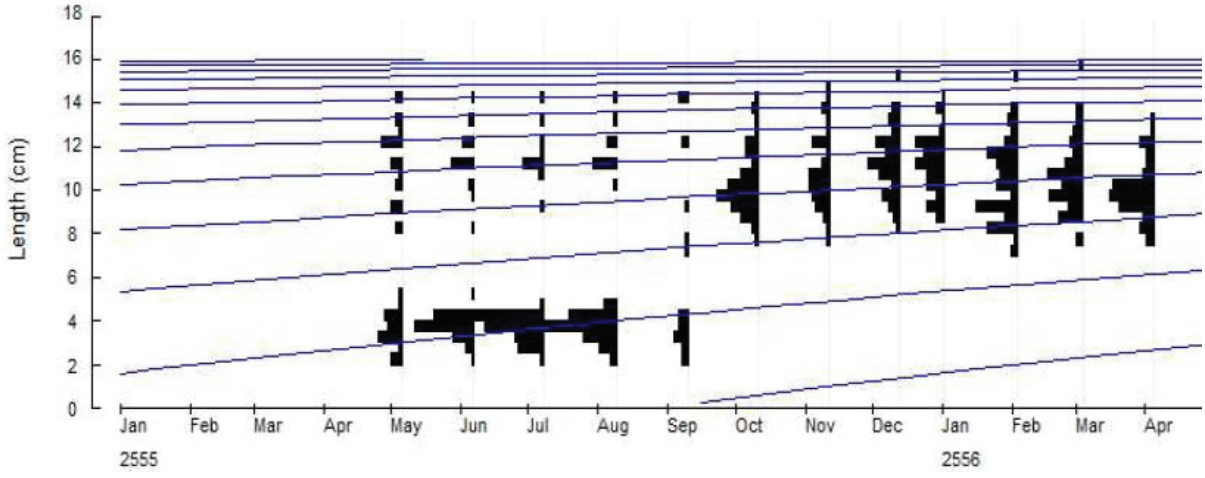


Figure 5 Restructured length-frequency distribution and the estimated growth curves for Mud crab using FiSAT_II (L_∞=16.54 cm and K=0.29 yr^{-1})

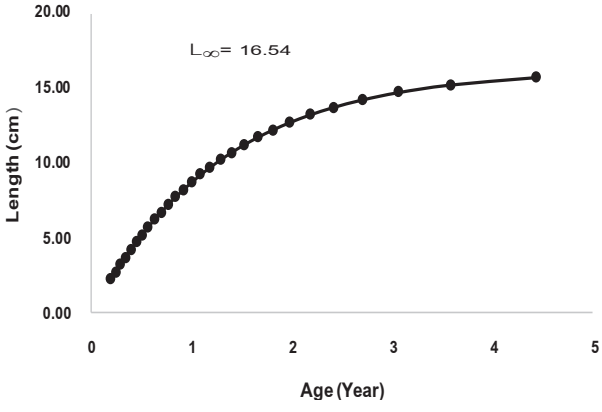


Figure 6 Plot of age and growth of Mud crab based on computed growth parameters

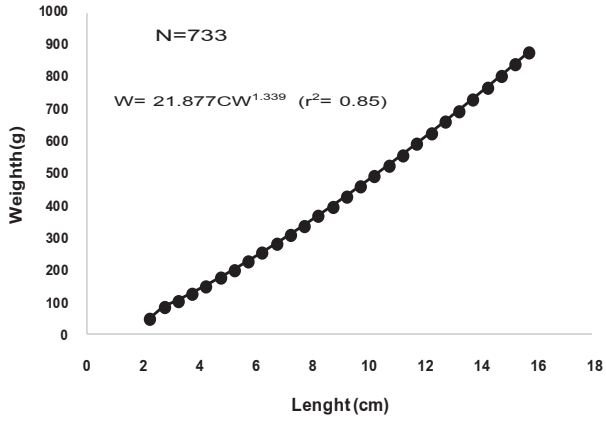


Figure 7 Length-weight relationship of Mud crab

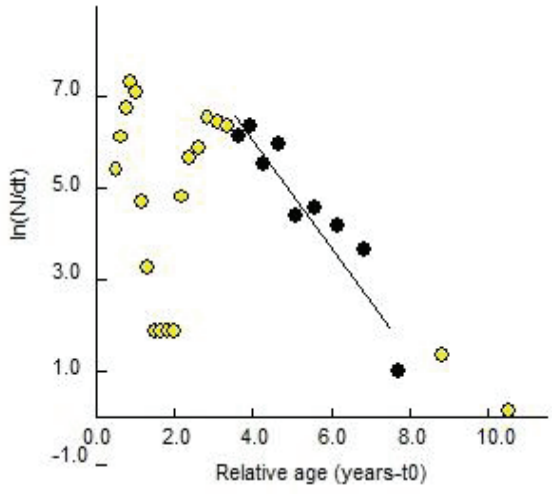


Figure 8 Length converted catch curve of Mud crab

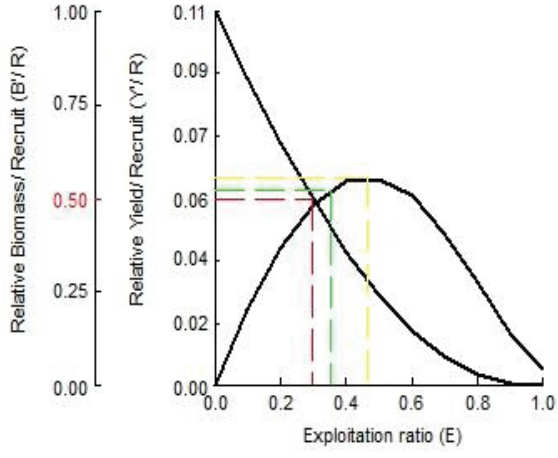
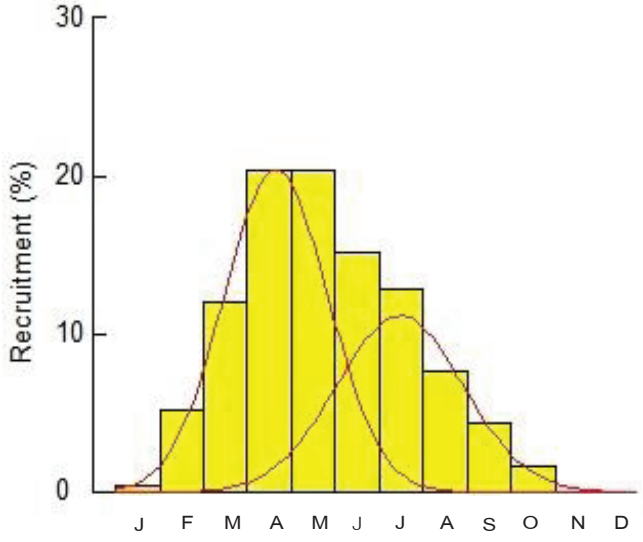


Figure 9 Relative yield per recruit of Mud crab (yellow line-Emax ; green line-E10 ; red line-E50)

5. อัตราการทดแทนปูทะเล

อัตราการทดแทนปูทะเลบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.00-20.56 โดยมีการ ทดแทนกันของปูทะเลบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยอยู่ 2 ช่วงประกอบด้วยช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายนและเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ซึ่งอัตราการทดแทนสูงที่สุดในพฤษภาคมร้อยละ 20.56 (Figure 10)



Month	Recruitment (%)
January (J)	0.21
February (F)	5.16
March (M)	11.84
April (A)	20.55
May (M)	20.56
Jun (J)	15.18
July (J)	12.62
August (A)	7.66
September (S)	4.56
October (O)	1.57
November (N)	0.09
December (D)	0.00

Figure 10 Recruitment pattern of Mud crab

วิจารณ์การทดลอง

ผลจากการศึกษาการศึกษาพลวัตประชากรปูทะเล (Scylla spp.) บริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี พบว่าปูทะเลมีความยาว (L_∞) มีค่าเท่ากับ 16.58 เซนติเมตร, ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าเท่ากับ 0.29 ต่อปี, ค่าการเติบโต (ϕ') มีค่าเท่ากับ 1.35 เปรียบเทียบกับป่าชายเลนตามธรรมชาติมีค่าที่ดีกว่าและมีความแตกต่างการศึกษาบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนองพบว่าปูทะเลมีความยาว (L_∞) มีค่าเท่ากับ 14.77 เซนติเมตร, ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ปูทะเลมีค่าเท่ากับ 1.08 ต่อปี[5] จากการศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะปูทะเลระยะเต็มวัย (Adult) บริเวณป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง พบว่า ปูทะเลระยะเต็มวัย (Adult) มีพฤติกรรมหาอาหารกินในเวลากลางคืนและเป็นผู้ล่า (predator) สัตว์หน้าดิน ในระบบนิเวศป่าชายเลน โดยอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปูทะเลมากที่สุด คือครัสตาเซียน รองลงมาได้แก่ปลาและหอยตามลำดับ[17,18] ซึ่งในบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยมีครัสตาเซียน และ ทรัพยากรทางสัตว์มีความอุดมสมบูรณ์ มีชนิด ปริมาณและความหลากหลายกว่าป่าชายเลนธรรมชาติทั่วๆ ไป[19-23] ส่งผลทำให้ปูทะเลบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยมีค่าความยาว (L_∞), ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ที่ดีกว่าพื้นที่ป่าชายเลนตามธรรมชาติตามไปด้วย

ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี มีการตายปูทะเลทั้งหมด (Z) เท่ากับ 2.81 ต่อปี, อัตราการตายปูทะเลเนื่องจากการประมง (F) เท่ากับ 0.94 ต่อปี, อัตราการตายปูทะเล โดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.87 ต่อปี และค่าอัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E) มีค่าเท่ากับ 0.33 เปรียบเทียบกับป่าชายเลนตามธรรมชาติมีค่าที่ต่ำกว่าและมีความแตกต่างการศึกษาบริเวณคลองหงาว จังหวัดระนอง พบว่ามีการตายปูทะเลทั้งหมด (Z) เท่ากับ 5.71 ต่อปี, อัตราการปูทะเล ตายเนื่องจากการประมง (F) เท่ากับ 3.43 ต่อปี อัตราการตายปูทะเล โดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 2.28 ต่อปี และค่าอัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E) มีค่าเท่ากับ 0.60[5] ซึ่งบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ประกาศเป็นพื้นที่ป่าชายเลนอนุรักษ์ปูทะเลไม่อนุญาตให้ชาวประมงใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นทำประมงทะเลยกเว้นใช้ขอเกี่ยวปูทะเล (Hook) เท่านั้นส่งผลทำให้ปูทะเลในบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย มีการตายปูทะเลทั้งหมด (Z) อัตราการตายปูทะเลเนื่องจากการประมง (F) อัตราการตายปูทะเลโดยธรรมชาติ (M) และค่าอัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E) จึงมีค่าต่ำกว่าป่าชายเลนตามธรรมชาติตามไปด้วย

บริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีมีอัตราการ

ทดแทนของปูทะเลอยู่ในช่วงร้อยละ 0.00-20.56 โดยมีช่วงของการทดแทนกันของปูทะเลอยู่ 2 ช่วงเวลา ช่วงแรกอยู่ในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายนและช่วงที่สองอยู่ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ซึ่งจะอัตราการทดแทนสูงที่สุดเดือนพฤษภาคม (Figure 10) เพราะว่าปูทะเลป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยจะมีการช่วงฤดูวางไข่ในช่วงระยะเวลาเดือนธันวาคมจนกระทั่งถึงเดือนมีนาคมส่งผลทำให้หลังจากช่วงเวลาดังกล่าวเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมจะพบปูทะเลขนาดเล็กเข้ามาทดแทนมากปูทะเลขนาด 2.00-4.49 เซนติเมตรเป็นจำนวนมาก (Table 1) จึงส่งผลทำให้มีอัตราการทดแทนปูทะเลสูงที่สุดตามไปด้วย เปรียบเทียบกับป่าชายเลนตามธรรมชาติมีความแตกต่างกันกับการศึกษาอัตราการทดแทนปูทะเล (Scylla olivacea) บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีพบว่าปูทะเล จะมีการช่วงฤดูวางไข่ 2 ช่วงเวลาเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม และเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม[24] บริเวณคลอง หงาว จังหวัดระนอง พบว่าปูทะเล (Scylla olivacea) จะมีการช่วงฤดูวางไข่ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม และเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน[25] ซึ่งส่งผลทำให้บริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย บริเวณอ่าวบ้านดอน และบริเวณคลอง หงาว พบปูทะเลขนาดเล็กเข้ามาทดแทนจำนวนมากในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมจนกระทั่งถึงเดือนมิถุนายน (Table 1) ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากเมื่อปูทะเลผสมพันธุ์เสร็จแล้วจะเคลื่อนที่ออกไปวางไข่นอกบริเวณป่าชายเลนโดยอาศัยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะว่าแม่ปูทะเลต้องการน้ำทะเลที่มีความเค็มที่ค่อนข้างสูงสำหรับนำไข่ออกนอกกระดอง เมื่อเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนลมทะเลเปลี่ยนทิศจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลูกปูทะเลวัยอ่อน (Zoea) เป็นระยะที่ไม่มีระยางค์ไม่สามารถที่จะว่ายน้ำด้วยตัวเองรวมถึงปูทะเลในระยะนี้จะล่องลอยไปตามคลื่นลมทะเล จะถูกคลื่นลมพัดพาเข้าสู่ชายฝั่งทะเลและอาศัยป่าชายเลนในการดำรงชีวิต ส่งผลทำให้ช่วงเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนหรืออาศัยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นช่วงที่กระแสลมแรงที่สุด ส่งผลทำให้อัตราการทดแทนปูทะเลสูงสุดเหมือนกันและไม่มีความแตกต่างกัน[26,27] ทั้งนี้การอพยพเคลื่อนที่หรืออัตราการทดแทนของปูทะเลในแต่ละพื้นที่จะมีปริมาณมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลน เพราะว่าปูทะเลระยะเมกาโลปา (Megalopa) กระทั่งถึงปูทะเลระยะเต็มวัย (Adult) จะดำรงชีวิตอาศัยฝังตัวบริเวณดินเลนป่าชายเลน และคุณภาพน้ำทะเลบริเวณป่าชายเลนนั้นๆ [24,28,29,30] ซึ่งบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยมีค่าเฉลี่ยประกอบด้วยค่าอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 27.20 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มมีค่าเท่ากับ 28.00 psu ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับ 7.90 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำค่าเท่ากับ 6.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าTKN มีค่าเท่ากับ 3.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรท มีค่าเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าฟอสเฟต มีค่าเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าBOD มีค่าเท่ากับ 2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร[23]

Table 2 Population parameters of Mud Crab (*Scylla* spp.) in Mangrove Forest of Laem Phak Bia and other Mud Crab as reported in other studies.

Parameter	Klong Ngao Mangrove[5]	Study area
Asymptotic length (L_∞) in cm	14.78	16.54
Growth co-efficient (K) ($year^{-1}$)	1.08	0.29
Growth performance index (ϕ')	-	1.90
Mortality rates (Z) ($year^{-1}$)	5.71	2.81
Fishing mortality (F) ($year^{-1}$)	3.43	0.94
Natural mortality(M) ($year^{-1}$)	2.28	1.87
Exploitation level (E)	0.60	0.33
Recruitment pattern	March- April	February-July

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาพลวัตประชากรปูทะเล (*Scylla* spp.) บริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี พบว่าปูทะเลมีความยาว (L_∞), ค่าสัมประสิทธิ์เติบโต (K), การเติบโต (ϕ'), อัตราการตายทั้งหมด (Z), อัตราการตายปูทะเลเนื่องจากการประมง (F) และ อัตราการตายปูทะเลโดยธรรมชาติ (M) และค่าอัตราการนำปูทะเลมาใช้ประโยชน์ (E) ดีกว่าพื้นที่ป่าชายเลนตามธรรมชาติ ส่วนการทดแทนกันของปูทะเลอยู่ 2 ช่วงประกอบด้วยช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายนและ เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน อัตราการทดแทนสูงที่สุดในช่วงระว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม

ข้อแสนอแนะ

ควรที่จะงดทำการประมงปูทะเลบริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยในช่วงระเวลาเดือนธันวาคมจนกระทั่งถึงเดือนมีนาคมเพราะว่าช่วงเวลาดังกล่าวปูทะเลเพศเมียมีไข่ออกนอกกระดอกและไข่สุกเต็มที่

รหัสนักวิจัยได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่อการทดลอง:

นายเสถียรพงษ์ ขาวหิต รหัส U1084032562

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อมแหลมผัก เบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บตัวอย่างปูทะเลในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. รายงานความก้าวหน้าของการวิจัย ครั้งที่ 2 เรื่อง การพัฒนางานวิจัยโครงการพระราชดำริการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียชุมชนเพื่อส่งเสริมตามความต้องการของท้องถิ่น. กรุงเทพฯ ; 2549.
2. เกษม จันทร์แก้ว ชาตรี นิ่มปี. การศึกษาสำรวจ การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. รายงานประจำปีโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, กรุงเทพฯ ; 2549.
3. พิชชาทร เรืองเดช. ความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนบางชนิดภายใต้สภาพน้ำเสีย บริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาพฤกษ์เศรษฐกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2554.
4. สนิท อักษรแก้ว. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2542.
5. กาญจนา จีรพันธ์พิพัฒน์ ณฐกร ประดิษฐ์สรรพ์. การจำแนกชนิดและประเมินสภาวะทรัพยากรปูทะเล ในบริเวณคลองหงาว จังหวัดระนอง. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ ; 2548.
6. สนธยา กูลกัลยา อุมารินทร์ มัจฉาเกื้อ ทวนทอง จุฑาเกตุ. สภาวะผลจับและการวิเคราะห์แนวโน้มการประมงปูทะเลในอ่าวไทย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2560 ; 22(1): 240-252.
7. ธนวัฒน์ จินดารักษ์. สมดุลน้ำในระบบบ่อผึ่งบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2557.
8. Gayanilo FCJ, Sparre P, Pauly D. FAOICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Manual. FAO Computerized Information Series Fisheries ; 1995.
9. Pauly D, David N. ELEFAN-I BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforschung. 1981 ; 28: 205-211.
10. King M. Fisheries biology: assessment and management (p.341). Fishing News Books. Oxford, England ; 1995.
11. Jindalikit J. Biology of the Blue Swimming Crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus,1766) in the Upper Gulf of Thailand. *In*: Seminar report 2001 Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 2001 ; 242-252.
12. Pauly D. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. ICLARM Fishbyte. 1990 ; 8(3): 33-38.
13. Gayanilo FCJr, Sparre P, Pauly D. FAOICLARMstock assessment tools II (FiSAT_ II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome, FAO ; 2005.
14. Pauly D. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical Paper, (254). 1983 ; 52.
15. Sparre P, Venema SC. Introduction to tropicalfish stock assessment. Rome: FAO FisheriesTechnical Paper. 1992 ; 376 p.
16. Thompson WF, Bell FH. Biological statistics of the pacific halibut fishery effect of changes in intensity upon total yield per unit of gear. Rep. *International Pacific Halibut Commission* (IPHC). 1934 ; 8:1-49.
17. ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม. ชีววิทยาปูทะเล (*Scylla serrata* Forskal) ที่ป่าชายเลน คลองหงาว จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ ; 2533.

18. ชาญยุทธ สุดทองคง. การเลือกแหล่งอาศัยอาหารและชีววิทยาประมงของปูทะเล *Scylla serrata* (Forskal, 1755) ในป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ ; 2539.
19. ปริศนา เจียรกูล. ชนิด, ปริมาณและการกระจายของสัตว์หน้าดินในป่าชายเลนก่อนใช้บำบัดน้ำเสียบริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2544.
20. นฤชิต ดำปิน. ทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2544.
21. ลำใย หงส์สิงห์. การกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในป่าชายเลนหลังการใช้บำบัดน้ำเสียบริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2545.
22. ธันยพร ทรัพย์สมบูรณ์. องค์ประกอบชนิด ความชุกชุม และการแพร่กระจายของปลาวัยอ่อนบริเวณแหลมผักเบี้ยจังหวัดเพชรบุรี วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2546.
23. อรทัย จิตไธสง. การศึกษาผลของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อการเติบโตและชีพลักษณ์ของป่าชายเลนบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2555.
24. ผ่องพิศ ประจักษ์วิมล. ฤดูวางไข่และขนาดเพศเมียแรกเริ่มสมบูรณ์เพศของปูทะเลขาว (*Scylla paramamosain*) และปูทะเลดำ (*Scylla olivacea*) ในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา ; 2544.
25. ธนิษฐา ทรรพนันท์ วิทยา หะวานนท์. การศึกษาแหล่งและฤดูพันธุ์สืบพันธุ์วางไข่เพื่อการจัดการทรัพยากรปูทะเล (*Scylla olivacea*, Herbst, 1976) ในบริเวณคลองหงาว จังหวัดระนอง. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ ; 2548.
26. สนธยา กูลกัลยา. การอพยพเพื่อการวางไข่และฤดูวางไข่ของประชากรปูทะเล *Scylla olivacea* (Herbst, 1796) ในป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2548.
27. Jantrarotai P, Taweechure K, Pripanapong S. Salinity levels on survival rate and development of Mud Crab (*Scylla olivacea*) from zoea to megalopa and from megalopa to crab stage. *Kasetsart Journal* (Natural *Science*). 2002 ; 36: 278-284.
28. วิทยา หะวานนท์ สุภาพ ไพรพนาพงศ์ พลวัตประชากรปูทะเล (*Scylla olivacea* Herbst, 1796) ในบริเวณคลองหงาว จังหวัดระนอง ปี 2543-2545. เอกสารวิชาการฉบับที่ 37/2547. ระนอง ; 2547.
29. โสภา สมบูรณ์. ความชุกชุมและการเจริญพันธุ์ของปูทะเลเพศเมีย *Scylla paramanosain* และ *S. Olivacea* บริเวณอ่าวทุ่งมหา จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ ; 2551.
30. ปราวีณา เชาว์โน. ความมั่นคงของการทำประมงปูทะเลและบทบาทของชุมชนในการจัดการทรัพยากรประมงในอ่าวกะเปอร์ จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ; 2554.