



โครงการ การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การศึกษาโครงสร้างประชาคมและขนาดของหอยฝาเดียวในการใช้เป็นดัชนีวัดการฟื้นฟูป่าชายเลน ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระรรมชาติกองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ

Study of community structure and size of gastropod as indicator for mangrove rehabilitation, Bangpu recreation area, Samut Prakan

ชื่อนิสิต นายณัฐสรณ์ พรรธรรมรักษ์ **เลขประจำตัว** 6032809423

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาโครงสร้างประชาคมและขนาดของหอยฝาเดียวในการใช้เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลน ในพื้นที่
ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ

นายณัฐสรณ์ พรรธมรักษ์

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563

Study of community structure and size of gastropod as indicator for mangrove
rehabilitation, Bangpu recreation area, Samut Prakan

Nattasorn Pornthammarak

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2020

ชื่อโครงการ	การศึกษาโครงสร้างประชาคมและขนาดของหอยฝาเดียวในการใช้เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลน ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ
ชื่อนิสิต	นายณัฐสรณ์ พรธรรมรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อิชฌิกา ศิวยายพราหมณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.ศศิธร พ่วงปาน
ปีการศึกษา	2563
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงการวิทยาศาสตร์

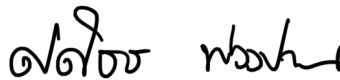


..... หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
(ศาสตราจารย์ ดร.วรรณพ วิทยาญจน์)

คณะกรรมการการสอบโครงการ



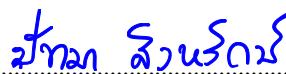
..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิชฌิกา ศิวยายพราหมณ์)



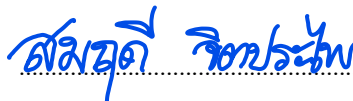
..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร พ่วงปาน)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุขนา ชวนิชย์)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปัทมา สิงห์รักษ์)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมฤดี จิตประไพ)



..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุธาพร บุญญเจตน์พงษ์)

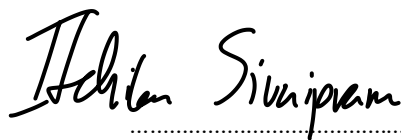
Project Title	Study of community structure and size of gastropod as indicator for mangrove rehabilitation, Bangpu recreation area, Samut Prakan
Name	Nattasorn Pornthammarak
Advisor	Asst. Prof. Dr. Itchika Sivaipram
Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Sasitorn Pongparn
Academic Year	2020
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Accepted by the Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree

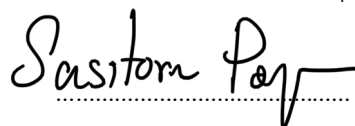


..... Head of Marine Science Department
(Professor Voranop Viyakarn, Ph.D.)

PROJECT COMMITTEE



..... Project Advisor
(Assistant Professor Itchika Sivaipram, Ph.D.)



..... Project co-Advisor
(Associate Professor Sasitorn Pongparn, Ph.D.)



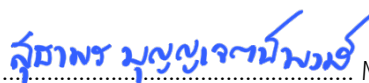
..... Member
(Associate Professor Suchana Chavanich, Ph.D.)



..... Member
(Assistant Professor Patama Singhruck, Ph.D.)



..... Member
(Assistant Professor Somrudee Jitraphai, Ph.D.)



..... Member
(Sutaporn Bunyajetpong, Ph.D.)

ชื่อโครงการ	การศึกษาโครงสร้างประชาคมและขนาดของหอยฝาเดียวในการใช้เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลน ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ
ชื่อนิสิต	นายณัฐสรณ์ พรรธมรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.ศศิธร พ่วงปาน
ปีการศึกษา	2563
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความสำคัญแก่สิ่งมีชีวิตนานัปการ หลายพื้นที่จึงมีโครงการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนที่เคยเสื่อมโทรมขึ้นมาอีกครั้งด้วยการปลูกพรรณไม้ชายเลน ซึ่งการประเมินความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าชายเลนจำเป็นต้องศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นด้วยนอกเหนือจากต้นไม้ที่โตขึ้น ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความหลากหลาย ความหนาแน่น และขนาดของหอยฝาเดียวในแปลงปลูกป่าที่มีอายุแตกต่างกันเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ การเก็บตัวอย่างหอยฝาเดียวโดยใช้ตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.5x0.5 เมตร ในแปลงปลูกป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 เดือนละ 1 ครั้ง จำแนกชนิด นับจำนวนและคำนวณความหนาแน่นและดัชนีความหลากหลายของหอย รวมทั้งวัดขนาดของหอยฝาเดียวกลุ่มเด่น 4 ชนิด ผลการศึกษาพบหอยฝาเดียวที่พบในการศึกษารุ่นนี้มีทั้งสิ้น 12 ชนิด มีความหนาแน่นเฉลี่ยระหว่าง 477.50-124.00 ตัวต่อตารางเมตร มีความแตกต่างกันระหว่างอายุป่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีชนิดเด่นคือ *Optediceros breviculum* มีสัดส่วนร้อยละ 50.05-81.22 ของหอยฝาเดียวที่พบและมีความหนาแน่นที่ 76.50- 337.50 ตัวต่อตารางเมตร ค่าดัชนีความหลากหลายไม่มีความแตกต่างกันระหว่างอายุป่าอย่างมีนัยสำคัญ การกระจายขนาดความยาวเปลือกของหอยฝาเดียว 4 ชนิดคือ *Optediceros breviculum*, *Neripteron violaceum*, *Littoraria melanostoma*, และ *Littoraria scabra* พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอายุป่า และความหนาแน่นของหอยฝาเดียวแปรผันตามอุณหภูมิและน้ำหนักรากของพืช ความหนาแน่นของหอยชนิด *Optediceros breviculum* แปรผันตามอุณหภูมิและความเค็ม รวมถึงดัชนีความหลากหลายแปรผันตามน้ำหนักรากและจำนวนซากพืช แต่แปรผกผันกับความเค็ม ประชาคมหอยฝาเดียวที่พบในการศึกษารุ่นนี้แสดงให้เห็นความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนปลูกในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู)

คำสำคัญ: ป่าชายเลน หอยฝาเดียว สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลน

Project Title	The study of community and size of gastropod as indicator for mangrove rehabilitation, Bangpu, Samutprakan
Name	Nattasorn Pornthammarak
Advisor	Asst. Prof. Dr. Itchika Sivaipram
Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Sasitorn Poungharn
Academic Year	2020
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Abstract

Mangrove forest is an important coastal environment for many organisms. To restore degraded mangrove, Rehabilitation program were used in many areas by planting mangrove species and study in other organisms except plants are needed to evaluate the rehabilitation progress. In this study, abundance diversity and size of gastropod macrofauna were compared in different ages mangrove plantations from Bangpu Samutprakan. Samples were collected once a month using 0.5x0.5 meter square quadrat in 16, 11, 9 and 7 years old plantation from September to October 2020 and identified, study abundance, diversity and measure the shell length from 4 common species. The result shows diversity of 12 species ranged from 477.50-124.00 individuals per square meter in density which differed significantly between mangrove ages ($p < 0.05$). *Optediceros breviculum* is the most dominated species with 50.05-81.22 percent portions and density from 76.50- 337.50 individuals per square meter. Diversity index were not significantly differed between mangrove ages. Size distribution from *Optediceros breviculum*, *Neripteron violaceum*, *Littoraria melanostoma*, and *Littoraria scabra* had unrelated pattern on different mangrove ages. Gastropod density positively associated with temperature and vegetation biomass, *Optediceros breviculum*'s density was positively correlated with temperature and salinity. In addition, diversity index was positively correlated with vegetation quantity and biomass but negatively correlated with salinity. The community of gastropod in this study revealed the abundance of mangrove plantation in Bangpu Samutprakan.

Keywords: Mangrove, Gastropod, Macrofauna, indicator species

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิชฌมิกา ศิวยายพราหมณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับโครงการนี้ตั้งแต่การออกแบบคำถามวิจัย แนวทางในการศึกษา แนะนำเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำงานทั้งการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง และการจัดทำเล่มรายงาน และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ตลอดทั้งโครงการ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร พ่วงปาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยในป่าชายเลน และให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำงาน รวมถึงเดินทางไปถึงคณาจารย์จากวิชานิเวศวิทยาของป่าชายเลน ที่ช่วยเติมเต็มข้อมูลทางวิชาการที่มีประโยชน์ต่อโครงการนี้

ขอขอบพระคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ปีการศึกษา 2563 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนในโครงการนี้ และ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณาในการใช้งานห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการทำวิจัย รวมถึงมอบความรู้ทางวิชาการที่เป็นประโยชน์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบุคลากรของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการช่วยเหลือในทุกด้าน โดยเฉพาะคุณอับดุลเลาะห์ สิดิ ที่ช่วยเหลือด้านสถานที่รวมถึงให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำงานทดลองในห้องปฏิบัติการ และคุณปรีชา เสนสิทธิ์ สำหรับความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณ ท็อปเทเล กิ่ง เน เนย และรุ่นน้องนิสิตชั้นปีที่ 3 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม รวมถึงนิสิตภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลท่านอื่นที่ให้กำลังใจตลอดการทำงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว เพื่อนทุกคนที่ให้การสนับสนุนในทุกด้าน รวมถึงทุกคนที่ได้พบเจอตลอดช่วงเวลาการทำโครงการนี้ ที่ช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract.....	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความสำคัญของป่าชายเลน	4
2.2 การฟื้นฟูป่าชายเลน.....	5
2.3 ดัชนีวัดความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าชายเลน	5
2.4 หอยฝาเดียวในป่าชายเลน.....	7
บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....	13
3.1 แผนการศึกษา	13
3.2 พื้นที่ศึกษา	13
3.3 วิธีการศึกษา.....	14
3.3.1 การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม.....	14
3.3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ	14
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	15

บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล.....	16
4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ.....	16
4.2 ความหลากหลาย และความหนาแน่นของหอยฝาเดียว.....	20
4.3 การเติบโตของหอยฝาเดียวในป่าแต่ละชั้นอายุ.....	24
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิด ความหลากหลาย ความหนาแน่น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม	30
4.5 วิจารณ์ผลการศึกษา	30
4.5.1 ความหลากหลายและความหนาแน่นของหอยฝาเดียว	30
4.5.2 การกระจายขนาดและการเติบโตของหอยฝาเดียว.....	31
4.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลาย (H') ความหนาแน่น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม	33
4.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลาย (H') ความหนาแน่น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม	34
บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง.....	37
ภาคผนวก.....	39

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ตำแหน่งของแปลงศึกษาทั้งหมด 16 แปลงที่ใช้เป็นตัวแทนของป่าชายเลนปลูก ทั้ง 4 ชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	13
4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแปลงปลูกป่าชายเลน 4 ชั้นอายุในบริเวณสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ในเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	18
4.2 ความหนาแน่นของหอยฝาเดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	22
4.3 องค์ประกอบชนิดของหอยฝาเดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	23
4.4 ดัชนีความหลากหลายของหอยฝาเดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	24
4.5 การกระจายขนาดของ <i>Optediceros breviculum</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	26
4.6 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ <i>Optediceros breviculum</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	26
4.7 การกระจายขนาดของ <i>Neripteron violaceum</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	27
4.8 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ <i>Neripteron violaceum</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	

	27
4.9 การกระจายขนาดของ <i>Littoraria melanostoma</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	28
4.10 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ <i>Littoraria melanostoma</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	28
4.11 การกระจายขนาดของ <i>Littoraria scabra</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	29
4.12 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ <i>Littoraria scabra</i> ที่พบใน แปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563	29

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	9
4.1	21
4.2	30

2.1 ชนิดของหอยฝาเดียวที่พบร่วมกันจากการศึกษาป่าชายเลนในประเทศไทยและประเทศไต้หวัน

4.1 ชนิดของหอยฝาเดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ
ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ
ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient)
ระหว่างดัชนีความหลากหลาย ความหนาแน่น
และความหนาแน่นของหอยชนิดเด่น (*Optedicerus breviculum*)
กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
น้ำหนักแห้งของรากและดินอ่อน และจำนวนรากหรือดินอ่อน
ของพื้นที่สถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความสำคัญและให้ประโยชน์แก่สิ่งมีชีวิตในการเป็นแหล่งกักเก็บตะกอนที่มีสารอาหารจากแม่น้ำและทะเล เป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตพื้นถิ่นรวมถึงตัวอ่อนสัตว์น้ำหลายชนิด (วันวิภาห์ วิจิตรวราคุณ, 2544) อีกทั้งยังให้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งทรัพยากร เป็นพื้นที่เรียนรู้ธรรมชาติ ลดผลกระทบจากภัยพิบัติในพื้นที่ชายฝั่งแก่งมุษย์ และเป็นพื้นที่กักเก็บคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศได้ดีอีกด้วย (Hogarth, 2015)

ในอดีตมีการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งในประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น เช่น ที่อยู่อาศัย เหมือง นาเกลือ รวมถึงการเกษตรโดยเฉพาะการทำนาุ้งซึ่งส่งผลให้พื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทยลดลงอย่างมาก (Macintosh *et al.*, 2002) ในเวลาต่อมาจึงเกิดความพยายามในการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนขึ้นมามากครั้งด้วยการปลูกฟื้นฟูที่ไร้ประโยชน์ไม่หลากหลายทำให้โครงการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนพบอุปสรรคในการเติบโต (Salmo *et al.*, 2017) รวมถึงข้อสงสัยถึงประสิทธิภาพในการฟื้นฟูที่ปลูกด้วยพันธุ์ไม้ชนิดเดียวเพื่อกลับไปเป็นป่าชายเลนที่มีคุณค่าและยั่งยืนใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากที่สุด (Macintosh *et al.*, 2002) ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาเพื่อประเมินความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าชายเลน

ในการประเมินความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าชายเลนนั้นสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ทางนิเวศที่วัดได้ในป่าที่ปลูกฟื้นฟูเทียบกับป่าธรรมชาติ ทั้งความหลากหลายของพืชและสัตว์ และกระบวนการทางนิเวศที่เกิดขึ้นภายในป่าชายเลน (Ellison, 2000) ที่สามารถศึกษาผ่านดัชนีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างพันธุ์พืช ความหลากหลายของสัตว์ การเป็นแหล่งที่อยู่และแหล่งอาหาร ประสิทธิภาพในการดักตะกอน, ประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอน รวมถึงบริการจากระบบนิเวศที่ได้รับการฟื้นฟูเหล่านี้ (Bosire *et al.*, 2008) ในบรรดาดัชนีต่าง ๆ ข้างต้น ชนิดและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่เป็นดัชนีหนึ่งที่ยอมรับใช้เพื่อการประเมินเนื่องจากสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีบทบาทในการส่งต่อพลังงานจากพืชและเศษซากอาหารไปยังผู้บริโภคระดับสูงและทำให้เกิดการรบกวนดินหรือ Bioturbation ที่มีความสำคัญต่อการถ่ายเทอากาศเข้าสู่ดินและแลกเปลี่ยนสารเคมีระหว่างดินกับน้ำที่แทรกตัวมาตามช่องว่างที่เกิดจากการขุดรู (Ashton *et al.*, 2003) ดังเช่นการศึกษาการฟื้นฟูป่าชายเลนและความหลากหลายทางชีวภาพในเขตเขตน้ำขึ้น-น้ำลงของจังหวัดระนอง ที่มีความแตกต่างของความหลากหลายในสัตว์หน้าดินตามลักษณะพื้นที่ อายุ และพรรณไม้แตกต่างกัน (Macintosh *et al.*, 2002)

หอยฝาดเดียวเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นที่พบในป่าชายเลน เป็นกลุ่มที่มีบทบาทเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ใหญ่ ควบคุมปริมาณพืช หมุนเวียนคาร์บอนอินทรีย์ด้วยการกินใบไม้หรือซากอินทรีย์อื่น รวมถึงการลดความเป็นพิษของตะกอนในป่าชายเลน (Nagelkerken *et al.*, 2008) หอยฝาดเดียวมีรูปแบบการดำรงชีวิตที่หลากหลายตั้งแต่สัตว์กินพืช สัตว์กินซาก สัตว์กินสารอินทรีย์สะสมและผู้ล่า ทำให้หอยฝาดเดียวมีความเหมาะสมที่จะเป็นหนึ่งในด้านนิเวศความอุดมสมบูรณ์จากความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับโครงสร้างของพืช สัตว์ และดินที่เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของป่าชายเลน (Salmo *et al.*, 2017) การศึกษาที่ผ่านมามีการใช้ความหลากหลายและความหนาแน่นของหอยเพื่อประเมินสถานภาพของป่าชายเลนในสภาพต่างๆ เช่น การศึกษาความหลากหลายและความหนาแน่นของหอยที่เปลี่ยนไปตามชั้นอายุป่าปลูกในฟิลิปปินส์ (Salmo *et al.*, 2017) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุของป่าชายเลนปลูกกับการเติบโตของหอยฝาดเดียว ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความหลากหลาย ความหนาแน่น และขนาดของหอยฝาดเดียวในพื้นที่ป่าชายเลนปลูกที่มีอายุต่างกัน 4 ชั้นอายุในบริเวณสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ โดยมีสมมติฐานว่าป่าที่มีชั้นอายุสูงจะมีความหลากหลาย ความหนาแน่นและการเติบโตของหอยฝาดเดียวที่สูงกว่าป่าที่ชั้นอายุต่ำกว่า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความหลากหลาย ความหนาแน่น และขนาดของหอยฝาดเดียวเพื่อใช้เป็นดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนปลูก ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติกองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

สำรวจชนิด ความหนาแน่น มวลชีวภาพและความยาวเปลือกของหอยฝาดเดียวขนาดใหญ่ ในแปลงปลูกป่าชายเลนที่มีอายุต่างกัน 4 อายุ ได้แก่ ปีที่ 1 (ปลูก พ.ศ. 2547; Y1) ปีที่ 5 (ปลูก พ.ศ. 2552; Y5) ปีที่ 7 (ปลูก พ.ศ. 2554; Y7) และปีที่ 9 (ปลูก พ.ศ. 2556; Y9) ปี ในบริเวณสถานตากอากาศบางปู ต.บางปูใหม่ อ.เมืองฯ จ.สมุทรปราการ โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้งต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 เดือน (กันยายน พ.ศ. 2563 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2563) ด้วยวิธี Quadrat sampling นำตัวอย่างมาจำแนกชนิด วัดขนาดและ น้ำหนักในห้องปฏิบัติการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบองค์ประกอบของประชาคมหอยฝาเดียว ความหลากหลาย ความชุกชุม และอัตราการเติบโตของหอยฝาเดียวในป่าชายเลนปลูกของสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลาย ความชุกชุม และอัตราการเติบโตของหอยฝาเดียวในป่าชายเลนที่อายุแตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นหนึ่งในดัชนีวัดการฟื้นฟูของป่าชายเลนด้วยการปลูก โดยการศึกษานี้จะได้องค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของประชาคมหอยฝาเดียวที่แตกต่างกันในป่าชายเลนปลูกต่างอายุ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการติดตามผลในการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนต่อไปในอนาคต

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของป่าชายเลน

ป่าชายเลน (Mangrove forest หรือ Intertidal forest) คือ สังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ หรืออ่าว ที่มีความแตกต่างของอิทธิพลจากน้ำจืดและน้ำทะเลจากการขึ้น-ลงของน้ำ ป่าชายเลนส่วนใหญ่มีองค์ประกอบหลักเป็นพืชสกุลเดียวเช่น โกงกาง ทำให้ป่าชายเลนมีอีกชื่อเรียกว่า ป่าโกงกาง (สนิท อักษรแก้ว, 2541) ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและให้ประโยชน์แก่มนุษย์ โดยประโยชน์ที่ป่าชายเลนมีต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม มีดังนี้

2.1.1 เป็นแหล่งอาหาร

ป่าชายเลนมีลักษณะของพืชพันธุ์ที่มีรากซับซ้อนและตั้งอยู่ระหว่างรอยต่อของปากแม่น้ำกับชายฝั่งทะเล ส่งผลให้ป่าชายเลนเป็นสถานที่ดักจับและสะสมตัวของดิน ธาตุอาหาร และพืช ธาตุอาหารในดินเป็นแหล่งอาหารสำคัญแก่แพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดิน (วันวิวิทย์ วิชิตวรคุณ, 2544) รวมถึงพืชที่เป็นอาหารสำคัญแก่สัตว์ประเภทหอย เช่น ในหอยกลุ่ม Littorinidae ที่บริโภคใบไม้และต้นอ่อนเป็นอาหาร (Alfaro, 2008)

2.1.2 เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย

ป่าชายเลนเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งสืบพันธุ์วางไข่ และแหล่งพัฒนาตัวอ่อนให้กับสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ในป่าชายเลนมีที่อยู่อาศัยย่อยหลายรูปแบบตั้งแต่ บนต้นไม้ บริเวณรากไม้ ผิวหน้าดิน ในดิน แอ่งน้ำ และร่องน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดสามารถใช้ประโยชน์ในการอยู่อาศัยทั้งในระยะตัวอ่อน การเข้ามาหาอาหารชั่วคราว อยู่อาศัยช่วงสืบพันธุ์วางไข่ และอาศัยถาวร (วันวิวิทย์ วิชิตวรคุณ, 2544) ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยและรูปแบบของสัตว์ที่อาศัยในป่าชายเลนส่งผลให้ป่าชายเลนเป็นมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง รวมถึงเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญในแนวชายฝั่งทะเลเขตร้อน (Bosire *et al.*, 2008)

2.1.3 เป็นแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติ

ทรัพยากรในป่าชายเลนสามารถนำมาใช้ได้หลายรูปแบบตามความต้องการของมนุษย์ ตั้งแต่อาหารจากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลน พืชในป่าชายเลนที่เป็นสมุนไพร รวมถึงไม้ในป่าชายเลนที่ใช้เป็นถ่านและสร้างที่อยู่อาศัยอย่างง่าย (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

2.1.4 ช่วยรักษาสมดุลทางธรรมชาติ กำจัดสารพิษและลดความรุนแรงของภัยพิบัติ

ป่าชายเลนมีกระบวนการทางธรรมชาติที่หมุนเวียนสารเคมีหลายชนิด และมีโครงสร้างพืชที่มีรากและลำต้นแน่นหนาจึงช่วยลดความรุนแรงของภัยพิบัติทางธรรมชาติได้ โดยพืชในป่าชายเลนมีความสามารถในการดูดซับสารพิษจากน้ำ สามารถกักเก็บคาร์บอน

จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ รวมถึงโครงสร้างป่าที่ช่วยป้องกันการพังทลายของหน้าดินชายฝั่งและลดความเสียหายจากพายุหรือคลื่นลมที่รุนแรงได้ (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

2.2 การฟื้นฟูป่าชายเลน

จากความสำคัญและประโยชน์ของป่าชายเลน ทำให้เกิดโครงการฟื้นฟูป่าชายเลนที่เสื่อมโทรมขึ้นในหลายพื้นที่ทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย

การฟื้นฟูป่าชายเลนนั้นได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 2000 จากพื้นที่ป่าชายเลนที่ลดลงอย่างต่อเนื่องในชายฝั่งเขตร้อนทั่วโลก ทำให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกของผู้คนต่อคุณค่าของป่าชายเลนและริเริ่มโครงการฟื้นฟูป่าชายเลนขึ้นในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งเอเชียแปซิฟิก (Bosire *et al.*, 2008) วิธีการฟื้นฟูที่ได้รับความนิยมในระยะแรกคือปลูกพรรณไม้ชายเลน เช่น โกงกาง แสม ถั่ว โปรง ลำพู แต่การปลูกพืชชายเลนทดแทนด้วยพืชชนิดเดียวในปริมาณมากเกินไปประสบปัญหาพืชโตน้อยหรือตายลงเมื่อทำการปลูกได้ไม่นาน (Salmo *et al.*, 2017) ทำให้ในปัจจุบันการฟื้นฟูป่าชายเลนทำด้วยวิธี วนวัฒนวิทยา หรือ Silviculture ที่นอกจากปลูกพืชเพื่อให้เกิดสวนป่าแล้ว ยังให้ลักษณะของระบบนิเวศที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ และให้ประโยชน์แก่มนุษย์ (Bosire *et al.*, 2008)

ในประเทศไทย ความเสื่อมโทรมของป่าชายเลนเกิดจากการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น เช่น ที่อยู่อาศัย เหมือง นาเกลือ รวมถึงการเกษตรโดยเฉพาะการทำนาเกลือซึ่งส่งผลให้พื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทยลดลงอย่างมาก (Macintosh *et al.*, 2002) มีป่าชายเลนลดลงจากพื้นที่ 2.29 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2504 เหลือเพียง 1.05 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2539 (วันวิวัฒน์ วิชิตวรคุณ, 2544) โดยการใช้ประโยชน์เหล่านี้จะทำให้สภาพดินเปลี่ยนไปจากการถมที่หรืออัดเนื้อดินให้แข็งสำหรับนาเกลือ เปลี่ยนทางน้ำ ทำให้การฟื้นฟูตามธรรมชาติเกิดยากหรือเกิดขึ้นช้า ทำให้โครงการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนเกิดขึ้นนำไปสู่พื้นที่ป่าที่เพิ่มขึ้นในหลายจังหวัด เช่น ระนอง ตรัง เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และสมุทรปราการ (วันวิวัฒน์ วิชิตวรคุณ, 2544; ญัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2561; Macintosh *et al.*, 2002; Pumijumnong, 2014)

2.3 ดัชนีวัดความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าชายเลน

ในการศึกษาเพื่อติดตามการฟื้นฟูป่าชายเลน มีการใช้ดัชนีในการวัดได้หลายด้านไม่ว่าจะเป็นการฟื้นฟูทางชีวภาพโดยวัดผ่านโครงสร้างสำคัญที่วัดได้โดยตรงคือสังคมพืช แต่นอกจากสังคมพืชแล้วความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนนั้นต้องแสดงออกผ่านดัชนีอื่นด้วย ไม่ว่าจะเป็นความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์หน้าดิน ปลา และสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน (Ellison, 2000) การประเมินผ่านคุณค่าทาง

เศรษฐกิจและสังคม รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ การถ่ายเทพลังงาน การย่อยสลาย และการกักเก็บคาร์บอน (Bosire et al., 2008)

หนึ่งในดัชนีที่ใช้วัดความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าชายเลนคือ ลักษณะของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (macrofauna) ที่สามารถใช้ความหลากหลาย ความหนาแน่น และการปรากฏของชนิดสัตว์ ในการบ่งบอกความแตกต่างระหว่างพื้นที่และชั้นอายุป่า ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.3.1 การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคลน จังหวัดสมุทรสงคราม (วันวิวัฒน์ วิจิตรวคุณ, 2544) พบความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินบางกลุ่มเพิ่มขึ้นตามอายุป่า ได้แก่ ปูแสม (*Sarmatium germaini* (A. Milne-Edwards, 1869) และ *Parasesarma eumolpe* (de Man, 1895) ปูก้ามดาบ *Tubuca forcipata* (Adams & White, 1849) (ชื่อเดิม *Uca forcipata*) และ หอยสีแดง *Optediceros breviculum* (L. Pfeiffer, 1855) (ชื่อเดิม *Assimineia brevicula*) และ ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลง สามารถใช้เป็นดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนได้ รวมถึงอัตราส่วนจำนวนชนิดระหว่าง ครัสตาเซียน หอย และไส้เดือนทะเล สามารถใช้วัดความอุดมสมบูรณ์ด้วยการเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของป่าธรรมชาติ

2.3.2 การศึกษาการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนจังหวัดระนอง โดย Macintosh et al. (2002) ระบุว่าสัตว์หน้าดินสามารถใช้เป็นดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนได้ โดยป่าที่มีความหลากหลายสูงจะมีสภาพแวดล้อมที่สมดุล ในขณะที่ป่าที่มีสัตว์หน้าดินชนิดเดียวเด่นมากจะมีสภาพแวดล้อมที่ไม่สมบูรณ์ รวมถึงสามารถใช้การพบหอยในสกุล *Cassidula* ที่มีแหล่งอาศัยในป่าที่มีอายุมาก ในด้านท้ายของป่า หรือห่างจากแหล่งน้ำ บ่งบอกลักษณะของป่าชายเลนที่มีอายุมากและมีต้นไม้ขนาดใหญ่สมบูรณ์ได้

2.3.3 การศึกษาประชาคมหอยบริเวณ Lingayen gulf, Philippines (Salmo et al., 2017) จากการศึกษาพบว่าประชาคมของหอยมีชนิดเด่นเปลี่ยนไปตามชั้นอายุของป่าชายเลนที่มีการจัดการรูปแบบเดียวกัน ในป่าที่มีอายุน้อย (น้อยกว่า 7 ปี) จะมีหอยที่อาศัยในดินโดดเด่น ในป่าที่มีอายุปานกลาง (7-10 ปี) มีหอยที่อาศัยบนดินเป็นกลุ่มเด่น และเปลี่ยนเป็นหอยที่อาศัยอยู่บนต้นไม้เป็นกลุ่มเด่นในป่าที่มีอายุมาก (มากกว่า 11 ปี)

จากตัวอย่างการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของการใช้สัตว์หน้าดินในการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลน และสามารถนำมาใช้ในการติดตามและวัดผลความสำเร็จในการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนได้

2.4 หอยฝาเดียวในป่าชายเลน

หอยฝาเดียว (gastropod) เป็นหนึ่งในกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่โดดเด่นในป่าชายเลน จากหลากหลายบทบาทในระบบนิเวศ ความหลากหลายของชนิดที่เปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลน

2.4.1 บทบาทของหอยฝาเดียวในป่าชายเลน

หอยฝาเดียวมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวเชื่อมระหว่างพืชและสารอินทรีย์กับผู้บริโภคลำดับที่สูงขึ้นในสายใยอาหาร ซากและการขับถ่ายของหอยฝาเดียวยังเป็นอาหารให้แก่จุลินทรีย์อีกด้วย ทำให้หอยฝาเดียวนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งมีชีวิตหลายกลุ่มและส่งผลกระทบต่อสมดุลของกระบวนการชีวธรณีเคมีในป่าชายเลน รวมถึงช่วยให้กระบวนการย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้นจากการช่วยย่อยซากในทางกายภาพให้กลายเป็นชิ้นเล็ก (วันวิวิธ วิชิตวรคุณ, 2544) นอกจากนี้หอยฝาเดียวบางชนิดที่อาศัยอยู่ในดิน (infauna) มีพฤติกรรมขุดดินที่ช่วยให้ออกซิเจนถ่ายเทลงสู่ดินและเกิดการแลกเปลี่ยนทางเคมีระหว่างเนื้อดินกับน้ำ ส่งผลให้ความเป็นพิษของดินลดลง (Nagelkerken *et al.*, 2008)

2.4.2 ความหลากหลายของหอยฝาเดียวในป่าชายเลน

หอยฝาเดียวมีความหลากหลายทั้งชนิดและรูปแบบการดำรงชีวิต ตั้งแต่อาศัยบนต้นไม้ (arboreal) บนผิวดิน (epifauna) และในเนื้อดิน (infauna) (Salmo *et al.*, 2017) ในการศึกษาของพื้นที่คลองโคกน จังหวัดสมุทรสงคราม พบหอยฝาเดียว 10 ชนิดและมีหอยสีแดง (*Optedicerus breviculum* (L. Pfeiffer, 1855) (ชื่อเดิม *Assimineia brevicala*) มีความหนาแน่นมากที่สุดและหนาแน่นมากขึ้นตามอายุป่าที่เพิ่มขึ้น รวมถึงหอยชนิด *Neripteron violaceum* (Gmelin, 1791) (ชื่อเดิม *Nerita violacea* Gmelin, 1791), *Littoraria scabra* (Linnaeus, 1758), *Littoraria melanostoma* (Gray, 1839) และ *Cassidula aurisfelis* (Bruguère, 1789) ที่พบในแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยทั้งบนต้นไม้ในป่าชายเลนและบริเวณใกล้ทะเล (วันวิวิธ วิชิตวรคุณ, 2544)

ในการศึกษาของพื้นที่ป่าชายเลนคลองด่านและอ่าวทุ่งโปรง จังหวัดสมุทรปราการ และชลบุรี พบหอยฝาเดียว 13 ชนิด มีหอยฝาเดียวชนิด *Optedicerus breviculum* (L. Pfeiffer, 1855) (ชื่อเดิม *Assimineia brevicala*) มีความโดดเด่นที่สุดในสัตว์กลุ่มหอย และโดดเด่นรองลงมาจากไส้เดือนทะเลที่หนาแน่นมากที่สุดในทั้ง 2 บริเวณที่มีตะกอนแตกต่างกัน (ชนิษฐา แยมวงษ์, 2552)

ในการศึกษาของพื้นที่ป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าหอยฝาเดียวชนิด *Optediceros breviculum* (L. Pfeiffer, 1855) (ชื่อเดิม *Assiminea brevicula*) มีความโดดเด่นที่สุด มีสัดส่วนความหนาแน่นใกล้เคียงกับ *Cassidula aurisfelis* (Bruguière, 1789), *Melampus* sp. และ *Iravadia* sp. (Blanford, 1867) ในบางสถานี โดยความหนาแน่นมีค่าแตกต่างกันตามระยะห่างตั้งแต่หาดเลนริมทะเลไปจนถึงป่าชายเลนตอนบนที่อยู่ลึกบนฝั่งดิน (ณัฐกิตติ์ ไต่อ่อน, 2561)

ในการศึกษาจากต่างประเทศบริเวณ Selangor ประเทศ Malaysia พบหอยฝาเดียว 25 ชนิด โดยมีสัดส่วนชนิดที่พบแตกต่างกันตามระยะห่างจากทะเล แสดงให้เห็นการแบ่งเขตของสัตว์หน้าดินตามแนวราบ (Sasekumar, 1974)

ในการศึกษาจากต่างประเทศบริเวณ Lingayen gulf ประเทศ Philippines พบหอยฝาเดียว 28 ชนิด โดยหอยฝาเดียวจะมีชนิดเด่นเปลี่ยนแปลงไปตามอายุป่าที่เพิ่มขึ้น ในป่าอายุน้อยจะมีหอยฝาเดียวกลุ่มที่อาศัยอยู่ในเนื้อดินโดดเด่น ในป่าอายุปานกลาง (7-10 ปี) จะมีหอยฝาเดียวกลุ่มที่อาศัยอยู่บนผิวดินโดดเด่น และในป่าอายุมากจะมีหอยฝาเดียวกลุ่มที่อาศัยอยู่บนต้นไม้โดดเด่น ทำให้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นและมวลชีวภาพของหอยฝาเดียวถูกจัดแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ลดตามอายุป่า เพิ่มตามอายุป่า สูงที่ป่าอายุปานกลาง และคงตัว (Salmo *et al.*, 2017)

ตารางที่ 2.1 ชนิดของหอยฝาเดียวที่พบร่วมกันจากการศึกษาป่าชายเลนในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง

ชนิด	พื้นที่	การดำรงชีวิต	รูปแบบป่าชายเลน			งานวิจัย
			อายุน้อย	อายุมาก	ธรรมชาติ	
<i>Optediceros breviculum</i> (L. Pfeiffer, 1855) (ชื่อเดิม <i>Assiminea brevicula</i> (L. Pfeiffer, 1855)) (ชื่อพ้อง <i>Ovaassiminea brevicula</i> , <i>Syncera brevicula</i>)	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน	✓	✓	✓	วันวิวัฒน์, 2544
	คลองด่าน, สมุทรปราการ		*	*	*	ขนิษฐา, 2552
	อ่าวทุ่งโปรง, ชลบุรี		*	*	*	ขนิษฐา, 2552
	ปากแม่น้ำท่า จีน, สมุทรสาคร		*	*	*	ณัฐกิตติ, 2561
	Selangor, Malaysia		*	*	*	Sasekumar , 1974
<i>Littoraria melanostoma</i> (Gray, 1839)	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน/ ต้นไม้		✓	✓	วันวิวัฒน์, 2544
	ปากแม่น้ำท่า จีน, สมุทรสาคร		*	*	*	ณัฐกิตติ, 2561
<i>Littoraria scabra</i> (Gray, 1839)	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน/ ต้นไม้	✓	✓		วันวิวัฒน์, 2544
	ปากแม่น้ำท่า จีน, สมุทรสาคร		*	*	*	ณัฐกิตติ, 2561
	Lingayen gulf, Philippines		✓			Salmo, 2017

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ชนิดของหอยฝาเดียวที่พบร่วมกันจากการศึกษาป่าชายเลนในประเทศไทยและประเทศไทยใกล้เคียง

ชนิด	พื้นที่	การดำรงชีวิต	รูปแบบป่าชายเลน			งานวิจัย
			อายุน้อย	อายุมาก	ธรรมชาติ	
<i>Neripteron violaceum</i> (Gmelin, 1791) (ชื่อเดิม <i>Neritina violacea</i> (Gmelin, 1791))	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน		✓	✓	วันวิภาห, 2544
	ปากแม่น้ำท่า จีน, สมุทรสาคร		*	*	*	ณัฐกิตติ, 2561
<i>Nassarius olivaceus</i> (Bruguère, 1789)	Lingayen gulf, Philippines	ผิวดิน	*	*	*	Salmo, 2017
	Selangor, Malaysia		*	*	*	Sasekumar , 1974
<i>Pirenella cingulata</i> (Gmelin, 1791) (ชื่อเดิม <i>Cerithidea</i> <i>cingulata</i> (Gmelin, 1791))	คลองด่าน, สมุทรปราการ	ผิวดิน/ ต้นไม้/ใน ดิน	*	*	*	ชนิษฐา, 2552
	อ่าวทุ่งโปรง, ชลบุรี		*	*	*	ชนิษฐา, 2552
	Lingayen gulf, Philippines		✓	✓	✓	Salmo, 2017

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ชนิดของหอยฝาเดียวที่พบร่วมกันจากการศึกษาป่าชายเลนในประเทศไทยและประเทศ
ไกล์เคียง

ชนิด	พื้นที่	การ ดำรงชีวิต	รูปแบบป่าชายเลน			งานวิจัย
			อายุ น้อย	อายุ มาก	ธรรมชาติ	
<i>Pirenella cingulata</i> (Gmelin, 1791) (ชื่อเดิม <i>Cerithidea</i> <i>cingulata</i> (Gmelin, 1791))	Selangor, Malaysia		*	*	*	Sasekumar , 1974
<i>Cassidula aurisfelis</i> (Bruguère, 1789)	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน/ ต้นไม้			✓	วันวิวัฒน์, 2544
	Selangor, Malaysia		*	*	*	Sasekumar , 1974
<i>Salinator burmana</i> (Blanford, 1867)	ปากแม่น้ำท่า จีน, สมุทรสาคร	ผิวดิน	*	*	*	ณัฐกิตติ์, 2561
	Selangor, Malaysia		*	*	*	Sasekumar , 1974
<i>Stenothyra</i> sp. (Benson, 1856)	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน	✓			วันวิวัฒน์, 2544
	ปากแม่น้ำท่า จีน, สมุทรสาคร		*	*	*	ณัฐกิตติ์, 2561
<i>Iravadia</i> sp. (Blanford, 1867)	คลองโคน, สมุทรสงคราม	ผิวดิน		✓	✓	วันวิวัฒน์, 2544

หมายเหตุ: เครื่องหมาย ✓ แสดงการพบในป่าที่ชั้นอายุแตกต่างกันและ * แสดงการพบในป่าที่ไม่ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบความต่างของชั้นอายุป่า

2.4.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อประชาคมหอยฝาเดียวในป่าชายเลน

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประชาคมหอยฝาเดียวในป่าชายเลนจะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแหล่งที่อยู่และอาหารของหอยฝาเดียว ได้แก่ ลักษณะของตะกอนดิน ความเค็ม อุณหภูมิ และความสูงของพื้นที่

ลักษณะของตะกอนดิน องค์ประกอบของตะกอนในป่าชายเลนส่งผลต่อปริมาณสารอินทรีย์น้ำในดิน ออกซิเจน รวมถึงชนิดของพืช โดยปริมาณสารอินทรีย์ที่จะสูงขึ้นเมื่อตะกอนมีความละเอียดเพิ่มขึ้น (วันวิภาห์ วิจิตรคุณ, 2544) ทำให้ป่าชายเลนที่มีตะกอนละเอียดจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูงเป็นอาหารแก่หอยฝาเดียวและช่วยให้พืชที่เป็นอาหารของหอยเติบโตได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ปริมาณสารอินทรีย์ที่มากขึ้นตามอายุป่านั้นยังสัมพันธ์กับความหนาแน่นของหอยฝาเดียวที่เพิ่มขึ้นในป่าอายุมากอีกด้วย (Salmo *et al.*, 2017)

ความเค็ม ความแตกต่างระหว่างความเค็มเกิดขึ้นได้ทั่วไปในป่าชายเลน ส่งผลให้การกระจายของสัตว์นั้นถูกจำกัดด้วยความสามารถในการรักษาสมดุลเกลือแร่ ทำให้ในป่าชายเลนที่มีช่วงความเค็มแตกต่างกันในแนวราบจะมีประชาคมของสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินที่ไม่เหมือนกัน (วันวิภาห์ วิจิตรคุณ, 2544)

อุณหภูมิ เช่นเดียวกับความเค็ม อุณหภูมิที่แตกต่างกันในป่าชายเลนเป็นแรงกดดันให้เกิดการกระจายของสัตว์ที่ถูกจำกัดด้วยความสามารถในการรักษาอุณหภูมิในร่างกาย โดยเฉพาะในกลุ่มหอยฝาเดียวที่ปรับตัวให้มีแผ่นปิดเปลือก (operculum) ช่วยปิดไม่ให้เนื้อเยื่อสูญเสียความชื้นจากการสัมผัสอากาศโดยตรง นอกจากนี้ในป่าที่มีโครงสร้างพืชและซากพืชที่มากจะช่วยเพิ่มที่หลบความร้อน ทำให้ป่าชายเลนที่มีพืชหนาแน่นมีความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมากขึ้น (วันวิภาห์ วิจิตรคุณ, 2544)

ความสูงของพื้นที่ หรือ Topography ของพื้นที่นั้นส่งผลให้เกิดความแตกต่างของประชาคมสัตว์หน้าดินได้ตั้งแต่กระบวนการลงเกาะของตัวอ่อน ประกอบกับความสูงของระดับน้ำขึ้นน้ำลง จะทำให้การกระจายของสัตว์หน้าดินเปลี่ยนแปลงไปในบริเวณที่ตัวอ่อนลงเกาะได้ง่าย (วันวิภาห์ วิจิตรคุณ, 2544)

ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งผลต่อประชาคมสัตว์หน้าดิน และประชาคมหอยฝาเดียวในป่าชายเลนร่วมกัน ทำให้การศึกษาความสัมพันธ์ของประชาคมของสัตว์เหล่านี้มักใช้การวิเคราะห์ร่วมกันของทุกปัจจัยสิ่งแวดล้อม (Macintosh *et al.*, 2002)

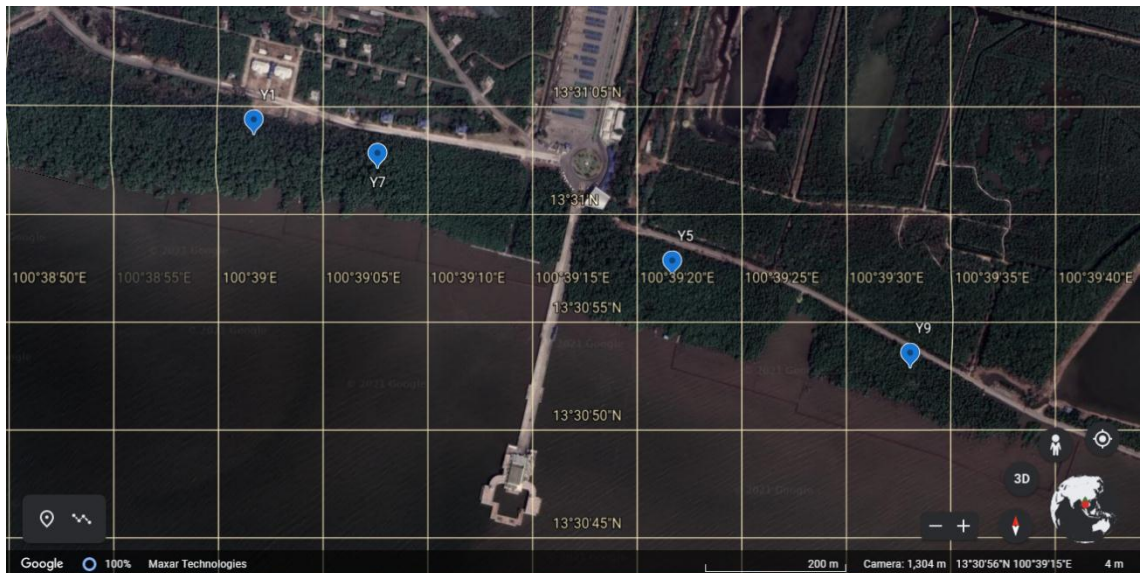
บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 แผนการศึกษา

การเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาความหลากหลาย ความหนาแน่น และขนาดของหอยฝาเดียวขนาดใหญ่ในแปลงปลูกป่าชายเลนที่มีอายุต่างกัน 4 ชั้นอายุ จะดำเนินการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้งต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 เดือน ได้แก่ กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ด้วยวิธี Quadrat sampling

3.2 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่การปลูกป่าชายเลนภายใต้โครงการของโตโยต้า ณ ศูนย์ศึกษาธรรมชาติกองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ละติจูดระหว่าง $100^{\circ}39'E-100^{\circ}39'35"E$ ลองจิจูดระหว่าง $13^{\circ}30'50"N-13^{\circ}31'05"N$ ซึ่งทำการปลูกในช่วงปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2563 ปัจจุบันป่าปลูกที่มีอายุมากที่สุด 16 ปี ในการศึกษาเลือกพื้นที่ศึกษาเพื่อดำเนินการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ชั้นอายุ ได้แก่ อายุ 16 ปี (ปลูก พ.ศ. 2547; Y1) อายุ 11 ปี (ปลูก พ.ศ. 2552; Y5) อายุ 9 ปี (ปลูก พ.ศ. 2554; Y7) และอายุ 7 ปี (ปลูก พ.ศ. 2556; Y9) ดังในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งของแปลงศึกษาทั้งหมด 4 แปลงที่ใช้เป็นตัวแทนของป่าปลูกทั้ง 4 ชั้นอายุ ได้แก่ 16 ปี (Y1), 11 ปี (Y5), 9 ปี (Y7) และ 7 ปี (Y9) (ที่มา: Google Earth Pro, 2021)

3.3 วิธีการศึกษา

3.3.1 การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

ทำการสุ่มจุดเก็บตัวอย่างหอยฝาเดียวด้วยตารางสี่เหลี่ยม (Quadrat) ขนาด 0.5x0.5 ตารางเมตร บริเวณขอบนอกของแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 ตารางเมตร ในป่าชายเลนปลูกแต่ละอายุ ทำการตัดราก ต้นอ่อน หรือพืชที่ปรากฏในตารางสี่เหลี่ยมแล้วเก็บหอยฝาเดียวที่พบด้วยสายตาและที่ผิวดิน ด้วยการตักผิวดินลึก 1 เซนติเมตร นำตัวอย่างทั้งหมดบรรจุในถุงพลาสติก เก็บตัวอย่างด้วยวิธีดังกล่าวจำนวน 4 ซ้ำต่อแปลงตัวอย่างในป่าชายเลนปลูก 4 ชั้นอายุ (16 ปี, 11 ปี, 9 ปี และ 7 ปี) นำตัวอย่างที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกมาร้อนผ่านตะแกรงขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร เพื่อล้างดินที่ติดมาพร้อมตัวอย่างแล้วนำตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ค้างอยู่บนตะแกรงร้อนแช่ในสารละลาย 7% (w/v) $MgCl_2$ เพื่อให้ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตอ่อนคลายและสลบ จึงเติม 10% Neutralized Formalin เพื่อการเก็บรักษาตัวอย่าง

ในระหว่างการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในแต่ละแปลงตัวอย่าง ทำการวัดค่าปัจจัยทางกายภาพของน้ำผิวดินควบคู่ไปด้วย โดยใช้ปีเปตดูตุน้ำในดินตะกอนเพื่อวัดอุณหภูมิและวัดความเค็มด้วย HORIBA Compact Salt Meter (EC) LAQUAtwin-Salt-11 และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วย HORIBA Compact pH Meter (EC) LAQUAtwin-pH-33

3.3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างสัตว์หน้าดินออกจากถุงพลาสติก ล้างฟอรัมาลินออกด้วยน้ำประปาแล้วแยกตัวอย่างสัตว์หน้าดินออกจากซากพืช นำซากพืชมานับจำนวนรากอากาศและจำนวนต้นอ่อน จากนั้นชั่งน้ำหนักเปียกของซากพืช นำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนแห้งแล้วบันทึกน้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างสัตว์หน้าดินมาทำการจำแนกชนิดหอยฝาเดียวโดยใช้เอกสารของ Zvonareva and Yu. (2016) และรายงานชื่อวิทยาศาสตร์ตามที่ยอมรับโดย MolluscaBase eds. (2021). นับจำนวนของหอยฝาเดียวแต่ละชนิด คำนวณหาความหนาแน่นของหอยฝาเดียวเป็นตัวต่อตารางเมตร นำหอยฝาเดียวชนิดเด่นที่พบในพื้นที่ศึกษาแต่ละแปลงจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Optediceros breviculum* (L. Pfeiffer, 1855), *Littoraria melanostoma* (Gray, 1839), *Littoraria scabra* (Linnaeus, 1758) และ *Neripteron violaceum* (Gmelin, 1791) มาวัดขนาดจากจุดยอด (Apex) ของเปลือกไปจนถึงปลายสุดตอนท้ายของเปลือก ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิทัล (digital vernier caliper) 100 ตัว สำหรับชนิด *Optediceros breviculum* และวัดขนาดทุกตัวที่พบในแต่ละแปลงสำหรับอีก 3 ชนิด (*Littoraria melanostoma*, *Littoraria scabra* และ *Neripteron violaceum*)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับแปลงป่าปลูก 4 ชั้นอายุได้แก่ ความหลากหลายของหอยฝาเดียวโดยการคำนวณ Shannon-Wiener index (H') ด้วยสมการ

$$H' = -\sum_{i=1}^N p_i \ln p_i$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index)

N = จำนวนชนิดหรือกลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

P_i = สัดส่วนจำนวนตัวของสิ่งมีชีวิตกลุ่ม i เทียบกับจำนวนตัวทั้งหมด

คำนวณความหนาแน่นของหอยฝาเดียวในหน่วยตัวต่อตารางเมตร ความยาวของเปลือกหอยตั้งแต่จุดยอด (Apex) ของเปลือกไปจนถึงปลายสุดตอนท้ายของเปลือกและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าทั้งสาม รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างแปลงป่าปลูก 4 ชั้นอายุด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ด้วยโปรแกรมคำนวณสถิติบนเว็บไซต์

<https://www.statskingdom.com/180Anova1way.html>

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง ความหลากหลาย ความหนาแน่น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม จำนวนและน้ำหนักแห้งของรากและต้นอ่อน โดยใช้ correlation จากโปรแกรม R statistic (R Core Team, 2020)

บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล

4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ

ผลการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าปลูกแต่ละชั้นอายุในระยะเวลา 3 เดือนที่ทำการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

ก. อุณหภูมิของน้ำผิวดิน

อุณหภูมิผิวดินในป่าชายเลน 4 ชั้นอายุ (16 11 9 และ 7 ปี) มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าอุณหภูมิในระยะเวลา 3 เดือนใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.1ก) ในป่าอายุ 16 ปี มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 25.82 ± 0.21 ถึง 27.28 ± 0.27 องศาเซลเซียส ในป่าอายุ 11 ปี มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.27 ± 0.21 ถึง 27.02 ± 0.27 องศาเซลเซียส ในป่าอายุ 9 ปี มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 26.53 ± 0.26 ถึง 27.40 ± 0.20 องศาเซลเซียส และในป่าอายุ 7 ปี มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 24.84 ± 0.57 ถึง 27.28 ± 0.69 องศาเซลเซียส

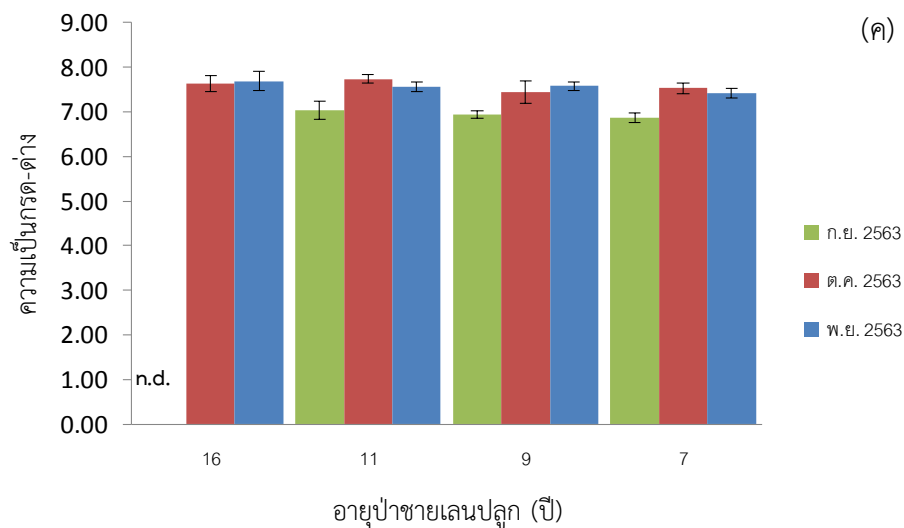
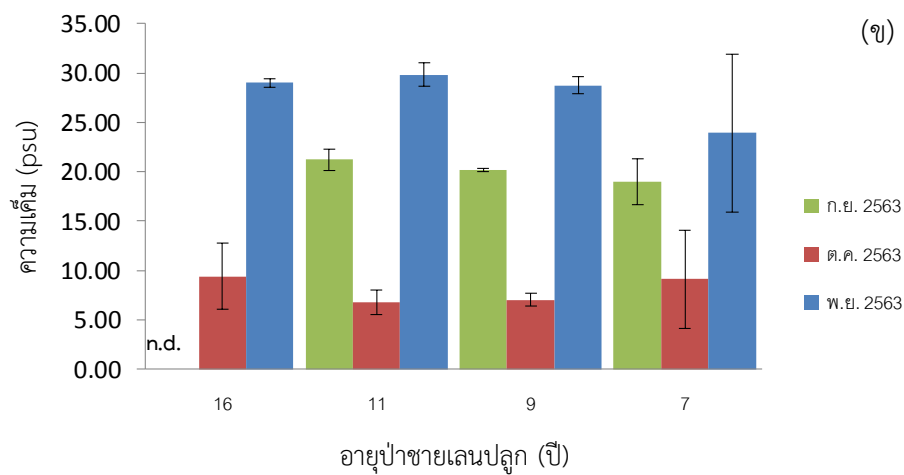
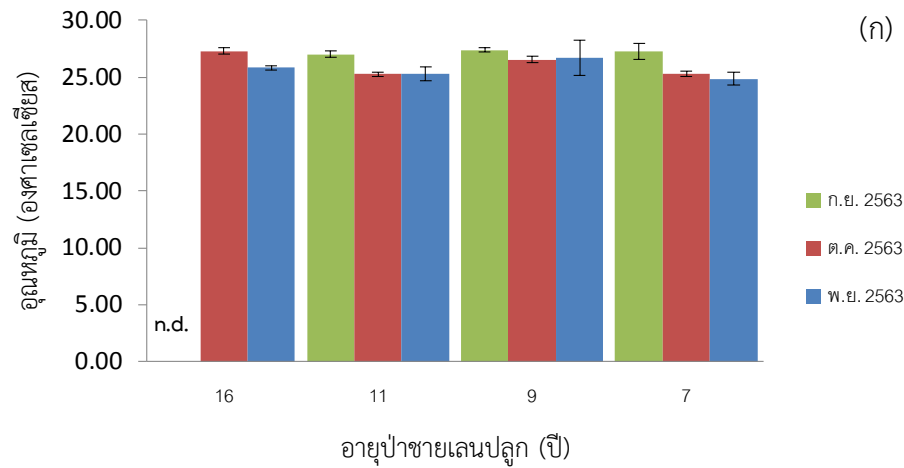
ข. ความเค็ม

ความเค็มในป่าชายเลน 4 ชั้นอายุ (16 11 9 และ 7 ปี) ในระยะเวลา 3 เดือนโดยมีค่าความเค็มในเดือนตุลาคมน้อยที่สุดในป่าทุกชั้นอายุ (รูปที่ 4.1ข) ในป่าอายุ 16 ปี มีความเค็มระหว่าง 9.39-29.01 PSU ในป่าอายุ 11 ปี มีความเค็มระหว่าง 6.80-29.83 PSU ในป่าอายุ 9 ปี มีความเค็มระหว่าง 7.03-28.73 PSU และในป่าอายุ 7 ปี มีความเค็มระหว่าง 9.10-23.91 PSU ความเค็มที่ลดลงในเดือนตุลาคมเกิดจากสภาพอากาศที่มีฝนตกตลอดการเก็บข้อมูล ทำให้มีค่าความเค็มลดลง

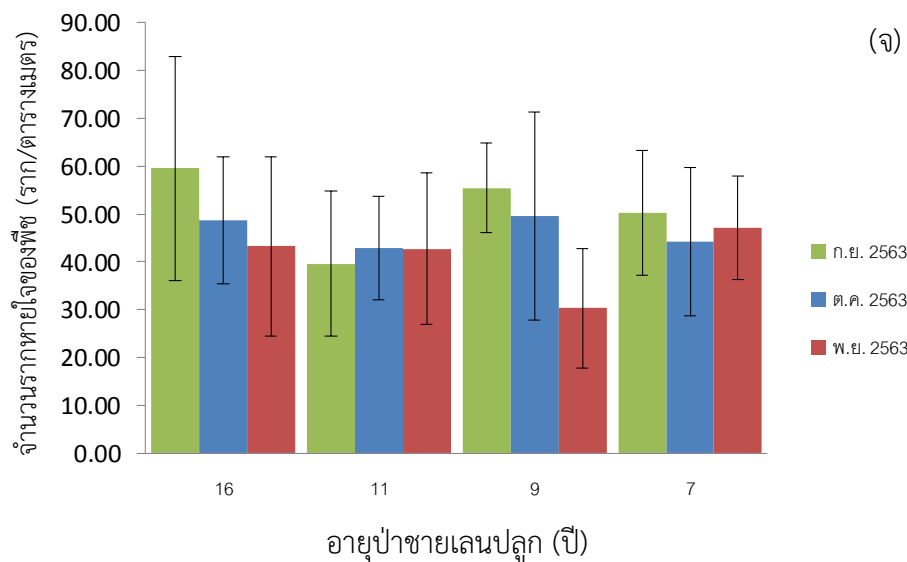
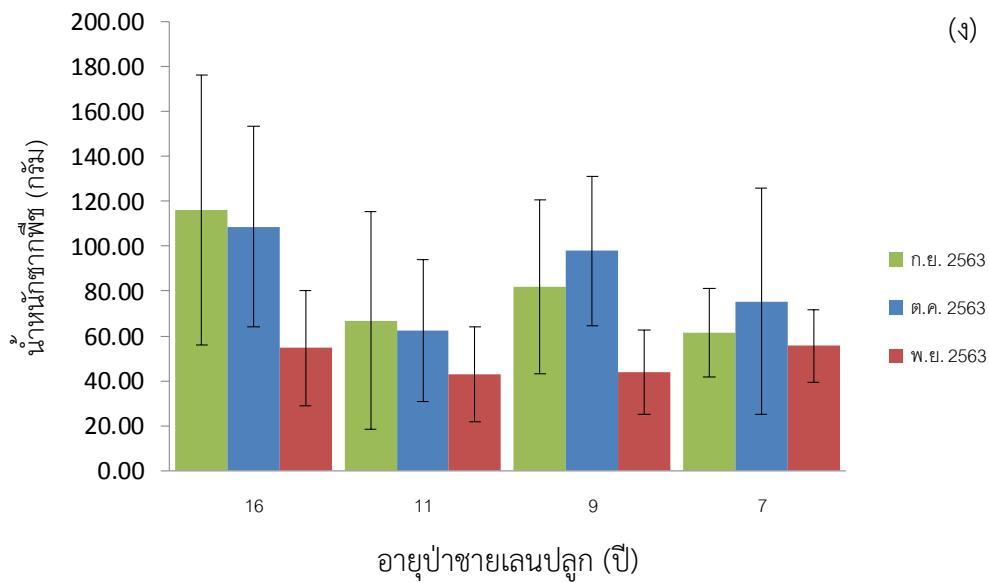
ค. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างในป่าชายเลน 4 ชั้นอายุ (16 11 9 และ 7 ปี) ในระยะเวลา 3 เดือนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยความเป็นกรด-ด่างในป่าอายุ 16 ปี มีค่าอยู่ระหว่าง 7.63-7.69 ในป่าอายุ 11 ปี มี pH ระหว่าง 7.03-7.73 ในป่าอายุ 9 ปี มี pH ระหว่าง 6.94-7.58 และในป่าอายุ 7 ปี มี pH ระหว่าง 6.86-7.53 (รูปที่ 4.1ค)

- ง. น้ำหนักรกฟิช ตันอ่อนและซากฟิชในป่าชายเลน 4 ชั้นอายุ (16 11 9 และ 7 ปี) มีค่าระหว่าง 61.49-116.22 กรัม ในเดือนกันยายน 62.32-108.77 กรัม ในเดือนตุลาคม และ 42.90-55.66 กรัม ในเดือนพฤศจิกายน (รูปที่ 4.1ง) เมื่อเปรียบเทียบค่าน้ำหนักฟิชในแต่ละแปลงป่าพบว่าค่าน้ำหนักฟิชมีลักษณะข้อมูลที่ใกล้เคียงกันในทั้ง 3 เดือนที่ทำการเก็บข้อมูล โดยจะมีค่าเรียงลำดับจากป่าอายุ 16 ปี 9 ปี 7 ปี และ 11 ปี
- จ. จำนวนรอกหายใจของฟิชในป่าชายเลน 4 ชั้นอายุ (16 11 9 และ 7 ปี) มีค่าระหว่าง 40-60 รอกต่อตารางเมตร ในเดือนกันยายน 43-49 รอกต่อตารางเมตร ในเดือนตุลาคม และ 30-47 รอกต่อตารางเมตร ในเดือนพฤศจิกายน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอายุป่าพบว่าค่าน้ำหนักฟิช มีลักษณะข้อมูลที่ใกล้เคียงกันในทั้ง 3 เดือนที่ทำการเก็บข้อมูล โดยจะมีค่าเรียงลำดับจากป่าอายุ 16 ปี 9 ปี 7 ปี และ 11 ปี (รูปที่ 4.1จ)



รูปที่ 4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแปลงปลูกป่าชายเลน 4 ชั้นอายุในบริเวณสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ในเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (ก) อุณหภูมิ (ข) ความเค็ม และ (ค) ความแปรปรวนต่าง (แถบแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, S.E.; n.d. คือ ไม่มีข้อมูล)



รูปที่ 4.1 (ต่อ) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแปลงปลูกป่าชายเลน 4 ชั้นอายุในบริเวณสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ในเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (ง) น้ำหนักซากฟืช และ (จ) จำนวนรากทวยใจของฟืช แบ่งตามแปลงสำรวจ (แถบแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, S.E.; n.d. คือ ไม่มีข้อมูล)

4.2 ความหลากหลายและความหนาแน่นของหอยฝาเดียว

ก. องค์ประกอบชนิดของหอยฝาเดียว

การศึกษาหอยฝาเดียวในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ของพื้นที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติกองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 พบตัวอย่างหอยฝาเดียวทั้งหมด 12 ชนิด จาก 11 สกุล ได้แก่ *Optediceros breviculum* (L. Pfeiffer, 1855), *Pirenella cingulata* (Gmelin, 1791), *Neripteron violaceum* (Gmelin, 1791), *Euthria aracanensis* (Angas, 1873), *Littoraria melanostoma* (Gray, 1839), *Littoraria scabra* (Linnaeus, 1758), *Cassidula aurisfelis* (Bruguière, 1789), *Salinator burmana* (Blanford, 1867), *Nassarius olivaceus* (Bruguière, 1789), *Sermyla riqueti* (Grateloup, 1840), *Iravadia* sp. (Blanford, 1867) และ *Stenothyra* sp. (Benson, 1856) หอยฝาเดียวที่พบส่วนใหญ่มีการกระจายในป่าทุกชั้นอายุ มีเพียง *Euthria aracanensis* ที่ไม่พบในป่าอายุ 16 ปี และ *Cassidula aurisfelis* ที่พบในป่าอายุ 16 ปีเท่านั้น ดังตารางที่ 4.1

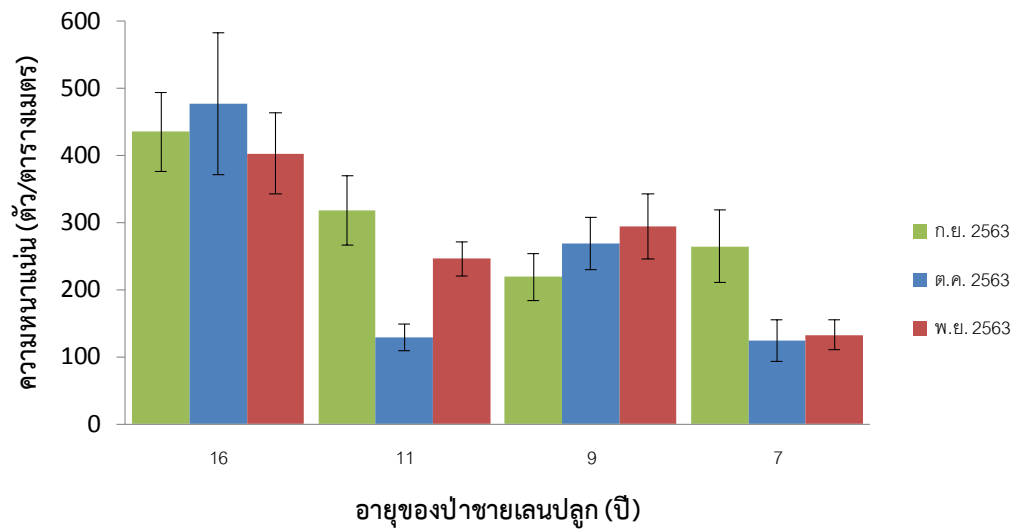
ข. ความหนาแน่นของหอยฝาเดียว

โดยทั่วไปความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยฝาเดียวมีค่าสูงที่สุดในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี เฉลี่ยอยู่ในช่วง 403-478 ตัวต่อตารางเมตร และมีค่าลดลงในป่าที่มีอายุลดลง โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 129-318 ตัวต่อตารางเมตรในป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี เฉลี่ยอยู่ในช่วง 219-295 ตัวต่อตารางเมตรในป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี และเฉลี่ยอยู่ในช่วง 124-265 ตัวต่อตารางเมตรในป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี (รูปที่ 4.2) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างป่าชายเลนปลูกในแต่ละชั้นอายุพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ก) เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหอยฝาเดียวในแต่ละแปลงระหว่าง 3 เดือนที่มีการศึกษาพบว่าเฉพาะในป่าปลูกอายุ 11 และ 7 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ข) โดยในป่าทั้งสองชั้นอายุ มีค่าความหนาแน่นหอยฝาเดียวในเดือนกันยายนสูง

สัดส่วนของหอยฝาเดียวที่พบสูงที่สุดในทุกแปลง คือ *Optediceros breviculum* คิดเป็นร้อยละ 50.05-81.22 ของจำนวนหอยฝาเดียวทั้งหมด รองลงมาคือ *Salinator burmana* ร้อยละ 1.12-18.88, *Littoraria melanostoma* ร้อยละ 4.47-11.53, *Neripteron violaceum* ร้อยละ 1.49-10.64, *Littoraria scabra* ร้อยละ 1.04-5.67 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีชนิดอื่นดังรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ชนิดของหอยฝาเดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติ กองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563

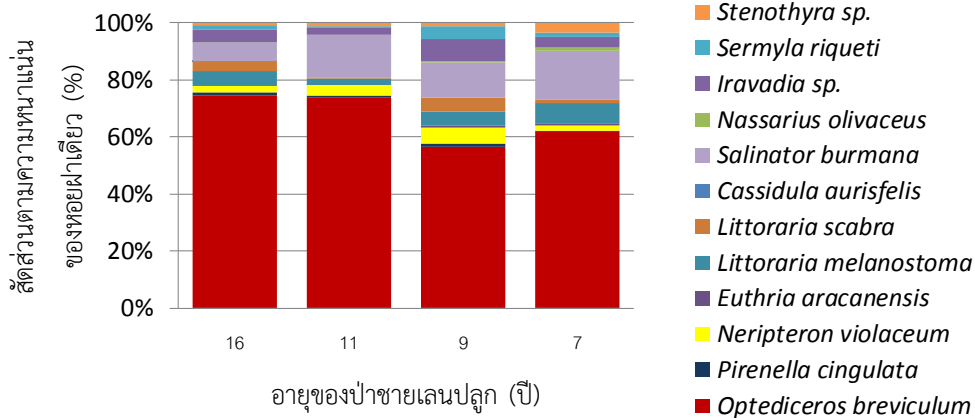
ชื่อวิทยาศาสตร์	อายุของแปลงป่าชายเลนปลูก			
	16 ปี (Y1)	11 ปี (Y5)	9 ปี (Y7)	7 ปี (Y9)
Family Assimineidae				
<i>Optedicros breviculum</i> (L. Pfeiffer, 1855) (ชื่อเดิม <i>Assimineia brevicula</i>)	✓	✓	✓	✓
Family Potamididae				
<i>Pirenella cingulata</i> (Gmelin, 1791) (ชื่อเดิม <i>Cerithidea cingulata</i>)	✓	✓	✓	✓
Family Neritidae				
<i>Neripteron violaceum</i> (Gmelin, 1791) (ชื่อเดิม <i>Neritina violacea</i>)	✓	✓	✓	✓
Family Buccinidae				
<i>Euthria aracanensis</i> (Angas, 1873)	-	✓	✓	✓
Family Littorinidae				
<i>Littoraria melanostoma</i> (Gray, 1839)	✓	✓	✓	✓
<i>Littoraria scabra</i> (Linnaeus, 1758)	✓	✓	✓	✓
Family Ellobiidae				
<i>Cassidula auriferis</i> (Bruguère, 1789)	✓	-	-	-
Family Amphibolidae				
<i>Salinator burmana</i> (Blanford, 1867)	✓	✓	✓	✓
Family Nassariidae				
<i>Nassarius olivaceus</i> (Bruguère, 1789)	✓	✓	✓	✓
Family Iravadiidae				
<i>Iravadia</i> sp. (Blanford, 1867)	✓	✓	✓	✓
Family Thiaridae				
<i>Sermyla riqueti</i> (Grateloup, 1840)	✓	✓	✓	✓
Family Stenothyridae				
<i>Stenothyra</i> sp. (Benson, 1856)	✓	✓	✓	✓



รูปที่ 4.2 ความหนาแน่นของหอยฝาดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติกองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (แถบแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, S.E.)

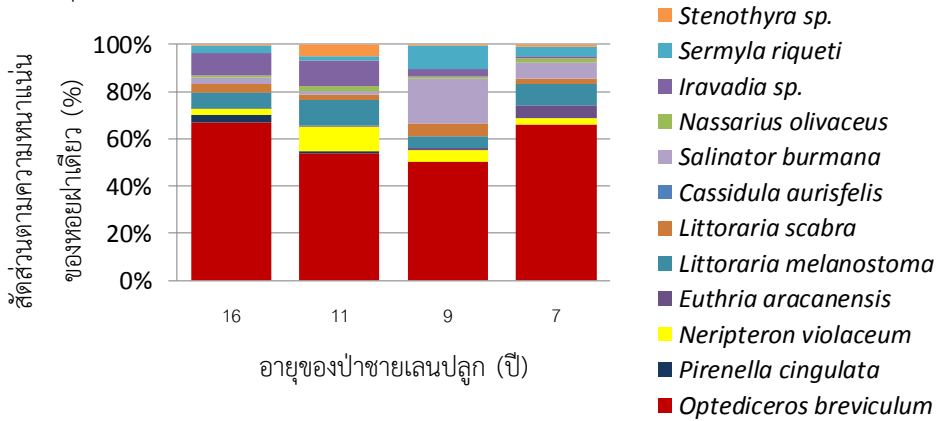
เดือนกันยายน 2563

(ก)



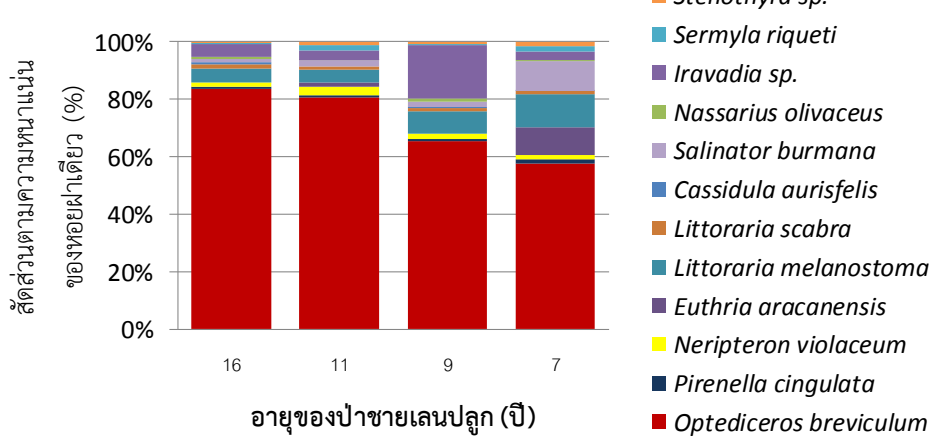
เดือนตุลาคม 2563

(ข)



เดือนพฤศจิกายน 2563

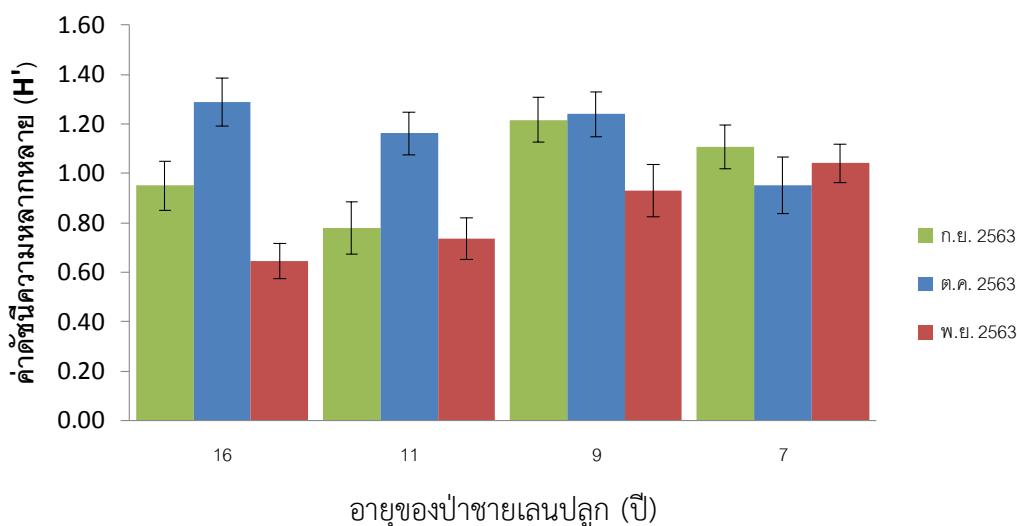
(ค)



รูปที่ 4.3 สัดส่วนความหนาแน่นของหอยฝาเดียวแต่ละชนิดที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (ก) เดือนกันยายน พ.ศ. 2563 (ข) เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 และ (ค) เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563

ค. ความหลากหลายของหอยฝาเดียว

การศึกษาความหลากหลายของหอยฝาเดียวที่พบในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี พบว่าดัชนีความหลากหลาย (H') มีค่ามากที่สุดคือ 1.29 ในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี แต่เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 เดือนที่ทำการศึกษพบว่าป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปีจะมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด รองลงมาคือป่าชายเลนปลูกอายุ 7 16 และ 11 ปีตามลำดับ (รูปที่ 4.4) โดยค่าดัชนีความหลากหลายระหว่างป่าชายเลนปลูกในแต่ละชั้นอายุมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ค) โดยในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 และ 9 ปีมีค่าสูงที่สุดในเดือนตุลาคม ในขณะที่ป่าปลูกอายุ 7 ปีมีค่าสูงที่สุดในเดือนกันยายน ค่าดัชนีความหลากหลายในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 และ 9 ปีมีความแตกต่างกันระหว่างเดือนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ง)



รูปที่ 4.4 ดัชนีความหลากหลาย (H') ของหอยฝาเดียวที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (แถบแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, S.E.)

4.3 ขนาดของหอยฝาเดียวในป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุ

ขนาดของ *Optediceros breviculum* ในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ทั้งหมด 1212 ตัว มีค่าอยู่ในช่วง 1.25-6.90 มิลลิเมตร ความยาวเปลือกเฉลี่ย 3.56 มิลลิเมตร โดยประชากรส่วนใหญ่มีขนาดระหว่าง 2-4 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.5) เมื่อพิจารณาขนาดเฉลี่ยของหอยชนิดนี้ระหว่างชั้นอายุพบว่า หอยในป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปีมีขนาดเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ในช่วง 4.10-4.50 มิลลิเมตร รองลงมาคือหอยในป่าปลูกอายุ 9 ปีมีขนาดเฉลี่ย 3.73-3.99 มิลลิเมตร ในป่าปลูกอายุ 16 ปีมีขนาดเฉลี่ย 3.09-3.53 และในป่าปลูกอายุ 7 ปีมี

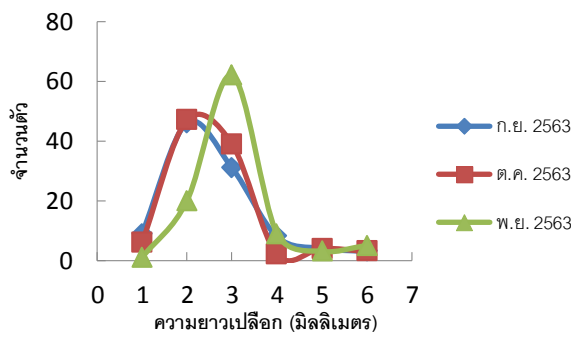
ขนาดเฉลี่ยต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 2.60-2.84 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.6) ความยาวเปลือกของหอยในแต่ละชั้นอายุป่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก จ) เมื่อพิจารณาระหว่างเดือนที่ทำการศึกษพบว่า ความยาวเปลือกเฉลี่ยของหอยมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเดือนอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในป่าชายเลนปลูกอายุ 11 9 และ 7 ปี ในขณะที่ป่าปลูกอายุ 16 ปีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ฉ)

ขนาดของ *Neripteron violaceum* ในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ทั้งหมด 395 ตัว มี ค่าอยู่ในช่วง 4.27-17.28 มิลลิเมตร ความยาวเปลือกเฉลี่ย 11.26 มิลลิเมตร โดยประชากรส่วนใหญ่มีขนาด ระหว่าง 8-13 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.7) เมื่อพิจารณาขนาดเฉลี่ยของหอยชนิดนี้ระหว่างชั้นอายุป่าพบว่าหอยในป่า ชายเลนปลูกอายุ 7 ปีมีขนาดเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 11.35-13.90 มิลลิเมตร รองลงมาคือหอยในป่าปลูกอายุ 16 ปีมี ขนาดเฉลี่ย 10.89-12.74 มิลลิเมตร ในป่าปลูกอายุ 11 ปีมีขนาดเฉลี่ย 9.78-11.10 และในป่าปลูกอายุ 9 ปีมี ขนาดเฉลี่ยต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 9.89-10.52 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.8) ความยาวเปลือกของหอยในแต่ละชั้นอายุป่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก จ) เมื่อพิจารณาระหว่างเดือนที่ทำการศึกษพบว่าใน ป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ช)

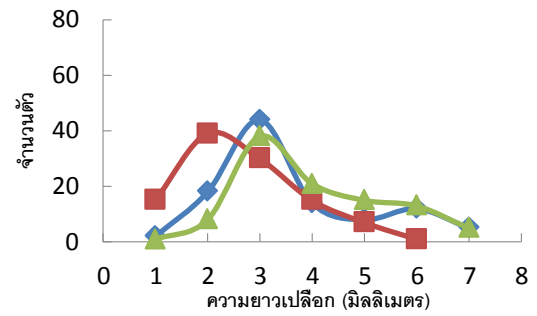
ขนาดของ *Littoraria melanostoma* ในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ทั้งหมด 399 ตัว มี ค่าอยู่ในช่วง 1.91-19.49 มิลลิเมตร ความยาวเปลือกเฉลี่ย 3.56 มิลลิเมตร โดยการกระจายขนาดของหอยไม่มี รูปแบบที่ชัดเจนเนื่องจากจำนวนหอยที่พบในแต่ละแปลงมีน้อย (รูปที่ 4.9) เมื่อพิจารณาขนาดเฉลี่ยของหอย ชนิดนี้ระหว่างชั้นอายุป่าพบว่า หอยในป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปีมีขนาดเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 8.42-12.49 มิลลิเมตร รองลงมาคือหอยในป่าปลูกอายุ 16 ปีมีขนาดเฉลี่ย 10.61-11.89 มิลลิเมตร ในป่าปลูกอายุ 7 ปีมีขนาดเฉลี่ย 6.33-10.62 และในป่าปลูกอายุ 11 ปีมีขนาดเฉลี่ย 8.42-10.42 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.10) เมื่อพิจารณาระหว่าง เดือนที่ทำการศึกษพบว่าในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 9 และ 7 ปี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ซ)

ขนาดของ *Littoraria scabra* ในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ทั้งหมด 210 ตัว มีค่าอยู่ใน ช่วง 2.34-13.37 มิลลิเมตร ความยาวเปลือกเฉลี่ย 6.49 มิลลิเมตร โดยการกระจายขนาดของหอยไม่มี รูปแบบที่ชัดเจนเนื่องจากจำนวนหอยที่พบในแต่ละแปลงมีน้อย (รูปที่ 4.11) ขนาดของหอยชนิดนี้ในป่าชาย เลนปลูกอายุทั้งสี่ชั้นอายุมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน โดยหอยในป่าปลูกอายุ 16 ปีมีขนาดเฉลี่ย 6.97-8.22 มิลลิเมตร ในป่าปลูกอายุ 11 ปีมีขนาดเฉลี่ย 4.67-6.89 มิลลิเมตร ในป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปีมีขนาดเฉลี่ยสูง ที่สุดที่ 5.76-8.35 มิลลิเมตร และในป่าปลูกอายุ 7 ปีมีขนาดเฉลี่ย 5.34-6.58 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.12) เมื่อ พิจารณาระหว่างเดือนที่ทำการศึกษพบว่าในป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ฉ)

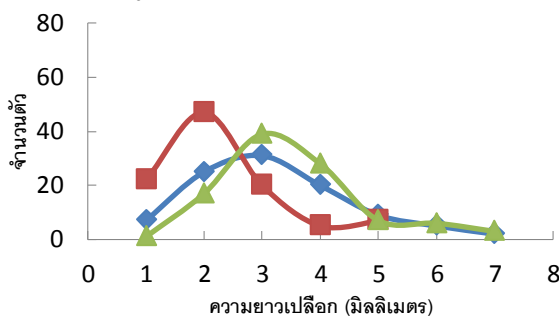
ป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี (Y1)



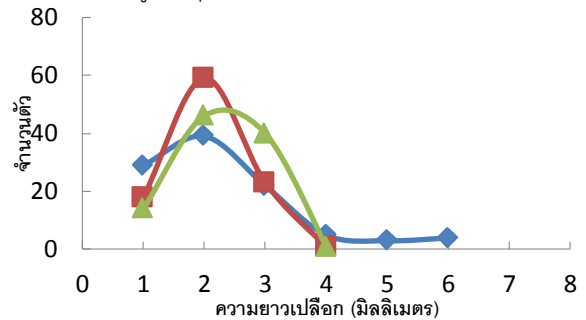
ป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี (Y5)



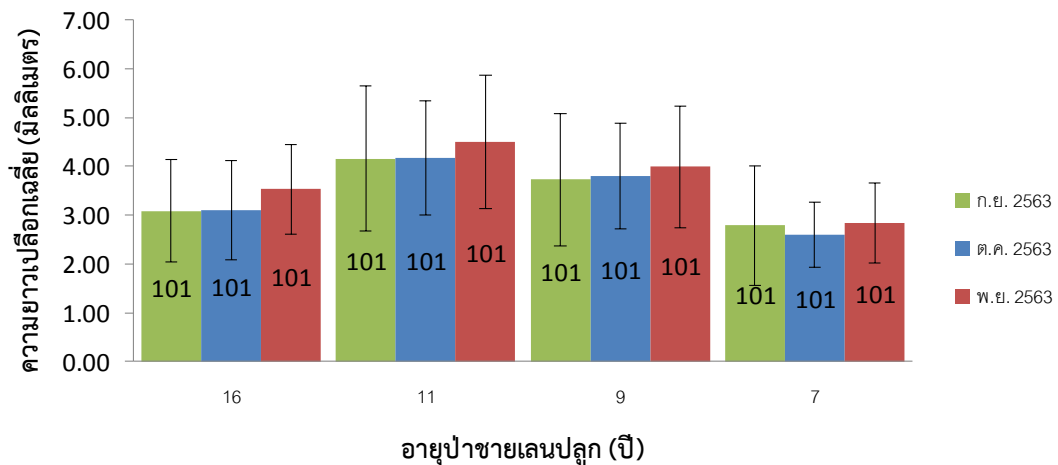
ป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี (Y7)



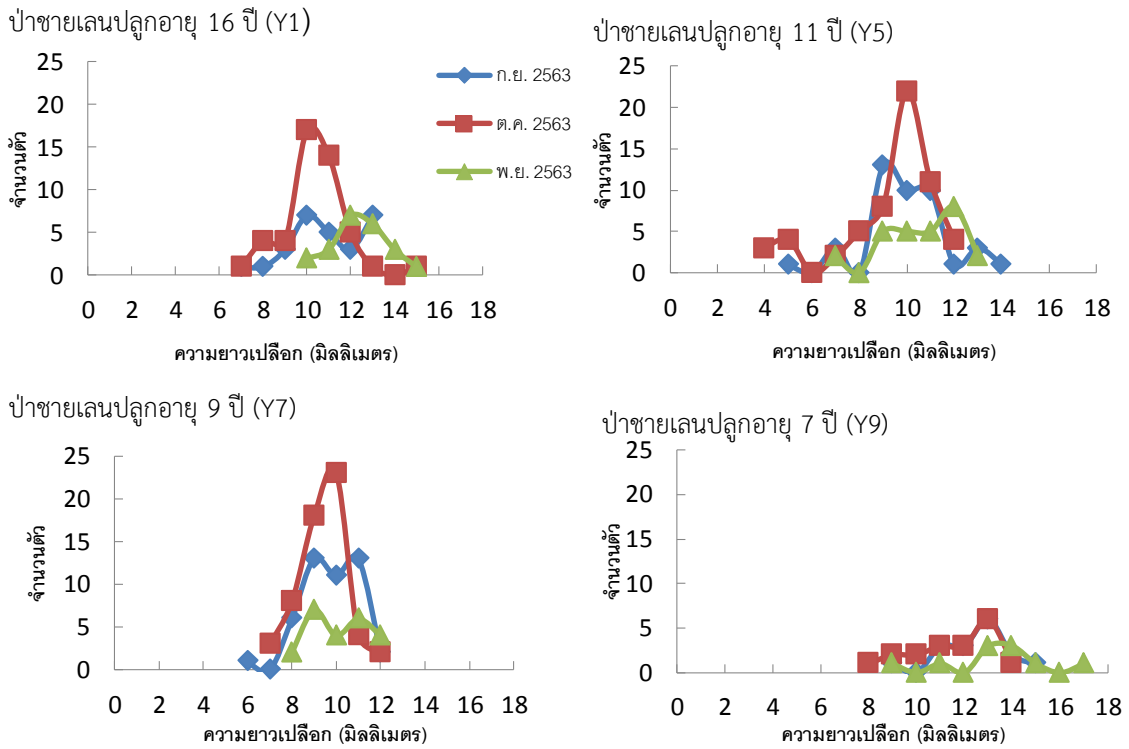
ป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี (Y9)



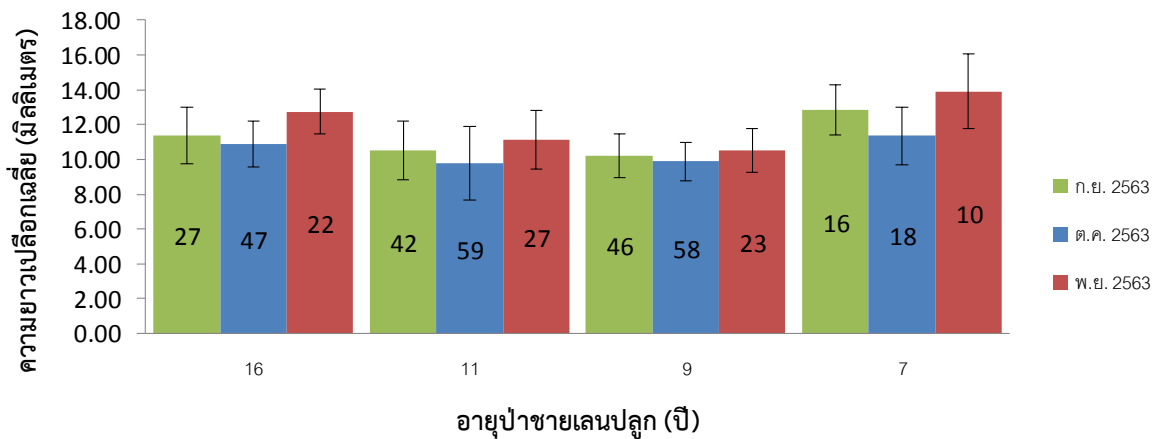
รูปที่ 4.5 การกระจายขนาดของ *Optedicerus breviculum* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (N = 1212 ตัว)



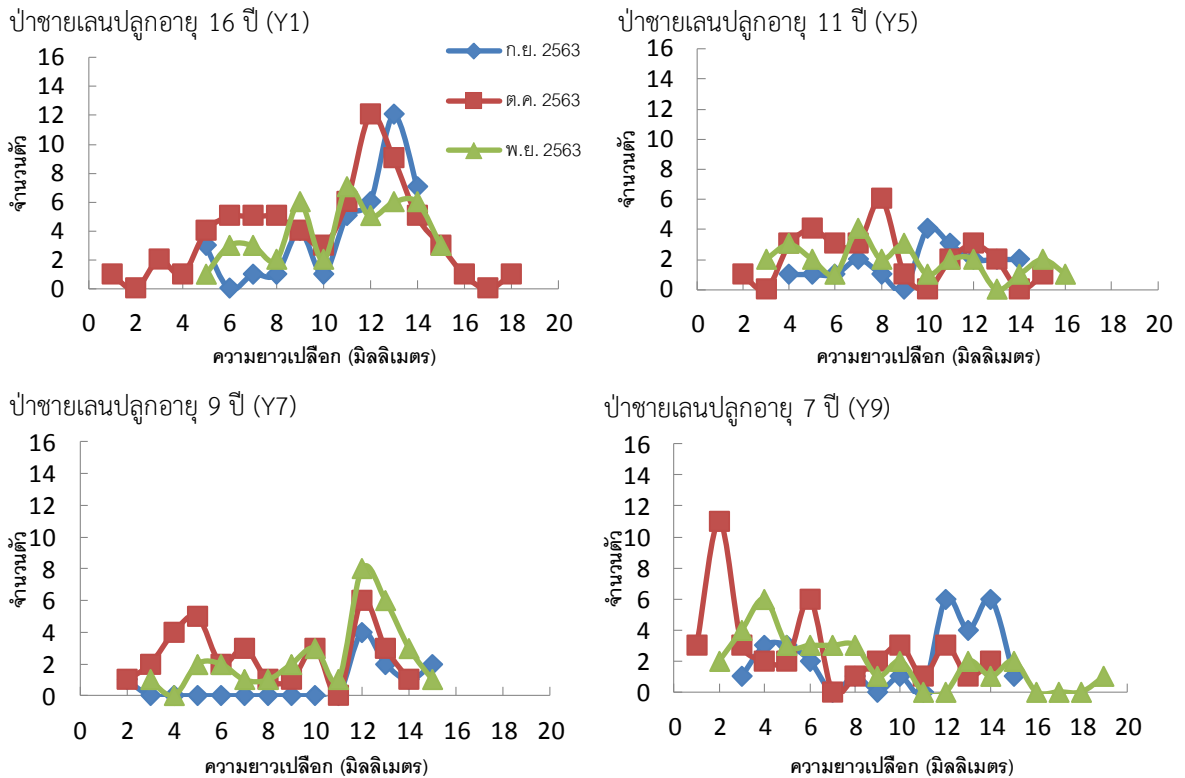
รูปที่ 4.6 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ *Optedicerus breviculum* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (แถบแนวตั้งแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, S.D.; ตัวเลขบนแท่งกราฟแสดงจำนวนตัวของหอยที่นำมาวัดขนาดในแต่ละแปลงป่าชายเลนปลูก)



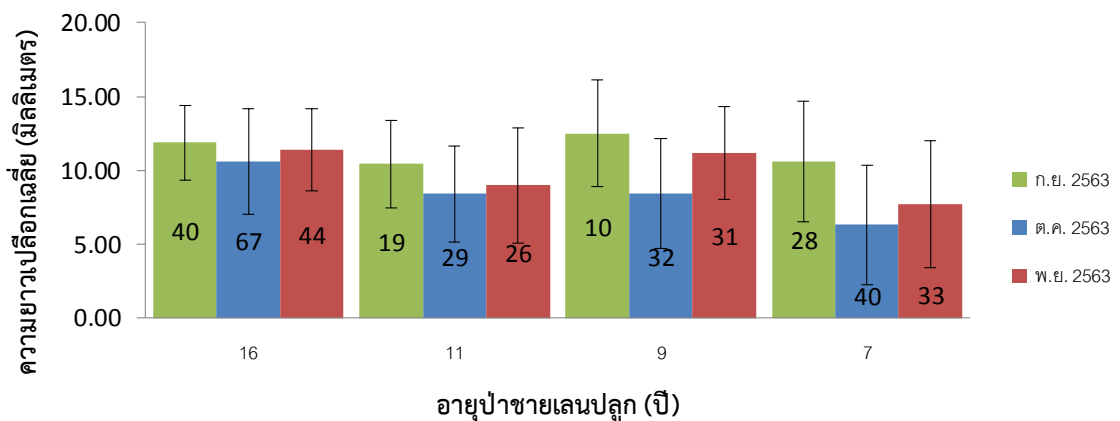
รูปที่ 4.7 การกระจายขนาดของ *Neripteron violaceum* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (N = 395 ตัว)



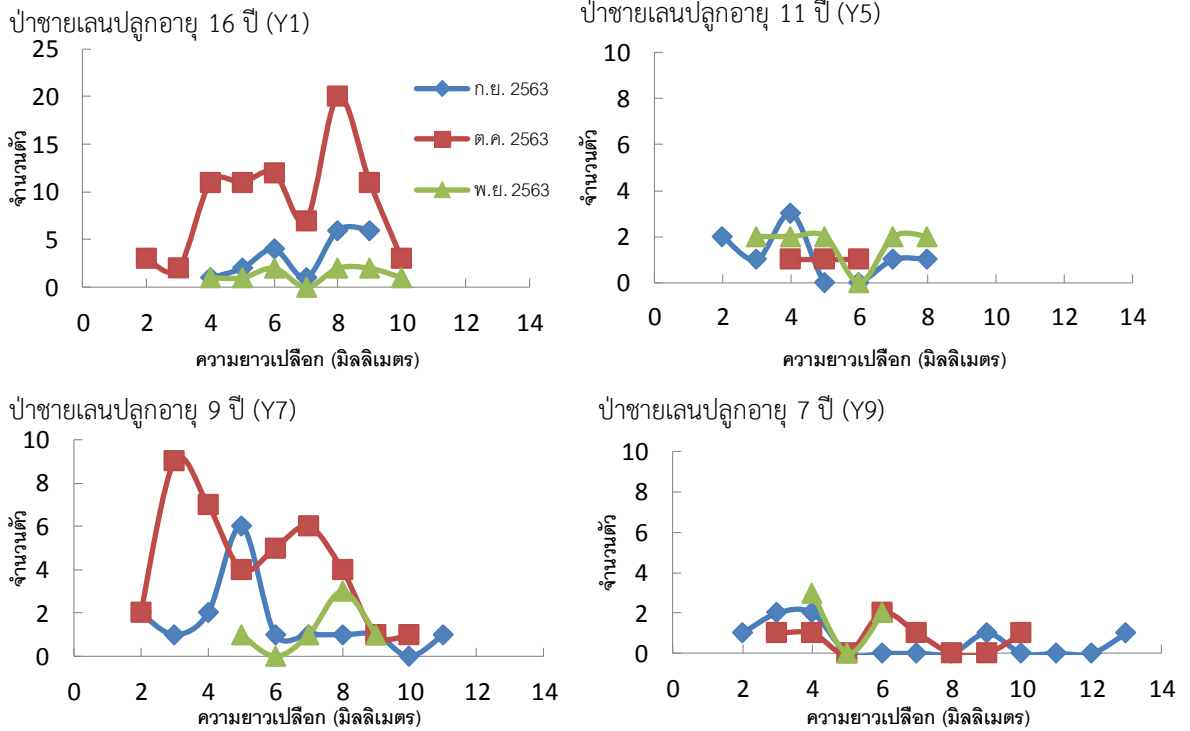
รูปที่ 4.8 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ *Neripteron violaceum* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (แถบแนวตั้งแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, S.D.; ตัวเลขบนแท่งกราฟแสดงจำนวนตัวของหอยที่นำมาวัดขนาดในแต่ละแปลงป่าชายเลนปลูก)



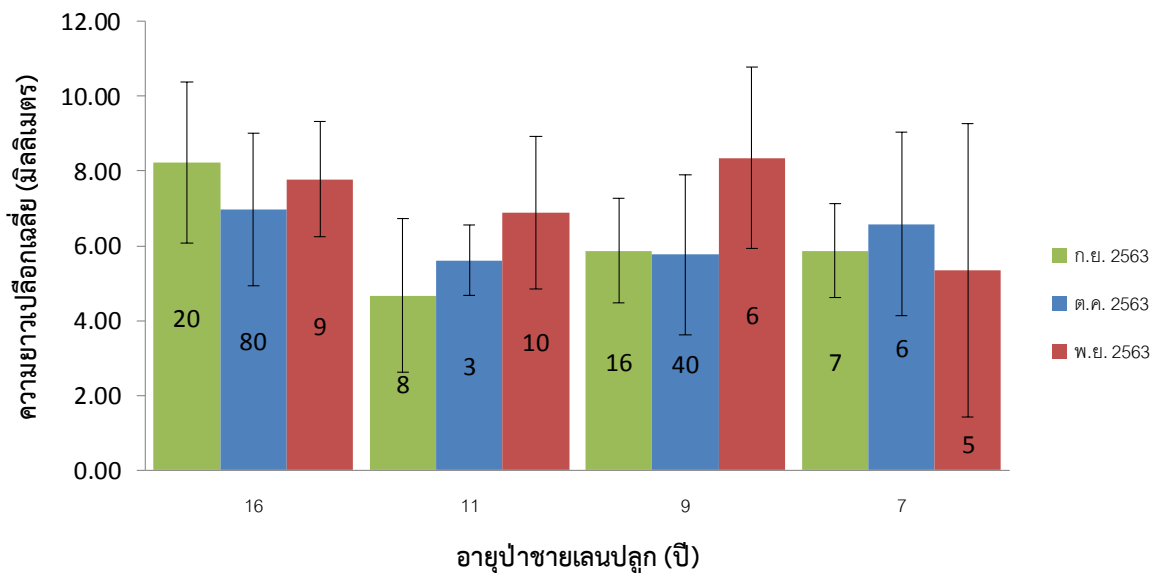
รูปที่ 4.9 การกระจายขนาดของ *Littoraria melanostoma* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (N = 399 ตัว)



รูปที่ 4.10 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ *Littoraria melanostoma* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (แถบแนวดิ่งแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, S.D.; ตัวเลขบนแท่งกราฟแสดงจำนวนตัวของหอยที่นำมาวัดขนาดในแต่ละแปลงป่าชายเลนปลูก)



รูปที่ 4.11 การกระจายขนาดของ *Littoraria scabra* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (N = 209 ตัว)



รูปที่ 4.12 ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ยของ *Littoraria scabra* ที่พบในแปลงป่าชายเลนปลูกแต่ละชั้นอายุในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (แถบแนวตั้งแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, S.D.; ตัวเลขบนแท่งกราฟแสดงจำนวนตัวของหอยที่นำมาวัดขนาดในแต่ละแปลงป่าชายเลนปลูก)

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลาย (H') ความหนาแน่น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลาย ความหนาแน่น และความหนาแน่นของหอยชนิดเด่น (*Optediceros breviculum*) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำหนักแห้งของรากและต้นอ่อน และจำนวนรากหรือต้นอ่อนด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient) พบว่าค่าความหนาแน่นของหอยฝาเดียวมีค่าแปรผันตามอุณหภูมิและน้ำหนักรากและต้นอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ความหนาแน่นของ *Optediceros breviculum* แปรผันตามอุณหภูมิและความเค็มอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และดัชนีความหลากหลายของหอยฝาเดียวแปรผันตามน้ำหนักซากพืช จำนวนซากพืช และแปรผกผันกับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient) ระหว่างดัชนีความหลากหลาย ความหนาแน่น และความหนาแน่นของหอยชนิดเด่น (*Optediceros breviculum*) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำหนักแห้งของรากและต้นอ่อน และจำนวนรากหรือต้นอ่อน ของพื้นที่สถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ความหนาแน่นของหอยฝาเดียว	ความหนาแน่นของ <i>Optediceros breviculum</i>	ดัชนีความหลากหลายของหอยฝาเดียว
อุณหภูมิ	0.283*	0.240*	0.055
ความเค็ม	0.154	0.238*	-0.433*
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	0.016	0.029	0.021
น้ำหนักรากและต้นอ่อน	0.270*	0.161	0.315*
จำนวนรากหรือต้นอ่อน	-0.096	-0.134	0.228*

หมายเหตุ * แสดงค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.5 วิจัยรณผลการศึกษา

4.5.1 ความหลากหลายและความหนาแน่นของหอยฝาเดียว

ในการศึกษานี้พบหอยฝาเดียวทั้งหมด 12 ชนิด เป็นชนิดที่พบได้จากการศึกษาป่าชายเลนในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน (Printrakoon *et al.*, 2008) ป่าชายเลนฝั่งทะเลอันดามัน (Macintosh *et al.*, 2002) รวมถึงในกลุ่ม *Littoraria* sp. ที่พบได้ในป่าชายเลนในหลายพื้นที่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทั้ง *Littoraria melanostoma* ในป่าชายเลนของประเทศมาเลเซีย (Sasekumar, 1974) และ *Littoraria scabra* ในประเทศฟิลิปปินส์ (Salmo *et al.*, 2017) ชนิดที่มีความโดดเด่นมากที่สุดคือ หอยสีแดง *Optediceros breviculum* (ชื่อเดิม *Assiminea brevicula*) ที่พบได้ทั่วไปและความหนาแน่นสูง (Suzuki *et al.*, 2002) หอยฝาเดียวชนิดนี้เป็นกลุ่มเด่นในหลายพื้นที่ตั้งแต่ป่าชายเลน

คลองโคก จังหวัดสมุทรสงคราม ป่าชายเลนคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ และป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (วันวิวัฒน์ วิจิตรวคุณ, 2544; ขนิษฐา แยมวงษ์; 2552; ญัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2561)

ในการศึกษานี้พบว่าหอยฝาเดียวส่วนมากดำรงชีวิตบนผิวดิน (epifauna) กว่า 11 ชนิด โดยมีเพียง *Littoraria scabra*, *Pirenella cingulata* (ชื่อเดิม *Cerithidea cingulata*), *Littoraria melanostoma*, *Littoraria scabra* และ *Cassidula aurisfelis* ที่ดำรงชีวิตระหว่างหน้าดินและบนต้นไม้ (วันวิวัฒน์ วิจิตรวคุณ, 2544; Salmo et al., 2017) และมีการพบหอยชนิด *Cassidula aurisfelis* ในป่าชายเลนปลูกที่มีอายุมาก (16 ปี) เช่นเดียวกับการศึกษาที่บ้านคลองหงาว จังหวัดระนอง ที่มีหอยสกุล *Cassidula* ในป่าที่มีอายุมาก (Macintosh et al., 2002)

ลักษณะความหลากหลายที่พบในพื้นที่สถานตากอากาศบางปูนี้จะมีความแตกต่างกับป่าในธรรมชาติและหาดเลน โดยไม่พบแปลงที่หอยฝาเดียวชนิด *Pirenella cingulata* มีความโดดเด่นในป่าอายุมากและป่าชายเลนธรรมชาติดังที่ปรากฏในการศึกษาที่บ้านคลองหงาว จังหวัดระนอง (Macintosh et al., 2002) รวมถึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงชนิดที่โดดเด่นตามอายุป่าที่มากขึ้นจากชนิดที่อาศัยบนหน้าดินในป่าอายุน้อยไปเป็นชนิดที่อาศัยบนต้นไม้ในป่าอายุมาก ดังที่ปรากฏในการศึกษาที่ประเทศฟิลิปปินส์ (Salmo et al., 2017) ที่การศึกษาครั้งนี้พบว่าหอยที่อาศัยบนหน้าดินชนิด *Optediceros breviculum* มีความโดดเด่นในป่าชายเลนปลูกทุกชั้นอายุ เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาในประเทศมาเลเซียในพบว่าการศึกษาครั้งนี้พบความโดดเด่นของ *Optediceros breviculum* (ชื่อ *Syncera brevicula* ในการศึกษา) เช่นเดียวกับการศึกษาในประเทศมาเลเซียในสถานที่ที่เป็นป่าชายเลนใกล้ทะเลและป่าชายเลนชั้นใน ที่พบว่าหอยชนิดนี้โดดเด่นและกระจายตัวตลอดแนวป่าชายเลนตั้งแต่ใกล้ทะเลจนถึงใกล้แม่น้ำ รวมถึงพบ *Littoraria scabra* (ชื่อ *Littorina scabra* ในการศึกษา) เป็นหนึ่งในหอยชนิดเด่นบนหน้าดินของป่าชายเลนชั้นใน (Sasekumar, 1974) และเมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาหอยในป่าชายเลนของพื้นที่อ่าวไทยตอนบน พบว่าหอยฝาเดียวส่วนมาก (9 จาก 12 ชนิด) เป็นชนิดที่พบในป่าชายเลนของพื้นที่อ่าวไทยตอนบน (Printrakoon et al., 2008) รวมถึงพบหอย *Optediceros breviculum* เป็นชนิดเด่นในป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี เช่นเดียวกับการศึกษาในพื้นที่คลองโคก จังหวัดสมุทรสงคราม (วันวิวัฒน์ วิจิตรวคุณ, 2544)

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของหอยฝาเดียวระหว่างป่าชายเลนปลูกในแต่ละชั้นอายุพบว่ามีความหลากหลายแตกต่างกันระหว่างอายุป่า และแตกต่างกันระหว่างระยะเวลาที่ทำการศึกษา 3 เดือนในป่าปลูกอายุ 16 11 และ 9 ปี โดยความหลากหลายที่แตกต่างตามอายุป่านี้พบได้ในการศึกษาจากป่าชายเลนปลูกต่างอายุที่มีการจัดการรูปแบบเดียวกันของประเทศฟิลิปปินส์ ที่ระบุว่าหอยที่อาศัยบนต้นไม้จะมีความหลากหลายเพิ่มขึ้นตามอายุป่า และหอยที่อาศัยบนผิวดินและในดินจะมีความหลากหลายลดลงเมื่ออายุป่าเพิ่มขึ้น โดยความหลากหลายเฉลี่ยของหอยฝาเดียวของการศึกษาครั้งนี้ในป่าอายุ 9 และ 7 ปีมีค่าสูงกว่าป่าที่มีอายุมาก (16 และ 11 ปี) สอดคล้องกับผลความหลากหลายของหอยที่ประกอบด้วยหอยส่วนมากที่อาศัยบนผิวดิน (Salmo et al., 2017) และ

สอดคล้องกับผลความหลากหลายของสัตว์หน้าดินเพิ่มในป่าชายเลนอายุปานกลาง (7-10 ปี) จากการเกิดแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยในการศึกษาของป่าชายเลนที่บ้านคลองหงาว จังหวัดระนอง (Macintosh *et al.*, 2002)

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของหอยฝาเดียวพบว่าค่าความหนาแน่นของหอยฝาเดียวมีความแตกต่างกันระหว่างป่าในแต่ละอายุ โดยเฉพาะในป่าอายุ 16 ปีที่มีค่าระหว่าง 403-478 ตัวต่อตารางเมตร มีค่ามากกว่าป่าอายุ 11 ปี (129-318 ตัวต่อตารางเมตร) ป่าอายุ 9 ปี (219-295 ตัวต่อตารางเมตร) และป่าอายุ 7 ปี (124-265 ตัวต่อตารางเมตร) โดยความหนาแน่นที่สูงกว่าอายุอื่นอย่างชัดเจนในป่าอายุ 16 ปีมาจากความหนาแน่นของหอยชนิด *Optediceros breviculum* ที่หนาแน่นมากกว่าป่าอายุอื่น สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ระบุว่า *Optediceros breviculum* จะเลือกอาศัยในบริเวณที่มีพืชปกคลุมและมีปริมาณซากพืชมากกว่า (Suzuki *et al.*, 2002) ความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นตามอายุป่านั้นสอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม (วันวิภา วิชิตวรคุณ, 2544) และเมื่อพิจารณาความหนาแน่นในหอยฝาเดียวแต่ละชนิดในการศึกษานี้พบว่าความหนาแน่นของหอยชนิด *Optediceros breviculum*, *Littoraria melanostoma*, *Littoraria scabra* และ *Pirenella cingulata* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุป่า และชนิด *Neripteron violaceum* (ชื่อเดิม *Neritina violacea*) ที่ลดลงเมื่ออายุป่าเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงการสร้างกลุ่มประชาคมหอยในฟิลิปปินส์ ที่ระบุว่าชนิดที่อาศัยบนต้นไม้หรือพืชอาหารจากพืชจะมีความหนาแน่นเพิ่มตามอายุป่าจากปริมาณสารอินทรีย์และมวลชีวภาพของพืชที่สูงขึ้นตามอายุป่า ทำให้ป่าชายเลนที่มีอายุมากมีอาหารมากกว่าป่าชายเลนที่มีอายุน้อยกว่า (Salmo *et al.*, 2017)

4.5.2 การกระจายขนาดของหอยฝาเดียว

ในการศึกษานี้พบว่าหอยฝาเดียวทั้ง 4 ชนิดคือ *Optediceros breviculum*, *Littoraria melanostoma*, *Littoraria scabra* และ *Neripteron violaceum* มีรูปแบบการกระจายขนาดที่คล้ายคลึงกันในป่าชายเลนแต่ละชนิด โดยชนิดที่สามารถเห็นรูปแบบการกระจายได้ชัดเจนคือ *Optediceros breviculum* ที่มีขนาดเพิ่มขึ้นในป่าชายเลนที่มีอายุมาก โดยมีขนาดประชากรของ *Optediceros breviculum* ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-4 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าหอยชนิดเดียวกันที่พบในบริเวณบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม (Suzuki *et al.*, 2002) รวมถึงขนาดเฉลี่ยของหอยชนิดนี้ในป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปีที่ใหญ่กว่าป่าอายุ 16 ปีนั้น มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาข้างต้นที่ระบุว่าหอย *Optediceros breviculum* มีขนาดใหญ่ในสถานีที่อยู่บริเวณกลางป่า ไม่ได้กับทะเลและนอกแนวป่าชายเลนมากเกินไป จึงทำให้ในป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปีที่มีตำแหน่งแปลงศึกษาห่างจากทะเลมากกว่าป่าอายุอื่นมีขนาดของ *Optediceros breviculum* ใหญ่กว่า (Suzuki *et*

al., 2002) และ *Neripteron violaceum* ที่มีขนาดลดลงในป่าชายเลนที่มีอายุมาก คล้ายคลึงกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพในป่าชายเลนที่มีชั้นอายุแตกต่างกัน (Salmo and Duke, 2010)

ในชนิด *Littoraria melanostoma* และ *Littoraria scabra* แสดงการกระจายขนาดที่ไม่ชัดเจนเนื่องจากจำนวนหอยที่พบในแต่ละแปลงมีน้อย โดยหอยในชนิดข้างต้นทั้ง 2 ชนิดอาจมีแนวโน้มของขนาดที่เพิ่มขึ้นตามอายุของป่าชายเลนปลูกจากการดำรงชีวิตที่อยู่บนผิวดินและบนต้นไม้ (Salmo et al., 2017)

4.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลาย (H') ความหนาแน่น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลาย ความหนาแน่น และความหนาแน่นของหอยชนิดเด่น (*Optedicerus breviculum*) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำหนักแห้งของรากและต้นอ่อน และจำนวนรากหรือต้นอ่อนด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient) พบว่าค่าความหนาแน่นของหอยฝาเดียวมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและน้ำหนักซากพืช สอดคล้องกับผลการศึกษาระดับบ้านคลองโคกนง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่พบว่าความหนาแน่นของหอยฝาเดียวแปรผันตามมวลชีวภาพของพืช (วันวิวัฒน์ วิชิตวรคุณ, 2544) ความหนาแน่นของหอยชนิด *Optedicerus breviculum* มีค่าแปรผันตามอุณหภูมิและความเค็มสอดคล้องกับผลการศึกษาระดับการกระจายขนาดของ *Optedicerus breviculum* บริเวณบ้านคลองโคกนง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่สรุปได้ว่าหอยฝาเดียวชนิดดังกล่าวเลือกอยู่ในบริเวณป่าที่อยู่ใกล้กับที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณใกล้ทะเลของป่าชายเลน รวมถึงของความหนาแน่นของหอยชนิดนี้มีแนวโน้มที่จะแปรผันตามน้ำหนักซากพืชสอดคล้องกับผลการศึกษาดังกล่าวเช่นเดียวกัน (Suzuki et al., 2002) ค่าดัชนีความหลากหลายของหอยฝาเดียวแปรผันตามน้ำหนักซากพืช จำนวนซากพืช และแปรผกผันกับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าความหลากหลายที่มากขึ้นตามลักษณะพืชที่เปลี่ยนแปลงไปตามโครงสร้างพืชของป่า สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์ที่พบว่าความหลากหลายของหอยมีค่าสูงในป่าที่มีความหนาแน่นของพืชสูง (Salmo et al., 2017) และค่าดัชนีความหลากหลายของหอยฝาเดียวแปรผกผันกับความเค็มสอดคล้องกับการศึกษาในประเทศมาเลเซียที่พบว่าความหลากหลายของหอยในบริเวณใกล้ทะเลมีน้อยกว่าป่าชายเลนชั้นในที่อยู่ใกล้บริเวณบก (Sasekumar, 1974)

4.5.4 การใช้หอยฝาเดียวในการเป็นดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนปลูก

ในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนนั้นสามารถใช้ความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) ความโดดเด่นของสัตว์หน้าดินบางชนิด (Macintosh et al., 2002) และการปรากฏของสัตว์หน้าดินที่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุป่า (Salmo et al., 2017) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาได้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปีของพื้นที่สถาน

ตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ มีลักษณะปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและความหลากหลายของหอยฝาเดียวที่ใกล้เคียงกันระหว่างป่าแต่ละอายุ โดยพบหอยฝาเดียว 11-12 ชนิด ทำให้เกณฑ์ที่สามารถใช้แสดงความแตกต่างระหว่างประชาคมหอยในป่าแต่ละอายุป่าคือการปรากฏของหอยฝาเดียวในบางชนิด เช่นกรณีที่การศึกษาที่พบ *Cassidula auriferis* เฉพาะในป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปีเท่านั้น ซึ่งหอยชนิดนี้มีโครงสร้างที่สมบูรณ์และพบในป่าที่มีอายุมาก (Macintosh *et al.*, 2002) และความหนาแน่นของหอยฝาเดียว โดยความหนาแน่นของหอยฝาเดียวชนิด *Optediceros breviculum* ที่มีค่ามากกว่า 70 ตัวต่อตารางเมตรในทุกแปลงที่ทำการศึกษาทำให้ป่าชายเลนของพื้นที่สถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ เป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) รวมถึงความหลากหลายของชนิดหอยที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มของมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นจากความหนาแน่นและขนาดเฉลี่ยของหอยฝาเดียวชนิดเด่น (*Optediceros breviculum*) ที่มีค่ามากขึ้นตามชั้นอายุป่า ที่บ่งบอกว่าป่าชายเลนมีความอุดมสมบูรณ์และประสบความสำเร็จในการฟื้นฟูเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยแก่สัตว์หน้าดิน (Bosire *et al.*, 2008)

บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาโครงสร้างประชาคมและการเติบโตของหอยฝาเดียวในการใช้เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลน ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระบบนิเวศกึ่งบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 สามารถสรุปได้ดังนี้

หอยฝาเดียวที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งสิ้น 12 ชนิด ใน 11 สกุล มีความหนาแน่นเฉลี่ยระหว่าง 124-478 ตัวต่อตารางเมตร โดยค่าความหนาแน่นในป่าอายุ 16 ปีมากที่สุดและมีความแตกต่างกันระหว่างอายุป่าอย่างมีนัยสำคัญ มีชนิดเด่นคือ *Optediceros breviculum* (L. Pfeiffer, 1855) มีสัดส่วนร้อยละ 50.05-81.22 ของหอยฝาเดียวที่พบและมีความหนาแน่นที่ 76-337 ตัวต่อตารางเมตร ค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าระหว่าง 0.65-1.29 และมีความแตกต่างกันระหว่างอายุป่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยในป่าชายเลนปลูกที่มีอายุน้อยจะมีดัชนีความหลากหลายเฉลี่ยสูงกว่าป่าที่มีอายุมาก

ประชาคมของหอยฝาเดียวที่พบนอกจากชนิดเด่นคือ *Optediceros breviculum* แล้วยังพบ *Salinator burmana* (Blanford, 1867), *Neripteron violaceum* (Gmelin, 1791), *Littoraria melanostoma* (Gray, 1839), และ *Littoraria scabra* (Linnaeus, 1758) เป็นชนิดที่มีความหนาแน่นสูงและมีความโดดเด่นรองลงมา โดยมีชนิด *Cassidula auriferis* ที่พบได้เฉพาะป่าที่มีอายุ 16 ปี และ *Euthria arcanesis* ที่ไม่พบในแปลงป่าอายุ 16 ปีเป็นชนิดที่ไม่มีการปรากฏในทุกแปลงป่าที่ทำการศึกษา

การกระจายขนาดความยาวเปลือกของหอยฝาเดียว 4 ชนิดคือ *Optediceros breviculum*, *Neripteron violaceum*, *Littoraria melanostoma*, และ *Littoraria scabra* พบว่ามี 2 ชนิดที่มีขนาด

ของกุ่มประชากรแตกต่างกันตามชั้นอายุของป่าชายเลนปลูก โดย *Optediceros breviculum* มีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อป่าอายุมากขึ้น ในขณะที่ *Neripteron violaceum* มีขนาดลดลงเมื่อป่าอายุมากขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีความหลากหลาย ความหนาแน่น และความหนาแน่นของหอยชนิดเด่น (*Optediceros breviculum*) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำหนักแห้งของรากและดินอ่อน และจำนวนรากหรือดินอ่อนพบว่าความหนาแน่นของหอยฝาเดียวแปรผันตามอุณหภูมิและน้ำหนักแห้งของพีช ความหนาแน่นของหอยชนิด *Optediceros breviculum* แปรผันตามอุณหภูมิและความเค็ม รวมถึงดัชนีความหลากหลายแปรผันตามน้ำหนักแห้งและจำนวนซากพีช แต่แปรผกผันกับความเค็ม

จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อมูลที่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลนได้แก่ การปรากฏของหอยชนิด *Cassidula auriferis* ที่มีแหล่งอาศัยบนต้นไม้ใหญ่และพบในป่าอายุมากที่มี ความหนาแน่นของหอยฝาเดียวที่มีค่ามากในป่าที่มีอายุมาก รวมถึงความหนาแน่นของ *Optediceros breviculum* ที่มีค่ามากกว่า 70 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งชี้ให้เห็นว่าป่าชายเลนในพื้นที่ศูนย์ศึกษาระรรมชาติกองทัพบก (บางปู) จังหวัดสมุทรปราการ มีความอุดมสมบูรณ์มากตามตัวชี้วัดของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง รวมถึงความหนาแน่นและความยาวเปลือกของหอยที่เพิ่มขึ้นยังบ่งบอกถึงแนวโน้มของมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นความสำเร็จในการฟื้นฟูป่าชายเลนตามข้อมูลการศึกษาของหลายพื้นที่ในปัจจุบันอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดการฟื้นฟูป่าชายเลนอย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีข้อมูลของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชนิดอื่นประกอบข้อมูลที่ได้จากการศึกษาประชาคมหอย
2. การศึกษาความยาวของเปลือกหอยและการกระจายขนาดนั้นยังไม่สามารถให้ข้อมูลที่สามารถวัดความแตกต่างระหว่างอายุป่าได้ การเพิ่มระยะเวลาหรือจำนวนตัวอย่างในการศึกษาจะช่วยให้ได้ผลการศึกษาที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ควรมีการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติมโดยเฉพาะขนาดตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์ในดินที่มีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดิน
4. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างฤดูเพิ่มเติมเพราะการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างฤดูที่ส่งผลต่อประชาคมของสัตว์หน้าดินในป่าชายเลน เช่น ความเค็มที่อาจจะมีค่าสูงขึ้นในฤดูร้อน

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชนิษฐา แยมวงษ์. 2552. ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กับลักษณะเฉพาะของตะกอนดินในป่าชายเลนคลองด่านและอ่าวทุ่งโปรง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกิตติ์ โตอ่อน. 2561. ชนิดการกระจาย ความชุกชุมของหอยและปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณป่าชายเลน ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 26(4): 588-603.
- วันวิภาห์ วิชิตวรคุณ. 2544. สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคก จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สนิท อักษรแก้ว. 2541. ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและการจัดการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาษาอังกฤษ

- Alfaro, A. C. 2008. Diet of *Littoraria scabra*, while vertically migrating on mangrove trees: gut content, fatty acid, and stable isotope analyses. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 79(4): 718-726.
- Ashton, E. C., Macintosh, D. J., and Hogarth, P. J. 2003. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. Journal of Tropical Ecology, 19: 127-142.
- Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B. I., Lewis Iii, R. R., Field, C., Kairo, J.G. and Koedam, N. 2008. Functionality of restored mangroves: a review. Aquatic Botany, 89(2): 251-259.
- Ellison, A.M., 2000. Mangrove restoration: do we know enough? Restor. Ecol. 8: 219–229.
- Hogarth, P. J. 2015. The biology of mangroves and seagrasses. Oxford University Press.
- Macintosh, D. J., Ashton, E. C., and Havanon, S. 2002. Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: a study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 55(3): 331-345.

- Nagelkerken, I. S. J. M., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Menecke, J.O., Pawlik, J., Penrose H.M., Sasekumar A. and Somerfield, P. J. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic botany*, 89(2): 155-185.
- Printrakoon, C., Wells, F. E., & Chitramvong, Y. 2008. Distribution of molluscs in mangroves at six sites in the upper Gulf of Thailand. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 18, 247-257.
- Pumijumngong, N. 2013. In Faridah-Hanum, I., Latiff, A., Hakeem, K. R., and Ozturk, M. (Eds.), *Mangrove ecosystems of Asia: status, challenges and management strategies.*, pp. 61-79. New York, NY: Springer
- R Core Team. 2020. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Salmo, S. G., & Duke, N. C. 2010. Establishing mollusk colonization and assemblage patterns in planted mangrove stands of different ages in Lingayen Gulf, Philippines. *Wetlands Ecology and Management*, 18(6), 745-754.
- Salmo, S. G., Tibbetts, I., and Duke, N. C. 2017. Colonization and shift of mollusc assemblages as a restoration indicator in planted mangroves in the Philippines. *Biodiversity and Conservation*, 26(4): 865-881.
- Sasekumar, A. 1974. Distribution of Macrofauna on a Malayan Mangrove Shore. *Journal of Animal Ecology*, 43(1): 51-69.
- Suzuki, T., Nishihira, M. and Paphavasit, N. 2002. Size structure and distribution of *Ovassiminea brevicula* (Gastropoda) in a Thai mangrove swamp. *Wetlands Ecology and Management*, 10: 265-271.
- Zvonareva, S., and Kantor, Y. 2016. Checklist of gastropod molluscs in mangroves of Khanh Hoa province, Vietnam. *Zootaxa*, 4162(3), 401-437.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหอยฝาเดียวในป่าชายเลน
ปลูกอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	3	1879105.657	626368.552	14.425	0.0000017
Within group	188	8163325.986	43421.946		
Total	191	10042431.64	52578.176		

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของหอยฝาเดียวระหว่างเดือนในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	44928.667	22464.333	0.229	0.796
Within group	45	4408079.004	97957.311		
Total	47	4453007.670	94744.844		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	290472.666	145236.333	7.302	0.00179
Within group	45	894934.002	19887.422		
Total	47	1185406.669	25221.418		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	47744.000	23872.000	0.878	0.422
Within group	45	1222357.001	27163.488		
Total	47	1270101.001	27023.425		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	199652.666	99826.333	4.257	0.0202
Within group	45	1055157.997	23447.955		
Total	47	1254810.664	26698.099		

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบดัชนีความหลากหลายของหอยฝาเดียวในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	3	1.454	0.484	2.904	0.0360
Within group	188	31.369	0.166		
Total	191	32.823	0.171		

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบดัชนีความหลากหลายระหว่างเดือนในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	3.272	1.636	12.717	0.0000418
Within group	45	5.789	0.128		
Total	47	9.062	0.192		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	1.760	0.880	6.291	0.0038
Within group	45	6.296	0.140		
Total	47	8.056	0.171		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	0.946	0.473	3.226	0.0490
Within group	45	6.602	0.146		
Total	47	7.549	0.160		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	0.195	0.097	0.674	0.514
Within group	45	6.506	0.144		
Total	47	6.701	0.142		

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความยาวของเปลือกหอยในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA ในชนิด (1) *Optedicerus breviculum* (2) *Neripteron violaceum* (3) *Littoraria melanostoma* และ (4) *Littoraria scabra*

Optedicerus breviculum

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	3	409.356	136.452	103.879	-6.66e-16
Within group	1208	1586.782	1.313		
Total	1211	1996.138	1.648		(1)

Neripteron violaceum

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	3	294.124	98.042	36.826	4.441e-16
Within group	391	1040.946	2.662		
Total	394	1335.07	3.388		(2)

Littoraria melanostoma

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	3	669.055	223.018	16.466	4.219e-10
Within group	395	5349.823	13.544		
Total	398	6018.878	15.123		(3)

Littoraria scabra

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	3	75.974	25.325	5.438	0.0012
Within group	206	959.404	4.657		
Total	209	1035.378	4.954		(4)

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความยาวของเปลือกหอยระหว่างเดือนในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA ในชนิด *Optediceros breviculum*

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	13.078	6.539	6.617	0.00154
Within group	300	296.444	0.988		
Total	302	309.522	1.024		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	7.558	3.779	2.073	0.127
Within group	300	546.683	1.822		
Total	302	554.242	1.835		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	3.651	1.825	1.210	0.299
Within group	300	452.487	1.508		
Total	302	456.138	1.510		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	3.390	1.695	1.929	0.146
Within group	300	263.488	0.878		
Total	302	266.878	0.883		

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความยาวของเปลือกหอยระหว่างเดือนในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA ในชนิด *Neripteron violaceum*

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	51.222	25.611	13.013	0.0000103
Within group	93	183.024	1.968		
Total	95	234.247	2.465		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	35.458	17.729	4.948	0.00854
Within group	125	447.865	3.582		
Total	127	483.324	3.805		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	8.222	4.111	3.258	0.0417
Within group	124	156.464	1.261		
Total	126	164.687	1.307		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	23.968	11.984	4.123	0.0233
Within group	41	119.171	2.906		
Total	43	143.140	3.328		

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความยาวของเปลือกหอยระหว่างเดือนในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA ในชนิด *Littoraria melanostoma*

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	102.905	51.452	6.059	0.00295
Within group	148	1256.626	8.490		
Total	150	1359.532	9.063		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	46.679	23.339	1.980	0.145
Within group	71	836.638	11.783		
Total	73	883.317	12.100		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	233.182	116.591	11.065	0.0000679
Within group	69	727.038	10.536		
Total	71	960.220	13.524		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	317.644	158.822	10.031	0.000109
Within group	97	1535.700	15.831		
Total	99	1853.345	18.720		

ภาคผนวก ฅ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความยาวของเปลือกหอยระหว่างเดือนในป่าอายุ 16 11 9 และ 7 ปี ด้วยวิธี One-way ANOVA ในชนิด *Littoraria scabra*

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 16 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	14.837	7.418	1.922	0.151
Within group	106	409.002	3.858		
Total	108	423.839	3.924		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 11 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	22.116	11.058	2.894	0.0812
Within group	18	68.762	3.820		
Total	20	90.879	4.543		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 9 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	35.555	17.777	3.803	0.0279
Within group	59	275.785	4.674		
Total	61	311.340	5.104		

เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างเดือนป่าชายเลนปลูกอายุ 7 ปี

Source	df	Sum of square	Mean of square	F	sig
Between group	2	4.313	2.156	0.250	0.781
Within group	15	129.031	8.602		
Total	17	133.344	7.843		

