

๕๖๖.๖๙๘
ม ๖๓๕ก
ร. ๒

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ปริญญานิพนธ์

ของ

เมธา โยธาฤทธิ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนสิ่งแวดล้อม)

พฤษภาคม ๒๕๔๙

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

h ๒๘๙๗๘

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

บทคัดย่อ
ของ
เมธา โยธาฤทธิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา (การสอนสิ่งแวดล้อม)

พฤษภาคม 2549

เมธา โยธาทฐี.(2549). การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษา
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปรินญานินพนธ์ กค.ม.(การมัธยมศึกษา กลุ่มการลอนลิ่งแวลล่อม).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ดร.สนอง
ทองปาน , ดร. สุนันทา มนัสมงคล.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการคือ 1) เพื่อใช้แหล่งทรัพยากรป่าชายเลนในชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน 2) เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ
3) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน 3 ด้านคือ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัย
เทคนิคจันทบุรี จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลา 14 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง
การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบความแตกต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบแบบ
t – test for dependent samples

ผลวิจัย ปรากฏดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นทั้ง 5 บท มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพ
83.70/89.73 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
2. ชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น ใช้ทดลองสอนได้ผลดี กล่าวคือ
 - 2.1 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 - 2.2 นักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 - 2.3 นักศึกษามีเจตคติต่อชุดปฏิบัติการในระดับดี

DEVELOPING AN IMPLEMENTING PACKAGE ON THE MANGROVES ECOSYSTEM FOR
THE VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
METHA YOTHARITH

Presented in partial fulfillment of the requirements
for Master of Education degree in Secondary Education (Environment Education)
at Srinakharinwirot University
May 2006

Metha Yotharith. (2006). *Developing an Implementing Package on the Mangroves Ecosystem for the Vocational Certificate Students*. Master thesis , M.Ed.((Secondary Education - (Environment Education)). Bangkok : Graduate School , Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Sanong Thongpan , Dr. Sunanta Manasmongkol.

The purpose of this study was to 1) utilize the community's mangroves resource in learning mangroves ecosystem 2) develop an implementing package on the mangroves ecosystem and to study the students' achievement, science process skills and attitudes toward science laboratory directions.

The sample of this study were the thirty-five vocational certificate students, Chanthaburi Technical College, in the second semester of 2005 academic year. They were selected by multistage sampling. The experiment was taken for fourteen 60-minute periods. The data were analyzed by t-test for dependent samples.

The result of this study indicated that :

1) The efficiency of laboratory directions package on the mangroves ecosystem was 83.70/89.73, which was higher than the criterion.

2) Instructional experimentation with students released positive results :

2.1 The learning achievement, before and after the experiment were significantly different at the 0.01 level.

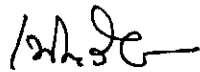
2.2 The science process skills, before and after experiment were significantly different at the 0.01 level.

2.3 The student's attitudes toward the laboratory directions were at "the good" level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ของ
เมธา โยธาฤทธิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนสิ่งแวดล้อม)
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่ ๒๓ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๙

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

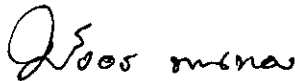


.....ประธาน

(อาจารย์ ดร. สมอง ทองปาน)

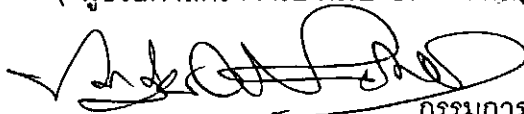
.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุนันทา มั่นสมงคล)



.....กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บังอร พานทอง)



.....กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดีจาก ดร.สนอง ทองปาน ประธานกรรมการที่ปรึกษา ดร.สุนันทา มนัสมงคล กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาอุทิศเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ ให้แนวทางในการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บังอร พานทอง ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทรี รินทร์คำ คุณสมชาย ดิษฐศรี อาจารย์อุดม เครือวัลย์ อาจารย์วรางคณา สิริยานนท์ และอาจารย์ปาริชาติ ธนาภรณ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ นายสมชาย อ่างสูง ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรีที่กรุณาสับสนุนทุนในการวิจัย อาจารย์วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรีที่มีส่วนช่วยทั้งกำลังกาย และกำลังใจ กระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่สาว เพื่อน และลูกศิษย์ ที่มีส่วนสนับสนุน ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยหวังว่าผลงานวิจัยในครั้งนี้คงเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษา คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่บิดา มารดา ครู และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เมธา โยธาฤทธิ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
ได้รับทุนอุดหนุนจากวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	5
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ.....	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับป่าชายเลน.....	16
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	30
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	32
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	37
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา.....	45
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานอกสถานที่.....	48
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	53
งานวิจัยในประเทศ.....	53
งานวิจัยต่างประเทศ.....	56
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60
ขั้นที่ 1 สำรวจข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ.....	60
ขั้นที่ 2 การพัฒนาและหาคุณภาพชุดปฏิบัติการ.....	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ) ขั้นที่ 3 การนำชุดปฏิบัติการไปทดลองสอน.....	64
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	64
ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง.....	64
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	65
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการ.....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
การพัฒนาชุดปฏิบัติการ.....	73
การศึกษาผลการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการ.....	76
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	78
ความมุ่งหมายการวิจัย.....	78
สมมติฐานในการวิจัย.....	78
วิธีดำเนินการวิจัย.....	78
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผล.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	87
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	101
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	272

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงปี พ.ศ.2504-2539.....	24
2 แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการใช้ชุดปฏิบัติการ.....	66
3 แสดงแบบแผนการวิจัย.....	69
4 แสดงผลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาขึ้น.....	74
5 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างใช้ชุดปฏิบัติการ และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังใช้ชุดปฏิบัติการ.....	76
6 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังใช้ชุดปฏิบัติการ.....	77
7 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังใช้ชุดปฏิบัติการ.....	77
8 แสดงคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน.....	78
9 สรุปค่าการประเมินความสอดคล้อง (IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมของชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.....	106
10 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน.....	108
11 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน.....	110
12 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน.....	112
13 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน.....	114

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

14	สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน.....	116
15	สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	118
16	สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	120
17	สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อ ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ.....	122
18	แสดงคะแนนแบบทดสอบหลังการทดลองในบทปฏิบัติการที่ 1 – 5.....	126
19	แสดงคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างใช้ชุดปฏิบัติการ และคะแนนประเมินผลหลังใช้ ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ.....	127
20	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	128
21	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	130
22	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการใช้ชุดปฏิบัติการของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง.....	132
23	แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดปฏิบัติการ ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง.....	133
24	แสดงคะแนนเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	134

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 การถ่ายทอดพลังงานและการถ่ายทอดสารในระบบนิเวศ.....	13
2 ห่วงโซ่อาหาร.....	15
3 สายใยอาหาร.....	15
4 การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร.....	16

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปาล์มน้ำมันเป็นอาณาจักรของสรรพสิ่งที่มีชีวิตรวมทั้งพืชและสัตว์ ปาล์มน้ำมันให้ผลประโยชน์แก่มวลมนุษยชนนับประการทั้งในด้านพลังงาน อีกทั้งเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นที่ยาวใช้ เป็นแหล่งอาหาร และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยทำให้สัตว์น้ำนานาชนิดเจริญเติบโต นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันยังช่วยป้องกันภัยธรรมชาติโดยเฉพาะเป็นเกราะกำบังและลดความรุนแรงของคลื่นลมชายฝั่ง ช่วยดักตะกอน สิ่งปฏิกูล และสารพิษต่างๆ โดยตรงมิให้ไหลลงไปสะสมในบริเวณชายฝั่งและในทะเล ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศโดยเฉพาะผู้มีพื้นฐานอาศัยอยู่ห่างไกลจากบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรือทะเลสาบอาจจะไม่ค่อยรู้จักมักคุ้นหรือได้สัมผัสกับปาล์มน้ำมันมากนัก เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นสังคมพืชที่ชอบขึ้นและพบอยู่ทั่วไปบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากอ่าว ลำคลอง ทะเลสาบ และรอบเกาะแก่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึงในเขตร้อน (Tropical) และเขตกึ่งร้อน (Subtropical) ซึ่งเป็นดินเลนจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพามาตามแม่น้ำ ลำธารหรือ กระแสน้ำ และเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเล กลายเป็นน้ำกร่อยที่มีสภาพความเค็มแตกต่างกัน ชาวบ้านที่อาศัยบริเวณริมฝั่งทะเลมักเรียกปาล์มน้ำมันกันติดปาก กันว่า “ปาล์มน้ำมัน” เนื่องจากมีปาล์มน้ำมันเป็นไม้เด่นและขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศบริเวณชายฝั่งอาจจะกล่าวได้ว่า ปาล์มน้ำมันเป็นเสมือนพื้นที่หรือเขตแนวที่เชื่อมต่อระหว่าง พื้นที่บนบกกับทะเลนั่นเอง ซึ่งนับเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทั้งในแง่นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจเป็นอย่างยิ่ง เป็นระบบนิเวศที่มีความอ่อนไหวและเปราะบางสามารถลดลงและเพิ่มขึ้นในเวลาอันรวดเร็ว

จากการสำรวจของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2539 ปาล์มน้ำมันที่พบมากที่สุดและรองลงมาคือ จังหวัดพังงา สตูล กระบี่ และตรัง ซึ่งมีพื้นที่ 1.90, 1.83, 1.76 และ 1.50 แสนไร่ตามลำดับ (สนธิ อักษรแก้ว, 2545:15) และจากการสำรวจของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2544 พบว่า มีปาล์มน้ำมันอยู่ประมาณ 1.05 ล้านไร่ กระจายตลอดชายฝั่งทะเล สำหรับภาคตะวันออก ตั้งแต่จังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี จนถึงฉะเชิงเทรา และภาคกลางจากสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรีจนถึงประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งทั้งสองภาครวมแล้วมีพื้นที่ประมาณเพียง 14.8 แสนไร่ของพื้นที่ปาล์มน้ำมันทั้งหมดของประเทศไทยเท่านั้น สำหรับภาคใต้ฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทย ตั้งแต่ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา จนถึงปัตตานี และด้านชายฝั่งทะเลอันดามันจากกระนอง พังงาภูเก็ต กระบี่ ตรัง จนถึง สตูล มีพื้นที่มากที่สุดถึง 85.2 แสนไร่ของปาล์มน้ำมันทั้งหมดของประเทศ

ป่าชายเลนเป็นตัวกลางทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศบนบกกับระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งเปรียบเสมือน "สะพาน" เชื่อมต่อกับพื้นที่บกกับทะเล นั้นย่อมหมายความว่าป่าชายเลนมีความสำคัญอย่างมาก ในการที่จะช่วยสร้างความสมดุลให้เกิดขึ้นในทะเลและบริเวณชายฝั่งป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นป้อมปราการชั้นดีและราคาถูกในการป้องกันดินพังทลายชายฝั่ง ป้องกันและบรรเทาความรุนแรงของคลื่นลมพายุชายฝั่ง เป็นถิ่นอาศัยของสัตว์น้ำ เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนให้เจริญวัย ขณะเดียวกันสัตว์บกก็สามารถอาศัยและแสวงหาอาหารในป่าชายเลน ทำให้ป่าชายเลนหลากหลายไปด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และที่สำคัญอีกประการก็คือ ป่าชายเลนมีระบบรากและกลไกที่สำคัญของระบบนิเวศที่มีความสามารถในการช่วยกั้นกรองและดูดซับสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ถูก ปลดปล่อยจากบนบกลงไปสู่ชายทะเลโดยตรงซึ่งเป็นกระบวนการลดการเน่าเสียของน้ำในชายฝั่งทะเลและแม่น้ำ ลำคลอง ทั้งนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับป่าชายเลนที่เห็นผลอย่างชัดเจนเช่น การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชแหลม ผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี นอกจากนี้ป่าชายเลนสามารถช่วยเพิ่มความสดชื่นและลดความเป็นพิษให้กับอากาศบริเวณชายฝั่งอีกด้วยโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกล่าวคือป่าชายเลนสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ผลผลิตประมาณ 4 ตันคาร์บอน/ไร่/ปี และปลดปล่อยออกซิเจนประมาณ 2.9 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ(สนธิ อักษรแก้ว. 2545 : 20)

ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมาป่าชายเลนของประเทศไทยถูกบุกรุกทำลายอย่างมาก จากพื้นที่ป่า 1.227 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2529 (วันชัย อิงปัญจลาภ. 2539 : 5) เหลือ 1.05 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2544 (สนธิ อักษรแก้ว. 2545 : 17) และยังคงเป็นปัญหาที่รุนแรงและต่อเนื่องซึ่งส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ทั้งสิ้น ดังพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2534 ความว่า ป่าชายเลนมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศของพื้นที่ชายฝั่งทะเลและอ่าวไทย แต่ปัจจุบันป่าชายเลนของประเทศไทยเรากำลังถูกบุกรุก และถูกทำลายลงไป โดยผู้แสวงหาประโยชน์ส่วนตน โดยเฉพาะต้นโกงกางที่เป็นไม้ชายเลนที่แปลกและขยายพันธุ์ค่อนข้างยาก เพราะต้องอาศัยน้ำขึ้นน้ำลงในการเติบโตด้วย (สนใจ หะวานนท์. 2545 : 126) จากพระราชกระแสดำรัสดังกล่าว ประชาชนทุกคนจึงควรร่วมมือร่วมใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชายเลน ทั้งนี้ วันชัย อิงปัญจลาภ (2539 : 61) เสนอว่าสาเหตุของการบุกรุกทำลายป่าชายเลนที่สำคัญประการหนึ่งคือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่เพียงพอ และยังไม่ถูกต้อง ทั้งระดับผู้บริหารชั้นสูง นักการเมือง เจ้าหน้าที่ที่ควบคุมดูแลป่าชายเลน ผู้ลงทุน ผู้นำชุมชน นักเรียน นักศึกษา และประชาชนโดยทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของสนใจ หะวานนท์ (2545 : 159) ที่เสนอแนวทางในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชายเลนโดยการเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนให้ประชาชน นักเรียน นักศึกษา ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องให้ทราบและเห็นความสำคัญของป่าชายเลน และข้อเสนอแนวปฏิบัติที่เป็นไปได้ต่อการป้องกันฟื้นฟู และการอนุรักษ์ป่าชายเลนของประเทศดังที่ สนธิ อักษรแก้ว (2545 : 18) เสนอไว้อีกประการหนึ่งว่า ควรเร่งรัดการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ความรู้ความเข้าใจและให้การศึกษาต่อบุคคลทุกระดับอย่าง

ต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปายายเลนที่ถูกต้องอย่างแท้จริงซึ่งจะส่งผลให้มีการใช้ประโยชน์จากปายายเลนอย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์ (2538 : 224) เสนอแนวทางในการจัดการปายายเลนอย่างยั่งยืนว่า ควรส่งเสริม สนับสนุนการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาปายายเลน ดังนั้นจึงต้องมีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปายายเลนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักและเห็นความสำคัญของปายายเลนเพื่อที่จะได้ช่วยกันอนุรักษ์ให้คงอยู่ต่อไป

แต่จากการสำรวจปัญหาในการเรียนการสอนของผู้วิจัยเรื่องระบบนิเวศปายายเลนของวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี พบว่าส่วนใหญ่เป็นรูปแบบการนำเสนอให้ข้อมูลทั่วไป เน้นการบรรยาย มีการสาธิตการทดลอง เน้นเนื้อหามากกว่าให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ยังไม่มีการผลิตสื่อการสอนที่เหมาะสมทำให้ผู้เรียนไม่สนใจการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ทำให้ผู้วิจัยสนใจและเห็นความสำคัญของการสร้างชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศปายายเลน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริงที่สามารถช่วยถ่ายทอดเนื้อหาให้เป็นรูปธรรม สร้างความรู้ความเข้าใจให้นักศึกษามากขึ้น นอกจากนั้นปัจจุบันยังพบว่าผู้เรียนขาดความสนใจที่จะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะรู้สึกว่าเป็นวิชาที่ยุ่งยาก ผู้เรียนยังไม่เข้าใจว่าเมื่อเรียนแล้วจะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ส่งผลให้การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบรรยายที่มุ่งเน้นการท่องจำมากกว่ากระบวนการคิด ขาดสื่อการสอนที่กระตุ้นความสนใจ ผู้เรียนขาดการมีส่วนร่วมในการเรียนขาดโอกาสในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ไม่มีการคิดอย่างมีเหตุผล ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรได้พัฒนาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองจริง มีกระบวนการเรียนการสอนที่สนุกสนาน น่าสนใจ ทำให้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องง่ายต่อการเข้าใจ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการฝึกทักษะจากกระบวนการกลุ่ม (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2543 : 11) และผู้วิจัยก็มีความสนใจเกี่ยวกับปายายเลนเป็นพื้นฐานอยู่แต่เดิม และเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยเกื้อหนุนต่างๆ อาทิ สถานที่ตั้งของสถานศึกษาที่ผู้วิจัยปฏิบัติราชการคือจังหวัดจันทบุรี ก็อยู่ในพื้นที่ที่มีความพร้อมเพราะใกล้ปายายเลนที่จะเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับนักศึกษา โดยเฉพาะพื้นที่โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ที่เป็นพื้นที่เหมาะแก่การทดลอง และศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากมีความพร้อมทั้งในส่วนพื้นที่ สภาพปายายเลนที่สมบูรณ์สวยงาม และมีทางเดินศึกษาธรรมชาติ นอกจากนั้นสถานศึกษาที่ผู้วิจัยปฏิบัติราชการก็มีความสนใจในการผลิตสื่อการสอนโดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโดยได้ให้การสนับสนุนทุนสำหรับวิจัยในครั้งนี้ด้วย

นอกจากเหตุผลในการวิจัยดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยยังมีความคาดหวังว่าวิธีการศึกษาระบบนิเวศปายายเลนจะเป็นแนวทางในการศึกษา ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพปายายเลนในพื้นที่ต่างๆ นอกจากนี้ยังมีความคาดหวังให้เยาวชนหรือองค์กรต่างๆ จะได้เป็นผู้นำในการศึกษาและผลิตข้อมูลที่ต้องการในระดับหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในปายายเลน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อใช้แหล่งทรัพยากรป้าชายเลนในชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศป้าชายเลน
2. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป้าชายเลน สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป้าชายเลนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป้าชายเลน ใน 3 ด้านคือ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป้าชายเลน

ความสำคัญของการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผลการวิจัยที่ได้จะมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ได้ใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป้าชายเลน
2. ได้ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป้าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
3. ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบนิเวศป้าชายเลน
4. นักศึกษามีการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. นักศึกษามีเจตคติที่ต่อชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป้าชายเลน
6. นักศึกษาเห็นคุณค่าและความสำคัญของป้าชายเลนที่มีต่อระบบนิเวศ
7. เป็นการส่งเสริมนักศึกษาให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องระบบนิเวศป้าชายเลน สามารถนำ ความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ถ่ายทอดสู่ชุมชนของตนเองเพื่อการ พัฒนาที่ยั่งยืน
8. เป็นประโยชน์ต่ออาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในการนำชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศ ป้าชายเลนไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่เน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมใน การปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ค้นหาความรู้ความจริงด้วยกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับปฏิบัติการทดลอง

ในขั้นตอนที่ 1 เป็นลักษณะการสำรวจข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในขั้นตอนที่ 2 คือ การพัฒนา ชุดปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้ไปสำรวจ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราช ดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ในด้าน

1. สภาพทั่วไปของแหล่งเรียนรู้
2. สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่

3. สำนักรวบายสื่อความหมายธรรมชาติ

4. สำนักรวบายบริเวณเหมาะสมสำหรับปฏิบัติการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน

ในขั้นตอนที่ 2 มีลักษณะเป็นการวิจัยและพัฒนา สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่นำมาพัฒนาเป็นชุดปฏิบัติการและคู่มือประกอบการสอนชุดปฏิบัติการเฉพาะเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ประกอบด้วยบทปฏิบัติการ 5 บทปฏิบัติการคือ

- | | |
|-------------------|--|
| บทปฏิบัติการที่ 1 | สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน |
| บทปฏิบัติการที่ 2 | พืชในป่าชายเลน |
| บทปฏิบัติการที่ 3 | ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน |
| บทปฏิบัติการที่ 4 | ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน |
| บทปฏิบัติการที่ 5 | ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน |

ขั้นตอนที่ 3 การนำชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนไปทดลองสอน

ในขั้นตอนที่ 3 มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลองผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ ผู้วิจัยนำชุดปฏิบัติการที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมินคุณภาพแล้วปรับแก้ชุดปฏิบัติการ นำไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจำนวน 3 คน ขนาดกลางจำนวน 9 คน และขนาดใหญ่จำนวน 30 คนแล้วปรับแก้เมื่อนำชุดปฏิบัติการนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตัวเอง ใช้เวลาในการสอน จำนวน 14 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนิน กิจกรรมการเรียน 10 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยใช้เวลาดทดลองสอนในช่วงวันหยุด วันเสาร์ และวันอาทิตย์ เป็นระยะเวลา 2 วัน

3.2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 660 คน

3.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบการสุ่มหลายขั้นตอน (Multistage sampling) เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 35 คน

3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ตัวแปรต้น

การเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4.2 ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดปฏิบัติการ หมายถึงชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งเป็นเอกสารที่กำหนดแนวทางในการทำการทดลองสำหรับนักศึกษา ซึ่งประกอบด้วย ชื่อบทปฏิบัติการ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ หลักการ จุดประสงค์ อุปกรณ์และ สารเคมี วิธีการทดลอง รายงานผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อมุ่งที่จะให้ชุดปฏิบัติการในการปฏิบัติภาคสนาม ที่ให้นักศึกษาได้ศึกษาจากสถานที่จริง ปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

2. การพัฒนาชุดปฏิบัติการ หมายถึง การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ให้มีคุณภาพตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปประเมินประสิทธิภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

3. ระบบนิเวศป่าชายเลน หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิตในบริเวณที่มีลักษณะพิเศษเป็นเอกภาพเนื่องจากจะเป็นพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ปากแม่น้ำหรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ประกอบไปด้วยสัตว์หลากหลายชนิด พันธุ์ไม้หลายชนิดหลายตระกูล และเป็นพวกที่มีใบเขียวตลอดปี (evergreen species) มีลักษณะทางสรีรวิทยาและความต้องการทางสิ่งแวดล้อมที่คล้ายกัน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้โกงกาง (Rhizophora) เป็นไม้สำคัญ และมีไม้ตระกูลอื่นๆ ปะปนอยู่บ้าง

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

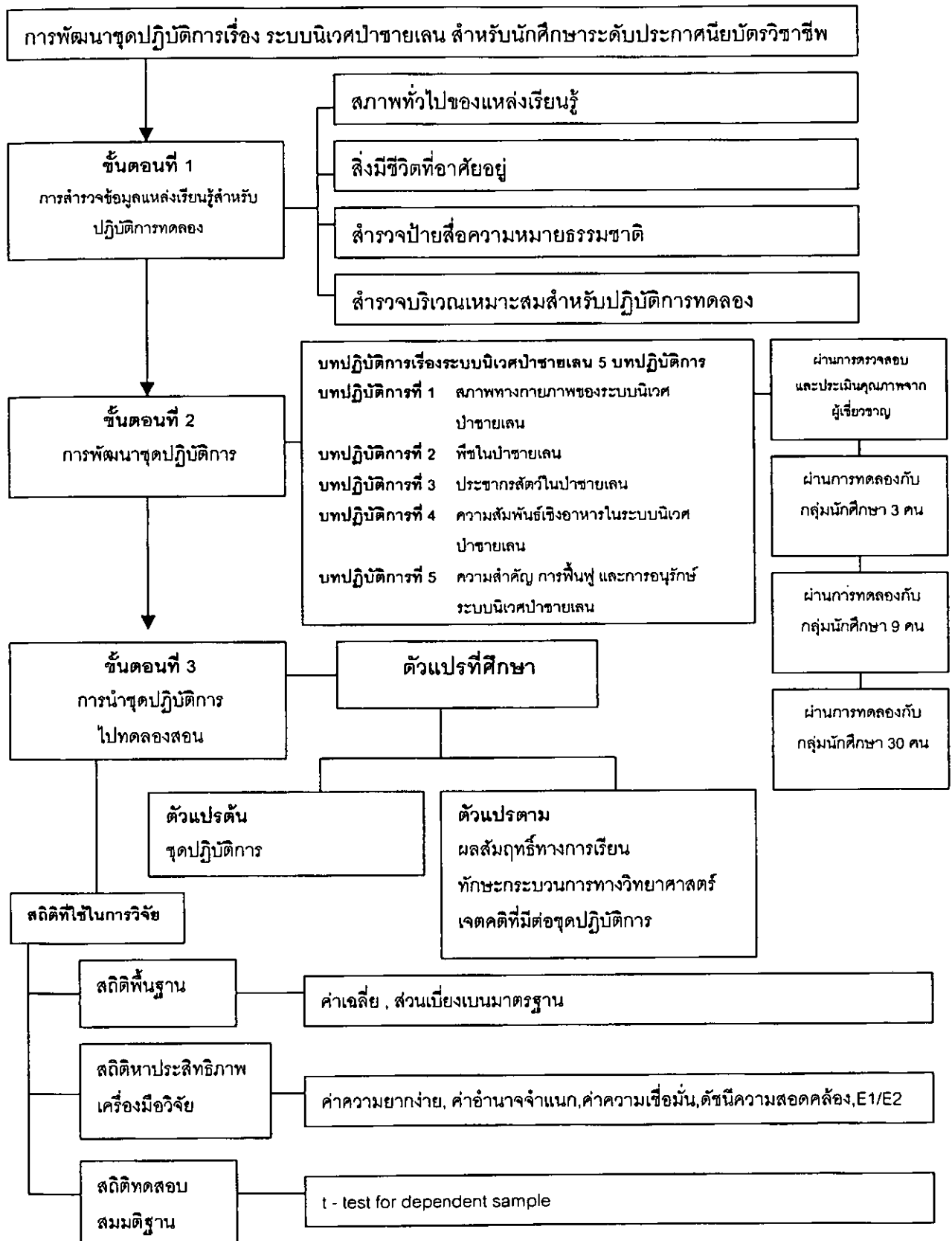
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักศึกษาสามารถสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างมีระบบจนกระทั่งเกิดความชำนาญ สามารถเลือกกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสอบวัด 9 ทักษะ เป็นทักษะขั้นพื้นฐานจำนวน 7 ทักษะคือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการพยากรณ์ ทักษะขั้นบูรณาการ 2 ทักษะคือ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 9 ทักษะ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

6. เจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิดเห็น ความรู้สึกในลักษณะชอบหรือไม่ชอบของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการ 3 ด้านคือ ด้านความรู้สึกนึกคิด ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ท เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

7. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ผลที่ได้จากการวัดความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดเกณฑ์ 80/80 โดย 80 ตัวแรกหมายถึงคะแนนเฉลี่ยจากการตอบคำถามท้ายชุดปฏิบัติการของกลุ่มทดลอง และ 80 ตัวหลังหมายถึงคะแนนเฉลี่ยจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนชุดปฏิบัติการของกลุ่มทดลอง

8. การสำรวจข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสำรวจพื้นที่สำหรับเป็นพื้นที่ทดลอง โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสำรวจแหล่งเรียนรู้สำหรับปฏิบัติการทดลอง กำหนดพื้นที่วิจัยคือ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี โดยทำการสำรวจในเรื่องต่างๆ ดังนี้ สภาพทั่วไป สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ป้ายสื่อความหมายธรรมชาติ และบริเวณที่เหมาะสมกับการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ว่า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยชุดปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักศึกษามีเจตคติต่อชุดปฏิบัติการตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้เสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับป่าชายเลน
 - 2.1 ความหมายของป่าชายเลน
 - 2.2 ความสำคัญของป่าชายเลน
 - 2.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลน
 - 2.4 โครงสร้างของป่าชายเลน
 - 2.5 ปัญหาและสาเหตุการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลน
 - 2.6 ผลกระทบของการทำลายป่าชายเลน
 - 2.7 การแก้ไขปัญหาป่าชายเลนถูกทำลาย
 - 2.8 การอนุรักษ์และการจัดการป่าชายเลน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา
8. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานอกสถานที่
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ (Ecosystem)

1.1 ความหมายของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศหมายถึง สิ่งมีชีวิตทั้งหมดทุกชนิดที่อยู่รวมกันในบริเวณนั้น มีทั้งสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (คือประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด) และสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (คือเป็นประชากรที่หลากหลาย) และสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันไม่มากนัก

สนธิ อักษรแก้ว (2541 : 112) ได้ให้ความหมายของระบบนิเวศไว้ว่า ระบบที่ค่อนข้างซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันและมีการกระทำร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตด้วยกัน หรือกับสิ่งไม่มีชีวิตในอาณาเขตที่ไม่แน่นอน และเป็นระบบเปิด ทั้งนี้เพราะจะมีการถ่ายทอดพลังงานและแร่ธาตุจากระบบอื่นที่ใกล้เคียงมาเกี่ยวข้องด้วย นิยามนี้เน้นให้เห็นประเด็น 3 ประเด็นคือ ประเด็นแรก “หน่วยพื้นที่” หมายถึงระบบนิเวศจะถูกจำกัดขอบเขตหรือขนาด จะเล็ก ใหญ่ กลม ลีกล อย่างใดก็ได้ แต่ให้มีอาณาบริเวณที่ชัดเจน ประเด็นที่ 2 “สังคมของสิ่งมีชีวิต” หมายถึง องค์ประกอบหรือโครงสร้างทั้งหมด ที่อยู่ในหน่วยพื้นที่หรือระบบนิเวศนั้นๆ อาจเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น ประเด็นสุดท้ายคือ “การทำหน้าที่ร่วมกันขององค์ประกอบ” หมายถึง องค์ประกอบทั้งหลายในระบบนิเวศต่างมีบทบาทหรือหน้าที่ของตนจึงสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่จะอยู่ร่วมกันของสิ่งต่างๆ ได้ ความสัมพันธ์นั้นกระทำร่วมกันตั้งแต่ 2 สิ่งจนเป็นกลุ่มเล็กและใหญ่ สุดท้ายก็จะแสดงเอกลักษณ์ของระบบนั้นๆ เช่นระบบนิเวศ ป่าชายเลน ระบบนิเวศเมือง

เกษม จันทรแก้ว (2544 : 54) ให้ความหมายของระบบนิเวศไว้ว่า หน่วยพื้นที่หนึ่งซึ่งประกอบด้วยสังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ร่วมกัน

นิพนธ์ ศรีนฤมล (2531? : 11) ระบบนิเวศคือระบบที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่ หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2530 : 192) กล่าวว่าระบบนิเวศหมายถึง ความสัมพันธ์ในการรับและส่งพลังงานและวัฏธรรระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต หรือระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่ง การเป็นผู้รับและผู้ให้ซึ่งกันและกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณเดียวกันเกิดความสัมพันธ์กันในเชิงระบบ

James H.Otto (1985 : 724) ให้ความหมายของระบบนิเวศไว้ว่า หมายถึงหน่วยหนึ่งของโลกของสิ่งมีชีวิต หรือชีวาลัยที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิต โดยมีปฏิสัมพันธ์กัน และมีการหมุนเวียนของสารต่างๆ ในชีวาลัย

กล่าวโดยสรุป ระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต โดยมีการถ่ายทอดพลังงานเป็นวัฏจักร ระบบนิเวศอาจมีขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก เช่น สนามหญ้า บ่อน้ำ ทุ่งหญ้า ป่าดงดิบ ป่าเบญจพรรณ หรือมีขนาดใหญ่มากเรียก ชีวภูมิภาค หรือไบโอม (Biome) เช่น ชีวภูมิภาคทะเล (Marine biome) ประกอบด้วยหาดทราย หาดโคลน แนวปะการัง ไบโอมป่าเขตร้อน ทั้งรวมกันทั้งโลกเรียกว่า โลกของสิ่งมีชีวิต หรือชีวาลัย (Biosphere หรือ Ecosphere) (ปรีชา สุวรรณพิษญ. 2544 : 9) ระบบนิเวศเป็นระบบเปิดที่มีการถ่ายทอดของสารและพลังงานเข้าไปในระบบทำให้เกิดความสมดุลระหว่างระบบนิเวศกับสิ่งแวดล้อมภายนอกระบบนิเวศแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศแหล่งน้ำ

1) ระบบนิเวศบนบก เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมภาคพื้นดิน เช่น ระบบนิเวศสนามโรงเรียน ระบบนิเวศทุ่งหญ้า ระบบนิเวศป่าดงดิบ เป็นต้น

2) ระบบนิเวศแหล่งน้ำ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำ เช่น คูน้ำ บ่อน้ำ บึง ลำคลอง แม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร เป็นต้น

1.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ (นิตยา เลานะจินดา. 2546 : 9-10)

ระบบนิเวศทุกระบบมีองค์ประกอบสำคัญสองส่วนคือองค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

1) องค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic component) ซึ่งแบ่งย่อยออกไปตามหน้าที่ได้ดังนี้

1.1) ผู้ผลิต (Producer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตัวเองจากพลังงานแสงอาทิตย์เพราะมีสารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ ได้แก่ พืชสีเขียวทุกชนิด

1.2) ผู้บริโภค (Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้ ต้องอาศัยการกินพืชและสัตว์อื่น ๆ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

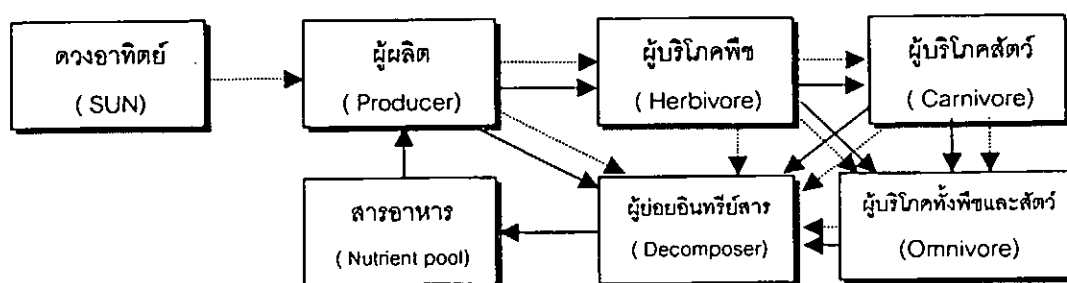
1.2.1) ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivore) จัดเป็นผู้บริโภคอันดับแรกเนื่องจากกินพืชเป็นอาหาร เช่น วัว ควาย กวาง ช้าง ม้า ผู้บริโภคในระดับนี้สามารถเปลี่ยนเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ได้

1.2.2) ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร (Carnivore) เช่น เสือ สิงโต หมาป่าเหยี่ยว งู จระเข้ ปลาฉลาม ปลาช่อน นกกระยาง ฯลฯ

1.2.3) ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Omnivore) เช่น หมา แมวหนู ไก่ มนุษย์ ฯลฯ

1.2.4) ผู้บริโภคที่กินซากพืชและซากสัตว์เป็นอาหาร (Scavenger) เช่น แร้ง ตะกวด จัดเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย แต่นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มยังจัดกลุ่มสัตว์ในกลุ่มนี้ย่อยลงไปอีกคือ ไล่เดือน กิ้งกือ ตัวกะปิ ปู ก้ามดาบ ซึ่งกินแต่ซากขนาดเล็ก (Detritivore) ซึ่งทำให้ซากถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงไปอีก สะดวกต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์

1.3) ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นพวกที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องอาศัยซากของสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ได้แก่ จุลินทรีย์ต่าง ๆ โดยการขับเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์จนอยู่ในรูปของสารละลายแล้วดูดซับเข้าไปในเซลล์ของมัน



- > การถ่ายทอดพลังงานหรือการเคลื่อนที่ของพลังงานไม่เป็นวัฏจักรหรือไม่เป็นวงจร
- > การถ่ายทอดสารหรือการเคลื่อนที่ของสารเป็นวัฏจักรหรือเป็นวงจร

ภาพประกอบ 1 การถ่ายทอดพลังงานและการถ่ายทอดสารในระบบนิเวศ

ที่มา :ปรับปรุงจาก ปรีชา สุวรรณพินิจ (2544). ชีวิตในระบบนิเวศ : 70

2) องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Environment) ประกอบด้วย

2.1) อนินทรีย์สาร (Inorganic material) ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน น้ำ ไฮโดรเจน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ

2.2) อินทรีย์สาร (Organic material) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ฯลฯ ซึ่งพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทั้งหลาย ทำการสังเคราะห์ขึ้นมาจากสารอนินทรีย์

2.3) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น ความเค็ม ความเป็นกรด-เบส แรงดัน หรือความดันบรรยากาศ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณนั้นทั้งสิ้น

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2544 : 13)

สิ่งแวดล้อม (Environment) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1) สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Environment) เรียกว่าปัจจัยทางกายภาพ หมายถึง สภาพแวดล้อมที่อยู่รอบตัวสิ่งมีชีวิตและมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ แสง อากาศ ดิน สารอาหารและแร่ธาตุต่างๆ

2) สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต (Biotic Environment) เรียกว่า ปัจจัยทางชีวภาพ หมายถึง สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันและสิ่งมีชีวิตต่างชนิดที่อยู่รอบตัว

1.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตทั่วไป ได้แก่

1) แสงสว่าง แสงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพืชสีเขียวมาก พืชสีเขียวดูดพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีในอาหารและถ่ายทอดพลังงานนี้ไปสู่สัตว์ต่างๆ และสิ่งมีชีวิตอื่นในรูปของอาหาร นอกจากนี้แสงสว่างยังให้ความอบอุ่น ช่วยในการมองเห็นของคนและสัตว์ ช่วยสร้างวิตามิน D ในคนและสัตว์ชั้นสูง ช่วยในการหุบใบและดอกของพืชบางชนิด ฯลฯ

2) น้ำ เป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ช่วยการงอกของเมล็ด การทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายพืชและสัตว์ ใช้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เป็นต้น

3) ดิน พืชต้องการแร่ธาตุหลายชนิดจากดินเพื่อนำไปสังเคราะห์สารต่างๆ ที่ใช้ในการเจริญเติบโต และน้ำที่พืชดูดไปใช้ก็เป็นน้ำที่มีอยู่ในดิน นอกจากนี้ดินยังเป็นแหล่งยึดเกาะของพืช และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อีกนานาชนิด ดังนั้นสภาพของดินเช่น ปริมาณแร่ธาตุ ความหนาแน่นของชั้นดิน ความเป็นกรด-เบส ความชื้น ความหนาแน่นของดิน จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในระบบนิเวศ

4) ความเป็นกรด - เบส ดินแต่ละแห่งมีค่าความเป็นกรดเบสต่างกันซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตได้ในช่วง pH ที่เหมาะสมเท่านั้นเพราะสารประกอบของธาตุบางชนิดละลายได้ดีในสารละลายที่เป็นกรด เช่น เหล็ก แมงกานีส สารประกอบของธาตุบางชนิดละลายได้ดีในสารละลายที่เป็นเบส เช่น สารประกอบของธาตุแคลเซียม เป็นต้น

5) อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วงหนึ่งเท่านั้นบริเวณต่างๆ ของโลกซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกันจึงมีชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ต่างๆ กันไปด้วย อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อก๊าซออกซิเจนในน้ำ เมื่ออุณหภูมิในน้ำสูง ความสามารถในการละลายของก๊าซออกซิเจนในน้ำลดลง ดังนั้นในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูง สิ่งมีชีวิตจะตายเพราะประสบปัญหาขาดแคลนก๊าซออกซิเจน

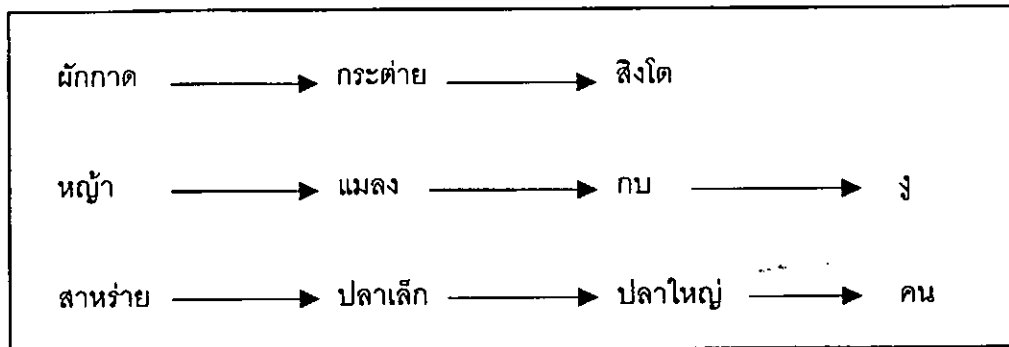
6) ความชื้น มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต การกระจายของสิ่งมีชีวิตเพราะสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดชอบความชื้นที่ต่างกัน มีผลต่อการคายน้ำของพืช การปรับตัวของพืชและสัตว์

7) อากาศ อากาศรอบๆ ตัวเราประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ก๊าซบางชนิดมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์มาก เช่น ก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พืชสีเขียวใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพื่อสังเคราะห์ด้วยแสง

1.3.2 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตเชิงอาหาร

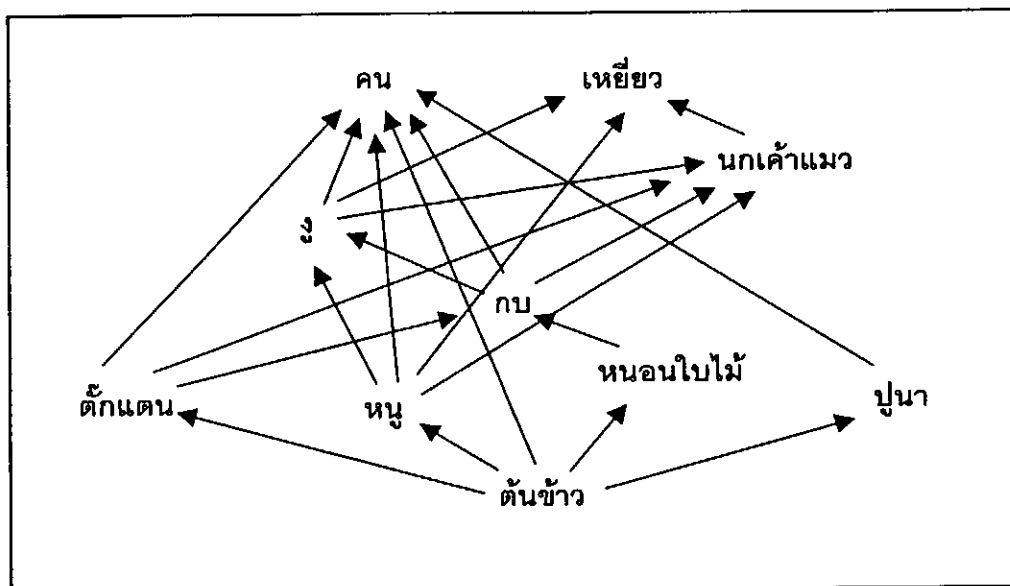
ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตเชิงอาหารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1) โซ่อาหาร (Food chain) หมายถึง การกินต่อกันเป็นทอดๆ ของสิ่งมีชีวิต โดยเริ่มจาก ผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่างๆ



ภาพประกอบ 2 ห่วงโซ่อาหาร

2) สายใยอาหาร (Food web) หมายถึง ความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารหลายๆ ห่วงโซ่มาสัมพันธ์กัน สายใยอาหารยิ่งซับซ้อนมากระบบนิเวศนั้นสมดุลมาก



ภาพประกอบ 3 สายใยอาหาร

ประโยชน์ที่ได้รับจากห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร

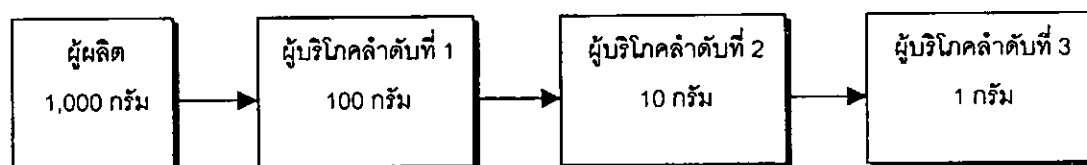
1) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงอาหารที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ

2) ชี้ให้เห็นถึงความสมดุลของระบบนิเวศ โดยแสดงให้เห็นได้จากความซับซ้อนของ สายใยอาหาร สายใยอาหารในระบบใดมีความซับซ้อนมากแสดงว่าระบบนิเวศมีความสมดุลมาก

3) สายใยอาหารสามารถใช้ในการวางแผนควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ด้วยชีววิธี สายใยที่มีความซับซ้อนมากจะช่วยให้การควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ด้วย ชีววิธีประสบความสำเร็จสูงและทำให้ระบบนิเวศนั้นอยู่ในสภาวะสมดุลได้ด้วย เพราะไม่ได้ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งชนิดใดหมดไป แต่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอยู่ด้วยกันอย่างสมดุล

1.4 การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร

ในแต่ละลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงานมีทั้งการสะสมและการสูญเสียพลังงาน ,เฉลี่ยแล้วพลังงานจะสูญเสียไปถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานอีก 10 เปอร์เซ็นต์ จะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคในลำดับต่างๆ ลักษณะของการสูญเสียและสะสมดังกล่าวเป็นไปตาม กฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (Ten Percent Law) ซึ่งสรุปใจความได้ว่า " พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคแต่ละลำดับขั้น จะน้อยกว่าพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อผู้บริโภคลำดับขั้นที่ต่ำกว่าถึงลดมา 10 เท่า " ดังแสดงแผนภาพการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารเป็นไปตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2539 : 94) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร
ที่มา : ปรีชา สุวรรณพิณิจ. (2544). *ชีวิตในระบบนิเวศ* : 64.

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับป่าชายเลน

2.1 ความหมายของป่าชายเลน

ป่าชายเลน (Mangrove forest) หมายถึงสังคมพืชที่ขึ้นบริเวณชายฝั่ง ปากแม่น้ำหรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (Schimper, A.F.W. 1903 : 839) ประกอบไปด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด หลายตระกูล และเป็นพวกที่มีใบเขียวตลอดปี (Evergreen species) มีลักษณะทางสรีรวิทยาและความต้องการทางสิ่งแวดล้อมที่คล้ายกันส่วนใหญ่ประกอบด้วย

พันธุ์ไม้โกงกาง (Rhizophora) เป็นไม้สำคัญ และมีไม้ตระกูลอื่น ๆ ปะปนอยู่บ้าง (Du , L.V. 1962 : 26)

สนิท อักษรแก้ว (2541 : 1) กล่าวว่าป่าชายเลนเป็นสังคมพืชที่ชอบขึ้นและพบอยู่ทั่วไป บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าว ลำคลอง ทะเลสาบ และรอบเกาะแก่งต่างๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่มี น้ำทะเลท่วมถึง หรือเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าเป็นบริเวณพื้นที่น้ำกร่อยทั้งในแถบโซนร้อนและกึ่งโซนร้อนบางส่วน “ป่าชายเลน” หรือชาวบ้านที่อาศัยบริเวณริมฝั่งทะเลมักเรียกกันติดปากว่า “ป่าโกงกาง” เนื่องจากมีไม้โกงกางเป็นไม้เด่นและขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก

สนใจ นะวานนท์ (2545 : 127) กล่าวว่าป่าชายเลน (Mangrove forest, Tidal forest or Intertidal forest) หมายถึง กลุ่มสังคมพืชซึ่งขึ้นอยู่สูงในบริเวณน้ำทะเลปกติท่วมสูงสุด พบเป็นส่วนมากในบริเวณชายฝั่งทะเล ปากน้ำ หรืออ่าว พืชที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนจะมีสรีระที่คล้ายคลึงกัน เป็นพืชที่ไม่ผลัดใบทั้งหมดในฤดูเดียวกันพบอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (Tropical region) และกึ่งร้อน (Subtropical) บ้างเล็กน้อย

ดังนั้นโดยสรุป ป่าชายเลน หรือป่าโกงกาง หมายถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเลเขตร้อน หรือกึ่งร้อนที่มีสังคมพืช สัตว์นานาชนิด เป็นพื้นที่น้ำทะเลท่วมถึง และเป็นเขตที่มีความแตกต่างของระดับน้ำทะเลขึ้นและลงมาก เป็นบริเวณพื้นที่น้ำกร่อย โดยมีไม้โกงกางเป็นไม้เด่น

2.2 ความสำคัญของป่าชายเลน

เมื่อพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศบริเวณชายฝั่งอาจจะกล่าวได้ว่า ป่าชายเลนเป็นเสมือน พื้นที่หรือเขตแนวที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บนบกกับทะเลนั่นเอง ซึ่งนับเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทั้งในแง่นิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจเป็นอย่างยิ่ง

ป่าชายเลนของโลกส่วนใหญ่จะขึ้นกระจกระบายอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลเขตร้อนตั้งแต่ประเทศอเมริกาตอนใต้ อเมริกากลาง แอฟริกา เอเชีย และหมู่เกาะแปซิฟิกซึ่งมีพื้นที่เพียงเล็กน้อย ป่าชายเลนสามารถขึ้นอยู่และเจริญเติบโตได้บ้างในเขตกึ่งร้อน เช่น ประเทศนิวซีแลนด์ พื้นที่ทั้งหมดของป่าชายเลนของโลกจากการสำรวจพบว่ามีประมาณ 113.4 ล้านไร่ โดยพบในเขตร้อนอเมริกาประมาณ 39.6 ล้านไร่ เขตร้อนแอฟริกาประมาณ 21.3 ล้านไร่ และในเขตร้อนแถบเอเชียรวมถึงออสเตรเลียประมาณ 52.5 ล้านไร่ ซึ่งมีมากที่สุดประมาณ 64.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่า ชายเลนทั้งหมดของโลก ประเทศที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในโลกคือประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ประมาณ 26.57 ล้านไร่ และรองลงมาคือประเทศบราซิลมีพื้นที่ประมาณ 15.63 ล้านไร่(สนิท อักษรแก้ว. 2545 : 17)

สำหรับประเทศไทยจากการสำรวจของกรมป่าไม้เมื่อปี พ.ศ. 2544 จากภาพถ่าย ดาวเทียมโดยมิได้สำรวจทางภาคพื้นดินแต่อย่างใดพบว่าป่าชายเลนอยู่ประมาณ 1.05 ล้านไร่ ซึ่งกระจายตลอดชายฝั่งทะเล สำหรับภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี จนถึงฉะเชิงเทรา และภาคกลางจากจังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี จนถึง

ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งทั้งสองภาครวมแล้วมีพื้นที่โดยประมาณ 14.8 เพอร์เซ็นต์ เท่านั้น สำหรับภาคใต้ ชายฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา จนถึงปัตตานี และด้านชายฝั่งทะเลอันดามันจากจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง จนถึงสตูล มีพื้นที่มากที่สุดถึง 85.2 เพอร์เซ็นต์ของป่าชายเลนทั้งหมดของประเทศ

ป่าชายเลนของประเทศไทยนับเป็นป่าชายเลนที่สมบูรณ์แห่งหนึ่งของโลกประกอบด้วย พรรณไม้ 74 ชนิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 35 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 25 ชนิด นก 106 ชนิด ปลา 72 ชนิด กุ้ง 15 ชนิด ปู 54 ชนิด หอย 23 ชนิด แมลง 38 ชนิด สัตว์ขึ้นต่ำและพืชจำพวก สาหร่ายอีกเป็นจำนวนมาก (สนิท อักษรแก้ว และคณะ. 2522 : 26) ป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นแหล่งผลิตอาหารและพลังงานที่สำคัญ และยังเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายจากซากพืช เช่น ใบที่ร่วงหล่นเป็นแหล่งอาหารของกุ้ง หอย ปู และ เป็นอาหารของปลา นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำจะเป็นอาหารของจุลินทรีย์และแพลงค์ตอนพืชอีกด้วย สนิท อักษรแก้ว (2534) กล่าวว่า ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านป่าไม้ ประมง อุตสาหกรรม การแพทย์ และสิ่งแวดล้อม ดังนี้

- 1) ป่าไม้ เป็นไม้พืชน เผาเป็นถ่าน ทำเสาเข็มและไม้ค้ำยัน เป็นต้น
- 2) ประมง เป็นแหล่งอาหารสำคัญของสัตว์น้ำ เป็นที่อยู่อาศัยและที่อนุบาลของสัตว์น้ำ ในระยะวัยอ่อน
- 3) อุตสาหกรรม ผลพลอยได้จากการเผาไม้ชายเลนจะได้ของเหลวและก๊าซหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ กรดน้ำส้ม น้ำมันดินไม้ และเมธิลแอลกอฮอล์ เรียกอุตสาหกรรมนี้ว่า อุตสาหกรรมกลั่นไม้ การแพทย์ พันธุ์ไม้ชายเลนใช้เป็นสมุนไพรได้หลายชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โปรงแดง โปรงขาว แสมขาว ตะบูนขาว ตาตุ่ม ลำมะง่า โพธิ์ทะเล เป็นต้น
- 4) สิ่งแวดล้อม ป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบนิเวศบกกับระบบนิเวศทางทะเล เปรียบเสมือน "สะพาน" เชื่อมต่อระหว่างบกกับทะเล ป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างมากในการช่วยสร้างความสมดุลให้เกิดขึ้นในทะเลและบริเวณชายฝั่งทะเล มีบทบาทที่สำคัญในการ ป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดิน ช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดต่อระบบนิเวศหน้าทะเล และระบบนิเวศปะการัง ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีคุณค่าของชายฝั่งและที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ป่าชายเลนยังช่วยกั้นกรองและดูดซับสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ปล่อยจากบนบกลงสู่ชายฝั่งโดยตรง เป็นการช่วยลดความเน่าเสียของน้ำในชายฝั่งทะเลและแม่น้ำลำคลอง

นักวิชาการด้านป่าชายเลนจำนวนมากได้กล่าวและเปรียบเทียบความสำคัญและคุณค่า "ป่าชายเลน" เป็นเสมือน "ธนาคารไม้" เพื่อนำมาใช้ทำพื้นที่ทำถ่านและการก่อสร้าง "ป่าชายเลน" เป็นเสมือน "บ้าน" หรือที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตนานาชนิดบริเวณชายฝั่งทะเล ทั้งนี้เนื่องจากเป็นแหล่งรวม

ของพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำนานาชนิด โดยเฉพาะสัตว์น้ำยังใช้ป่าชายเลนเป็นที่วางไข่ อนุบาลตัวอ่อนและที่หลบภัยอีกด้วย “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “ครัว” คือที่ปรุงอาหารจำนวนมหาศาลโดยได้จากใบไม้ซากไม้ที่ร่วงหล่นแต่ละปีและสลายตัวเป็นธาตุอาหารปริมาณมาก “ป่าชายเลน” ยังเป็นเสมือน “โรงบำบัดน้ำเสีย” ที่มีประสิทธิภาพและลงทุนต่ำบริเวณชายฝั่งทะเล เนื่องจากพันธุ์พืชป่าชายเลนช่วยดูดซับสิ่งปฏิกูลต่างๆ และฟอกน้ำเสียให้เป็นน้ำสะอาด และป้องกันการพังทลายของดินชายฝั่งเนื่องจากระบบรากของพันธุ์ไม้ของป่าประเภทนี้มีลักษณะพิเศษ ป่าชายเลนสร้างความสดชื่นและผลิตอากาศบริสุทธิ์ของชายฝั่งทะเล ดังนั้น “ป่าชายเลน” เปรียบเสมือน “โรงฟอกอากาศ” ที่สามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในอากาศให้สดชื่น “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “โรงพยาบาล” ที่สามารถให้สมุนไพรกับชุมชนชายฝั่งทะเล “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “กำแพงชายฝั่งทะเล” ที่สามารถป้องกันดินพังทลายและลมพายุที่รุนแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสุดท้าย “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “สะพาน” ที่เชื่อมต่อระหว่างบกกับทะเลในการสร้างความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล และประการสำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางไม่สามารถจะลืมได้คือ “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “อุ้งข้าวอุ้งน้ำ” ของราษฎรที่อาศัยบริเวณชายฝั่งทะเลและพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อการดำรงชีวิต ด้วยความสำคัญและคุณค่าของป่าชายเลนดังกล่าวสรุปมาทั้งหมดพอจะกล่าวได้ว่า “ป่าชายเลน” เป็นทรัพยากรธรรมชาติหรือทรัพย์ของชายฝั่งทะเลอย่างแท้จริงที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศอย่างมหาศาล (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2546 : 6)

2.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลน มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน สนิท อักษรแก้ว (2541 : 33) ได้จำแนกประเภทของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของป่าชายเลนไว้ ดังนี้

1) ภูมิประเทศชายฝั่ง เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน โดยเฉพาะชนิดและการกระจายตัวของพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำตลอดจนขนาดของพื้นที่ป่า เช่น ชายฝั่งที่เป็นที่ราบแคบๆ ริมฝั่งทะเลหรือรอบๆ เกาะใกล้ภูเขาสูงจะเกิดไม้ชายเลนขึ้นอยู่เป็นแนวแคบๆ

2) ภูมิอากาศ ปัจจัยภาวะแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ฝน และลม มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน และต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ โดยเฉพาะกับดินและน้ำในป่าชายเลน

3) น้ำขึ้นน้ำลง เป็นปัจจัยที่กำหนดการแบ่งเขตการขึ้นของพันธุ์ไม้หรือการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำในป่าชายเลน การเปลี่ยนแปลงความเค็มเป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน โดยในช่วงน้ำขึ้น ค่าความเค็มของน้ำจะสูงขึ้น และเมื่อน้ำลงความเค็มจะลดลง นอกจากนี้เวลาขึ้นลงของน้ำทะเลยังมีส่วนสำคัญต่อการกำหนดการกระจายของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน ลักษณะโครงสร้าง หน้าที่และกิจกรรมของป่าชายเลน

4) คลื่นและกระแสน้ำ มีอิทธิพลโดยตรงต่อการแพร่กระจายของพันธุ์ไม้และการเกิดป่าชายเลนที่ใหม่ๆ เช่น พันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae สามารถกระจายพันธุ์โดยการให้ฝักลอยไปกับคลื่นและกระแสน้ำขึ้นไปในแหล่งต่างๆ บริเวณชายฝั่งได้ คลื่นและกระแสน้ำจะทำให้เกิดการตกตะกอนบริเวณชายฝั่ง หรือเกิดสันทราย หาดทรายบริเวณปากอ่าว ทำให้พันธุ์ไม้ป่าชายเลนสามารถขึ้นได้และเติบโตพัฒนาเป็นป่าต่อไป

5) ความเค็มของน้ำ ความเค็มของน้ำและความเค็มของน้ำในดิน เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต การอดตาย และการแบ่งเขตของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน โดยปกติพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสามารถขึ้นและเจริญเติบโตได้ดี บริเวณน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็มของน้ำระหว่างร้อยละ 10 – 30

6) ออกซิเจนละลายในน้ำ มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน โดยเฉพาะการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณป่าชายเลนจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยมีค่าต่ำสุดในเวลากลางคืนและสูงสุดในเวลากลางวัน และมีค่าแตกต่างกันตามเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้และด้านนอกป่าชายเลน จากการศึกษาของ Aksornkoae et al. (สนิท อักษรแก้ว. 2541 : 47; อ้างอิงจาก Aksornkoae, et al. .1978. *Physical and Chemical Properties of Soil and Water in Mangrove Forest at Amphoe Khlung,Changwat Chanthaburi,Thailand.*) พบว่า บริเวณด้านนอกป่าชายเลน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำประมาณ 4.4 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งสูงกว่าในป่าชายเลนที่มีค่าระหว่าง 1.7 – 3.4 มิลลิลิตร/ลิตร โดยบริเวณภายนอกและภายในป่าชายเลนที่อยู่ติดกับทะเลมีค่าออกซิเจนละลายน้ำประมาณ 4.9 และ 2.4 มิลลิลิตร/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่บริเวณภายนอกและภายในป่าชายเลนที่ใกล้กับแผ่นดินใหญ่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำประมาณ 3.8 และ 2.1 มิลลิลิตร/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำแปรเปลี่ยนไปตามระยะเวลา กลางคืน กลางวัน ฤดูกาล ความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์น้ำบริเวณป่าชายเลน

7) ดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดความเจริญเติบโตและการกระจายของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน ดินในป่าชายเลนเกิดจากการทับถมของตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะชายฝั่ง แม่น้ำ หรือการพังทลายของดินบนภูเขาที่ไหลมาตามแม่น้ำ ลำน้ำ และการตกตะกอนของสารแขวนลอยในน้ำ ลักษณะของตะกอนดินที่ทับถมในบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนจึงแตกต่างกันตามลักษณะต้นกำเนิดของตะกอน เช่น ตะกอนจากแม่น้ำลำคลองจะเป็นดินโคลนละเอียด ถ้าเป็นตะกอนจากชายฝั่งจะเป็นทราย จากการศึกษา พบว่าลักษณะหรือสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมี จะแตกต่างกันตามเขตของพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนและดินที่อยู่นอกป่าชายเลนด้วย (สนิท อักษรแก้ว. 2541 : 47; อ้างอิงจาก Aksornkoae, et al. .1978. *Physical and Chemical Properties of Soil and Water in Mangrove Forest at Amphoe Khlung,Changwat Chanthaburi, Thailand.* pp.39-64)

8) ธาตุอาหาร ธาตุอาหารในป่าชายเลนมี 2 ประเภท คือ อนินทรีย์สารและอินทรีย์สาร ธาตุอาหารอนินทรีย์ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในป่าชายเลน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ส่วนใหญ่ป่าชายเลนจะมีธาตุอาหารประเภทนี้ในปริมาณที่มากพอ ยกเว้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณค่อนข้างน้อยจึงเป็นตัวจำกัดความเจริญเติบโตของพืชในป่าชายเลน แหล่งที่มาของธาตุอาหารอนินทรีย์สาร คือ น้ำฝน น้ำที่ไหลผ่านแผ่นดิน ดินตะกอน น้ำทะเล และจากการผุสลายของอินทรีย์วัตถุในป่าชายเลน ส่วนธาตุอาหารประเภทอินทรีย์สาร หมายถึง สารอาหารอินทรีย์ที่มีต้นกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิตที่ผ่านขั้นตอนต่างๆ ในการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ แหล่งที่มาที่สำคัญของธาตุอาหารชนิดนี้มี 2 แหล่ง แหล่งแรก คือ จากป่าชายเลน ได้แก่ แพลงค์ตอนพืช ไดอะตอม แบคทีเรีย สาหร่าย รากไม้และพืชชนิดอื่นๆ ส่วนแหล่งที่สองมาจากนอกป่าชายเลน ได้แก่ สารแขวนลอยที่มากับน้ำที่ไหลมาจากลำธาร ตะกอนดินจากการกัดเซาะชายฝั่งและบนภูเขา ซากพืชและซากสัตว์ที่ลอยบนชายฝั่งหรือในทะเล และชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชที่ล้มพัดมา (สนธิ อักษรแก้ว, 2541 : 50 ; อ้างอิงจาก Lugo, et al.1974. *The Ecology Mangrove*. pp.39-64) ได้ชี้ให้เห็นว่าธาตุอาหารที่มาจากภายนอกป่าชายเลนจะมีปริมาณสูงในฤดูฝน และในฤดูนี้เองที่ธาตุอาหารจากภายนอกป่าชายเลนจะมีปริมาณมากกว่าธาตุอาหารที่ได้จากป่าชายเลน

2.4 โครงสร้างของป่าชายเลน

พืชในป่าชายเลนมีทั้งพืชยืนต้น เอบีไฟท์ เกาวัลย์ และสาหร่าย พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดเป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบ มีลักษณะทางสรีรวิทยาและการปรับตัวทางโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน และสามารถทนความเค็มได้ดี (สนธิ อักษรแก้ว, 2541 : 57) จัดอยู่ในจำพวกพืชทนแล้ง เพราะไม่สามารถใช้ความเค็มให้เป็นประโยชน์ได้ มีการปรับตัวให้ทนต่อความแห้งแล้ง เช่น มีใบเป็นมัน และระบายน้ำออกทางใบน้อยกว่าต้นไม้ประเภทที่ไม่ผลัดใบอื่นๆ (เทียม คมก . 2514 : 18)

เอกลักษณ์ของป่าชายเลนที่แตกต่างจากป่าบกอย่างชัดเจน คือ การแพร่กระจายของพันธุ์พืชแบ่งออกเป็นแนวเขต (zonation) โดยพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะขึ้นเป็นแนวเขตหรือโซนที่ค่อนข้างแน่นอนจากบริเวณชายฝั่งจนลึกเข้าไปในป่าด้านในการแบ่งเขตของพืชในป่าชายเลนแต่ละแห่งแตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและเคมี ความเค็มของน้ำในดิน ความถี่ของการท่วมถึงของน้ำทะเล กระแสน้ำ การระบายน้ำ และความเปียกชื้นของดิน ที่มีผลต่อลักษณะการออกรากและการเจริญเติบโตของลูกไม้ เช่น ที่อำเภอขลุ้ง จังหวัดจันทบุรี สนธิ อักษรแก้ว, (2534) พบว่า เขตนอกสุดที่อยู่ติดริมทะเลจะพบไม้โกงกาง ทั้งโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็ก ถัดเข้าไปเป็นเขตของไม้แสมและไม้ถั่ว ถัดไปเป็นไม้ตะบูน ตามด้วยกลุ่มของไม้โปรงและไม้ฝาด ส่วนเขตสุดท้ายที่ติดกับป่าบกจะเป็นไม้เสม็ด สง่า สรรพศรี และคณะ (2530) รายงานว่าการขึ้นอยู่ของกลุ่มไม้ในสังคมป่าชายเลน มีความสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่และปัจจัย สิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน กล่าวคือ พวกไม้แสมลำพูเป็นไม้เบิกนำ ชอบขึ้นอยู่บริเวณริมน้ำ ดินเป็นดินเลนที่มีทรายผสมและเป็นที่มีน้ำทะเลท่วมถึง

เป็นประจำ ไม้โกงกางทั้ง ใบใหญ่และใบเล็ก ชอบขึ้นอยู่ตามริมน้ำที่เป็นดินเลนหนา ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นประจำเช่นเดียวกับพวกแสม ลำพู พวกไม้แก้วและไม้โปรงชอบขึ้นอยู่ในดินเลนค่อนข้างแข็งและมีน้ำทะเลท่วมถึง สำหรับไม้ฝาดและไม้ตะนูนชอบขึ้นอยู่ในที่ดินเลนแข็ง และพื้นที่ระดับค่อนข้างสูงเล็กน้อย ส่วนพวกที่ชอบขึ้นอยู่บนดินเลนแข็งและมีน้ำทะเลท่วมถึงบางครั้งบางครั้ง ได้แก่ กลุ่มไม้ตาตุ่ม กลุ่มไม้เสม็ด และกลุ่มไม้แป้น สำหรับบริเวณที่ป่าชายเลนถูกถากถางและทำลาย มักพบพวกปรังทะเลขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น

2.4.1 การปรับตัวของไม้ป่าชายเลนให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

พันธุ์ไม้ในป่าชายเลน มีการปรับลักษณะโครงสร้างส่วนต่างๆ ของพืชตั้งแต่ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพดินที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลท่วมขังอยู่ตลอดเวลาหรือบางเวลา ซึ่งเป็นน้ำที่มีค่าความเค็มสูงกว่าน้ำจืดทั่วไป ทั้งยังได้รับความกระทบจากพายุ คลื่นลม และแสงแดดจัด สภาพดินบริเวณป่าชายเลนเป็นดินที่มีความอ่อนตัว ไม้ชายเลนจึงต้องมีการปรับตัว นับตั้งแต่รากให้ยึดดินเลนให้มั่นคง มีการถ่ายเทอากาศได้ ลำต้นมีระบบการลำเลียงที่คล่องตัวและรวดเร็ว ใบมีการลดการคายน้ำลง และบางชนิดสามารถขับเกลือที่เกินความต้องการออกได้ มีดอก ผล และเมล็ดที่ช่วยในการแพร่พันธุ์และช่วยในการดำรงพันธุ์

2.4.2 ลักษณะการปรับตัวของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541 : 75)

การปรับตัวของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิตอยู่ได้จำเป็นจะต้องมีลักษณะพิเศษสรุปได้ดังนี้

1) ต่อมขับเกลือ (Salt glands) พบอยู่ทั่วไปในส่วนของใบ เช่น ใบเล็บมือนาง ไม้แสม ไม้ลำพู ลำแพน และเหงือกปลาหมอ เป็นต้น หน้าที่สำคัญของต่อมขับเกลือคือควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือในพืช โดยกระบวนการทางกลศาสตร์ที่จะขับเกลือออกจากส่วนใบ

2) เซลล์ผิวใบมีผนังหนา เป็นแผ่นมัน และมีปากใบ (Stomata) ที่ผิวใบด้านล่างซึ่งลักษณะเช่นนี้จะพบในพืชทุกชนิดในป่าชายเลน มีหน้าที่สำคัญสำหรับป้องกันการระเหยของน้ำจากส่วนของใบ

3) ใบที่ลักษณะอวบน้ำ (Succulent leaves) โดยเฉพาะไม้พวกโกงกาง และไม้ลำพู ลำแพน จะเห็นได้ชัดกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ ใบที่ลักษณะอวบน้ำนี้มีหน้าที่ช่วยเก็บและรักษาปริมาณน้ำ

4) ระบบรากหายใจ จะพบในพันธุ์ไม้เกือบทุกชนิดในป่าชายเลน และแต่ละชนิดจะมีรากหายใจลักษณะต่างๆ กัน เช่น ไม้แสม และไม้ลำพู-ลำแพน จะเป็นแบบ pneumatophores ไม้พังกาหัวสุมและแก้ว ไม้โปรง และไม้ฝาด จะเป็นแบบลักษณะคล้ายเข่า (Knee roots) ไม้โกงกาง และเหงือกปลาหมอ จะมีรากแบบรากค้ำจุน (Stilt roots หรือ Prop roots) หงอนไก่ทะเล ไม้โปรง และไม้ตะนูน จะเป็นแบบพูพอน (Buttress roots) นอกจากนี้แล้วรากไม้แสม และไม้โกงกางที่ยังเจริญเติบโตไม่ถึงพื้นดินจะเป็นแบบรากอากาศ (Aerial roots) หน้าที่สำคัญของระบบรากแบบต่างๆ ดังกล่าวนั้นนอกจากจะช่วย

ค้ำจุน ยังทำหน้าที่พิเศษ คือ คอยรับก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศโดยตรงเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ทั้งนี้เนื่องจากได้มีวิวัฒนาการไปมีอากาศไม่เพียงพอ

5) เมล็ดที่งอกจากผลขณะที่ยังอยู่บนต้น เรียกว่า Vivipary ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า ผัก ได้แก่ ผลของไม้โกกงกาง ไม้แสม ไม้ถั่วและพังกาหัวสุม ไม้โปรง และเล็บมือนาง ซึ่งผลเหล่านี้หลังจากที่หลุดจากต้นแม่ลงมาสู่พื้นดินแล้วสามารถเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างรวดเร็วและสามารถปรับระดับความเค็มของเกลือและประจุที่ผ่านเข้าไปในลำต้นได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังพัฒนาเพื่อการลอยตัวในน้ำอีกด้วย ซึ่งในระยะที่ติดกับต้นแม่นั้น ต้นอ่อนได้รับธาตุอาหารต่างๆ จากต้นแม่

6) ต้นอ่อนหรือผลแก่ลอยน้ำได้ ทำให้สามารถแพร่กระจายพันธุ์โดยน้ำได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะพบได้ในพืชทุกชนิดในป่าชายเลน

7) ระดับแทนนินในเนื้อเยื่อมีปริมาณค่อนข้างสูงแต่จะแตกต่างกันออกไปในพืชแต่ละชนิด การปรับตัวลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายจากพวกเชื้อราต่างๆ

8) สามารถทนทานอยู่ได้ในสภาวะที่มีระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในใบสูง ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาพความเค็มของน้ำทะเลได้ ซึ่งพันธุ์ไม้ทุกชนิดในป่าชายเลนสามารถปรับตัวดังกล่าวนี้ได้

พันธุ์ไม้ชายเลน นอกจากจะปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพป่าชายเลนธรรมชาติแล้ว เมื่อธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปจากเดิมด้วย การปรับตัวอาจต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการปรับตัวที่แตกต่างกันออกไป

2.5 ปัญญาและสาเหตุการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลน

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพป่าชายเลนของประเทศไทยพบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ นับวันจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น อัตราการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนทั่วประเทศอยู่ในอัตราค่อนข้างสูง โดยในช่วงระยะเวลา 36 ปี (พ.ศ. 2504 - 2539) ที่ผ่านมา พื้นที่ป่าชายเลนลดลงถึง 1,251,985 ไร่ หรือร้อยละ 54.4 ของพื้นที่ในปี พ.ศ. 2504 โดยมีอัตราการลดลงเฉลี่ยปีละ 35,771 ไร่ หรือเฉลี่ยร้อยละ 2.8 ต่อปี

ตาราง 1 การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงปี พ.ศ. 2504 – 2539

ปี พ.ศ.	พื้นที่ป่าชายเลน	พื้นที่การทำลาย		อัตราการทำลาย	
	(ไร่)	ไร่	ร้อยละ	ไร่/ปี	ร้อยละ
2504	2,299,375				
2518	1,954,575	344,800	15.0	24,628	7.1
2522	1,795,675	503,700	21.9	27,983	5.5
2528	1,679,335	620,040	26.9	25,835	4.0
2529	1,227,674	1,071,701	46.6	42,868	4.0
2536	1,054,266	1,245,109	54.1	38,909	3.1
2539	1,047,390	1,251,985	54.4	35,771	2.8

ที่มา : สนิท อักษรแก้ว. 2541 : 192 ; อ้างอิงจากธงชัย จารุพัฒน์ และจิรพรรณ จารุพัฒน์. 2540. การใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5(TM) ในการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย.

สาเหตุที่พื้นที่ป่าชายเลนมีปริมาณลดลงโดยตลอด เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การพัฒนาเทคนิคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล และการขยายตัวในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และสังคม ทำให้มีความต้องการใช้พื้นที่เพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำเหมืองแร่ นาเกลือ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ทำเทียบเรือ การทำไม้ รวมทั้งการเข้าอยู่อาศัยของชุมชน โดยเฉพาะในช่วงหลังปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา ได้มีการขยายพื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งหรือการทำนาเกลือในพื้นที่ป่าชายเลนเป็นจำนวน 162,725 ไร่ และเพิ่มเป็นจำนวน 689,120 ไร่ ในปี พ.ศ. 2529 หรือคิดเป็นร้อยละ 64.30 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดที่ถูกทำลาย จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าในช่วงปี พ.ศ. 2518 เป็นต้นมา พื้นที่ป่าชายเลนลดลงอย่างรวดเร็ว ระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2518 – 2522 มีอัตราการลดลง 31,780 ไร่/ปี และมีพื้นที่ลดลงมากที่สุดในช่วงปี 2528 – 2529 ซึ่งเป็นช่วงปีที่มีการตื่นตัวทำนาเกลือมากที่สุด ทำให้มีอัตราการลดลงถึง 451,661 ไร่/ปี หลังจากนั้นอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนก็ลดต่ำลงอีกเป็นลำดับ จากการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อทำนาเกลือบริเวณชายฝั่งในปี พ.ศ. 2534 พบว่ามีพื้นที่จำนวน 485,639 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ถึง 302,363 ไร่ หรือร้อยละ 62 ของพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งชายฝั่งทั้งหมด โดยเฉพาะ ป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทย ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด เป็นจังหวัดที่ถูกบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อการทำนาเกลือมากที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศ (สนิท อักษรแก้ว. 2514 : 193)

สาเหตุของการทำลายป่าชายเลน (สนธิ อักษรแก้ว. 2541 : 198)

การที่กิจกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งทะเลได้ก่อให้เกิดผลเสียหลายต่อป่าชายเลน ทั้งพื้นที่และระบบนิเวศเป็นจำนวนมากขึ้นทุกปีเกิดจากสาเหตุปัจจัยสำคัญร่วมกันหลายประการคือ

1) การเพิ่มของประชากรที่ทำให้เกิดการขยายตัวของการพัฒนาประเทศ ในด้านต่างๆ เพื่อรองรับการใช้ประโยชน์ของประชากรที่เพิ่มขึ้น กิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ที่มีอาจหลีกเลี่ยงการทำลายป่าชายเลนเช่น การสร้างท่าเทียบเรือ การตัดถนนสู่ชุมชนชายฝั่ง การสร้างที่อยู่อาศัย

2) ที่ดินป่าชายเลนส่วนใหญ่ของประเทศมีสถานะเป็นป่าสงวนแห่งชาติซึ่งการขอใช้ประโยชน์เป็นครั้งคราวสามารถทำได้ตามกฎหมาย โดยเสียค่าธรรมเนียมที่ต่ำกว่าราคาที่ดินจริงหลายเท่า ทำให้ผู้ลงทุนต่างๆ นิยมใช้ป่าชายเลนเป็นสถานที่ดำเนินโครงการ

3) รัฐไม่กำหนดนโยบายและแผนการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนที่ชัดเจนและประสานสอดคล้องกับการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลประเภทอื่นๆ เป็นผลให้เกิดความขัดแย้งจากการพัฒนาในสาขาต่างๆ เช่นการประมงพื้นบ้าน กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกับการอนุรักษ์ป่าชายเลน เป็นต้น

4) กฎหมายและระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนไม่รัดกุมเพียงพอและบทลงโทษไม่รุนแรงทำให้ป่าชายเลนที่ผ่านการทำอุตสาหกรรมไม่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมและมักเป็นข้ออ้างในการบุกรุกป่าชายเลน

5) การบุกรุกป่าชายเลนโดยไม่ได้รับอนุญาตตามขั้นตอนทางกฎหมาย ส่วนหนึ่งมาจากความซับซ้อนของขั้นตอนและการขออนุญาต และเมื่อมีการบุกรุกทำลายเกิดขึ้นแล้วการจับกุมก็มิได้กระทำอย่างทั่วถึง การลงโทษ จับกุมก็ยุ่งยาก

6) จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำการควบคุมดูแลพื้นที่ป่าชายเลนมีน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าชายเลน ทำให้ไม่สามารถสอดส่องดูแลได้อย่างทั่วถึง อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการดูแลไม่เพียงพอและขาดประสิทธิภาพ

7) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่เพียงพอและยังไม่ถูกต้องนัก ในกลุ่มบุคคลระดับต่างๆ ทั้งในระดับผู้บริหารชั้นสูงด้านการพัฒนาประเทศ นักการเมือง เจ้าหน้าที่ ผู้ควบคุมดูแลป่าชายเลน ผู้ลงทุนพัฒนาพื้นที่ป่าชายเลน ผู้นำชุมชน นักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไป เป็นผลให้การใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม

2.6 ผลกระทบของการทำลายป่าชายเลน

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไม่ใช่สิ่งที่ทำได้อย่างรวดเร็วและง่าย การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศป่าชายเลนที่สืบเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและส่งผลกระทบระยะยาวถึงความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงจะต่อเนื่องสัมพันธ์กันจนไปถึงจุดจบ การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศต้องทำการศึกษาเป็น

ระยะเวลาที่ยาวนานเพื่อเข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่สำคัญต้องมีการ ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อใช้ใน กิจกรรมต่างๆ ก่อให้เกิดการสูญเสียและเกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นอย่างมาก สนิท อักษรแก้ว (2541) ได้จำแนก ลักษณะผลกระทบโดยตรงที่เกิดขึ้นต่อป่าชายเลน 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

1) ผลกระทบทางด้านกายภาพและเคมี (Physiochemical properties) เช่น อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณธาตุอาหาร ความเค็ม สภาพทางอุทกวิทยา (การขึ้นลงของน้ำทะเลและน้ำจืด) การตกตะกอนของน้ำขุ่นข้น ปริมาณสารพิษในน้ำ และการพังทลายของดิน เป็นต้น

2) ผลกระทบทางด้านชีววิทยา (Biological properties) เช่น การเปลี่ยนแปลงชนิด ปริมาณและโครงสร้างของพืชและสัตว์

3) ผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศ (Ecological balance) เช่น การสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทำลายที่อยู่ (Habitat) การเปลี่ยนแปลงห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศป่าชายเลนเอง และระบบนิเวศอื่นๆ ในบริเวณชายฝั่งและใกล้เคียงกับ ป่าชายเลน

โดยสรุประบบนิเวศป่าชายเลนในประเทศไทยโดยทั่วไปผ่านระยะเวลาที่สำคัญ 3 ช่วง คือ ช่วงที่เป็นสภาพป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ (Pristine forest) ช่วงการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าชายเลนไปใช้ประโยชน์ และเป็นป่าเสื่อมโทรม (Transition period) และช่วงการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนใน ลักษณะสวนป่าชายเลน (Mangrove plantation) (ณัฐวรรธน์ ปภาวสิทธิ์, 2546 : 8) ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ป่าชายเลนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนที่เหลือมักอยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมหรือเป็นสวนป่าชายเลนที่ขึ้นใหม่จากการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน ที่สำคัญผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิด

- 1) การเปลี่ยนแปลงทางองค์ประกอบชนิดและความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2) การเปลี่ยนแปลงทางด้านความอุดมสมบูรณ์และผลผลิต
- 3) การเปลี่ยนแปลงในด้านการถ่ายทอดอาหารและพลังงานในระบบนิเวศ
- 4) การสะสมสารพิษในระบบนิเวศป่าชายเลน

2.7 การแก้ไขปัญหาป่าชายเลนถูกทำลาย

ในปัจจุบันกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อป่าชายเลนมากที่สุด คือ การทำนาเกลือ แต่มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการทำนาเกลือที่มีต่อการปรับตัวของไม้ป่าชายเลนค่อนข้างน้อย นวรัตน์ ไกรพานนท์ (2527 : 27) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปรับตัวของไม้ชายเลนให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปค่อนข้างมากและต่อเนื่องเป็นระบบ คือผลกระทบของการทำเหมืองแร่ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปัญหาในการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนในระยะแรก และเป็นเวลานานก่อนที่การทำนา

กึ่งจะเป็นปัญหารุนแรงตามมา การทำเหมืองแร่ที่เข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลน มีผลกระทบต่อป่าชายเลนโดยรวมทั้งในด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และความสมดุลของระบบนิเวศ เนื่องจากการทำเหมืองแร่ในพื้นที่ป่าชายเลนต้องมีการเปิดป่าและตัดหน้าดินออกก่อนจะถึงชั้นแร่ ดินตะกอนและดินทรายจากเหมืองแร่ จะถูกชะล้างไปทับถมในบริเวณป่าชายเลนและทำให้น้ำขุ่นดินป่าชายเลนที่ถูกบกรวนจากการทำเหมืองแร่ในบริเวณใกล้เคียง จึงมีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่าดินป่าชายเลนที่ไม่ถูกบกรวนจากการทำเหมืองแร่ ตะกอนเหมืองแร่มีผลกระทบโดยตรงต่อชนิดของพันธุ์พืชปริมาณและลักษณะโครงสร้างป่าอย่างเห็นได้ชัดเจน

สนิท อักษรแก้ว (2538 : 6) ได้เสนอทางแก้ไขปัญหาป่าชายเลนไว้ ดังนี้

1) ประชาชนทุกระดับควรให้ความสำคัญทรัพยากรป่าชายเลนให้มาก เห็นคุณค่าของป่าชายเลนที่ยากต่อการประเมินเป็นตัวเงิน หรือคุณค่าทางเศรษฐกิจได้ จะอนุรักษ์ไว้เพื่อประโยชน์ทางด้านประมงชายฝั่ง ป้องกันชายฝั่ง รักษาความสมดุลชายฝั่ง และเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพ

2) เน้นความร่วมมือระหว่างนักเศรษฐศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ในการคิดค้นรูปแบบในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจในทุกด้าน เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการใช้พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อประโยชน์อย่างถูกต้อง และเหมาะสมทั้งในด้านเศรษฐกิจ และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง

3) ต้องผสมผสานแผนการจัดการ และการอนุรักษ์ป่าชายเลนของหน่วยงานต่างๆ ของรัฐทั้งส่วนกลาง จังหวัด เอกชน และรวมไปถึงประชาชนในท้องถิ่น เพื่อให้เกิดการประสานงานและดำเนินการให้เกิดเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน

4) การใช้กฎหมายบังคับอย่างจริงจังให้เกิดผลเป็นรูปธรรม รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขกฎหมาย ระเบียบต่างๆ ให้รัดกุม และควรเพิ่มบทลงโทษให้รุนแรงไม่ว่าจะเป็นเรื่องของระเบียบหรือกฎเกณฑ์การขอใช้พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อประโยชน์อย่างอื่น และปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำลายป่าชายเลนให้เป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบ และมติคณะรัฐมนตรี

5) เร่งรัดการประชาสัมพันธ์ และให้การศึกษาบุคคลทุกระดับอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนที่ถูกต้อง เป็นผลให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าชายเลนอย่างเหมาะสม และมีให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศป่าชายฝั่งในระยะยาวต่อไป

จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้น จะเห็นว่าสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งของการทำลายป่าชายเลนนั้นมาจากการกระทำของมนุษย์ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจมีเจตคติที่ดีตลอดจนรู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนอย่างมีประสิทธิภาพและให้ยาวนานที่สุดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด

เราต้องเข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศป่าชายเลนที่สืบเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งจะส่งผลกระทบระยะยาวถึงความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพ ความเข้าใจความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานตามห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ตลอดจนการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่ม และการสร้างกลุ่มประชากรขึ้นมาทดแทน ตลอดจนกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญในการคงสภาพความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นเรื่องสำคัญในการคาดการณ์เรื่องการเปลี่ยนแปลงในระบบที่เป็นผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ ป่าชายเลนแต่ละแห่งมีลักษณะเฉพาะในการตอบสนองต่อการรบกวนในสิ่งแวดล้อม (Disturbance) แตกต่างกันไป โดยเฉพาะศักยภาพในการต้านการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อม ศักยภาพในการฟื้นฟู และระดับความทนทานต่อการรบกวนในสิ่งแวดล้อม(ณัฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546 : 9)

2.8 การอนุรักษ์และการจัดการป่าชายเลน

สนธิ อักษรแก้ว (2538 : 39 - 40) มีความเห็นว่าการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนมีนโยบายหลักในการจัดการอยู่ 2 ประการ ได้แก่

1) การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน โดยการสงวนรักษาไว้ และใช้ประโยชน์จากผลผลิตป่าชายเลนในระยะยาว รวมทั้งการฟื้นฟูป่าชายเลน

2) ควบคุมและลดจำนวนกิจกรรมที่ใช้ประโยชน์ป่าชายเลนโดยไม่ถูกหลักการอนุรักษ์ และนำไปสู่การทำลายทรัพยากรป่าชายเลน

แนวทางดำเนินงานในอันที่จะคุ้มครองและอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนได้ตามนโยบายหลัก 2 ประการดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

1) เผยแพร่ข่าวสารความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับป่าชายเลนสู่ประชาชนทุกกลุ่มทุกระดับที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับป่าชายเลน

2) สนับสนุนให้ประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนของตนเองในลักษณะป่าชุมชน

3) จัดให้มีหน่วยพิทักษ์ป่าชายเลนพร้อมกำลังคน และอุปกรณ์เพียงพอครอบคลุมพื้นที่ป่าชายเลนทั่วประเทศ และจับกุมลงโทษผู้บุกรุกอย่างเข้มงวด

4) ปรับปรุงกฎหมายและระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับมูลค่าแท้จริงของป่าชายเลนและลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากป่าบก

5) การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณหนึ่งบริเวณใดควรเป็นลักษณะอเนกประสงค์

6) ปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนที่เสื่อมสภาพขึ้นในบริเวณที่สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยทั้งในภาครัฐและเอกชน

7) ควรสนับสนุนงานวิจัยทุกสาขาเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษแก่งานวิจัยที่เป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการ และการฟื้นฟู

8) โครงการพัฒนาทุกชนิดและทุกขนาดที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าชายเลนอย่างไม้อาจหลีกเลี่ยงได้จะต้องศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพื่อกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะเกิดจากโครงการอย่างเหมาะสม แต่ถ้าหลีกเลี่ยงได้ก็ไม่ต้องทำโครงการในพื้นที่ป่าชายเลน

9) ส่งเสริมการสร้างสื่อที่เป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับป่าชายเลนทั้งในภาครัฐและเอกชน

จุดประสงค์หลักที่สำคัญในการฟื้นฟูและปลูกป่าชายเลนพอจะสรุปได้ดังนี้ (ณิฏฐา รัตน์ ปภาสสิทธิ์. 2546 : 8)

- 1) เพื่อปลูกป่าชายเลนทดแทนทั้งในพื้นที่ถูกทำลาย และพื้นที่ใหม่ให้มีพื้นที่ป่า
- 2) เพื่อให้มีปริมาณไม้ไว้ใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานและพืชสมุนไพรในด้านอุตสาหกรรม และครัวเรือนอย่างยั่งยืน
- 3) เพื่อเป็นแหล่งอาหาร อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ที่หลบภัยและที่อยู่อาศัยของสัตว์
- 4) เพื่อปกป้องชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยบริเวณชายฝั่ง
- 5) เพื่อปกป้องภัยพิบัติจากลมพายุ (Cyclone)
- 6) เพื่อเป็นแหล่งอาศัยของนก และเขตอนุรักษสัตว์ป่าประเภทอื่นๆ
- 7) เพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดินชายฝั่งทะเล
- 8) เพื่อช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่งและใกล้เคียง โดยเฉพาะหญ้าทะเลและปะการัง
- 9) เพื่อเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและศึกษารธรรมชาติ
- 10) เพื่อรักษาไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ
- 11) เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับดูดซับสิ่งปฏิกูลต่างๆและรักษาสมดุลระบบนิเวศชายฝั่ง

3.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

คำว่าปฏิบัติการตามความหมายในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546 : 647) หมายถึงการทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือฝึกงานเพื่อให้เกิดความชำนาญ ส่วนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่มีผู้ให้นิยามไว้ แต่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะของวิธีสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ดังนี้

อรรถย วิเศษกุล (2534 : 11) ได้ให้ความหมายของ การสอนแบบปฏิบัติการไว้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตัวเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนมีเสรีภาพทางความคิดและได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 79) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ว่าเป็นการสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติและทดลองด้วยตนเองในสถานการณ์ต่างๆทั้งสถานการณ์จริง และจำลอง

สมคิด สร้อยน้ำ (2540 : 159) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ว่า การสอนที่นักเรียนได้ทดลองหรือลงมือกระทำด้วยตนเองภายใต้คำแนะนำของครู จนเกิดความรู้ความเข้าใจ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงจากคำบอกเล่าหรือจากสมมติฐาน นักเรียนจะได้ค้นพบความรู้ใหม่จากประสบการณ์ตรงโดยการสังเกตทดลอง

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปความหมายของบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ว่าเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตัวเอง เน้นสืบเสาะหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้แนะนำเท่านั้น

3.2 จุดประสงค์ของการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ฮอฟตริน และลูนททา (Hofstrin and Lanetta. 1982 : 203) ได้กำหนดจุด มุ่งหมายของการสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ และอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์

2) เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา

3) เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดแบบวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

4) เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา

5) เพื่อพัฒนาความสามารถทางปฏิบัติการทดลอง

3.3 ขั้นตอนในการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 80) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) เตรียมการทดลอง

1.1) บอกจุดมุ่งหมายการทดลอง

1.2) อธิบายลักษณะของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.3) อธิบายขั้นตอนในการทดลอง ข้อควรระวัง และแนวทางในการป้องกันปัญหา

2) ดำเนินการทดลอง นักเรียนดำเนินการทดลองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

3) นำเสนอผลการทดลองเป็นขั้นตอน โดยนักเรียนนำเสนอผลการทดลองที่บันทึกไว้มาอภิปรายเสนอต่อครู

4) สรุปการทดลองเป็นขั้นตอน โดยครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองเพื่อเป็นความรู้หรือข้อค้นพบใหม่

5) ประเมินผลการทดลอง เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบว่าการทดลองที่นำทดลองมีปัญหาหรือไม่ อุปสรรคอย่างไร การทดลองบรรลุตามจุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด

3.4 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ชุตินา วัฒนศิริ (2541 : 172) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

- 1) ช่วยสร้างความสนใจและช่วยให้เกิดคำถาม
- 2) ช่วยแก้ปัญหา
- 3) สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับประสบการณ์ใหม่
- 4) ช่วยกระตุ้นความสนใจนักเรียนที่เรียนช้า

ภพ เลานไพบูลย์ (2542 : 171) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1) นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง

3) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

4) ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

5) ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากประโยชน์ดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์คือช่วยให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และมีเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน จำนวน 5 บท โดยในแต่ละบทปฏิบัติการมีกิจกรรมการเรียนรู้การสอน คือกำหนดวิธีการทดลองไว้ในบทปฏิบัติการ โดยศึกษาสภาพทางกายภาพ และชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน และให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการ ซึ่งบทปฏิบัติการจะช่วยให้

นักศึกษามีส่วนร่วมในการเรียนการสอน นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหา หรือองค์ความรู้ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนทั้งเนื้อหาทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สมจิต สวอนไพญญ์. ม.ป.ป. : 11-12)

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1973 : 15) ได้กล่าวถึงกระบวนการนี้ว่าเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการคือ วิถีทางของกระบวนการในการหาความรู้ กระบวนการนี้จะเกิดสลับซับซ้อนในแต่ละบุคคล ทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา

วรรณทิพา รอดแรงคำและ ปัญญา จิตนวนแก้ว (2532 : 5) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติ ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

สุนีย์ คล้ายนิล (2535 : 10) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นทักษะที่ชำนาญจากการปฏิบัติในทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : ค) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการใช้ทักษะต่างๆ เช่น สังเกต วัด จำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล การลงความเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายข้อมูลอย่างถูกต้อง แม่นยำ

วิชชุตา งามอักษร (2541 : 39) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติอย่างเป็นระบบเกิดเป็นความชำนาญ

สุรีย์ สุธาธิโนบล (2541 : 53) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ในขณะที่ทดลองผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เป็นพ

ผดุงยศ ด้วงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ วิธีหนึ่งคือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองจะได้มีโอกาสฝึกฝนด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดในขณะเดียวกัน สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ ฝึกฝนอย่างเป็นระบบ

จิรพรรณ ทะเขียว (2543 : 9) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ จนเกิดความคล่องแคล่ว ชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

สรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 22) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การจำแนก การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว แม่นยำ เพื่อการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหา อันเกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ

วัฒนาพร กระจับทุกซ์ (2542 : 55) ได้กล่าวถึงความสามารถในทางปฏิบัติว่าเป็น สมรรถภาพที่มุ่งเน้นไปที่การกระทำ การปฏิบัติงาน หรือภารกิจหน้าที่ด้วยการใช้สติปัญญา ความรอบรู้ ความเฉลียวฉลาด ความสุขุมรอบคอบ ตามขีดความสามารถและศักยภาพแต่ละบุคคลที่มีอยู่ได้อย่าง คล่องแคล่ว ชำนาญ และสำเร็จลุล่วงได้ดีในช่วงเวลาอันสั้น โดยได้แสดงออกให้เห็น ปรากฏชัดใน รูปของการวางแผนการดำเนินงาน การบังคับควบคุมให้เป็นไปตามต้องการ การจัดการ การบริหารงาน ในรูปของผลงานและผลผลิต ซึ่งความสามารถของผู้เรียนทั้งหมดต้องอยู่ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพจริงมากที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงการฝึกฝน ทักษะต่างๆ จนเกิดเป็นความชำนาญ และสามารถนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ ความจริง เป็น กระบวนการที่มีระเบียบแบบแผน เป็นระบบ

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skill) 5 ทักษะ (ภพ เลหาไพญญ์.2542 : 14-29) ไว้ดังนี้

1) ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึงความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับ

วัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งเป็น 3 ประเภท

1.1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับภาพที่ร่าง กลิ่น เสียง การสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้

1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณอาจบอกโดยการกะประมาณ และบอกหน่วยมาตรฐานไว้

1.3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น จะช่วยให้การสังเกตครอบคลุมข้อมูลได้อย่างกว้างขวางขึ้น

2) ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึงความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด และสามารถอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3) ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึงความสามารถในการบวก ลบ คูณหาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง จากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงกับที่ต้องการและเห็นชัดยิ่งขึ้น ตัวเลขที่นำมาคำนวณโดยทั่วไปเป็นตัวเลขที่ได้จากการใช้เครื่องมือต่างๆวัดหาค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสิ่งที่ทำการวัดนั้นอาจเป็นความยาว น้ำหนัก ปริมาตร หรืออุณหภูมิ ค่าที่ได้จากการวัดแสดงถึงความละเอียดของเครื่องมือ

4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่ปรากฏต่างๆออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก อาจเป็นความเหมือน ความต่าง หรือความสัมพันธ์

5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปส กับเวลา (Space/Space Relationship and Space / Time Relationship)

space ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีภาพร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง หรือความหนาของวัตถุ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้

5.1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ

5.2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาจะเป็นซ้ายและขวาของกันและกันได้อย่างไร

5.3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

5.4) การเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

6) ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ

7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือทดลอง คำอธิบายเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้เดิมหรือประสบการณ์ของผู้สังเกต ที่พยายามเชื่อมโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนมีอยู่

8) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายใต้ขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล

9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานคือคำตอบที่คาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกต หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานสร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึงความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตได้ และวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน หากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

12) ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

12.1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร วัสดุที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ขั้นตอนปฏิบัติการทดลองจริง

12.3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นการสังเกต การวัด หรืออื่นๆ

13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะนั้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะพื้นฐาน คือทักษะที่ 1 ถึงทักษะที่ 8 และทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการคือทักษะที่ 9 ถึงทักษะที่ 13 การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองและคิดแก้ปัญหาต่างๆ ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 7 ทักษะ คือทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ และศึกษาทักษะและทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการ 2 ทักษะ คือ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ และประสบการณ์ อันเป็นผลจากการเรียนรู้ และจากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและแนวทางหรือกระบวนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าการเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญยิ่ง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529 : 29) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือประมวลประสบการณ์ทั้ง

ปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง

ทบทวนมหาวิทยาลัย (2535 : 21) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้และด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ในเรื่องนั้นๆ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝนอบรมหรือจากการสอน หรือเป็นการตรวจสอบความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วเท่าใด มีความสามารถชนิดใด

วาริ ว่องพินัยรัตน์ (2530 : 1) ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงการวัดดูว่า นักเรียนมีพฤติกรรมต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นผลจากการได้รับการฝึกอบรมในช่วงที่ผ่านมา อันเป็นเรื่องราวของอดีต

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความรู้ ความสามารถของนักเรียนอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในกระบวนการเรียนการสอน

อำนวย รุ่งรัศมี (2525 : 109-111) กล่าวว่า การวัดผลประเมินผลทางการเรียนจะต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด ต้องพิจารณาพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1) ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง เช่น การจดจำข้อเท็จจริง ความเข้าใจ ความคิด การตั้งปัญหา และสมมติฐาน

2) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง หักศนคติ หรือเจตคติต่างๆ ของนักเรียน

3) ด้านการปฏิบัติ (Psycho - motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและดำเนินการเช่น การทดลองเป็นต้น

สมบุญ ชิตพงศ์ (2540 : 6-7) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านคือ

1) ด้านความคิด (Cognitive Domain) เป็นความสามารถทางสมองในด้านความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมย่อย 6 ชั้นคือ

1.1) ความรู้ความจำ (Memory) เป็นความสามารถในการทรงไว้ รักษาไว้ซึ่งมวลประสบการณ์ต่างๆ ที่รับรู้มา

1.2) ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิต

1.3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถที่นำประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาใหม่

1.4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งของ เรื่องราว และเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

1.5) การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ เรื่องราวต่างๆขึ้นมาใหม่ โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าแต่ก่อน

1.6) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินใจ ตีราคา และสรุปเรื่องราวต่างๆ

2) ด้านความรู้สึกนึกคิด (Affective Domain) เป็นท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ 5 ชั้น

2.1) การรับรู้ (Receiving) เป็นความรู้สึกจับใจในการรับรู้ในสิ่งเร้าต่างๆ

2.2) การตอบสนอง (Responding) เป็นปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าด้วยความรู้สึกที่ยินยอม เต็มใจ และพอใจ

2.3) การสร้างคุณค่า (Value) เป็นการแสดงความรู้สึก การมีส่วนร่วมต่อสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ยอมรับ นิยมชมชอบ และเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.4) การจัดระบบ (Organization) เป็นการสร้างความคิดรวบรวมของคุณค่าให้เกิดมีระบบโดยอาศัยความสัมพันธ์ของคุณค่าในสิ่งที่ยึดถือ

2.5) การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบ แล้วยึดถือเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวบุคคล

3) ด้านทักษะ (Psycho - motor Domain) เป็นทักษะการปฏิบัติ 3 ขั้นตอน

3.1) การเลียนแบบ เป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2) การทำตามแบบ เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ

3.3) การหาความถูกต้องเป็นการตัดสินใจเลือกทำตามแบบที่เห็นว่าถูก

3.4) การทำอย่างต่อเนื่อง เป็นการกระทำในสิ่งที่เห็นว่าถูกต้องได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว

3.5) การทำโดยธรรมชาติ เป็นการทำจนเกิดทักษะในการปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติจนเป็นธรรมชาติ

บลูม (Bloom. 1976 : 201-207) ได้สรุปให้เห็นชัดเจนว่าผลสัมฤทธิ์หรือประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นเป็นความสามารถที่แสดงออกทางพฤติกรรมย่อยๆ ได้ในด้านต่างๆ ดังนี้

1) ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนเก็บและระลึกเรื่องราวต่างๆ ที่ได้รับการสั่งสอน อบรมผู้เรียนแสดงออกในรูปของการจำและระลึกเรื่องราวต่างๆ ได้

2) ด้านความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถที่แสดงออกในลักษณะการถ่ายทอดในสิ่งที่ตนเองเรียนรู้มา ด้วยการเขียนหรือกระทำใดๆ ที่ผู้อื่นเข้าใจ

3) ด้านการนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนนำเอาความรู้ความเข้าใจจากสิ่งที่อบรมบวกกับประสบการณ์ต่างๆ ของตนไปใช้ในสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลอง คล้ายของจริง

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกให้เห็นด้วยความสามารถ แยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ ผลลัพธ์ ผลรวมของปรากฏการณ์ใดๆ ที่ประจักษ์ว่าเกิดจากส่วนย่อยต่างๆ อะไรบ้าง สามารถวิเคราะห์บางส่วนที่สำคัญได้ มองเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวโยงของปลีกย่อยของส่วนที่เรียนรู้

5) ด้านสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนนำเอาสิ่งต่างๆ มาร้อยกรองจัดระเบียบใหม่ให้เกิดเป็นโครงสร้าง เรื่องราวใหม่ที่แปลกกว่าเดิม มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม เป็นลักษณะของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

6) ด้านการประเมินค่า (Evaluation) เป็นพฤติกรรมทางปัญญาที่สูงที่สุดในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถที่ผู้เรียนวินิจฉัยเรื่องราวต่างๆ ว่าดีหรือไม่ดี ควรปฏิบัติหรือไม่ควร เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เป็นคุณลักษณะความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน อบรม สั่งสอน เป็นผลให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคล ซึ่งแสดงออกในลักษณะพฤติกรรมต่างๆ ที่สามารถวัดได้

5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพรัตกุล (2517 : 16) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นการตอบสนองความรู้ ทักษะและสมรรถภาพของสมองในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้จากการอบรม สั่งสอนของครูส่วนใหญ่ใช้วิธีให้นักเรียนเขียนตอบในกระดาษ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญมากในวงการศึกษา เพราะแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะทำหน้าที่วัดว่านักเรียนเรียนรู้มากน้อยเพียงใด โดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพรัตกุล (2517 : 16) ได้กล่าวเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกได้ 2 แบบคือ

1) แบบทดสอบของครู (Teacher Made Test) หมายถึงชุดคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้เพียงใด บกพร่องตรงไหน เป็นการวัดความพร้อมสำหรับเรียนบทใหม่ ซึ่งขึ้นกับความต้องการของครู

2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) แบบทดสอบประเภทนี้สร้างจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ได้ เป็นแบบทดสอบมาตรฐานจะมีความเป็นมาตรฐานอยู่ 2 ประการคือ

2.1) มาตรฐานในการดำเนินการสอบ หมายความว่าแบบทดสอบนี้ไม่ว่าจะนำไปใช้ ที่ไหน เมื่อไหร่ ก็ตามคำชี้แจง คำอธิบาย การดำเนินการสอบจะเหมือนกันทุกครั้ง จะมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่ทำให้คะแนนคลาดเคลื่อนเช่น ผู้คุมสอบ การจัดชั้นเรียน กระบวนการสอบ การใช้คำสั่ง กระบวนการสอบประเภทนี้มีคำชี้แจงในการใช้ข้อสอบอยู่ด้วย

2.2) มาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนน หมายความว่า ไม่ว่าจะสอบที่ใด เมื่อไหร่ ก็ต้องแปลคะแนนได้เหมือนกันฉะนั้นข้อสอบประเภทนี้จะมีเกณฑ์ (Norm) สำหรับเปรียบเทียบให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 4 ด้านคือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

6. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติหรือทัศนคติ ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Attitude มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า "Aptus" ซึ่งตรงกับคำว่าความเหมาะสม (Fitness) หรือการปรุงแต่ง (Adaptedness) เจตคติเป็นพฤติกรรมที่เตรียมพร้อมทางสมองในการที่จะกระทำ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหน้าที่ของสภาวะจิตใจหรือสภาพก่อนที่คนเราจะตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา (คักดี สุนทรเสนี. 2531:1) มีนักจิตวิทยาและนักวิชาการการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อัลลพอร์ท (Allport. 1935 : 417) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงสภาพแวดล้อมทางจิตใจที่ก่อตัวขึ้นจากประสบการณ์ และเป็นตัวกำหนดทิศทางที่บุคคลจะตอบสนองต่อวัตถุประสงค์หรือสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้อง

กู๊ด (Good. 1973 : 49) ได้กล่าว เจตคติเป็นความรู้สึกของคนเราที่มีความคิดเห็นต่อสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัวเราในด้านความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อสิ่งต่างๆ

เชดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2520 : 41) ได้สรุปความหมายของเจตคติไว้ว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ประสบการณ์ หรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือคัดค้าน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติหมายถึงความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ซึ่งอาจเป็นในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย คัดค้าน หรือสนับสนุน เป็นต้น

6.2 ลักษณะของเจตคติ

สมศักดิ์ สันธุระเวชญ์ (2522 : 11) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- 1) เจตคติเชิงนิมมาน เป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน ปฏิบัติด้วยความเต็มใจ
- 2) เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่พอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี ไม่ร่วมมือ ไม่ทำตาม
- 3) เจตคติที่เป็นกลาง เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่เป็นทั้งเจตคติเชิงนิมมานและเจตคติเชิงนิเสธ แต่อยู่ระหว่างกลางไม่เข้าข้างใดข้างหนึ่ง เช่น รู้สึกเฉยๆ ไม่ถึงกับไม่ชอบหรือเกลียด เป็นต้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 55) ได้แบ่งเจตคติเป็น 2 ลักษณะ คือ

- 1) เจตคติเชิงบวก เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความพึงพอใจและเห็นด้วยอาจทำให้บุคคลอยากกระทำ อยากได้หรืออยากใกล้สิ่งนั้น
- 2) เจตคติเชิงลบ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้บุคคลไม่อยากจะกระทำ ไม่อยากได้หรือไม่อยากเข้าใกล้สิ่งนั้น

6.3 องค์ประกอบของเจตคติ

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2529 : 102-105) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

- 1) องค์ประกอบทางความรู้เชิงประเมินค่า (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้และเป็นการรู้ทางด้านที่ว่า สิ่งนั้นมีคุณหรือโทษ มากน้อยเพียงใด
- 2) องค์ประกอบทางความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจสิ่งนั้น
- 3) องค์ประกอบทางความพร้อมกระทำ (Action Tendency Component) เป็นความพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น

ดังนั้นในการวัดเจตคติของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผู้วิจัยสามารถวัดองค์ประกอบทางความรู้เชิงประเมินค่า องค์ประกอบทางความรู้สึก หรือองค์ประกอบทางความพร้อมกระทำ หรือจะวัดทั้งสามองค์ประกอบพร้อมกันก็ได้

6.4 วิธีวัดเจตคติ

งามตา วนิทานนท์ (2534 : 220-224) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดเจตคติว่ามีอยู่ 6 วิธี ได้แก่

- 1) วิธีการสังเกต
- 2) วิธีสัมภาษณ์
- 3) วิธีใช้แบบสอบถาม
 - 3.1) วิธีการใช้คำประจําประโยคของเธอร์สตันและคณะ
 - 3.2) วิธีการประเมินบนมาตราส่วนของลิเคิร์ท
 - 3.3) วิธีการใช้ความหมายแฝงของคุนส์คัพพ์ของออกสกูลและคณะ
- 4) วิธีวัดโดยทางอ้อมหรือวิธีการสะท้อนภาพมี 3 วิธี คือ
 - 4.1) วิธีการต่อให้จบประโยค
 - 4.2) วิธีการโยงความสัมพันธ์ของคำต่างๆ
 - 4.3) วิธีการเล่าเรื่องราวจากภาพ
- 5) วิธีการศึกษาแบบไม่วุ่นวาย
- 6) วิธีการวัดโดยทางสรีระ

6.5 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2529 : 98-101) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1) วัดเพื่อทำนายพฤติกรรม เจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคลเป็นเครื่องแสดงว่าบุคคลมีความรู้ทางด้านดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งนั้นมากน้อยเพียงใดและมีความรู้สึกชอบ ไม่ชอบสิ่งนั้นเพียงใด เจตคติของบุคคลต่อสิ่งนั้นจึงสามารถใช้เป็นเครื่องทำนายว่าบุคคลหนึ่งจะมีการกระทำต่อสิ่งนั้นไปในทางใด

2) วัดเพื่อหาทางป้องกัน การประกอบอาชีพบางประเภทต้องการบุคคลที่มีเจตคติที่เหมาะสมมาเป็นผู้ปฏิบัติ เช่น ผู้เป็นครูถ้ามีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเป็นครูแล้วอาจทำให้เกิดผลเสียแก่จิตใจและพฤติกรรมของนักเรียน ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันจึงควรวัดเจตคติต่อวิชาชีพครูสำหรับผู้ที่เข้าเรียนวิชาทางการศึกษา และผู้ที่เข้าเรียนวิชาทางการศึกษา และผู้ที่สมัครสอบบรรจุเป็นครูเป็นต้น

3) วัดเพื่อหาทางแก้ไข เช่น การวัดเจตคติต่อการรู้จักทำความสะอาดบ้านเรือนและที่สาธารณะต่างๆ เพื่อดูว่าเจตคติเป็นอย่างไร จะได้หาทางรณรงค์หรือใช้วิธีการอื่นๆ เพื่อที่จะได้ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจ ในการทำความสะอาดบ้านเรือนและที่สาธารณะต่างๆ เป็นต้น

4) วัดเพื่อให้เข้าใจสาเหตุและผล เจตคติต่อสิ่งต่างๆ นั้นเปรียบเสมือนสาเหตุภายในตัวบุคคล ซึ่งมีกำลังผลักดันให้เขาไปกระทำไปได้ต่างๆ กัน ดังนั้นการจะเข้าใจถึงอิทธิพลของสาเหตุภายนอกที่มีการกระทำต่างๆ ของบุคคลให้ชัดเจน บางกรณีอาจจำเป็นต้องวัดเจตคติของบุคคลต่อสาเหตุภายนอกด้วย

จะเห็นได้ว่าการวัดเจตคติของบุคคลในเรื่องหนึ่งเรื่องใดนั้นอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในเรื่องของการศึกษาเจตคติมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นตัวบ่งบอกว่านักเรียนมีความสนใจมากน้อยเพียงไรและสามารถวัดเจตคติของนักเรียนที่ต่อวิชาต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและสนใจในวิชานั้นๆ ซึ่งจะส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

6.6 แนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อ วิทยาศาสตร์ ดังนี้ (คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525 : 57-58)

1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) มอบหมายให้ทำกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและขณะนักเรียนทำการทดลอง ครูต้องให้ความช่วยเหลือและสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

3) การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

4) ในขณะทำการทดลองสมควรนำหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์หลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความเอาใจใส่ของครู เป็นต้น ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและวัยของนักเรียน

6.7 การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118-119 ; อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538: 29-30)) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้

1.1) พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์

- 1.3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.4) ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
- 2) พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ
 - 2.1) การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 2.1.1) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
 - 2.1.3) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
 - 2.2) การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 2.2.1) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
 - 2.2.2) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดี

และผลเสีย

จากพฤติกรรมด้านเจตคติดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์มี 2 ลักษณะคือพฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมในระดับการแสดงออก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยวัดเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการของนักศึกษา วัดโดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติตามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต วัดเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ภายหลังเรียนด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

7. เอกสารเกี่ยวกับการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา

สิ่งที่ทำให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการได้อย่างหนึ่ง คือ วิธีการสอน ซึ่งนับได้ว่าเป็นกลไกที่สำคัญยิ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วิธีสอนแบ่งออกเป็นหลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีมีคุณสมบัติและจุดเด่นในตัวเอง เช่น วิธีสอนแบบแก้ปัญหาเป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีผู้คิดค้นวิธีสอนไว้หลายวิธีด้วยกัน โดยอาศัยแนวการสอนของนักศึกษามาก่อนนำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับแนวคิดทางการศึกษา และหลักจิตวิทยาแห่งการเรียนรู้ในปัจจุบัน

วราพร ศรีสุพรรณ (2536 : 75) กล่าวถึงพื้นฐานในการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ดังนี้

- 1) ให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีบทบาทต่อสังคมและท้องถิ่นของตนในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ในการนี้การศึกษาต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้จักและเห็น

คุณค่าตนเอง รู้จักท้องถิ่น และสังคมของตน ตระหนักว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมจะมีผลกระทบถึงตัวเขาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2) ให้ความสำคัญกับการจัดประสบการณ์ทางสังคม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาในสังคมและสิ่งแวดล้อมของตนเองได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาแนวคิดและเทคนิควิธีใหม่ๆที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อมของตน

3) เนื้อหาสาระต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้การบูรณาการ โดยสามารถประสานแนวคิดของศาสตร์ต่างๆในการอธิบายระบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆที่ปรากฏอยู่ตาม ธรรมชาติ

4) กระบวนการเรียนการสอนเน้นการสืบสวน สอบสวน และการสังเกต โดยมองความเป็นเหตุเป็นผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ปรากฏอยู่ เข้าใจถึงลักษณะของปัญหาสิ่งแวดล้อมและสามารถเข้าถึงที่มาและสาเหตุของปัญหาได้

5) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรม และมนุษยธรรมในการที่จะส่งเสริมให้บุคคลมีเจตคติและพฤติกรรมที่เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตในระบบนิเวศโลก

วินัย วีระพัฒนานนท์ และบานชื่น สีสันผ่อง (2539 : 111 - 113) ได้เสนอตัวอย่างวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่นิยมใช้สอนกันอยู่ในปัจจุบัน ดังนี้

1) การศึกษานอกห้องเรียน การศึกษานอกห้องเรียนเป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยตรงจากธรรมชาติ การนำผู้เรียนไปศึกษานอกสถานที่ต้องใช้เวลาในการเดินทาง และการเตรียมการแต่การเรียนสิ่งแวดล้อมที่ง่ายและสะดวกคือการไปศึกษาภาคสนาม ห้องเรียนในตลาด ในป่าละเมาะข้างโรงเรียนก็นับว่าใช้ได้ ผู้สอนจะต้องมีเป้าหมายให้แน่นอนก่อนพาผู้เรียนออกไปว่าต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง จะให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอะไรในขณะที่ยังไป และจะประเมินผลได้อย่างไรว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ตามที่ผู้สอนตั้งเป้าหมายเอาไว้เพียงใด

การศึกษานอกห้องเรียนนี้รวมถึงการนำนักเรียนไปสอนที่ไกลๆ อย่างที่เรียกว่าทัศนศึกษา (Field Trip) ซึ่งก็ต้องอาศัยหลักเกณฑ์ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

2) การใช้ภาพยนตร์หรือเทปโทรทัศน์ การใช้ภาพยนตร์หรือเทปโทรทัศน์จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนมาก และในขณะนี้ก็มีฟิล์มภาพยนตร์ หรือเทปโทรทัศน์ที่ทำไว้เพื่อสอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอยู่มาก ซึ่งอาจหาชมได้จากสถาบันการศึกษาต่างๆ สถาบันหรือองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สถานทูตบางแห่ง องค์กร UNESCO ฯลฯ หรือถ้าผู้สอนมีอุปกรณ์ เช่น เครื่องถ่ายวิดีโอ หรือกล้องถ่ายภาพยนตร์ก็อาจถ่ายเรื่องที่น่าสนใจหรือเขียนบท (Script) ทำออกมาเป็นบทเรียนแต่ละเรื่องก็ได้

3) การใช้สไลด์ การใช้สไลด์เป็นการสร้างอุปกรณ์การสอนที่ถูกต้องกว่าการพาผู้เรียนไป ทัศนศึกษาและการทำภาพยนตร์ หรือเทปโทรทัศน์ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพจากของจริง และมี สีสัน

สวยงาม การใช้สไลด์ประกอบการสอนจะต้องเขียนบท (Script) ให้ดี ถ่ายภาพได้ชัดเจนและถ้าจะอัดเสียงประกอบด้วยก็จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น ผู้สอนที่มีกล้องถ่ายรูปก็อาจทดลองทำ สไลด์ได้เอง

4) การใช้แผ่นใส (Transparency) การใช้แผ่นใสก็เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปเพราะมีราคาถูก สร้างได้ง่ายและประหยัดเวลาในการเสนอเนื้อหาวิชา แต่โดยทั่วไปแล้วยังใช้แผ่นใสไม่ถูกต้อง เช่น มีข้อความมากเกินไป ตัวหนังสือเล็กจนผู้เรียนมองไม่ชัด การเขียนตัวหนังสือขาดความพิถีพิถัน นอกจากแผ่นใสจะเสนอข้อความ กราฟ ตาราง ได้ดีแล้วยังสามารถยังเสนอเป็นภาพ ทั้งภาพสีหรือภาพขาวดำได้ด้วย

5) การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) และเกม (Game) การสร้างสถานการณ์จำลองเป็นการสมมติให้ผู้เรียนเป็นคนที่เข้าไปอยู่ในสถานการณ์อย่างหนึ่ง แล้วให้แต่ละคนอภิปรายหรือตัดสินใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การสมมติให้ผู้เรียนเป็นผู้อาศัยอยู่บนเกาะแห่งหนึ่ง ซึ่งมีทรัพยากรจำกัดอยู่เฉพาะพอใช้สำหรับคนในจำนวนจำกัด ต่อมาเมื่ออาศัยอยู่ได้ค้นหาวิธีที่จะทำให้คนบนเกาะมีอายุถึง 200 ปีได้ แล้วให้ผู้เรียนอภิปรายสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรบนเกาะนั้นการใช้เกมในการสอนบางครั้งก็มีลักษณะเหมือนกับการใช้สถานการณ์จำลอง แต่มีข้อแตกต่างอยู่บ้างโดยที่เกมมิได้เป็นการสมมติให้ผู้เรียนเข้าไปอยู่ในสถานการณ์นั้นเสมอไป แต่เป็นการให้มีการแข่งขันกันในเรื่อง เช่น อาจให้ผู้เรียนแข่งขันเก็บขยะในบริเวณโรงเรียน ให้แข่งขันตอบคำถาม เป็นต้น

6) การเชิญวิทยากร การเชิญวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาสิ่งแวดล้อมบางแขนงมาบรรยาย หรืออภิปรายให้ผู้เรียนได้ซักถาม จะเป็นการเพิ่มให้ผู้เรียนมีความใส่ใจต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น

7) การทดลอง การทดลองเป็นการให้ผู้เรียนได้พบเห็นปัญหา หรือเข้าใจสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น เช่น การฝึกให้ผู้เรียนดูแลต้นไม้และสังเกตการเจริญเติบโต ให้ผู้เรียนปลูก - ขยายพันธุ์ไม้ด้วยวิธีต่างๆ ฝึกให้ดูแลตู้ปลาในโรงเรียน ฝึกวิเคราะห์น้ำที่มีมลภาวะ

8) การสัมภาษณ์ การเชิญวิทยากรบางครั้งก็ไม่สะดวก ดังนั้นอาจใช้วิธีไปสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญได้โดยตรง วิธีสัมภาษณ์จะต้องมีการนัดหมายล่วงหน้า ส่งขอบข่ายของเรื่องที่ต้องการสัมภาษณ์ไปล่วงหน้า และต้องแจ้งผู้ถูกสัมภาษณ์ให้รู้ ถ้าจะมีการอัดเทป หรือถ่ายวิดีโอเพื่อผู้ถูกสัมภาษณ์จะได้เตรียมได้ถูกต้อง

9) การจัดกิจกรรมพิเศษ โรงเรียนอาจจัดกิจกรรมพิเศษที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนขึ้นวันใดวันหนึ่ง หรือให้นักเรียนจัดชมรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมขึ้น ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมหรือได้ข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างสม่ำเสมอ

10) การทำรายงาน ให้ผู้เรียนทำรายงานอาจเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้เพื่อให้รู้จักการค้นคว้าและเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะข้อมูลที่เขาไม่เคยรับมาก่อน ถ้าผู้เรียนได้ค้นคว้าเพิ่มขึ้นอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนเจตคติได้

11) การอภิปรายโต้แย้ง (Debate) เป็นการให้ผู้เรียนหาข้อมูลยืนยันสนับสนุนความคิดของตน เช่น แบ่งกลุ่มผู้เรียนที่เป็นฝ่ายที่ "สนับสนุนการใช้พลังงานนิวเคลียร์" กับฝ่ายที่ "คัดค้านการใช้พลังงานนิวเคลียร์" เป็นต้น

12) การแสดงบทบาทสมมติ (Role-playing) การให้ผู้เรียนแสดงบทบาทของบุคคลต่างๆ ตามท้องเรื่อง เช่น ให้นักเรียนคนหนึ่งแสดงเป็นหมอ อีกคนหนึ่งเป็นคนไข้แล้วให้มีการสนทนากันถึงสาเหตุของโรคบางโรคที่อาจมีผลมาจากอากาศเสีย

13) การฉวยโอกาส การเปลี่ยนเจตคติทางสิ่งแวดล้อมบางครั้งก็ต้องคอยจังหวะโอกาสที่เหมาะสม เช่น การที่จะบอกให้ผู้เรียนบางคนไม่ทิ้งเศษกระดาษลงบนพื้นก็อาจทำให้ผู้เรียนยังปฏิบัติอยู่เช่นเดิมได้ต่อเมื่อนักเรียนคนหนึ่งเดินไปเหยียบเปลือกกล้วยที่ทิ้งไว้แล้วลื่นล้มลงศีรษะแตก ผู้สอนควรอธิบายถึงการทิ้งขยะไม่เป็นระเบียบซึ่งทำให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บดังกล่าว

เมื่อพิจารณาแนวคิด และหลักการต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องสิ่งแวดล้อมที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมนั้น ควรให้ นักเรียนได้รับรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและให้ตระหนักว่ามนุษย์เรานี้เป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหา ฉะนั้นควรให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์โดยตรงในการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการออกไปเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมข้างนอกห้องเรียน เป็นการไปทัศนศึกษา ฝึกภาคปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดสามารถลำดับความคิด ศึกษาถึงเหตุและผลของปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ และนักเรียนสามารถที่จะนำเหตุผลมาเป็นแนวทางในการเลือกตัดสินใจที่จะกระทำ หรือไม่กระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสิ่งแวดล้อม

8. เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานอกสถานที่

8.1 ความหมายและความสำคัญของการศึกษานอกห้องเรียน

แฮมเมอร์แมน (Hammerman. 1973 : 36) ได้อธิบายความหมายของการศึกษานอกห้องเรียนไว้ว่า คือ การใช้สถานที่นอกห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมซึ่งทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน

ชาร์ป (Sharp. 1974 : 32) กล่าวว่า การศึกษานอกห้องเรียนเป็นกระบวนการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงและได้รับการกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นซึ่งตรงกับวิธีการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยผ่านประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียน

เจตนารับอันจะทำให้ นักเรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดเป็นประสบการณ์ที่อยู่รอบตัว ที่นักเรียนกระหายจะได้เรียนรู้

วินัย วีระพัฒนานนท์ (2532 : 16) ให้ความหมายของการเรียนนอกห้องเรียนไว้ว่า คือ การนำนักเรียนออกไปนอกห้องเรียน ทำให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศได้โดยตรง และยังทำให้นักเรียนได้สนุกสนานเพลิดเพลินที่ได้สังเกตหรือเห็นความเป็นไปใน สิ่งแวดล้อมการเรียน นอกห้องเรียนไม่จำเป็นต้องพานักเรียนออกไปไกลเสมอไป อาจนำนักเรียนออกไปแค่สนามหญ้า โรงเรียน ป่าละเมาะหลังโรงเรียน ถนนหน้าโรงเรียน ฯลฯ นักเรียนก็สามารถเรียน เรื่อง "ระบบนิเวศ" ได้มากมาย

จากความหมายของการเรียนนอกห้องเรียนที่นักศึกษาต่างๆ ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนนอกห้องเรียน คือ การนำนักเรียนไปเรียนนอกห้องเรียนเพื่อศึกษาสภาพที่เป็นจริงใน สิ่งแวดล้อมของชุมชน ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและเป็นการสร้างบรรยากาศที่ดีให้กับ การเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายให้มากที่สุด

8.2 ความสำคัญของการศึกษานอกห้องเรียน

กิจกรรมการเรียนนอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมการเป็นการสอนที่มีคุณค่ามากในการขยาย ขอบข่ายความคิด ความรู้ และเพิ่มพูนทักษะของนักเรียนนับเป็นกิจกรรมที่ช่วยผสมผสานการเรียน การสอนในห้องเรียนได้ผลสมบูรณ์ขึ้นได้อย่างแท้จริง ดังที่นักการศึกษาหลายๆ ท่านกล่าวไว้ดังนี้

สวอน (Swan. 1970) ได้ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าของการจัดการศึกษานอกห้องเรียนไว้ว่าไม่ เป็นการเพียงพอที่นักเรียนจะเรียนอยู่ในห้องแล้วมองออกมายังโลกภายนอกนักเรียนต้องการประสบการณ์ตรงที่น่าตื่นเต้น ได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ค้นพบปัญหาและคำตอบในโลกของความจริงเป็น การช่วยให้นักเรียนได้เห็น ได้ศึกษาจากของจริงแทนภาพหรือสัญลักษณ์จากหนังสือหรือจากการ สอนทฤษฎีครูสามารถที่จะให้นักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์ตรงจากการศึกษานอกห้องเรียนและ สวอน ได้ให้เหตุผลของการนำเข้าไปไว้ในหลักสูตรการเรียน การสอนไว้ดังนี้

- 1) เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เป็นการนำนักเรียนให้สนใจสิ่งใหม่หรือเรื่องใหม่ที่กำลังเรียน
- 2) เพื่อเพิ่มความสนใจในสิ่งที่เรียนเพราะนักเรียนได้เรียนรู้จากของจริง นักเรียนจะมีคำถามมากมายเพื่อเข้ามาในชั้นเรียน
- 3) เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแท้จริงในสิ่งที่สงสัย และอยากศึกษาเพิ่มเติม
- 4) เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นนักสำรวจและชอบสะสมนำสิ่งที่อยู่นอกห้องเรียนในสภาพจริงมาศึกษา
- 5) เพื่อฝึกสังเกตและจดบันทึกเป็นการรวบรวมในแง่ปริมาณและคุณภาพ

6) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของบุคคลต่าง ๆ ในสังคม
 7) เพื่อให้นักเรียนเกิดความชื่นชมต่อธรรมชาติ ศิลปวัฒนธรรม รวมทั้งเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์เมื่อนักเรียนไปในสถานที่จริง

8) เพื่อฝึกการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการศึกษา เพราะสิ่งที่นักเรียนศึกษาไม่จำกัดอยู่เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ทุกสิ่งที่อยู่รอบตัวล้วนเป็นสิ่งที่น่าศึกษาทั้งสิ้น

9) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถแปรผลจากสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว
 สมิทท์ (Smith. 1976: 48) กล่าวถึงคุณค่าของการศึกษานอกสถานที่ไว้ดังนี้

1) เป็นการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยผ่านประสบการณ์ตรง การเรียนรู้จะเริ่มที่วัตถุประสงค์ ความสนใจและความต้องการของนักเรียน การรับรู้ทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ สามารถจัดได้ง่าย และครบในการศึกษานอกห้องเรียนไม่ว่าจะเป็นการมอง สังเกต สัมผัส ได้กลิ่น ได้ยิน เป็นต้น เป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวาและเต็มไปด้วยความกระตือรือร้นของผู้เรียน

2) เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาในเชิงสร้างสรรค์ นักเรียนกับครูได้วางแผนร่วมกัน ความรู้ไม่จำเป็นต้องเกิดในห้องเรียนสี่เหลี่ยมเท่านั้น ทุกสิ่งทุกอย่างที่พบเห็นล้วนมีความหมายและก่อให้เกิดการเรียนรู้ทั้งสิ้น ครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำ สอนวิธีที่จะแสวงหาความรู้ แสวงหาคำตอบด้วยตนเอง การเรียนการสอนวิธีนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความกระตือรือร้นใฝ่หาความรู้ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ความคิดใหม่อยู่เสมอ เป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

เฮก (Haigh. 1974) กล่าวถึงความสำคัญและผลของการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนอกห้องเรียน ไว้ดังนี้

- 1) ช่วยให้นักเรียนมีโลกทัศน์ที่กว้าง หรือมีประสบการณ์เพิ่มขึ้น
- 2) ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการและพฤติกรรมที่ดี
- 3) ช่วยให้ปฏิสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครูที่เกิดจากการร่วมกันทำกิจกรรมนอกห้องเรียนเป็นไปอย่างเป็นกันเองและเป็นไปด้วยดี

แฮมเมอร์แมน (Hammerman. 1973 : 32) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษานอกห้องเรียน ไว้ดังนี้คือ

- 1) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการสังเกต สำรวจสภาพแวดล้อมนอกห้องเรียน
- 2) ช่วยให้นักเรียนได้รับโอกาสในการสำรวจสิ่งต่างๆ ได้อย่างลึกซึ้งโดยปราศจากการขัดจังหวะกระตือรือร้นเวลา เหมือนกับการเรียนในห้องเรียน
- 3) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงแก่นความรู้ที่แท้จริงในสถานการณ์จริงของชีวิต

4) ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย นักเรียนได้ฝึกวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่วางไว้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การศึกษานอกห้องเรียนมีความสำคัญต่อผู้เรียนมาก ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากสภาพการณ์จริงนอกห้องเรียน ซึ่งนอกจากจะเป็นการขยายประสบการณ์ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียนแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการสังเกต สำรวจ ได้ฝึกวางแผน รู้จักการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งพัฒนาคุณสมบัติในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งแวดล้อม และการมีสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับ นักเรียน และระหว่างกับนักเรียนด้วยกัน

8.3 แนวคิดและหลักในการจัดการศึกษานอกห้องเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการศึกษานอกห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมมาดังต่อไปนี้

1) การศึกษานอกห้องเรียนเป็นวิธีการหนึ่งของการศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายทางการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาในห้องเรียน โดยหมายความว่าครอบคลุมการศึกษาที่อยู่นอกห้องเรียนทั้งหมดทุกสาขาวิชาในหลักสูตรการศึกษา เพื่อทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุด (Hammerman. 1973 : 48)

2) การเรียนรู้ในสภาพการณ์จริงเป็นการเรียนรู้ในลักษณะองค์รวม สิ่งที่นักเรียนศึกษามีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับสิ่งต่างๆ มากมายจนแยกขาดเป็นส่วนๆ ไม่ได้ดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของมดจึงเกิดขึ้นไปพร้อมกับการตระหนักและเข้าใจถึงสภาพดินการเปลี่ยนแปลงของใบไม้ และการแบ่งเขตอาศัยระหว่างสัตว์ชนิดต่างๆ ไม่ใช่การเจาะจงเรียนแต่เรื่องมดเพียงอย่างเดียวเหมือนการตัดตอนมาสอนในชั้นเรียน ซึ่งอาจช่วยให้เจาะลึกได้ง่ายขึ้น แต่ขาดภาพรวมตามความเป็นจริง การศึกษานอกห้องเรียนจึงจัดควบคู่กับการศึกษาในห้องเรียนเพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ที่สูงสุด ทั้งนี้โดยไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (Freeberg and Taylor. 1963 : 56)

3) การศึกษานอกห้องเรียนไม่ได้จัดเพื่อทดแทนตำราเรียน ซึ่งเป็นสื่อทางอ้อม แต่เป็นการศึกษาที่มุ่งเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่ายิ่งเรียนรู้ผ่านทางประสบการณ์ตรงมากเท่าไรก็ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในอัตราส่วนมากขึ้นเท่านั้น ด้วย (Nolan. 1976 : 72)

4) การศึกษานอกห้องเรียน เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์และประสบการณ์ร่วมระหว่างผู้เรียนกับครูและผู้เรียนกับผู้เรียนในลักษณะที่ไม่อาจเกิดขึ้นได้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน (Donaldson. 1945 : 85)

8.4 หลักในการจัดการศึกษานอกห้องเรียน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงหลักในการศึกษานอกห้องเรียนไว้ดังนี้

แฮมเมอร์แมน (Hammerman. 1973 : 97) กล่าวถึงหลักในการสอนนอกห้องดังนี้

1) เน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยใช้การฟัง การดู การดมกลิ่น การชิมรส และ การสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นสภาพการณ์ที่แท้จริงนอกห้องเรียน ควบคู่ไปกับการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้อื่นๆในห้องเรียนเพื่อเป็นการเพิ่มเติมความรู้ที่ไม่อาจหาได้จากนอกห้องเรียน

2) การสอนสำคัญที่ใช้คือ สอนโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้คำพูด คำถาม ชี้นำ กระตุ้น เป็นแบบอย่าง และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่ผลโดยประสบการณ์ตรง

3) จัดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพบสภาพปัญหาในสภาพการณ์จริงแล้วนำไปสู่การเก็บรวบรวมทั้งในและนอกห้องเรียน สรุป และบันทึกผล ซึ่งเป็นการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสร้างข้อความรู้ให้ตนเองอย่างสม่ำเสมอ

เดาวิลลิง (Dowling. 1978 : 86) ได้กล่าวถึงหลักในการจัดการเรียนนอกห้องเรียนไว้ดังนี้

1) บอกจุดประสงค์อย่างชัดเจน

2) การเรียนนอกห้องเรียนต้องเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนแบบปกติ

3) การเรียนนอกห้องเรียนต้องเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง

4) การเรียนนอกห้องเรียนควรให้โอกาสผู้เรียนได้พัฒนาสติปัญญา สังคม ร่างกาย

และอารมณ์

5) การเรียนนอกห้องเรียนควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจ สืบเสาะสังเกต ค้นพบการแก้ปัญหา การตรวจสอบข้อสรุป และสร้างขีดจำกัดให้ตนเอง

6) การเรียนนอกห้องเรียนควรให้ผู้เรียนรักสถานที่ที่จะไปทำกิจกรรม

8.5 จุดมุ่งหมายของการศึกษานอกห้องเรียน

มานด์ (Mand.1967 : 98) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการศึกษานอกสถานที่ไว้ดังนี้

1) เพื่อเสริมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ภาษา ศิลปะ สังคม เมื่อนักเรียนไปศึกษานอกห้องเรียนจะเป็นสิ่งเร้าให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) เพื่อให้เกิดความชื่นชมต่อสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ นักเรียนได้มีโอกาสเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถแยกออกจากชีวิตมนุษย์ได้ การศึกษานอกห้องเรียนไม่ใช่สิ่งที่ยุ่งยาก ทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม พืช สัตว์ และเข้าใจบทบาทของสิ่งมีชีวิตบนโลก

3) เพื่อพัฒนาทักษะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ และมีโอกาสฝึกทักษะต่างๆ

4) เพื่อให้ได้รับประสบการณ์ทางสังคม ในขณะศึกษาในห้องเรียนนักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่างๆ เช่น การรอ ความอดทน การแก้ปัญหา ความรับผิดชอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการศึกษานอกห้องเรียนมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการสังเกต สำรวจ เพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ความเข้าใจที่แท้จริงควบคู่ไปกับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรักในธรรมชาติมีประสบการณ์ ทางสังคม การเรียนรู้เป็นไปด้วยความสนุกสนาน

9 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

โกสินทร์ รังสยาพันธ์ (2521 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ผลการวิจัยพบว่าวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ได้ผลก็คือ วิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเห็นสภาพปัญหา และลงมือปฏิบัติจริงและวิธีสอนโดยการศึกษานอกสถานที่เป็นวิธีที่ดี นอกจากนี้วิธีสอนแบบบรรยายซึ่ง นักเรียนคุ้นเคยเป็นวิธีสอนที่นักเรียนทุกคนมีความเห็นว่าเป็นวิธีที่ได้ผลดีเป็นอันดับถัดมา และงานวิจัยของ พูนสิน จันทรวงศ์ (2523 : บทคัดย่อ) มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ โกสินทร์ รังสยาพันธ์ คือ พูนสิน จันทรวงศ์ ที่ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชามนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยสอบถามครูจำนวน 36 คน และนักเรียนจำนวน 360 คน ผลการวิจัยพบว่าครูและนักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาควรให้นักเรียนได้มีโอกาสเห็นสภาพปัญหา ฝึกแก้ปัญหาและมีการปฏิบัติจริง แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่า ครูและนักเรียนยังคงชินกับการสอนแบบบรรยายกว่าวิธีอื่น ๆ

อัศนีย์ ศรีสุข (2521 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คนกลุ่มทดลองจำนวน 30 คนเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง สูงขึ้นกว่าความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01

ลัดดา ศิลาน้อย (2530 : 66 - 67) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษา โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลองใช้การสอนโดยใช้แหล่งชุมชน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กฤษฎณา บุญคุ้ม (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยการสำรวจสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้านสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเกิดเจตคติ ต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผ่องศรี หมั่นจำรูญ (2535 : 86 – 98) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนานหลักสูตรท้องถิ่นเพื่อปลูกฝังค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกานุกุลวิทยา จังหวัดกาญจนบุรี กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกานุกุลวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 24 คน นักเรียนหญิง 16 คนโดยสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ ชนิดที่เป็นสัดส่วนพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรท้องถิ่นมีค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมหลักการใช้น้ำหลักสูตรท้องถิ่นสูงกว่าก่อนการใช้น้ำหลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรท้องถิ่นมีค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกัน

มารศรี ไทยบุญเชิด (2537 : 98 - 102) ได้ศึกษาเรื่องผลการจัดกิจกรรมทางการศึกษานอกสถานที่และแบบผสมผสานที่มีต่อพฤติกรรม และการตัดสินใจเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนปฐมวัย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการศึกษานอกสถานที่ที่มีการตัดสินใจเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการศึกษานอกสถานที่มีโอกาสได้รับประสบการณ์ตรง ซึ่งผู้เรียนจะเรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ดีกว่าสิ่งที่เป็นนามธรรม ได้แก่ ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากการสัมผัสด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของตนเอง และในสภาพที่เป็นจริง ทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้

พรพรรณ กลิ่นเกษร (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้ บทบาทสมมติกับการใช้กรณีตัวอย่างที่มีต่อทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดหนองหลวง อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการศึกษา พบว่านักเรียนมีทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมดีขึ้น หลังจากได้รับการใช้บทบาทสมมติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมดีขึ้นหลังจากได้รับการใช้กรณีตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งนักเรียนได้รับการใช้บทบาทสมมติและนักเรียนที่ได้รับการใช้กรณีตัวอย่าง มีทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมศรี ต้นปี (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตและเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

5 ด้วยการสอนแบบมโนธรรมสำนึกกับวิธีสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบมโนธรรมสำนึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบมโนธรรมสำนึก มีเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัสมา สิงห์แก้วสืบ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษาจากการสอนโดยวิธีศึกษาสำรวจสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นกับการสอนแบบตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมศรี จันทร์รุ่งมณีกุล (2539 : 122) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวความคิดการพัฒนาแบบยั่งยืน ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยการสอนตามแนวความคิดการพัฒนาแบบยั่งยืนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขวัญจิต เกียวพันธุ์ (254 : 88) ได้ทำการศึกษาผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์โดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์โดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมกับกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์โดยครูเป็นผู้สอน ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วสิรัตน์ สภานันท์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและทดลองใช้คู่มือประกอบการสอนการศึกษานอกสถานที่ เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้หลังการเรียนด้วยคู่มือประกอบการสอนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยคู่มือประกอบการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อรอุมา ละมุล (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สอนคือนักเรียน โรงเรียนโคกกระเทียม จังหวัดลพบุรี จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น วัดผลการเรียนรู้จากคำตอบคำถามท้ายการทดลอง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้และแบบวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80.11/80.27

สุรพล วิทศไพฑูริย์ (2543 : 61) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางบัว กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน ทำการสอนโดยใช้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลวิจัยปรากฏว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80.11/80.27

พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม จำนวน 40 คน คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลวิจัยปรากฏว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 81.19/80.33 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ ทดลองกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จังหวัดนครพนม จำนวน 72 คน กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ทวิช แจ่มจรัส (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำกัดผิวจากวัสดุเหลือใช้จากท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในระดับดี

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

บาร์โทส (Batos . 1973 : 3249) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้นักศึกษาที่มีประสบการณ์นอกสถานที่ กับประสบการณ์ในชั้นเรียน โดยศึกษาในรัฐเวจเจเนีย โดยสุ่มตัวอย่างจากนักศึกษา 487 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม พบว่า ความเจริญของงานเป็นไปในทางบวกมากที่สุด เมื่อนักเรียนได้รับทั้งภาคการฝึกและภาคปฏิบัติไปพร้อมๆ กัน นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมต่างๆ อาจจะเริ่มได้ตั้งแต่ระยะแรกในการฝึกฝนซึ่งจะทำให้ง่ายขึ้น หากให้มีทั้งภาคทฤษฎี

และภาคปฏิบัติให้สอดคล้องกัน และในการจัดโปรแกรมจะต้องจัดให้ต่อเนื่องกันตลอดระยะเวลาที่ฝึกฝนโดยให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้รับประสบการณ์ตรง เพื่อนำทฤษฎีไปปฏิบัติได้

เนิสค์ (Neoske, 1975 : 4273 – 4274A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติของนักเรียนเกรด 5 ที่เรียนสิ่งแวดล้อมวิธีสอนที่แตกต่างกันโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยการพาไปศึกษานอกสถานที่ปฏิบัติในสถานการณ์จริง อีกกลุ่มหนึ่งเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาจากสถานการณ์จำลอง ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเมือง พบว่า การพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่เป็นวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าวิธีอื่น นักเรียนที่อยู่ในเขตเมืองมีโอกาสได้ปะทะกับสิ่งแวดล้อมในเขตที่ตนอยู่ มองเห็นความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงสภาวะแวดล้อม และสร้างคุณภาพชีวิตในอนาคตให้ดียิ่งขึ้น

ฮอสเลย์ (Hosley, 1975 : 3092 – 3393A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนโดยการไปศึกษานอกสถานที่ กลุ่มที่ 2 เรียนโดยใช้สไลด์และเทปบันทึกเสียง กลุ่มที่ 3 เรียนโดยการไปศึกษานอกสถานที่ ใช้สไลด์และเทปบันทึกเสียง พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการศึกษานอกสถานที่ และกลุ่มที่เรียนโดยใช้สไลด์และเทปบันทึกเสียงมีคะแนนเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยพาไปศึกษานอกสถานที่กับเรียนด้วยวิธีสอนแบบใช้สไลด์ และเครื่องบันทึกเสียงจะมีคะแนนเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ สูงกว่าการเรียนที่ใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว

เพค (Peck, 1976 : 4233 - A) ได้เปรียบเทียบการสอนตามจุดประสงค์ด้านความคิด ความเข้าใจ และด้านความรู้ในสถานการณ์ 3 ลักษณะ คือ การสอนในห้องเรียน การสอนนอกห้องเรียน และการสอนทั้งในและนอกห้องเรียนประกอบกัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนนอกห้องเรียนและในห้องเรียนมีคะแนนความคิด ความเข้าใจเฉลี่ยหลังการสอนมากขึ้น อีก 2 กลุ่มก็มีคะแนนเฉลี่ยหลังการสอนสูงขึ้นแต่ไม่มากเท่ากลุ่มที่ได้รับการสอนนอกห้องเรียนและในห้องเรียน แสดงถึงการมีเจตคติที่ดีขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบผสมผสานมีเจตคติลดเล็กน้อย

ชวาว (Schwardad, 1976 : 7753 – 7758A) ได้ศึกษาวิธีสอนเนื้อหาสิ่งแวดล้อมศึกษาแบบต่างๆ ที่ใช้สอนในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยสอบถามจากครูมหาวิทยาลัยในรัฐอิลลินอยส์ พบว่า ครูมีความเห็นว่าวิธีสอนที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ปฏิบัติจริงเป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกว่าวิธีสอนที่นักเรียนไม่ได้ร่วมปฏิบัติ แต่ครูมักใช้วิธีสอนที่ได้ผลน้อย วิธีสอนแบบพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ เกม สถานการณ์จำลอง ครูมีความเห็นว่าได้ผลดี แต่ครูไม่ค่อยใช้สอนกัน นักวิชาการมีความเห็นว่าควรให้ความรู้แก่ครูในเรื่องเหล่านี้

เบคเกอร์ (Becker, 1978 : 4566 - A) ได้ศึกษาผลของการใช้ประสบการณ์นอกห้องเรียนต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาว่าการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนเกรด 6 จะมีนัยสำคัญหรือไม่ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ประสบการณ์นอก

ห้องเรียนและการเรียนในห้องเรียนกับนักเรียนที่เรียนปกติในห้องเรียนอย่างเดียวน โดยมีการทดสอบความคิดรวบยอด 4 ประเด็นคือ สิ่งแวดล้อม ความเป็นอิสระ การสงวนทรัพยากรธรรมชาติ มลภาวะ ผลกระทบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม นักเรียนหญิงกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเจตคติสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2 ประเด็น คือ การสงวนทรัพยากรธรรมชาติ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักเรียนผู้ชายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในความคิดรวบยอด 2 ประเด็น คือ มลภาวะ และผลกระทบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม

ฟอล์ค และ บอลลิง (Falk and Balling . 1982 : 22 - 28) ได้ทำการวิจัยเรื่องสภาพแวดล้อมในการศึกษาค้นคว้านอกสถานที่ที่มีผลต่อการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยทดลองกับนักเรียนเกรด 3 และ เกรด 5 จำนวน 96 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งไปศึกษาค้นคว้าในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงทั้งวัน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการสอนนอกห้องเรียนระหว่างชั่วโมงที่เรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้ศึกษาค้นคว้าในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงทั้งวันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า และการสังเกตพบว่า พฤติกรรมต่างๆ จะเปลี่ยนไปตามอายุและสภาพแวดล้อม จากแบบจำลองที่จัดทำขึ้นได้ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของการเรียนรู้และพฤติกรรมมีผลต่อการพัฒนาการและความแปลกใหม่ของสิ่งแวดล้อม

เบนท์ลีย์ (Bentley. 1986 : 2900A -2901A) ได้ศึกษาประสบการณ์เมื่อกลับมาจากชนบทในเรื่องของสิ่งแวดล้อมศึกษาของโรงเรียนระดับกลาง เพื่อพิจารณาว่าการสอนนอกห้องเรียนโดยทัศนศึกษาจะทำให้บรรลุดัชนีประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษาหรือไม่ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาสาสมัครเกรด 5 และ เกรด 6 จำนวน 31 คน มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมต่างกัน หลังจากออกไปทัศนศึกษา 2 วัน ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่ม ตัวอย่างครึ่งหนึ่งและอีกครึ่งหนึ่งเก็บข้อมูลเมื่อเวลาผ่านไป 10 เดือน ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างบรรยายถึงประสบการณ์และรายงานจากการสัมภาษณ์ทำการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อพิจารณาถึงสิ่งที่เป็นลักษณะร่วม และส่วนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวในแง่ของความรู้ เจตคติ ความรู้สึก พฤติกรรม และทักษะ พบว่า ประเด็นที่มีลักษณะร่วมกันร้อยละ 5 มี 67 ประเด็น ประเด็นที่มีความถี่สูงได้แก่ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและป่าไม้ ความสามารถส่วนบุคคล ภูมิประเทศ และจริยธรรมทางสิ่งแวดล้อม เจตคติ มีความอยากรู้อยากเห็น การหากลุ่ม การร่วมมือ ความซาบซึ้งในความงามและการแข่งขันความรู้สึก มีความสนุกสนาน ความเมื่อยล้า ความภาคภูมิใจ ความตื่นเต้น ความวิตกกังวล และความไม่สะดวกสบาย พฤติกรรมการเดินทางไปพักผ่อน การทำบทเรียน ทัศนคติ การจับสัตว์ การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน การพักนอกบ้าน และการสำรวจ และทักษะในการอยู่ร่วมค่ายพักแรมต่างกัน มี 19 ประเด็น ที่ต่างกันระหว่างชั้นต่างกัน ความแตกต่างของการทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เกรด วุฒิภาวะและประสบการณ์เดิม มี 14 ประเด็นที่แตกต่างกันระหว่างข้อมูลที่เก็บได้ในระยะสั้นและระยะยาว

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พอสรุปได้ดังนี้คือ

1) ด้านการสอน จากผลการวิจัยที่นำเสนอข้างต้น พอสรุปได้ว่า การใช้กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ทรัพยากรในห้องเป็นสื่อช่วยให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น นักเรียนมีโอกาสได้เห็นสภาพปัญหา ฝึกแก้ปัญหาและได้ปฏิบัติจริง ซึ่งประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากการสัมผัสด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในสภาพที่เป็นจริง ทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นลักษณะทางกายภาพ ความแปลกใหม่ ความซับซ้อน และมีโอกาสที่จะสัมผัสใกล้ชิดกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต จริยธรรมทางสิ่งแวดล้อม มีความกระตือรือร้น ซาบซึ้งในความงามตามธรรมชาติ ความสนุก ความตื่นเต้น และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้โดยตรง

2) ด้านการมีส่วนร่วมของนักเรียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความรู้สึกตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งผลให้เกิดความมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติในห้องเรียนต่อไปในอนาคต

3) ด้านการปฏิบัติจริงและประสบการณ์ตรงโดยปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนให้ นักเรียนได้สัมผัสกับของจริงในรูปแบบประสบการณ์ตรง โดยปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองได้เห็นสภาพแวดล้อมและปัญหาสิ่งแวดล้อมจากของจริง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ เจตคติ และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จากเอกสารต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้เสนอจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศป่าชายเลนที่สืบเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศป่าชายเลนจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและส่งผลกระทบยาวถึงความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นปฏิริยาลูกโซ่ คือเมื่อมีการเริ่มต้นแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กันไปถึงจุดจบ ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนที่เหลืออยู่ อยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมหรือเป็นสวนป่าชายเลนที่ขึ้นใหม่จากการปลูก พันธุ์ป่าชายเลน ที่สำคัญผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิด

- 1) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ชนิด และความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2) การเปลี่ยนแปลงทางด้านความอุดมสมบูรณ์และผลผลิต
- 3) การเปลี่ยนแปลงในการถ่ายทอดอาหารและพลังงานในระบบนิเวศ
- 4) การสะสมสารมลพิษในระบบนิเวศป่าชายเลน

เราต้องเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศป่าชายเลนที่สืบเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งส่งผลกระทบยาวถึงความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารและสายใย

อาหาร ตลอดจนการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าชายเลนจึงมีความสำคัญต่อการรักษาป่าชายเลนให้คงอยู่สืบไป

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน โดยใช้ห้องดินเป็นแหล่งเรียนรู้ และใช้ทรัพยากรในห้องดินเป็นสื่อในการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ นักศึกษาได้รับความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่น ตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน อันเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าต่อมนุษย์ ส่งผลให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติในห้องดิน มีความรู้สึกห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม สามารถที่จะสงวนรักษา แก้ไขปัญหาและพัฒนาสิ่งแวดล้อมในห้องดินได้ การวิจัยดังกล่าวนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลอันจะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี และสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวเนื่องกับระบบนิเวศป่าชายเลน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. สืบหาข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ
2. พัฒนาและหาคุณภาพชุดปฏิบัติการ
3. นำชุดปฏิบัติการไปทดลองสอน

โดยแต่ละขั้นตอนได้ดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสืบหาข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ

การวิจัยขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้สืบหาแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ และได้เลือกพื้นที่ป่าชายเลน ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนเพื่อศึกษาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. สภาพทั่วไปของแหล่งเรียนรู้
2. สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่
3. สืบหาป้ายสื่อความหมายธรรมชาติ
4. สืบหาบริเวณเหมาะสมสำหรับปฏิบัติการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและหาคุณภาพชุดปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด คือ

1. ชุดปฏิบัติการ
2. คู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ
1. ชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศป่าชายเลน ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ คู่มือสำหรับการศึกษาป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ม.ป.ป.) ป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน (สมชาย

ดิษฐศรและคณะ. ม.ป.ป.) ปาชาเยเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ (สนิท อักษรแก้ว. 2541) คู่มือวิธีการประเมินแบบรวดเร็วเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพื้นที่ชายฝั่งทะเล ระบบนิเวศปาชาเยเลน (ณัฐสารรัตน์ ปภาวสิทธิ์และคณะ. 2546) ปฏิบัติการนิเวศวิทยา (สุดสาคร พุกงามและคณะ. 2548) รวมทั้งสอบถามผู้เชี่ยวชาญ อาทิ ผศ.ดร.สุนทรี รินทรคำ อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา คุณสมชาย ดิษฐศร นักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ป่าไม้ประจำศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เจ้าหน้าที่สำนักงานป่าไม้จังหวัดจันทบุรี ให้ได้ข้อมูล แนวความคิด และแนวการเขียนชุดปฏิบัติการระบบนิเวศปาชาเยเลน

1.2 กำหนดความมุ่งหมายและวางขอบเขตของชุดปฏิบัติการ ได้แก่ เวลา และรายละเอียดของเนื้อหา รวมทั้งสาระ กิจกรรม ที่จะนำเสนอในชุดปฏิบัติการโดยนำเนื้อหาทั้งหมดจัดเป็นหน่วยย่อยของชุดปฏิบัติการ 5 บทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศปาชาเยเลน

บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในปาชาเยเลน

บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในปาชาเยเลน

บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศปาชาเยเลน

บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบนิเวศปาชาเยเลน

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละบทปฏิบัติการ

1.4 เขียนชุดปฏิบัติการและดำเนินการทดลองตามแนวทางที่เขียนเพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องและหาความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการที่จะนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการทดลองสอน

บทปฏิบัติการแต่ละบทประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

ชื่อบทปฏิบัติการ

จุดประสงค์

แนวคิด

วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

วิธีการทดลอง

รายงานผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1.5 ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการทั้ง 5 บทที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วนำมาปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำชุดปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบนิเวศปาชาเยเลน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านชุดปฏิบัติการ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 103) พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของชุดปฏิบัติการ โดย

พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์กับชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น กำหนดเกณฑ์แต่ละบทปฏิบัติการให้มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และนำข้อเสนอแนะมาปรับแก้ครั้งที่ 1 ตามคำแนะนำเกี่ยวกับความเหมาะสมของเนื้อหา สำคัญในส่วนแนวคิด ตรวจสอบความชัดเจนของแนวคิดและจุดประสงค์ให้สอดคล้องกันและปรับคำถามท้ายการทดลองให้เหมาะสมในทุกบทปฏิบัติการ

1.6 นำชุดปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท หลังจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบนิเวศ ป่าชายเลน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านชุดปฏิบัติการ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญในข้อ 1.5 ประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 3 ด้าน ดังนี้ 1) แนวคิด 2) บทปฏิบัติการ และ 3) แบบรายงานการทดลอง โดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง ต้องปรับปรุง และใช้ไม่ได้ตามลำดับ

จากนั้นนำค่าคะแนนการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยให้ความหมายของค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ดังนี้คือ

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ใช้ไม่ได้

โดยเกณฑ์ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยกำหนดไว้คือชุดปฏิบัติการต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป

1.7 นำชุดปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ที่ไม่ใช่ นักศึกษา กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่น ถ้อยคำภาษา ความน่าสนใจ ความยากง่ายของการทดลอง ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทดลอง อุปกรณ์ สารเคมี วิธีทดลอง รายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบทปฏิบัติการ และส่วนประกอบอื่นๆ ของบทปฏิบัติการแต่ละบทแล้วนำมาปรับแก้ครั้งที่ 4

1.8 นำชุดปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ที่ไม่ใช่ นักศึกษา กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่น ถ้อยคำภาษา ความน่าสนใจ ความยากง่ายของการทดลอง ความเหมาะสมของเวลา

ที่ใช้ในการทดลอง อุปกรณ์ สารเคมี วิธีทดลอง รายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบทปฏิบัติการ และส่วนประกอบอื่นๆ ของบทปฏิบัติการแต่ละบทแล้วนำมาปรับแก้ครั้งที่ 5

1.9 นำชุดปฏิบัติการที่ปรับแก้แล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรีที่ไม่ใช่ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักศึกษาที่มี ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวนใกล้เคียงกัน เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่น ถ้อยคำภาษา ความน่าสนใจ ความยากง่ายของการทดลอง ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทดลอง อุปกรณ์ สารเคมี วิธีทดลอง รายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบทปฏิบัติการ และส่วนประกอบอื่นๆ ของชุดปฏิบัติการแต่ละบท โดยทดลองใช้ร่วมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ จากนั้นนำชุดปฏิบัติการมาปรับแก้จนกระทั่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

1.10 นำชุดปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี จำนวน 35 คน

2. คู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือครูเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูที่นำชุดปฏิบัติการที่พัฒนาไปใช้ในการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการพัฒนาคู่มือประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ ดังนี้

2.1 จัดทำรายละเอียดของคู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ จำนวน 5 บท แต่ละบทประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

ชื่อบทปฏิบัติการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เวลาในการทดลอง/เวลาในการทำงาน

สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การเตรียมก่อนล่วงหน้า วิธีการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์

สาระสำคัญ

ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาในขณะทำการทดลอง

ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้

การอภิปรายผลหลังการทดลอง

แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง

คำแนะนำเพิ่มเติม

นำคู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์ แล้วนำมาปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำคู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการที่ปรับแก้ แล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการตรวจสอบ องค์ประกอบทั้งหมด โดยใช้แบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง ต้องปรับปรุง และใช้ไม่ได้ตามลำดับ

นำค่าคะแนนการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยให้ความหมายของค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ดังนี้คือ

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80	หมายถึงผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ใช้ไม่ได้

ผู้วิจัยได้นำคู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ มาปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ในส่วนของชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช การเตรียมตัวล่วงหน้า ข้อควรปฏิบัติที่ต้องบอกนักศึกษาและเพิ่มเติมคำแนะนำสำหรับครูในการนำชุดปฏิบัติการไปใช้ แล้วนำเสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญา นิพนธ์

ขั้นตอนที่ 3 นำชุดปฏิบัติการไปทดลองสอน

ในขั้นตอนที่ 3 นี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี จำนวน 660 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี แผนกวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดปฏิบัติการ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 เจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการ

3. สถานที่สำหรับการวิจัย

ผู้วิจัยสำรวจแหล่งเรียนรู้ในจังหวัดจันทบุรี และเลือกศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลน ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน เพื่อศึกษาในประเด็นต่างๆ คือ สภาพทั่วไปของแหล่งเรียนรู้ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ สำรวจป้ายสื่อความหมายธรรมชาติ และสำรวจบริเวณเหมาะสมสำหรับปฏิบัติการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ โดยพบว่าศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริเป็นสถานที่ที่มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ และมีความหลากหลายของพื้นที่ทั้งบนบก และในน้ำ มีสะพานศึกษาธรรมชาติ ป้ายสื่อความหมายธรรมชาติ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ในวันหยุดสุดสัปดาห์ (เสาร์ – อาทิตย์) จำนวน 2 วัน รวม 14 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ดังรายละเอียดการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

วันแรก

เวลา	กิจกรรม	หมายเหตุ
08.00 – 10.00 น.	สอบก่อนเรียน	
10.01 – 12.00 น.	บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของป่าชายเลน	
12.01 – 13.00 น.	อาหารกลางวัน	
13.01 – 15.00 น.	บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน	
15.01 – 17.00 น.	บทปฏิบัติการที่ 3 สัตว์ในป่าชายเลน	

วันที่สอง

เวลา	กิจกรรม	หมายเหตุ
08.00 – 10.00 น.	บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน	
10.01 – 12.00 น.	บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญของป่าชายเลน	
12.01 – 13.00 น.	อาหารกลางวัน	
13.01 – 15.00 น.	ทดสอบหลังเรียน	
15.00 – 17.00 น.	ชมพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำเฉลิมพระเกียรติ / สรุปกิจกรรม	กิจกรรมเสริม

5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ
4. แบบประเมินชุดปฏิบัติการ

เครื่องมือดังกล่าว มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือวิจัย เพื่อกำหนดกรอบความคิดด้านเนื้อหาสาระ และวิธีการประเมิน เอกสารที่ใช้สำหรับการสร้างเครื่องมือมีดังนี้

1.1 เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ประกอบด้วย

1.1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาเอกสารและตำราต่างๆ เช่น เอกสารการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคนิคการเขียนข้อสอบของ ขวาล แพรัตกุล (2520 : 10 - 40) อำนวย รุ่งรัศมี (2525 : 109-111) และสมบูรณ์ ชิตพงศ์ (2540 : 6-7)

1.1.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาเอกสารของ วรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : ค) สรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 22) และ ภพ เลานไพบูลย์ (2542 : 14-29)

1.1.3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ ศึกษาเอกสารของ ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2529 : 102-105) งามตา วนิทนานนท์ (2534 : 220-224) และ ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118-119)

1.2 แบบประเมินชุดปฏิบัติการ ศึกษาเอกสารและตำราต่างๆ ได้แก่ สุรพล วินคไพบูลย์ (2543 : 91-93) ทวีช แจ่มจำรัส (2545 : 112-118) จำรัส อินทลาภาพร (2545 : 156-160) และ ชลิตา พันธุ์อ่อน (2545 : 160- 163)

2. ยกร่างข้อกระทงของเครื่องมือ ตามสาระสำคัญดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ผู้วิจัยยกร่างข้อกระทงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ

2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น ทักษะต่างๆ 9 ทักษะ เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 7 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ และเป็นทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 2 ทักษะ คือ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ผู้วิจัยยกร่างข้อกระทงของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ

2.3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ 3 ด้านคือ ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ และด้านการเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ ผู้วิจัยยกร่างข้อกระทงของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ จำนวน 30 ข้อ

2.4 แบบประเมินชุดปฏิบัติการ 3 ด้านคือ แนวคิด บทปฏิบัติการ และแบบรายงานผลการทดลอง ผู้วิจัยยกร่างข้อกระทงของแบบประเมินชุดปฏิบัติการจำนวน 30 ข้อ

3. นำเครื่องมือฉบับร่างทั้ง 4 ชุด ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาความเหมาะสมโดยภาพรวม จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 103) พิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของการใช้ภาษา แล้วนำหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ผู้วิจัยได้ปรับแก้เครื่องมือตามที่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ปรับแก้ตัวลงในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ปรับแก้ ถ้อยคำ ภาษา ในชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ

ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า IOC ทั้งฉบับเท่ากับ .96 (ภาคผนวก ข หน้า 119)

2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่า IOC ทั้งฉบับเท่ากับ .92 (ภาคผนวก ข หน้า 121)

3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการมีค่า IOC ทั้งฉบับเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข หน้า 124)

4 แบบประเมินชุดปฏิบัติการ มีค่า IOC ทั้งฉบับเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข หน้า 106)

4. นำเครื่องมือที่ผ่านการพัฒนาตามขั้นตอน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.28 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.24-0.70 และค่าความเชื่อมั่น KR-20 ทั้งฉบับมีค่า .768 (ภาคผนวก ค หน้า 128)

4.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) 0.22 – 0.77 ระหว่าง ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20 – 0.75 และค่าความเชื่อมั่น KR-20 ทั้งฉบับมีค่า .672 (ภาคผนวก ค หน้า 130)

4.3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ มีค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ .933

5. จัดทำเครื่องมือทั้ง 4 ชุดที่ผ่านการพัฒนาคุณภาพแล้วไปทดลองสอนกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี จำนวน 35 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

6. การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการ

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการทำกับกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โดยใช้เวลา 14 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ในวันหยุดสุดสัปดาห์ (เสาร์ – อาทิตย์) การวิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการทดลองมีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตาราง 3 แสดงแบบแผนการวิจัย

ลำดับ	ตัวแปรตาม	แบบแผนการวิจัย	กำหนดการสอบ		หมายเหตุ
			สอบก่อน	สอบหลัง	
1	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	One group Pretest – Post test Design (พ ว ง ร ัต น์ ทวีรัตน์ .2543 : 60)	8/04/49	9/04/49	
2	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	One group Pretest – Post test Design (พ ว ง ร ัต น์ ทวีรัตน์ .2543 : 60)	8/04/49	9/04/49	
3	เจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการ	One shot case study (พวกรัตน์ ทวีรัตน์ .2543 : 60)	-	9/04/49	

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยได้ลงศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลน ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เพื่อศึกษาในประเด็นต่างๆ คือ สภาพ

ทั่วไปของแหล่งเรียนรู้ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ สำรวจป้ายสื่อความหมายธรรมชาติ และสำรวจบริเวณเหมาะสมสำหรับปฏิบัติการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ

2. การพัฒนาชุดปฏิบัติการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวนีย์ สิกขานันต. 2528 : 295) โดย 80 ตัวแรกหมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทุกคนที่ตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการ 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทุกคนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนจบทุกบทปฏิบัติการ

3. ผลการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียน โดยใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน 3 ด้านคือ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117)

3.1.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 129)

3.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 123)

3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117)

3.2.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 129)

3.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 123)

3.3 เจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3.3.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117)

3.3.2 หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 137) ของคะแนนจากแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ โดยคำนวณจากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 142) ของแบบวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ โดยคำนวณจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือวิจัย

2.1 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27% โดยเปิดตารางของฟาน (Fan.1952 : 6 - 32)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_u	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 123)

สูตร
$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{pq}{S_r^2} \right\}$$

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อ

$$p = \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูกต้อง}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

$$q = 1 - p$$

$$S_r^2 = \text{ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ}$$

2.3 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของชุดปฏิบัติการและเนื้อหาของชุดปฏิบัติการแต่ละบทที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117)

สูตร
$$IOC = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของชุดปฏิบัติการและเนื้อหาของบทปฏิบัติ
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 สมมติฐาน "นักศึกษาที่เรียนโดยชุดปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน" ทดสอบเชิงอนุมานโดยใช้สถิติแบบ t - test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 165)

3.2 สมมติฐาน "นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน" ทดสอบเชิงอนุมานโดยใช้สถิติแบบ t - test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 165)

3.3 สมมติฐาน "นักศึกษามีเจตคติต่อชุดปฏิบัติการตั้งแต่ระดับระดับดีขึ้น" ทดสอบเชิงพรรณนาโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 137)

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 13.0 .

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจะนำเสนอตามลำดับความความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. การพัฒนาชุดปฏิบัติการ ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

1.1 การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษา
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพ
ปรากฏผลการประเมิน ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาขึ้น

บทปฏิบัติการ	ค่าเฉลี่ยแจกแจงรายการประเมิน			ค่า		ระดับ
	แนวคิด	บทปฏิบัติการ	แบบรายงาน ผลการทดลอง	$\bar{X}$	S	
1	4.91	4.92	4.93	4.92	0.26	ดีมาก
2	4.84	4.90	4.90	4.88	0.31	ดีมาก
3	4.93	4.92	4.86	4.92	0.27	ดีมาก
4	4.97	4.97	4.93	4.96	0.18	ดีมาก
5	4.82	4.91	4.96	4.90	0.30	ดีมาก
ภาพรวม	4.89	4.92	4.92	4.92	0.27	ดีมาก

จากตาราง 4 สรุปผลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ว่าบทปฏิบัติการ
ทุกบทปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของบทที่ 1 – 5 เป็น 4.96, 4.92 ,4.92
,4.90 และ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.18, 0.26 , 0.27 , 0.30 และ 0.31 ตามลำดับ และโดย
ภาพรวมทั้งชุดมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.27 แสดงว่าชุดปฏิบัติการที่ผ่านการ
ประเมินมีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

1.2 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค
จันทบุรีที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง สรุปผลได้ดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองกับกลุ่มเล็ก จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลการเรียน
เฉลี่ยทุกวิชาคือ เก่ง (คะแนนเฉลี่ย 3.56) ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.50) และ อ่อน (คะแนนเฉลี่ย

1.55) ผลจากการสัมภาษณ์และการสังเกตขณะนักศึกษาอ่านบทปฏิบัติการ ปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มเก่งสามารถอ่านบทปฏิบัติการได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสนอแนะคือ บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน มีการใช้เครื่องมือมาก และการหาค่าบีโอดี มีขั้นตอนที่ ยุ่งยาก ต้องใช้เวลามาก ส่วนกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ให้คำแนะนำว่าบทปฏิบัติการที่ 1 ยากมาก ศึกษาปัจจัยต่างๆ มากเกินไป บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน ให้เขียนชนิดพืชที่พบมากเกินไป และชื่อวิทยาศาสตร์เขียนยาก นักศึกษาไม่ค่อยถนัดจึงแนะนำให้ลดจำนวนพืชที่ต้องบันทึกให้น้อยลง บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ ระบบนิเวศป่าชายเลน มีเนื้อหาที่ยาวเกินไป แต่ทั้ง 3 กลุ่มอยากไปทดลองใช้บทปฏิบัติการที่ป่าชายเลนด้วย และแนะนำให้พักค้างแรม ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งเป็นสถานที่วิจัย โดยให้เหตุผลว่าเพื่อเพิ่มกิจกรรมสันวนการใช้ช่วงกลางวัน ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการดังกล่าวมาปรับแก้โดย ปรับลด การหาค่าบีโอดีออก เนื่องจากมีความยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการทดลองมากเกินไป ไม่สามารถทดลองให้เสร็จในวันเดียวได้ และได้ปรับแนวคิดให้สั้น เข้าใจง่าย ส่วนบทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน ได้ลดจำนวนพืชที่ต้องบันทึกลงในรายงานการทดลองให้น้อยลง และปรับเนื้อหาในบทปฏิบัติการที่ 5 ให้อ่านง่ายและสั้น

ครั้งที่ 2 ทดลองกลุ่มเล็กจำนวน 9 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 คน ประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ยทุกวิชาคือ เก่ง (คะแนนเฉลี่ย 3.00 - 3.70) ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 2.82) และ อ่อน (คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.00) ผลปรากฏว่า นักศึกษาสามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามที่ได้รับมอบหมาย ยกเว้นในการปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน ยังใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด โดยให้เหตุผลว่ายังขาดความชำนาญในการใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ต้องฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 1 ก่อนที่จะออกปฏิบัติการภาคสนามเพื่อฝึกทักษะการใช้เครื่องมือให้ชำนาญ

ครั้งที่ 3 ทดลองกลุ่มใหญ่จำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 5 คน ประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ยทุกวิชาคือ เก่ง (คะแนนเฉลี่ย 3.00 - 3.72) ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 2.89) และ อ่อน (คะแนนเฉลี่ย 1.55 - 2.40) โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนหลังการใช้ชุดปฏิบัติการ ผลการประเมิน แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดระหว่างใช้ชุดปฏิบัติการ และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนหลังใช้ชุดปฏิบัติการ

การทดสอบ	บทปฏิบัติการ การที่ 1	บทปฏิบัติการ การที่ 2	บทปฏิบัติการ การที่ 3	บทปฏิบัติการ การที่ 4	บทปฏิบัติการ การที่ 5	ค่า ร้อยละ (E1)	ค่า ร้อยละ (E2)
ระหว่างฝึกอบรม	83.23	86.44	81.33	82.00	83.60	83.70	-
หลังฝึกอบรม	-	-	-	-	-	-	89.63

จากตาราง 5 สรุปได้ว่า การทำแบบฝึกหัดท้ายบทปฏิบัติการในชุดปฏิบัติการที่ 1- 5 เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ของนักศึกษาที่ใช้ชุดปฏิบัติการ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.70 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.63 จึงสรุปได้ว่า ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพ 83.70/89.63 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. การศึกษาผลการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แล้ว ไปใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิค จันทบุรีที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยศึกษาผลการทดลองใช้ชุดปฏิบัติการในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ปรากฏผลดังแสดงใน ตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศ

ป่าชายเลนก่อนและหลังใช้ชุดปฏิบัติการ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	S	$\bar{d}$	S_d	t	df	p
ก่อนใช้ชุดปฏิบัติการ	35	12.45	2.74					
				-13.74	3.64	-22.33	34	.00
หลังใช้ชุดปฏิบัติการ	35	26.20	1.74					

จากตาราง 6 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดปฏิบัติการสูงกว่าก่อนใช้ชุดปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p=.00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและ

หลังใช้ชุดปฏิบัติการ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	S	$\bar{d}$	S_d	t	df	p
ก่อนใช้ชุดปฏิบัติการ	35	10.82	2.21					
				-13.17	3.50	-22.25	34	.00
หลังใช้ชุดปฏิบัติการ	35	24.00	2.90					

จากตาราง 7 แสดงว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังใช้ชุดปฏิบัติการ สูงกว่าก่อนใช้ชุดปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p=.00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.3 เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศ ป่าชายเลน

คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการ	$\bar{X}$	S	การแปลผล
1. ความรู้สึกนึกคิดต่อชุดปฏิบัติการ	4.21	.87	อยู่ในระดับดี
2. การแสดงออกต่อชุดปฏิบัติการ			
2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ	4.24	.77	อยู่ในระดับดี
2.2 การเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ	4.16	.84	อยู่ในระดับดี
รวม	4.20	.83	อยู่ในระดับดี

จากตาราง 8 คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศ ป่าชายเลน อยู่ในระดับดี เมื่อแยกคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเป็นรายด้าน พบว่า นักศึกษามีความรู้สึกนึกคิดต่อชุดปฏิบัติการ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ และการเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งพัฒนาชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้วิจัยมุ่งศึกษาผลการเรียนรู้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาเรียนระดับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อใช้แหล่งทรัพยากรป่าชายเลนในชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน
2. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ใน 3 ด้านคือ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศ ป่าชายเลน

สมมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ว่า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักศึกษามีเจตคติต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนตั้งแต่ระดับระดับดีขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการ 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและหาคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

ขั้นตอนที่ 3 การนำชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนไปทดลองสอน โดยแต่ละขั้นตอนได้ดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สืบหาข้อมูลแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ

การวิจัยขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้สืบหาแหล่งเรียนรู้สำหรับพัฒนาชุดปฏิบัติการ และได้เลือกศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนเพื่อศึกษาในประเด็นต่างๆ

1. สภาพทั่วไปของแหล่งเรียนรู้
2. สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่
3. สืบหาป้ายสื่อความหมายธรรมชาติ
4. สืบหาบริเวณเหมาะสมสำหรับปฏิบัติการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและหาคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด คือ

1. ชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน
2. คู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ
1. ชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน

ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศป่าชายเลน ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสอบถามครูและผู้เชี่ยวชาญให้ได้ ข้อมูล แนวความคิด และแนวการเขียนชุดปฏิบัติการระบบนิเวศป่าชายเลน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มย่อย 3 ครั้ง คือ 3 คน 9 คน และ 30 คน ตามลำดับ พร้อมกับหาประสิทธิภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 โดยได้ประสิทธิภาพ 83.70/89.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

โดยชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยบทปฏิบัติการ 5 บทปฏิบัติการดังนี้คือ
 บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน
 บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน
 บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน
 บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน
 บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน

ขั้นตอนที่ 3 นำชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนไปทดลองสอน

1. นำชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนที่พัฒนาและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน โดยเป็นนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี จำนวน 35 คน โดยใช้เวลาสอน 14 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลาทดสอบสอบก่อนเรียน 2 คาบ ใช้ชุดปฏิบัติการ 10 1 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบในวันหยุด เสาร์ - อาทิตย์ เป็นเวลา 2 วัน
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง ก่อนและหลังใช้ชุดปฏิบัติการ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่างก่อนและหลังใช้ชุดปฏิบัติการ โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ศึกษาเจตคติต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนของนักศึกษาที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง หลังใช้ชุดปฏิบัติการ โดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหา ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร $E1/E2$ (เสาวนีย์ สิกขามณฑิต. 2528 : 295) (รายละเอียดดังตาราง 5 ภาคผนวก ค หน้า 127)
2. การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ ในการวิจัยมีดังนี้
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .96 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117) (ภาคผนวก ค หน้า 119)

2.1.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) มีค่าระหว่าง 0.28-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.24-0.70 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 129) (ภาคผนวก ค หน้า 128)

2.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน มีค่า .768 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 123)

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .92 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117) (ภาคผนวก ค หน้า 121)

2.2.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) มีค่าระหว่าง 0.22-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.20-0.75 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 129) (ภาคผนวก ค หน้า 130)

2.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน มีค่า .644 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 123)

2.3 เจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการ

2.3.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งฉบับเท่ากับ 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 117) (ภาคผนวก ค หน้า 1/ก)

2.3.2 หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ .933

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 สมมติฐาน "นักศึกษาที่เรียนโดยชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน" ทดสอบเชิงอนุมานโดยใช้สถิติแบบ t – test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 165)

3.2 สมมติฐาน "นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน" ทดสอบเชิงอนุมานโดยใช้สถิติแบบ t – test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 165)

3.3 สมมติฐาน "นักศึกษามีเจตคติต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนตั้งแต่ระดับระดับดีขึ้น" ทดสอบเชิงพรรณนาโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 137)

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 13.0

สรุปผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.70 / 89.63 สรุปได้ว่าชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศ ป่าชายเลนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังใช้ชุดปฏิบัติการมีค่าสูงขึ้นกว่าก่อนใช้ชุดปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = .00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังใช้ชุดปฏิบัติการสูงกว่าก่อนใช้ชุดปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = .00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่าเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน อยู่ในระดับดี เมื่อแยกศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเป็นรายด้าน พบว่านักศึกษามีความรู้สึกรักคิดต่อชุดปฏิบัติการ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ และการเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผลวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ เสนอตามลำดับผลวิจัย ดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.70 / 89.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ซึ่งผลการวิจัยข้างต้นเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่แบบฝึกหัดระหว่างใช้ชุดปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 83.70 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบหลังการใช้ชุดปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 89.63 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

ประการแรก การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ได้ดำเนินการตามหลักการสร้างชุดปฏิบัติการอย่างมีระบบ โดยศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา รวมทั้งมีการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศป่าชายเลน ได้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสอบถามผู้เชี่ยวชาญซึ่งทำให้ได้ข้อมูล แนวความคิด และแนวการเขียนชุดปฏิบัติการระบบนิเวศป่าชายเลน

ประการที่สอง การพัฒนาชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนมีความสอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์จากแหล่งความรู้ท้องถิ่น นักศึกษาสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับจากการใช้ชุดปฏิบัติการกับวิถีชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน

ประการที่สาม ชุดปฏิบัติการเรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน แต่ละบทประกอบด้วย ชีบทปฏิบัติการ จุดประสงค์ แนวคิด วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง รายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง ซึ่งมีองค์ประกอบโดยรวมเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน อีกทั้งชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นเป็นการสอนที่เน้นปฏิบัติการทดลอง สามารถจูงใจให้นักศึกษาสนใจกิจกรรมและช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประการที่สี่ เป็นการจัดการศึกษานอกห้องเรียน ซึ่งการศึกษานอกห้องเรียนเป็นกระบวนการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงและได้รับการกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นซึ่งตรงกับวิธีการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยผ่านประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเจตนารับอันจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดเป็นประสบการณ์ที่อยู่รอบตัวที่ ผู้เรียนกระหายจะได้เรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมิธ (Smith, 1976) กล่าวถึงคุณค่าของการศึกษานอกสถานที่ไว้ว่าเป็นการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยผ่านประสบการณ์ตรง การเรียนรู้จะเริ่มที่วัตถุประสงค์ ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน การรับรู้ทางประสาทสัมผัสต่างๆ สามารถจัดได้ง่าย และครบในการศึกษานอกห้องเรียนไม่ว่าจะเป็นการมองสังเกต สัมผัสได้กลิ่น ได้ยิน เป็นต้น เป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวาและเต็มไปด้วยความกระตือรือร้นของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเฮก (Haigh, 1974) กล่าวว่า ผลของการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนอกห้องเรียนคือ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงแก่นความรู้ที่แท้จริงในสถานการณ์จริงของชีวิต ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย ผู้เรียนได้ฝึกวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่วางไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของโกสินทร์ รังสยาพันธ์ (2521 : บทคัดย่อ) วิธีสอนที่ให้นักเรียนเห็นสภาพปัญหา และลงมือปฏิบัติจริงและวิธีสอนโดยการศึกษานอกสถานที่เป็นวิธีที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ พูนสิน จันทรวงศ์ (2523 : บทคัดย่อ) ที่ว่าครูและนักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาควรให้นักเรียนได้มีโอกาสเห็นสภาพปัญหา ฝึกแก้ปัญหาและมีการปฏิบัติจริง

ประการที่ห้า เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยชุดปฏิบัติการของกลุ่มตัวอย่างพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยชุดปฏิบัติการของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 26.20 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.33 ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันได้ว่าชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังใช้ชุดปฏิบัติการมีค่าสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = .00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

ประการแรก การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการ เป็นการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของนักศึกษาได้ดี เนื่องจากนักศึกษาได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง เรียนรู้จากชุมชนของตนเอง มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม นักศึกษาทุกคนมีบทบาทสำคัญในการทำกิจกรรม โดยมีครูคอยช่วยชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรมทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการฟังคำบรรยายภายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัดดา ศิลาน้อย (2530 : 66 - 67) ที่ว่า การสอนโดยใช้แหล่งชุมชน มีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ และสอดคล้องกับ งานวิจัยของกฤษณา บุญคุ้ม (2534 : บทคัดย่อ) ที่ว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้านสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอัชฌา สิงห์แก้วสืบ (2538 : บทคัดย่อ) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษาจากการสอนโดยวิธีศึกษาสำรวจสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นกับการสอนแบบตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับการวิจัยของสุรพล วิทโคโต (2543 : 61) ที่พบว่าการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สอง บรรยากาศในการจัดกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงจากการสัมผัสด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และได้รับแรงเสริมจากครูด้วยการยิ้ม พยักหน้า ประทับมือ ชมเชย ทำให้นักศึกษากล้าคิด กล้าแสดงออก และลงมือปฏิบัติด้วยความมั่นใจ เกิดความภาคภูมิใจในผลงานที่ตนทำ ส่งผลให้นักศึกษาปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างบรรลุวัตถุประสงค์

ประการที่สาม การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลองด้วยกระบวนการกลุ่ม โดยให้อิสระในการทำงานร่วมกัน ทำให้นักศึกษามีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น แก้ปัญหา และอุปสรรคต่างๆ ร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะปรับพฤติกรรมของตนเองในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การรับฟังความคิดเห็น การวิเคราะห์ การอภิปราย

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังใช้ชุดปฏิบัติการสูงกว่าก่อนใช้บทปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = .00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก ชุดปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองตามขั้นตอนที่กำหนดในชุดปฏิบัติการ ทำให้นักศึกษาได้รับความรู้ทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลให้นักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นซึ่งตรงกับที่คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 116) ที่กล่าวว่า การทดลองเป็นหัวใจของการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของพันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทวิช แจ่มจำรัส (2545 : 77) ที่พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประการที่สอง ขณะดำเนินการทดลองด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า นักศึกษามีความกระตือรือร้นต่อการเรียน อาจสืบเนื่องมาจากนักศึกษาได้มีโอกาสศึกษานอกสถานที่ และเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักศึกษาไม่ค่อยได้มีโอกาสเช่นนี้ ซึ่งในขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งช่วยให้นักศึกษาฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ด้วยเหตุนี้นักศึกษาจึงมีโอกาสพัฒนาความคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิโรจน์ เกลยสุข (2541 : 75) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

4. เจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน อยู่ในระดับดี เมื่อเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเป็นรายด้าน พบว่านักศึกษามีความรู้สึกนึกคิดต่อชุดปฏิบัติการ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนชุดปฏิบัติการ และการเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สามารถอธิบายผลเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการเป็นรายด้านได้ดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้สึกนึกคิดต่อชุดปฏิบัติการ นักศึกษามีเจตคติอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาขึ้น เป็นการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการศึกษาค้นหาความจริง เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติ ช่วยให้

นักศึกษามีความคล่องตัวในการทดลอง เปิดโอกาสให้นักศึกษาอภิปรายผลและสรุปอย่างอิสระ จึงส่งผลให้นักศึกษามีความรู้สึกริเริ่มคิดที่ติดต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทวิช แจ่มจำรัส (2545 : 79) ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำสกัดชีวภาพ จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ในระดับดี และงานวิจัยของ อรุณา ละมุล (2541 : 123) ที่พบว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ในระดับมาก

ด้านที่ 2 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ นักศึกษามีเจตคติอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาขึ้น เป็นการปฏิบัติการที่ให้ประสบการณ์ตรง ทำให้นักศึกษาเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นักศึกษาเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนเพราะเนื้อหาของชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความยาก-ง่าย พอเหมาะกับระดับความสามารถของนักศึกษา ส่งผลให้นักศึกษาเกิดความสนุกสนานในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วัฒนาพร ระบับทุกข์ (2541 : 11) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำช่วยให้นักเรียนเกิดความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะเรียนอย่างมีชีวิตชีวา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) ที่พบว่า นักเรียนมีความสนใจและชอบอยู่ในระดับสูงต่อการเรียนด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคนิคการแยกสาร

ด้านที่ 3 การเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ นักศึกษามีเจตคติอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ที่พัฒนาขึ้น โดยเป็นชุดปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับชุมชนและท้องถิ่นของนักศึกษา เมื่อนักศึกษาได้เรียนแล้วสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งเห็นคุณค่าของป่าชายเลนที่มีต่อมนุษย์เรา และต่อระบบนิเวศอื่นๆ โดยเฉพาะระบบนิเวศชายฝั่ง ระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทวิช แจ่มจำรัส (2545 : 77) ที่พบว่า นักเรียนที่ด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับชุมชนและท้องถิ่นของนักเรียนจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการในระดับดี

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้นักศึกษาที่มีต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การนำชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนไปใช้ในการเรียนการสอน ควรใช้ควบคู่กับคู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจ ควรมีการสำรวจพื้นที่และทดลองปฏิบัติก่อนทั้งนี้เพราะระบบนิเวศป่าชายเลนแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกัน ในบางส่วน ครูควรเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียด แนะนำการใช้ชุดปฏิบัติการให้นักศึกษาเข้าใจก่อน

1.2 ในการเรียนการสอนด้วยชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนยังขาดความรู้ ความชำนาญในการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง ดังนั้นครูควรแนะเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และวิธีใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วยวิธีสาธิตก่อนให้นักศึกษาลงมือทำการทดลอง เพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่ถูกต้อง

1.3 ในบทปฏิบัติการที่ 1 การทดลองหาค่าดีไอ ของน้ำ ต้องมีการใช้เครื่องมือที่เป็นเครื่องแก้ว ครูควรกำชับ และแจ้งข้อควรระวังในการใช้ และยังมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายอย่างมากครูควรให้คำแนะนำ และต้องบอกวิธีปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นระหว่างการทดลอง และครูควรย้ำเตือนว่าสารเคมีที่ใช้นอกจากจะอันตรายแล้ว ยังมีราคาแพงอีกด้วย

1.4 ควรนำชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนไปใช้สำหรับการสอนแก่นักศึกษา นักเรียนในกลุ่มอื่นๆ ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือกับนักเรียนที่อยู่ในท้องถิ่นที่มีป่าชายเลน เพื่อเสริมความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลนให้กับ นักเรียน นักศึกษาอันเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลนอย่างยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน กับตัวแปรอื่นๆ อาทิ เจตคติที่มีต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ความตระหนักเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจและคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรพัฒนาเนื้อหาเพิ่มขึ้นเพื่อให้ชุดปฏิบัติการสามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลนได้อย่างสมบูรณ์

2.3 ควรมีการพัฒนาชุดปฏิบัติการนี้เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อความหมายธรรมชาติให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในระดับต่างๆ เช่นก่อนประถมศึกษา ประถมศึกษา มัธยมศึกษา อุดมศึกษา

และสำหรับประชาชน และควรเพิ่มทักษะการกำหนดตัวแปร พร้อมทำใบความรู้เรื่องการกำหนดตัวแปรเพิ่มเติม

2.4 ควรเพิ่มการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นทักษะผสม หรือทักษะบูรณาการ และในส่วนของวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรวัดด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่าเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ✓ กฤษเดช สุภาพไพบุลย์ และจิตต์ คงแสงไชย. (2525). **พรรณไม้สมุนไพรในป่าชายเลน**. รายงานการสัมมนาในระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลนครั้งที่ 4. สุราษฎร์ธานี : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ✓ เกษม จันทรแก้ว. (2544). **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกษม ตั้งทรงศักดิ์. (2531). ป่าชายเลนอาณาจักรแห่งสรรพชีวิตที่กำลังล่มสลาย. **สารคดี**. ปีที่ 4 (41).
- กฤษณา บุญคุ้ม. (2534). **การศึกษาผลของการสอนโดยวิธีสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. ปรินญานินพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โกสินทร์ รังสยาพันธ์. (2521). **การศึกษาเกี่ยวกับปัญหาความสับสนเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม**. ปรินญานินพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (พัฒนศึกษาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ขวัญจิต เกียวพันธุ์. (2541). **ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์โดยโครงการสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. ปรินญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). **แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน**. กรุงเทพฯ.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). **ชุดส่งเสริมประสบการณ์สำหรับครู**. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- งามตา วนินทานนท์. (2534). **เอกสารประกอบการสอนจิตวิทยาสังคม**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตต์ คงแสงไชย. (2525). **การใช้ประโยชน์ในป่าไม้ชายเลน**. รายงานการสัมมนาในระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลนครั้งที่ 4. สุราษฎร์ธานี : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- จิรพรรณ ทะเขียว. (2543). **การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์**. ปรินญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพ้วัดกุล. (2517). **การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 2** ณ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

- ชุติมา วัฒนศิริ. (2541). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนอนุบาล*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2520). *การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และ จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐวรรตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ. (2546). *คู่มือการประเมินแบบรวดเร็วเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพื้นที่ชายฝั่งทะเล : ระบบนิเวศป่าชายเลน*. กรุงเทพฯ : หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2539). *ทางเลือกในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดและแนวปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ : ดวงกมลการพิมพ์.
- ดวงเดือน พันธุมนาวิน. (2529). *เอกสารประกอบการฝึกอบรมการวิจัยขั้นสูงทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เต็ม สมิตินันท์. (2544). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย*. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชน จำกัด.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.ชุด การเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2535). *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์.
- ทวิช แจ่มจรัส. (2545). *ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน*. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ เทียม คมกฤส. (2514). *การป่าไม้ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถำมรงค์ ประกอบบุญ. (2540). *การจัดการและอนุรักษ์ป่าชายเลน บทเรียนในรอบ 20 ปี*. *สารการประมง*. ปีที่ 50 (4):299
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. (2536). *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี*. *ป่าชายเลน*. *สารวิทยาศาสตร์*. ปีที่ 47(1):25

- นวัรัตน์ ไกรพานนท์. (2527). *การศึกษาสมบัติทางแร่วิทยาและทางเคมีของดินป่าชายเลน จังหวัดระนอง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นริศ ธนะประสพ. (2532). *การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชายเลนของประชาชนในท้องถิ่น : ศึกษาเฉพาะกรณี อำเภอแหลมงอบ จ.ตราด*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิพนธ์ ศรีณกุล. (2531?). *BIOLOGY NOTE*. กรุงเทพฯ: เทพรัตน์การพิมพ์.
- นิตยา เลานจินดา. (2546). *นิเวศวิทยา พื้นฐานสิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ. (2535). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์สามเจริญพาณิชย์.
- บุญเดิม พันรอบ. (2535). ชุมชนป่าชายเลนในภาคตะวันออก. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 1(2):21
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2547). *การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลในการวิจัยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 10 - 12*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . บริษัท เอส พี เอ็น การพิมพ์ จำกัด.
- บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. (2539). *นิเวศวิทยาสำหรับเทคโนโลยี 1*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราอาจารย์นิมิตร จิระสันติการ.
- พรพรรณ กลิ่นเกษร. (2538). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้บทบาทสมมุติกับการใช้กรณีตัวอย่างที่มีต่อทัศนคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดหนองหลวง อ.หนองหญ้าไทร สุพรรณบุรี*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- _____. (2538). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2543). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิกุล คำรอด. (2531). *ค่านิยมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนและความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน ของครูโรงเรียนประถมศึกษา จ.จันทบุรี*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. (2544). *การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พูนสิน วงษ์สังข์ทอง. (2523). *ความเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชามนุษย์ และสิ่งแวดล้อมในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาณิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลานไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มารศรี ไทยบุญเจ็ด. (2537). *ผลการจัดกิจกรรมการศึกษานอกสถานที่ และแบบผสมผสานที่มีต่อ พฤติกรรมและการตัดสินใจเพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเด็กปฐมวัย*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- เมธี เอกศิรินิมิตร. (2541). *การจัดการและอนุรักษ์ป่าชายเลน บทเรียนในรอบ 20 ปี*. มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ ปัตตานี. *รัฐมิต*.ปีที่ 19 (3) : 34
- ปิยาภรณ์ บัณฑุชัย. (2544). *ความหมายและคุณค่าแห่งป่าชายเลนที่ดั่งกระเบน*. *อนุสาร อ.ส.ท*.
- ปรีชา สุวรรณพิณิจ. (2544). *ชีวิตในระบบนิเวศ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ปรียา วิริยานนท์. (2537). *ป่าชายเลนที่ยะหริ่ง.การจัดการสัมปทานป่าชายเลน กรณีศึกษาผู้รับ สัมปทานป่าชายเลน อ.ยะหริ่ง ปัตตานี*.สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ผดุงยศ ดั่งมาลา. (2531). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์*.มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.ปีที่4(12) : 31-39.
- รักศักดิ์ เลิศคงคาทิพย์. (2544). *การพัฒนารูปแบบเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี*. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดา ศิลาน้อย. (2530). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคม ศึกษาจากการสอนโดยกิจกรรมในแหล่งชุมชน*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การ มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดาวัลย์ กัณทสุวรรณและคณะ. (2529). *การศึกษามลการใช้ปฏิบัติการนำเที่ยวเพื่อศึกษาสิ่งแวดล้อมที่มีต่อเจตคติและสัมฤทธิ์ผลการเรียนสิ่งแวดล้อมในระดับประถมศึกษาตอนปลาย และมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ : งานวิจัยการพัฒนากการสอนสิ่งแวดล้อมระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา วิทยาลัยครูพระนคร.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- _____ และจิต นวลแก้ว. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- _____ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเดอะมาสเตอร์ กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- วราพร ศรีสุพรรณ. (2536). *สิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเอส พริ้นติ้ง เฮาส์.
- วลีรัตน์ สุกานันท์. (2541). *การสร้างและทดลองใช้เครื่องมือประกอบการศึกษานอกสถานที่เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. (สิ่งแวดล้อมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยสวนสุนันทา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.
- วิจิต สุรัตน์เรืองชัย. (2540). *เอกสารประกอบคำสอนวิชา 404361 วิธีสอนทั่วไป*. ชลบุรี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2543). *วิสัยทัศน์การศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชชุดา งามอักษร. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วินัย วีระวัฒนานนท์. (2530). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.
- _____ . (2532). *แนวทางในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมศึกษา*. ในรายงานสัมมนาเรื่อง "สภาพปัญหาและทิศทางของสิ่งแวดล้อมศึกษาในประเทศไทย. ชลบุรี : โครงการสิ่งแวดล้อมศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ.
- วินัย วีระวัฒนานนท์ และบานชื่น สัมพันธ์. (2539). *สิ่งแวดล้อมศึกษาการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. กรุงเทพฯ : บริษัททองสยาม จำกัด.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วันชัย อิงปัญจลาภ. (2539). *ป้าชายเลน*. กรุงเทพฯ:บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- วัฒนาพร ระบับทุกซ์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ:ต้นอ้อ 1999.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). *เจตคติ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ.
- ศึกษานิเทศก์. (2545). *เอกสารประกอบการฝึกอบรมครูแกนนำเพื่อทำหน้าที่ผู้อำนวยการ* *ความสะดวกสำหรับค่ายเยาวชนนานาชาติเอเปค*. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (ม.ป.ป.). *คู่มือการเดินศึกษาธรรมชาติป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน*. จันทบุรี.
- สมคิด สร้อยน้ำ. (2540). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา หลักการสอน 1022301*. อุตรธานี: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุตรธานี.
- สมชาย ดิษฐศรีและคนอื่นๆ. (ม.ป.ป.). *ป้าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน*. จันทบุรี : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- สมจิต สวธนไพบุลย์. (ม.ป.ป.). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบุญ ชิตพงศ์ และคนอื่นๆ. (2540). *เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2522). *การประเมินผลการเรียนวิชาสังคมศึกษาระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศรี จันทร์รุ่งนิกุล. (2539). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยสิ่งที่อยู่รอบตัวเราและเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดการพัฒนาแบบยั่งยืน*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศรี ต้นปี. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตและเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบมโนธรรมสำนึกกับวิธีการสอนแบบปกติ*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .ถ่ายเอกสาร.
- สรศักดิ์ แพรดำ. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. อุบลราชธานี: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.
- สนิท อักษรแก้ว. (2541). *ป้าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (ม.ป.ป.). *คู่มือการปลูกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน*. โครงการวิจัยป่าชายเลน. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนพันธ์ี่พิบูลย์.

- สนิท อักษรแก้ว. (2522). "การหมุนเวียนของธาตุอาหารในป่าชายเลน. กรุงเทพฯ : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- _____. (2534). ป่าชายเลน. กรุงเทพฯ : เอกสารจัดทำโดยมูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2538). "ป่าชายเลนทรัพยากรธรรมชาติชายฝั่งที่ควรอนุรักษ์". กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบการอบรมการอนุรักษ์ธรรมชาติ และทรัพยากรสำหรับเยาวชน ครั้งที่ 8.คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (2545). ป่าชายเลนชุ่มทรัพย์ชายฝั่งทะเล. เอกสารประกอบการฝึกอบรมครูเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกสำหรับค่ายเยาวชนนานาชาติเอเปค. หน้า 15.
- สนิท อักษรแก้วและ ชูบ เข็มมณ. ; วสันต์ เกตุปราณี. (2522). การหมุนเวียนของธาตุอาหารในป่าชายเลน. กรุงเทพฯ: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สนใจ หะวานนท์. (2545). อนุรักษ์ป่าชายเลน. อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ แต่คุณแม่ สว่าง บุญถนอม. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- สง่า สรรพศรี ; และคนอื่นๆ. (2530). รายงานการวิจัยการศึกษาสังคมป่าชายเลนในประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์. โดยวิธีการจัดหมวดหมู่และการวิเคราะห์ศักยภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สุรพล วิทโณบลย์. (2543). การพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2535). เอกสารประกอบการอบรมครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเนื้อหาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ , กรมการฝึกหัดครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุรีย์ สุธาธิโนบล. (2541). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจากดวงอาทิตย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- สุนันทา สุวรรณโณม. (2543). ปัจจัยทางประชากรและเศรษฐกิจที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงป่าชายเลนไปเป็นนาทุ่งในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2545). เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. กรุงเทพฯ.
- สุรินทร์ มัจฉาชีพ. (ม.ป.ป.). การศึกษาภาวะทางนิเวศวิทยาของป่าชายเลนในเขตอำเภอลำลูกเกด จ.จันทบุรี.

- สุดใจ เทพพิทักษ์ศักดิ์. (2540). *รักษ์ป่าชายเลน*. สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.ปีที่ 25(97):35
- สุดสาคร พุกงาม. (2547). *ปฏิบัติการนิเวศวิทยา*.ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.ภารกิจการผลิตเอกสารและตำรา มหาวิทยาลัยทักษิณ ลำดับที่ 130.
- เสาวนีย์ ลิกขำบัณฑิต. (2528). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อรรถ วิเศษกุล. (2534). *ผลของบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพ้นทองวิทยายน จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ละมุล. (2541). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ที่ใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6*.ปริญญาานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- อชมา สิงห์แก้วสืบ. (2538). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษาจากการสอนโดยวิธีสำรวจสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัศนี ศรีสุข. (2521). *การศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมด้วยบทเรียนสำเร็จรูป ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*.ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- อู่แก้ว ประกอบไวยทยกิจ บีเวอร์. (2538). *มนุษย์ ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย*.กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อำนวย รุ่งรัมย์.(2525).*การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า*.มหาสารคาม: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Allport, Gardon W. (1935). "Attitude," . *Handbook of Social Psychology* : Massachusette. Clark University Press.
- Anderson, Charles Raymonds. (1973, August). The Effectiveness of a Simulation Learning Game in Teaching Consumer Credit to Senior High School Students in Comparison to a Conventional Approach Instruction.*Dissertation Abstract International*.39(2):670-671A.

- Aksornkoae,S.,G.Wattayakorn and W.Kaitpraneet. (1978). *Physical and Chemical Properties of Soil and Water in Mangrove Forest at Amphoe Khlung,Chanthaburi,Thailand*.Final Report Submitted to UNESCO,Paris.
- Batos,Robert Bryan. (1973). A Study of Field Participation and Classroom Experiences and Their Effects Upon the Perception of Perspective Teachers.*Dissertation Abstract*.
- Becker, Lencre Marcia. (1978). The Effect of the Resident Outdoor Experience on Attitudinal Change Environmental Issues. *Dissertation Abstract International*.
- Bentlay,Michael Lee. (1986). *The Role of Backcountry Experiences in Middle School Environmental Education*. Dissertation Abstract International.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Taxonomy of Education Objectives,Handbook 1 : Cognitive Domain*.New York. David Mc Kay Company Inc.
- Donaldson,G.W. (1945). *Living and Learning Outdoor*.The School Executive. 65-66.
- Dowling,H.J. (1978). *Outdoor Education : Why Outdoor Education?*.New York : Destandes Ltd.
- Du, L.V. (1962). *Ecology and Silviculture of Mangrove*.Yale University.School of Forest.Unpublished.
- Faik H,JOHN and John D.Balling. (1982). The Field Trip Millicee : Learning and Behavior as a Function of Contextual Event.*The Journal of Education Research*.
- Fan,Chung – The. (1956). *Item Analysis Table*.New Jersey : Education Testing Service.
- Freeberg,W.and Taylor. (1963). *Programs in Outdoor Education*.Minneapolis : The Burgess Publishing Co.
- Good , Carter V. (1973). *Dictionary of Education*.New York : McGRAWHILL Book Company.
- Haigh,G.G. (1974). *Out of School Activities*.London:Pitman Publishing.
- Hammerman,D.R. (1973). *Teaching in the Outdoors*.Minneapolis,Minn :Burgess Pub.Co.
- Hosley,Edward W. (1975). A Comparison of the Methods of Instruction in Environmental Education. *Dissertation Abstract International*.
- Hofstrin,A .and Lanetta,V.N. (1982). *The Roles of the Laboratory in Science Teaching : Neglected Aspects of Research , Review of Education Research*.201-202.
- Lugo,A.E. and S.C.Snedaker.(1974).*The Ecology of Mangroves*.Ann.Rev.Ecology System.
- Noeske,Nancy Rae. (1975). A Comparative Study of The Effect of Different Instructional Treatments on Elementary Pupils's Attitudes toward the Urban Environment. *Dissertation Abstract International*.

- Nolan,H.B. (1976). *Federick Country School System*.Mryland: Action Models.The Pinchot Institute.
- James H.Otto. (1985). *Modern Biology*..New York. Holt,Rinehart and Winston.Publishers
- Mand,C.L. (1967). *Outdoor Education*.New York:J.Lowell Prattand Co.
- Peck,Richard Allan. (1975). A Study Comparing Outdoor , Indoor and Outdoor-Indoor Setting for Teaching Specific Environmental Education Objectives. *Dissertation Abstract International*.
- Schimper,A.F.W. (1903). *Plant Geography on a Physiological* Oxford. Basin Oxford University.Press.
- Schwardad,Karl Bugene. (1976). A Survey of The Effectiveness of The Environment Education Teaching Methods as Ratted By Public School Teachers and Professors of Education in Illinois. *Dissertation Abstract International*.
- Sharp,L.B. (1974). *Basic Consideration in Outdoor and Camping Education*.The Bulletin of the National Association of Secondary School Principals.31:15-17.
- Smith,J.W. (1976). *Outdoor Education for American Youth*.Washington D.C.American Association for Health Physical Education and Recreation.
- Swan,M.D. (1970). *Tip and Tricks in Outdoor Education*.lilinois ; The Interatate Printer & Publishers.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทรี รินทร์คำ
อาจารย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ
2. นายสมชาย ดิษฐสอน
นักวิชาการป่าไม้ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช
3. อาจารย์อุดม เครือวัลย์
อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
4. อาจารย์วรางคณา สิริยานนท์
อาจารย์แผนกวิชาสัมพันธ์ (วิทยาศาสตร์) วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี
5. อาจารย์ปาริชาติ ธนาภรณ์
อาจารย์แผนกวิชาสัมพันธ์ (วิทยาศาสตร์) วิทยาลัยเทคนิคระยอง

ที่ ศธ 0519.12/3776



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

8 เมษายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แบบประเมิน แบบวัด และชุดปฏิบัติการ

เนื่องด้วย นายเมธา โยธาฤทธิ นิติระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอน
สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดปฏิบัติการ
เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี อาจารย์สนอง ทองปาน
และ อาจารย์สุนันทา มั่นสมงคล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย
ขอเรียนเชิญ นายสมชาย คิบสอน นักวิชาการป่าไม้ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียน เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติที่มีต่อ
ชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน และชุดปฏิบัติการ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
แบบทดสอบ แบบประเมิน แบบวัด และชุดปฏิบัติการให้ นายเมธา โยธาฤทธิ และขอขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติ โทรศัทพ์ มือถือ 06-3909296

ภาคผนวก ข

- ตารางสรุปค่าการประเมินความสอดคล้อง (IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมของชุดปฏิบัติการ
- ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ
- ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 สรุปค่าการประเมินความสอดคล้อง (IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมของชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

บทปฏิบัติการ	จุดประสงค์ของกิจกรรม	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน	1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ แสงสว่าง การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ อุณหภูมิ ความขุ่นของน้ำ ความลึกของแหล่งน้ำ สี ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3. เพื่อฝึกทักษะการใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับระบบนิเวศป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
บทปฏิบัติการที่ 2 พิ ช ในป่าชายเลน	1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และลักษณะของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	จุดประสงค์ของกิจกรรม	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
บทปฏิบัติการ ที่ 2 พืชใน ป่าชายเลน	2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพืช กับระบบนิเวศ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
บทปฏิบัติการ ที่ 3 ประชากร สัตว์ใน ป่าชายเลน	1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และ ธรรมชาติของสัตว์ในป่าชาย เลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ สัตว์ในป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
บทปฏิบัติการ ที่ 4 ความ สัมพันธ์เชิง อาหารในระบบ นิเวศ ป่าชายเลน	1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน ของ พืชและสัตว์ในป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิง อาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3. เพื่อศึกษาความสำคัญของ ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร ของระบบนิเวศป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
บทปฏิบัติการ ที่ 5 ค ว า ม สำคัญ การฟื้น ฟู และการ อนุรักษ์ระบบ นิเวศป่าชาย เลน	1. เพื่อให้นักศึกษาตระหนักถึง ความสำคัญของป่าชายเลนที่มี ต่อมนุษย์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. เพื่อให้นักศึกษาเห็นความ สำคัญของป่าชายเลนที่มีต่อระบบ นิเวศอื่นๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับการฟื้นฟู การ อนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 10 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพบพปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 แนวคิด								
1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6 เนื้อหาสมบูรณ์	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.7 การใช้ภาษา								
1.7.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.7.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	5	5	4	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.7.3 ชวนอ่าน	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการ								
1.1 จุดประสงค์								
1.1.1 มีความชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5	ดีมาก
1.1.2 ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	25	5	ดีมาก
1.1.3 จุดประสงค์ระบุชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5	ดีมาก
1.1.4 รายละเอียดเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.2 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี								
1.2.1 เหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.2.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.3 วิธีการทดลอง								
1.3.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.3.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.3.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	5	4	5	5	24	4.80	ดีมาก

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.3.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.3.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.3.6 ส่งเสริมให้นักศึกษาคิดเป็น	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.3.7 นักศึกษาแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.3.8 ส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการ ทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
ส่วนที่ 3 แบบรายงานผลการทดลอง								
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
3.2.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก

ตาราง 11 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 แนวคิด								
1.8 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.10 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.11 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.13 เนื้อหาสมบูรณ์	5	4	5	4	5	23	4.60	ดีมาก
1.14 การใช้ภาษา								
1.14.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.14.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.14.3 ชวนอ่าน	5	4	5	5	5	25	4.80	ดีมาก
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการ								
1.4 จุดประสงค์								
1.4.1 มีความชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.4.2 ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.4.3 จุดประสงค์ระบุชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.4.4 รายละเอียดเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.5 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี								
1.5.1 เหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.5.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6 วิธีการทดลอง								
1.6.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.6.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6.6 ส่งเสริมให้นักศึกษาคิดเป็น	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.6.7 นักศึกษาแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.6.8 ส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการทดลอง	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
ส่วนที่ 3 แบบรายงานผลการทดลอง								
3.3 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.4 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
3.4.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.4.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.4.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.4.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.4.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
3.4.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก

ตาราง 12 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 แนวคิด								
1.15 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.16 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.17 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.18 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.19 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.20 เนื้อหาสมบูรณ์	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.21 การใช้ภาษา								
1.21.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.21.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.21.3 ชวนอ่าน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการ								
1.7 จุดประสงค์								
1.7.1 มีความชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.7.2 ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.7.3 จุดประสงค์ระบุชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.7.4 รายละเอียดเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.8 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี								
1.8.1 เหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.8.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9 วิธีการทดลอง								
1.9.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.9.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9.6 ส่งเสริมให้นักศึกษาคิดเป็น	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.9.7 นักศึกษาแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.9.8 ส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการทดลอง	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
ส่วนที่ 3 แบบรายงานผลการทดลอง								
3.5 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.6 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
3.6.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.6.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.6.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.6.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.6.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
3.6.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก

ตาราง 13 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศ
ป่าชายเลน

รายการประเมิน		ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
		1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 แนวคิด									
1.22	เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.23	เนื้อหามีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.24	เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.25	เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.26	ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.27	เนื้อหาสมบูรณ์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.28	การใช้ภาษา								
1.28.1	มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.28.2	ไม่วกวน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.28.3	ชวนอ่าน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการ									
1.10	จุดประสงค์								
1.10.1	มีความชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.10.2	ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.10.3	จุดประสงค์ระบุชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.10.4	รายละเอียดเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.11	วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี								
1.11.1	เหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.11.2	เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12	วิธีการทดลอง								
1.12.1	เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12.2	เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12.3	มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.12.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12.6 ส่งเสริมให้นักศึกษาคิดเป็น	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.12.7 นักศึกษาแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.12.8 ส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการ ทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
ส่วนที่ 3 แบบรายงานผลการทดลอง								
3.7 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.8 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
3.8.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.8.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.8.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.8.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.8.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
3.8.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก

ตาราง 14 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบ
นิเวศป่าชายเลน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ส่วนที่ 1 แนวคิด								
1.29 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.30 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.31 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.32 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.33 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.34 เนื้อหาสมบูรณ์	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.35 การใช้ภาษา								
1.35.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	4	4	5	23	4.60	ดีมาก
1.35.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.35.3 ชวนอ่าน	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการ								
1.13 จุดประสงค์								
1.13.1 มีความชัดเจน	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
1.13.2 ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.13.3 จุดประสงค์ระบุชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.13.4 รายละเอียดเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.14 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี								
1.14.1 เหมาะสมกับระดับนักศึกษา	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.14.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.15 วิธีการทดลอง								
1.15.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.15.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.15.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	$\bar{x}$	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.15.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.15.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.15.6 ส่งเสริมให้นักศึกษาคิดเป็น	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
1.15.7 นักศึกษาแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
1.15.8 ส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการ ทดลอง	5	4	4	5	5	23	4.60	ดีมาก
ส่วนที่ 3 แบบรายงานผลการทดลอง								
3.9 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.10 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
3.10.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.10.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.10.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.10.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก
3.10.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5	4	5	5	5	24	4.80	ดีมาก
3.10.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้	5	5	5	5	5	25	5.00	ดีมาก

ตาราง 15 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบ
นิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.ความเข้าใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.ความเข้าใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10.ความรู้ความจำ	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
11.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12.ความเข้าใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13.การวิเคราะห์	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
14.ความรู้ความจำ	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
15.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18.ความเข้าใจ	0	0	1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
19.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
21.ความเข้าใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
22.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
26.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29.ความรู้ความจำ	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
30.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31.ความรู้ความจำ	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
32.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
33.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
34.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
35.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
36.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
37.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
41.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
42.การวิเคราะห์	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
43.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
44.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
46.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
47.การวิเคราะห์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
48.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49.การนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50.ความรู้ความจำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.การสังเกต	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.การวัด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.การวัด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4.การวัด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5.การวัด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6.การคำนวณ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7.การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10.การจำแนกประเภท	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
11.การจำแนกประเภท	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
12.การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13.การทดลอง	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
14.การทดลอง	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
15.การพยากรณ์	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
16.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17.การจำแนกประเภท	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	0	0	1	1	1	3	0.6	ใช้ได้
19.การคำนวณ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
21.การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
22.การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23.การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24.การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25.การจำแนกประเภท	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
26.การพยากรณ์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28.การพยากรณ์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29.การพยากรณ์	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
30.การจำแนกประเภท	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
31.การจำแนกประเภท	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
32.การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
33.การทดลอง	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
34.การทดลอง	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
35.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
36.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
37.การวัด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40.การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
41.การสังเกต	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
42.การสังเกต	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
43.การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
44.การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45.การคำนวณ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ความรู้สึกรักคิดต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
1. เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติทำให้คล่องตัวขณะทำการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2. ทำให้มีความละเอียดรอบคอบต่อการใช้เครื่องมือต่างๆ ขณะทำการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. ช่วยสร้างนิสัยรักการค้นคว้า ทดลอง เพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงต่างๆ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าหาความจริง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5. การปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าครูสาธิต	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6. การเปิดโอกาสให้นักศึกษาอภิปรายผลหรือสรุปผลการทดลองอย่างอิสระทำให้สับสนและล่าช้า	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการทดลอง ต้องทนแดด ร้อน นานเบื่อเสียเวลา	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8. ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมการเรียนรู้ไม่น่าสนใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9. ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความกังวลใจในการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10. ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละการทดลองใช้เวลาอย่างเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
11.ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
การแสดงผลออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์								
12.การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสีย เวลาโดยเปล่าประโยชน์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13.การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นเป็นการให้ประสบการณ์ตรง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
14.การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้ เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15.การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้ เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบนิเวศ ป่าชายเลน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16.สนุกสนานเพลิดเพลินกับการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17.ขณะเรียนรู้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้รู้สึก ง่วงนอนบ่อยครั้ง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18.การเรียนรู้แบบปฏิบัติการทดลองนี้ทำให้ไม่อยาก เข้าเรียน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19.ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความยาก-ง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักศึกษา	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20.ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไม่ส่งเสริมให้นักศึกษา ได้ใช้ความสามารถของตนเอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
การเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์								
21.มั่นใจว่าจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับ ตนเองและชุมชน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
การเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์								
22.การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยให้ มีความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23. ความรู้ที่ได้จากการเรียน ไม่เกี่ยวข้องกับชุมชน ท้อง ถิ่นของจริง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24.สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็น ประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่น	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25.อยกานำความรู้ที่ได้จากการเรียนชุดปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์นี้ไปเผยแพร่ต่อชุมชนและท้องถิ่น	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26.รู้สึกไม่มั่นใจที่จะนำความรู้จากการเรียนชุดปฏิบัติ การวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27.รู้สึกไม่มั่นใจและไม่กล้าถ่ายทอดความรู้จากการ เรียนชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้อื่น	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28.เต็มใจที่จะบอกกล่าวและอธิบายความรู้ให้แก่ผู้อื่น	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29.อยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาการบุกรุกทำลาย ระบบนิเวศป่าชายเลน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30.ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับใช้ในการ เรียนการสอน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

- คะแนนแบบทดสอบหลังการทดลองในบทปฏิบัติการที่ 1 – 5
- ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนก่อนและหลังการใช้ชุดปฏิบัติการ
- คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดปฏิบัติการ
- คะแนนเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน

ตาราง 18 แสดงคะแนนแบบทดสอบหลังการทดลองในบทปฏิบัติการที่ 1 - 5

คนที่	บทปฏิบัติการที่ 1	บทปฏิบัติการที่ 2	บทปฏิบัติการที่ 3	บทปฏิบัติการที่ 4	บทปฏิบัติการที่ 5
1	17	25	12	15	14
2	16	22	12	14	13
3	19	21	12	14	14
4	18	23	13	14	13
5	18	24	14	15	10
6	16	24	13	13	10
7	17	25	10	14	13
8	15	24	10	16	12
9	18	24	12	15	12
10	17	23	12	12	12
11	17	23	12	15	12
12	18	21	13	15	13
13	19	22	13	15	13
14	15	22	14	16	13
15	17	23	14	12	10
16	18	25	13	12	10
17	19	25	13	13	12
18	19	25	13	13	14
19	18	26	12	15	13
20	16	24	10	15	13
21	16	25	11	14	13
22	15	26	11	14	14
23	18	25	12	14	12
24	18	25	12	13	12
25	16	25	14	14	13
26	17	21	13	15	14
27	18	21	12	12	13
28	17	22	10	13	14
29	18	23	10	14	10
30	19	23	12	15	12
31	19	24	12	12	13
32	19	22	12	13	12
33	18	22	14	13	14
34	19	20	13	14	13
35	18	22	12	15	14
เฉลี่ย	17.48	23.34	12.20	13.94	12.54
ร้อยละ	83.23	86.44	81.33	82.00	83.60

ตาราง 19 แสดงคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างใช้ชุดปฏิบัติการ และคะแนนประเมินผลหลังใช้ชุดปฏิบัติการเรื่อง
ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างใช้ชุดปฏิบัติการ X (95)	คะแนนประเมินผลหลังใช้ชุดปฏิบัติการ Y (30)
1	83	28
2	77	29
3	80	28
4	81	27
5	81	27
6	76	25
7	79	26
8	77	26
9	81	25
10	76	28
11	79	28
12	80	28
13	82	27
14	80	27
15	76	27
16	78	26
17	82	26
18	84	27
19	84	27
20	78	27
21	79	28
22	80	28
23	81	28
24	80	26
25	82	26
26	80	26
27	76	27
28	76	28
29	75	26
30	81	27
31	80	27
32	78	27
33	81	26
34	79	25
35	81	27
รวม	2,783.0	941.0
ประสิทธิภาพ	E1=83.70	E2=89.63

ตาราง 20 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	P	r	ข้อที่เลือกไว้
1	.78	.50	✓
2	.77	.25	✓
3	.55	.47	✓
4	.48	.68	✓
5	1.00	.00	-
6	.42	.59	✓
7	.88	-.01	-
8	.56	.36	✓
9	1.00	.00	-
10	1.00	.00	-
11	.57	.62	✓
12	.35	.24	✓
13	.97	.00	-
14	.97	.00	-
15	.84	.07	-
16	.37	.46	✓
17	.45	.58	✓
18	.40	.68	✓
19	.31	.41	✓
20	.66	.55	✓
21	.60	.57	✓
22	.66	.55	✓
23	.46	.34	✓
24	.66	.55	✓

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	P	R	ข้อที่เลือกไว้
25	.75	.26	√
26	.75	.50	√
27	.56	.42	√
28	.28	.63	√
29	.91	.63	-
30	.70	.36	√
31	.91	.05	-
32	.88	.38	-
33	.68	.25	-
34	.86	.08	-
35	.91	-.07	-
36	.73	.55	√
37	.91	.63	-
38	.57	.44	√
39	.36	.45	√
40	.86	-.24	-
41	.46	.50	√
42	.91	.63	-
43	1.00	.00	-
44	.66	.70	√
45	.54	.63	√
46	.93	.26	-
47	.46	.42	√
48	.55	.33	√
49	.86	.08	-
50	.51	-.56	-

ค่าความยากง่าย (P) ควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ถ้าต่ำกว่า 0.2 ข้อสอบยากมาก ถ้าสูงกว่า 0.8 ข้อสอบง่ายมาก ค่าอำนาจจำแนก (r) ควรอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ถ้าต่ำกว่า 0.2 จำแนกไม่ได้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ชุดนี้ (30 ข้อ) มีค่าความเชื่อมั่น .768

ตาราง 21 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	P	r	ข้อที่เลือกไว้
1	1.00	.00	-
2	.25	.36	✓
3	.60	.52	✓
4	.42	.75	✓
5	.28	.65	✓
6	.37	.32	✓
7	.57	.27	✓
8	.31	.32	✓
9	.45	.28	✓
10	.28	-.07	-
11	.17	-.03	-
12	.48	.39	✓
13	.22	.35	✓
14	.82	.10	-
15	.05	-.16	-
16	.37	.39	✓
17	.60	.26	✓
18	.54	.48	✓
19	.34	.37	✓
20	.48	.23	✓
21	.71	.21	✓
22	.71	.68	✓
23	.77	.64	✓
24	.62	.22	✓

ค่าความยากง่าย (P) ควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ถ้าต่ำกว่า 0.2 ข้อสอบยากมาก ถ้าสูงกว่า 0.8 ข้อสอบง่ายมาก ค่าอำนาจจำแนก (r) ควรอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ถ้าต่ำกว่า 0.2 จำแนกไม่ได้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดนี้ (30 ข้อ) มีค่าความเชื่อมั่น .672

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	ข้อที่เลือกไว้
25	.51	-.17	-
26	.54	.36	✓
27	.77	.40	✓
28	.60	.31	✓
29	.65	.37	✓
30	.11	.40	-
31	.48	.33	✓
32	.05	.29	-
33	.51	-.13	-
34	.00	.00	-
35	.45	.20	✓
36	.33	.56	✓
37	.42	.17	-
38	.20	.17	-
39	.40	.17	-
40	.05	-.01	-
41	.28	.43	✓
42	.28	.30	✓
43	.35	.24	✓
44	.54	.54	✓
45	.60	.18	-

ค่าความยากง่าย (P) ควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ถ้าต่ำกว่า 0.2 ข้อสอบยากมาก ถ้าสูงกว่า 0.8 ข้อสอบง่ายมาก
 ค่าอำนาจจำแนก (r) ควรอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ถ้าต่ำกว่า 0.2 จำแนกไม่ได้ ข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ ชุดนี้ (30 ข้อ) มีค่าความเชื่อมั่น .672

ตาราง 22 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนก่อนและหลังการใช้ชุดปฏิบัติการของ
นักศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษา คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	ผลต่าง	นักศึกษา คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	ผลต่าง
1	17	23	6.0	19	17	26	9.0
2	12	25	13.0	20	15	26	11.0
3	10	26	16.0	21	16	27	11.0
4	12	24	12.0	22	16	28	12.0
5	13	26	13.0	23	15	28	13.0
6	15	21	6.0	24	12	29	17.0
7	12	23	11.0	25	12	25	13.0
8	10	27	17.0	26	10	26	16.0
9	8	28	20.0	27	8	26	18.0
10	13	26	13.0	28	10	28	18.0
11	12	26	14.0	29	12	27	15.0
12	11	25	14.0	30	12	27	15.0
13	10	28	18.0	31	13	27	14.0
14	9	29	20.0	32	14	25	11.0
15	6	28	22.0	33	12	26	14.0
16	15	27	12.0	34	12	25	13.0
17	16	25	9.0	35	12	26	14.0
18	17	28	11.0				

ตาราง 23 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดปฏิบัติการของนักศึกษา
กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษา คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	ผลต่าง	นักศึกษา คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	ผลต่าง
1	10	18	8.0	19	14	28	14.0
2	8	20	12.0	20	13	25	12.0
3	9	16	7.0	21	12	25	13.0
4	9	26	17.0	22	12	26	14.0
5	6	28	22.0	23	11	25	14.0
6	8	24	16.0	24	10	23	13.0
7	9	25	16.0	25	8	22	14.0
8	12	22	10.0	26	9	21	12.0
9	12	25	13.0	27	9	20	11.0
10	10	26	16.0	28	9	26	17.0
11	13	28	15.0	29	10	26	16.0
12	15	22	7.0	30	11	25	14.0
13	12	23	11.0	31	12	25	13.0
14	10	25	15.0	32	12	28	16.0
15	11	20	9.0	33	11	24	13.0
16	15	22	7.0	34	10	27	17.0
17	16	23	7.0	35	9	27	18.0
18	12	24	12.0				

๑๑๓R

ตาราง 24 แสดงคะแนนเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นศ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15
1	4	4	4	5	5	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	5	3	4	5	5	3	4	4	4	5	5	5
3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	3	4	4	4	2	3	5	4	3	2	4	4	4
5	4	4	5	5	5	4	3	2	5	3	4	2	5	5	5
6	4	4	5	4	5	3	2	3	5	3	4	4	4	4	4
7	4	4	3	4	5	5	5	4	5	3	3	4	4	4	4
8	4	4	5	4	4	3	5	2	5	3	4	4	4	4	4
9	5	5	4	5	5	3	3	5	5	4	3	5	4	5	5
10	4	4	4	3	5	4	3	3	5	3	4	3	4	4	4
11	4	4	5	5	5	4	2	5	5	4	4	5	5	5	4
12	4	4	5	5	4	4	3	5	5	4	4	4	4	4	5
13	4	4	4	4	4	3	5	5	5	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	4	4
15	4	4	4	5	5	3	4	3	5	4	4	4	5	4	4
16	4	4	5	5	5	4	2	4	4	4	4	4	4	4	5
17	5	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	5	4	4
18	5	5	5	4	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5
19	5	4	4	5	5	3	1	2	4	4	4	4	3	5	5
20	4	3	4	5	5	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4
21	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4
22	4	5	4	4	4	3	2	3	3	4	4	2	3	3	5
23	4	4	5	4	5	5	3	2	5	4	4	5	4	5	5
24	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	3	4	5
25	4	5	5	5	5	4	1	5	5	4	5	5	4	5	5
26	5	5	5	5	5	3	2	4	5	4	5	5	4	4	4
27	4	3	4	4	4	3	1	4	5	4	5	5	5	5	5
28	4	5	3	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4
29	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
30	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
32	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
รวม	153.0	152.0	154.0	158.0	160.0	137.0	122.0	141.0	159.0	140.0	148.0	144.0	150.0	156.0	159.0
เฉลี่ย	4.37	4.34	4.40	4.51	4.57	3.91	3.48	4.02	4.54	4.00	4.22	4.11	4.28	4.45	4.54
S.D.	.49	.59	.69	.56	.60	.81	1.37	1.09	.78	.68	.64	.93	.66	.56	.50

ตาราง 24 (ต่อ)

นศ.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4
2	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	4	1	4
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4
5	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3
6	4	3	4	3	3	4	5	3	3	4	3	3	3	4	4
7	4	3	3	4	4	3	5	3	4	3	3	3	3	3	3
8	5	4	5	4	4	3	4	3	3	4	3	5	4	4	5
9	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
10	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	2	3	4	4
11	4	4	4	5	5	3	5	5	5	4	4	4	3	5	5
12	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	2	4	4	4	4
13	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4
14	2	5	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
15	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4
16	5	2	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
17	3	5	4	3	3	5	3	4	4	4	2	3	4	5	3
18	5	3	4	3	4	4	5	4	5	5	1	3	5	5	5
19	5	3	4	4	4	5	5	4	5	4	3	3	4	4	5
20	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	5
21	4	3	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4	5	5	5
22	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	5
23	4	3	5	4	4	4	5	2	4	4	4	4	4	5	4
24	3	4	5	3	3	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
25	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
26	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	5	5
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
28	3	3	4	4	5	3	5	4	4	3	3	4	5	4	4
29	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
32	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
รวม	151.0	138.0	151.0	141.0	148.0	145.0	159.0	143.0	154.0	151.0	120.0	127.0	147.0	153.0	157.0
เฉลี่ย	4.31	3.94	4.31	4.02	4.22	4.14	4.54	4.08	4.40	4.31	3.42	3.62	4.20	4.37	4.48
S.D.	.83	.96	.67	.89	.77	.80	.56	.88	.69	.71	.91	.73	.83	.87	.70

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย × ทับตัวอักษร ก, ข, ค, และ ง ที่นักศึกษาคิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ ถ้านักศึกษาเขียนคำตอบแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้เขียนเครื่องหมาย – “ทับคำตอบเดิม แล้วเลือกคำตอบใหม่ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใดๆ ลงในแบบทดสอบ
2. ให้นักศึกษาเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้วจึงลงมือทำข้อสอบ

1. ข้อใดคือความหมายของระบบนิเวศ (Ecosystem)
 - ก. สิ่งมีชีวิตทุกๆ กลุ่มที่อาศัยอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง
 - ข. การรวมกลุ่มกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันในบริเวณหนึ่ง
 - ค. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต
 - ง. ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณที่อยู่อาศัย
2. ข้อใดคือองค์ประกอบของระบบนิเวศ

ก. ดิน น้ำ อากาศ	ข. ป่าไม้ สัตว์ป่า มนุษย์
ค. แหล่งที่อยู่ แร่ธาตุ แหล่งอาหาร	ง. สิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต ความสัมพันธ์
3. ข้อใดสำคัญและจำเป็นที่สุดในระบบนิเวศ

ก. ผู้ผลิตและผู้บริโภค	ข. พลังงานและการสังเคราะห์แสง
ค. แบคทีเรียและพืชสีเขียว	ง. วัฏจักรของสารและการถ่ายทอดพลังงาน
4. ข้อใดไม่ใช่ระบบนิเวศ
 - ก. ร่างกายของมนุษย์
 - ข. สวนดอกไม้ที่มีแมลง
 - ค. ทะเลทรายที่มีต้นกระบองเพชร
 - ง. สภาพแวดล้อมบนดาวอังคารซึ่งเคยมีหลักฐานว่ามีสิ่งมีชีวิต (ยังไม่ได้รับการยืนยัน 100%)
5. ข้อใดจัดเป็นองค์ประกอบทางชีวภาพของระบบนิเวศ

ก. ความชื้น	ข. ความเป็นกรด-เบส
ค. พันธุ์ไม้	ง. น้ำและดิน

6. ข้อใดที่ไม่ได้กล่าวถึงระบบนิเวศ

- ก. แอ่งน้ำในรอยเท้ากระบือมีแมลงมวนน้ำและสาหร่ายอยู่
- ข. ขอนไม้ผู้ได้ต้นมะม่วง มีเห็ดโคน แมลงหางหนีบ มด และปลวกอาศัยอยู่
- ค. แนวหินปะการังชายฝั่งบริเวณอ่าวสัตหีบ มีปลาการ์ตูน ปูหิน และหนอนดอกไม้
- ง. ฝั่งทะเลบริเวณอ่างศิลา มีความเร็วของกระแสน้ำ 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง อุณหภูมิ 26°C

7. "ในการสำรวจป่าชายเลนแห่งหนึ่ง พบพืชประเภทโกงกาง แสม เสม็ด ลำพู ขึ้นปะปนกัน ส่วน ใน ร่องน้ำและพื้นดิน โคลน มีลูกปลา หอย ปู ก้ามดาบ กระจายอยู่ทั่วไป การศึกษาต่อมาพบว่าหอย กินใบไม้ในท้องร่องเป็นอาหาร ส่วนปู ก้ามดาบ กินหอยและลูกปลา" ข้อมูลนี้เป็นการการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องใด

- ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
- ข. แหล่งที่อยู่อาศัย
- ค. ระบบนิเวศ
- ง. ห่วงโซ่อาหาร

8. ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต้องมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน คืออะไร

- ก. ที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม
- ข. แสงสว่างจากดวงอาทิตย์
- ค. พลังงานในรูปสารอาหาร
- ง. แก่งแย่งความเป็นผู้นำในระบบ

9. พืชชนิดใดจัดเป็นไม้เบิกนำของป่าชายเลน

- ก. โกงกาง-โปรง
- ข. แสม-ลำพู
- ค. ตาตุ่ม-เสม็ด
- ง. ประจ-จาก

10. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับป่าชายเลน

- ก. ป่าชายเลนเป็นเสมือนคลังอาหารเนื่องจากมีพรรณไม้ที่กินได้
- ข. ป่าชายเลนเป็นเสมือนกำแพงชายฝั่งเนื่องจากมีความทนทานต่อความเป็นกรด-เบส และความเค็มของของน้ำทะเลได้ดี
- ค. สัตว์ในป่าชายเลนโดยส่วนใหญ่มีความสามารถในการดำรงชีพทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม
- ง. พืชในป่าชายเลนต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถมีชีวิตรอด เช่น ต่อมขับเกลือ มีรากหายใจ มีใบที่อวบน้ำ

11. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ขึ้นกับปัจจัยใด

- ก. จำนวนแสงที่ส่องกระทบผิวน้ำ
- ข. เวลาในรอบวัน
- ค. อุณหภูมิของน้ำ
- ง. ค่า pH

12. น้ำทะเลมีความเค็ม ประมาณ 35 ppt หมายความว่าอย่างไร
- น้ำทะเล 1 ล้านส่วน มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
 - น้ำทะเล 1 พันส่วน มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
 - น้ำทะเล 100 กรัม มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
 - น้ำทะเล 1000 กรัม มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
- 13.ปรากฏการณ์ Eutrophication หมายถึงอะไร
- แหล่งน้ำมีสัตว์น้ำมากเกินไป เกินกว่าแหล่งน้ำจะรับได้ทำให้สัตว์น้ำตาย
 - มีการทิ้งสารมลพิษโดยเฉพาะโลหะลงในแหล่งน้ำ
 - มีการทิ้งสารพวกฟอสเฟตลงในแหล่งน้ำในพืชน้ำมาก
 - แหล่งน้ำมีค่าความเป็นกรดสูงเนื่องจากการแปรปรวนของแหล่งน้ำ
14. ข้อใดเรียงลำดับการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ป่าชายเลนได้ถูกต้อง
- ทะเล $\longrightarrow$ ผัง
- โกงกาง แสม ถั่ว ตะบูน
 - ตะบูน แสม โกงกาง ถั่ว
 - ถั่ว โกงกาง ตะบูน แสม
 - ถั่ว ตะบูน โกงกาง แสม
15. พืชชนิดใดมีการปรับตัวโดยมีต่อมขับเกลือที่บริเวณใบ
- ลำพู ลำแพน แสม
 - โปรง ตะบูน เสม็ด
 - โกงกาง ตะบูน ถั่ว
 - เหงือกปลาหมอ เสม็ด ประ
16. สารแทนนินในพืชป่าชายเลนมีประโยชน์อย่างไร
- ป้องกันเพรียงหิน
 - ป้องกันเชื้อรา
 - ป้องกันการระเหยของน้ำ
 - ป้องกันความร้อน
17. การศึกษาความหนาแน่นของประชากรโดยวิธีการนับจำนวนเหมาะกับสิ่งมีชีวิตข้อใด
- ต้นไม้ใหญ่
 - โขลงช้าง
 - หอยนางรม
 - ถูกทุกข้อ
18. ข้อใดต่อไปนี้ มีผลต่อการกระจายของสัตว์ในป่าชายเลนน้อยมาก
- การทำมาถึงของน้ำทะเล
 - ลักษณะของดิน
 - ความเค็มของน้ำทะเล
 - ความเข้มของแสงในรอบวัน
19. สัตว์ในข้อใดที่มีผลทำให้ป่าชายเลนลดลง
- ปู้ามดาบ ปลาดิ้น
 - ปลาดิ้น เปรียงหิน
 - แม่หอบ เปรียงหิน
 - ปูทะเล ปูแสม

20. ข้อใดคือความหมายที่ถูกต้องที่สุดของปาชายเลน
- ป่าที่ขึ้นอยู่บนบก
 - ป่าที่ขึ้นอยู่บริเวณหนองน้ำ
 - ป่าที่ขึ้นอยู่ตามชายหาด
 - ป่าที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลที่มีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ
21. ถ้าระบบนิเวศปาชายเลนไม่มีปูก้ามดาบ ปู ปลาตีน จะส่งผลกระทบต่อปาชายเลนอย่างไร
- พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีเนื่องจากไม่มีศัตรูพืช
 - ความอุดมสมบูรณ์ของป่าจะเพิ่มขึ้นจากจำนวนพืชที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่มีศัตรูพืช
 - ความอุดมสมบูรณ์ของป่าลดลงเพราะขาดกลไกในการหมุนเวียนแร่ธาตุ
 - ไม่มีผลใดๆต่อระบบนิเวศปาชายเลนแต่อย่างใด
22. พันธุ์ไม้เด่นที่สำคัญในปาชายเลนได้แก่ข้อใด
- ลุ่ม เหงือกปลาหมอ
 - ดินเบ็ดทะเล หวายลิง
 - ผักเบี้ย ชะคราม
 - โกงกาง แสม
23. ต้นโกงกางที่อยู่ในปาชายเลน ทำหน้าที่ที่สำคัญอะไร
- ผู้ผลิต
 - ผู้บริโภค
 - ผู้ย่อยสลาย
 - ผู้กักอินทรีย์สาร
24. ความสำคัญและประโยชน์ของปาชายเลนด้านสังคมและการศึกษา ได้แก่ข้อใด
- ให้ผลผลิตทางการประมง
 - ลดค่าใช้จ่ายในการป้องกันชายฝั่ง
 - เป็นแหล่งเก็บกักตะกอนและกักกรองความสกปรก
 - ช่วยค้าจุนชีวิตชีวิตรของชาวบ้านที่อยู่ริมฝั่งแม่น้ำที่มาจากพื้นที่บนบก
25. ความสำคัญและประโยชน์ของปาชายเลนด้านเศรษฐกิจได้แก่ข้อใด
- ให้ผลผลิตทางการประมง
 - ช่วยด้านแรงคลื่นและแรงลม
 - เป็นเส้นทางติดต่อสื่อสารของชุมชน
 - ช่วยค้าจุนชีวิตชีวิตรของชาวบ้านริมฝั่งแม่น้ำ
26. ปัญหาปาชายเลนเสื่อมโทรมเป็นปัญหาที่รุนแรงและต่อเนื่องนักศึกษาคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดมากที่สุด
- จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น
 - ประชาชนขาดความรับผิดชอบ
 - เอกชนไม่ให้ความร่วมมือ
 - รัฐขาดมาตรการป้องกัน

27. การจัดการป่าชายเลนที่ถูกต้องคือ

- ก. ห้ามประชาชนใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าชายเลน
- ข. ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนอย่างประหยัดและถูกวิธี
- ค. ปรับปรุงป่าชายเลนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว
- ง. ส่งเสริมให้ประชาชนใช้ประโยชน์จากป่าชายเลน

28. เราจะช่วยกันอนุรักษ์ป่าชายเลนอย่างยั่งยืนได้อย่างไร

- ก. ส่งเสริมให้ทุกคนเห็นคุณค่าประโยชน์ของป่าชายเลน
- ข. ปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- ค. ตัดไม้เมื่อถึงกำหนดเวลา
- ง. ตัดป่าประชาชนสัมพันธ์

29. นักศึกษาควรมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชายเลนในท้องถิ่นอย่างไร

- ก. ร่วมวางแผนป้องกันรักษาป่าชายเลน
- ข. ร่วมออกเงินช่วยเหลือในการรักษาป่าชายเลน
- ค. ร่วมออกแรงปลูกป่ากับชาวบ้าน
- ง. ร่วมเป็นกรรมการหมู่บ้านในการป้องกันรักษาป่าชายเลน

30. เมื่อเรียนจบบทเรียนเรื่องการอนุรักษ์ป่าชายเลนแล้วนักศึกษาคะปฏิบัติตนอย่างไร

- ก. เผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ หาแนวทางการอนุรักษ์ป่าชายเลนร่วมกับชุมชน
- ข. อยู่เฉยๆ เพราะการอนุรักษ์ป่าชายเลนเป็นหน้าที่โดยตรงของผู้ใหญ่
- ค. ตัดป่าประณามคนที่ทำลายป่าชายเลน
- ง. แจ้งตำรวจจับคนที่ทำลายป่าชายเลน

**แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
 2. ให้นักศึกษาเลือกข้อที่ถูกต้องเพียงตัวเดียว โดย ทำในกระดาษคำตอบที่แจกให้
 3. หากมีข้อสงสัยโปรดสอบถามผู้ควบคุมสอบ

1. หากนักศึกษาต้องการทราบอุณหภูมิของน้ำบริเวณป่าชายเลนนักศึกษาจะใช้เครื่องมือชนิดใด และมีวิธีการวัดอย่างไร
 - ก. เทอร์โมมิเตอร์ โดยจุ่มให้กระเปาะจมน้ำก็พอ
 - ข. เทอร์โมมิเตอร์ โดยจุ่มให้กระเปาะจมน้ำไม่น้อยกว่า 1 ฟุต
 - ค. เทอร์โมมิเตอร์ โดยจุ่มให้กระเปาะจมน้ำและต้องเป็นบริเวณที่ร่มไม่มีแดด
 - ง. เทอร์โมมิเตอร์ โดยจุ่มให้กระเปาะจมน้ำประมาณ 1 เมตรบริเวณกลางแจ้ง
2. เครื่องมือชนิดใดที่ใช้วัดความสามารถในการส่องสว่างของแสงสู่แหล่งน้ำ
 - ก. Secchi disc
 - ข. S-C-T meter
 - ค. Turbidimeter
 - ง. Spectrophotometer
3. ข้อพึงระวังสำหรับการวัด โดยใช้เครื่องมือวัดการส่องสว่างของแสงสู่แหล่งน้ำ คืออะไร
 - ก. ต้องทำบริเวณแดดร่ม ลมตก
 - ข. ต้องทดลองกลางแจ้ง และไม่มีคลื่น ไกล่เที่ยงวัน
 - ค. ทดลองเวลาใดก็ได้ แต่ต้องเป็นกลางแจ้ง
 - ง. ควรทำการทดลองในช่วงเช้าในบริเวณที่มีร่มเงาและไม่มีคลื่น
4. เครื่องมือชนิดใดที่ใช้วัดความเค็มของน้ำทะเลได้ง่าย และ สะดวกที่สุด
 - ก. Refractometer
 - ข. S-C-T meter
 - ค. Spectrophotometer
 - ง. pH meter
5. ถ้านักศึกษา หาค่า Compensation depth ได้ 3 ค่าคือ 1.50 , 1.58 , 1.53 ค่า compensation depth ควรมีค่าเท่าใด
 - ก. 1.50
 - ข. 1.58
 - ค. 1.53
 - ง. 1.54

6. น้ำทะเลมีความเค็ม ประมาณ 35 ppt หมายความว่าอย่างไร
 - ก. น้ำทะเล 1 ล้านส่วน มี แร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
 - ข. น้ำทะเล 1 พันส่วน มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
 - ค. น้ำทะเล 100 กรัม มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
 - ง. น้ำทะเล 1000 กรัม มีแร่ธาตุประมาณ 35 ส่วน
7. เพราะเหตุใดในการวัดค่า pH ของน้ำจึงต้องวัดควบคู่กับการวัดอุณหภูมิด้วย
 - ก. pH เป็นส่วนสำคัญต่อการเกิดความร้อนในน้ำ
 - ข. ต้องนำมาคำนวณคู่กัน
 - ค. จะทำให้สามารถนำมาอธิบายเทียบเคียงกันได้
 - ง. ไม่จำเป็นต้องวัดควบคู่กันก็ได้
8. หากต้องการวัด pH ของดิน จะต้องเตรียมดินก่อนวัดอย่างไร
 - ก. นำดินมาละลายน้ำในแหล่งน้ำใกล้เคียงก็วัดได้เลย
 - ข. นำดินมาละลายน้ำกลั่นในอัตราส่วน ดิน : น้ำ เป็น 1 : 2 ทิ้งไว้ 10 นาที
 - ค. นำ pH มิเตอร์ ฝังลงในดินแล้วอ่านค่าได้เลย
 - ง. ต้องนำดินไปอบแห้งก่อนแล้วจึงเติมน้ำกลั่นทิ้งไว้ 10 นาทีจึงวัด
9. ข้อใดกล่าวถึงค่า DO ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ถ้าน้ำมีการกวน ไม่ว่าจะเป็นน้ำไหล น้ำพุ จะทำให้ DO ลดลง
 - ข. หากต้องการเพิ่มค่า DO ต้องใช้เครื่องกวนน้ำ โดยควรกวนในเวลาบ่าย
 - ค. ค่า DO เพียงค่าเดียวสามารถบอกคุณภาพของแหล่งน้ำได้อย่างสมบูรณ์
 - ง. ช่วงเช้าค่า DO ต่ำ และเริ่มสูงขึ้นในเวลากลางวัน และสูงมากในช่วงบ่ายจากนั้นจะลดต่ำสุดในเช้ามืด
10. จงบอกเทคนิคการเติมน้ำลงใน ขวด BOD ที่ถูกต้องที่สุด
 - ก. ใช้ปิпетต์ที่สะอาดและแห้งตักน้ำมาเทลงในขวด BOD อย่างช้าๆโดยให้ไหลผ่าน ขวดด้านในเพื่อลดแรงกระแทกกับขวด
 - ข. ใช้ขวด BOD ค่อยๆ จุ่มลงในน้ำ ให้น้ำค่อยๆไหลเข้าขวดช้าๆ
 - ค. เติมน้ำลงในขวด BOD อย่างช้าๆด้วยวิธีกลักน้ำอย่างช้าๆระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
 - ง. ปิดขวด BOD แล้วจุ่มลงในน้ำจากนั้นค่อยๆ เปิดฝาเพื่อให้น้ำไหลลงขวดทีละน้อย ระวังฟองอากาศ
11. ข้อใดคือการปรับตัวสำหรับการเจริญเติบโตของพืชในดินเลน
 - ก. ใบที่อวบหนา
 - ข. ใบมีต่อมขับเกลือ
 - ค. ระบบรากแข็งแรงแผ่กว้าง
 - ง. สามารถงอกได้ตั้งแต่ลูกอยู่บนต้นแม่

28. ข้อใดเป็นลักษณะเด่นของการสังเกต

- ก. การสังเกตเป็นการพิจารณาสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างรอบคอบ
- ข. การสังเกตเป็นการศึกษาโดยตรง โดยใช้ประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือ
- ค. ข้อมูลจากการสังเกตของแต่ละคนจะต่างกัน ขึ้นกับประสบการณ์ คุณวุฒิของผู้สังเกต
- ง. การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือ และได้ผลเช่นเดิมไม่ว่าจะสังเกตเมื่อใด

29. หากนักศึกษาต้องการเปรียบเทียบค่า DO ของน้ำตลอด 24 ชั่วโมง ของแม่น้ำแห่งหนึ่งในระยะทางจากต้นน้ำที่ต่างกัน นักศึกษาควรนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีใด

- ก. กราฟวงกลม
- ข. กราฟแท่ง
- ค. กราฟเส้น
- ง. ตารางแต่ละช่วงเวลา

30. จากการสำรวจป่าชายเลนพบสิ่งมีชีวิตคือ นก 10 ตัว ปลาตีน 20 ตัว ปูก้ามดาบ 50 ตัว และงู 2 ตัว นักศึกษาจะนำเสนอข้อมูลแบบใดที่ง่ายต่อการสรุปข้อมูลมากที่สุด

ก.

ก. สิ่งมีชีวิต	จำนวน (ตัว)
นก	10
ปลาตีน	20
ปูก้ามดาบ	50
งู	2

ข.

ข. สิ่งมีชีวิต	จำนวน
นก	10 ตัว
ปลาตีน	20 ตัว
ปูก้ามดาบ	50 ตัว
งู	2 ตัว

ค.

10 ตัว	20 ตัว	50 ตัว	2 ตัว
นก	ปลาตีน	ปูก้ามดาบ	งู

ง.

นก	ปลาตีน	ปูก้ามดาบ	งู
10	20	50	2

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คำชี้แจง

เมื่อนักศึกษาศึกษาชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจบแล้ว นักศึกษามีความรู้สึกเห็นด้วยต่อข้อความนั้นหรือไม่ เมื่อนักศึกษาพิจารณาแล้วให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักศึกษาที่มีต่อข้อความนั้น ๆ (ข้อความละ 1 ช่องเท่านั้น)

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
ความรู้สึกนึกคิดต่อชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1	เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติ ทำให้คล่องตัวขณะทำการทดลอง					
2	ทำให้มีความละเอียดรอบคอบต่อการใช้เครื่องมือต่างๆ ขณะทำการทดลอง					
3	ช่วยสร้างนิสัยรักการค้นคว้า ทดลอง เพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงต่างๆ					
4	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าหาความจริง					
5	การปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าครูสาธิต					
6	การเปิดโอกาสให้นักศึกษาอภิปรายผลหรือสรุปผลการทดลองอย่างอิสระทำให้สับสนและล่าช้า					
7	กิจกรรมการทดลอง ต้องทนแดด ร้อน น้าเบื่อ เสียเวลา					
8	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมการเรียนรู้ไม่น่าสนใจ					
9	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความกังวลใจในการทดลอง					
10	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละการทดลองใช้เวลาอย่างเหมาะสม					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
11	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน					
12	การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์					
13	การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการให้ประสบการณ์ตรง					
14	การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
15	การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน					
16	สนุกสนานเพลิดเพลินกับการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
17	ขณะเรียนรู้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้รู้สึกง่วงนอนบ่อยครั้ง					
18	การเรียนรู้แบบปฏิบัติการทดลองนี้ทำให้ไม่อยากเข้าเรียน					
19	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความยาก-ง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักศึกษา					
20	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไม่ส่งเสริมให้นักศึกษาได้ใช้ความสามารถของตนเอง					
การเห็นประโยชน์ของชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
21	มั่นใจว่าจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับตนเองและชุมชน					
22	การเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยให้มีความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน					
23	ความรู้ที่ได้จากการเรียน ไม่เกี่ยวข้องกันกับชุมชนท้องถิ่นของตน					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
24	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่น					
25	อย่านำความรู้ที่ได้จากการเรียนชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ไปเผยแพร่ต่อชุมชนและท้องถิ่น					
26	รู้สึกไม่มั่นใจที่จะนำความรู้จากการเรียนชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้					
27	รู้สึกไม่มั่นใจและไม่กล้าถ่ายทอดความรู้จากการเรียนชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้อื่น					
28	เต็มใจที่จะบอกกล่าวและอธิบายความรู้นี้แก่ผู้อื่น					
29	อยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาการบุกรุกทำลายระบบนิเวศป่าชายเลน					
30	ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอน					

ภาคผนวก จ

- ชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- คู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชุดปฏิบัติการ

เรื่อง ระบบนิเวศป่าชายเลน

สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คำชี้แจง

1. ชุดปฏิบัติการนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน ทางด้านกายภาพ และชีวภาพ ประกอบด้วย 5 บทปฏิบัติการดังนี้
 - บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน
 - บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน
 - บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน
 - บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน
 - บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน
2. ชุดปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาให้เหมาะสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นักเรียน และประชาชนที่มีความสนใจเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน ได้ใช้ประกอบการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
3. ชุดปฏิบัติการนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งจะช่วยให้เกิดความรักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลน
4. ชุดปฏิบัติการนี้ควรใช้ควบคู่กับเอกสารประกอบการสอนคือ
 1. คู่มือครู
 2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน
 4. แบบวัดเจตคติที่มีต่อชุดปฏิบัติการ

บทนำ

ป่าชายเลนหรือป่าโกงกาง เนื่องจากมีไม้โกงกางเป็นไม้เด่นและมีเป็นจำนวนมาก เป็นป่าที่เกิดขึ้นตามชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำใหญ่ ๆ ลำคลอง ทะเลสาบ รอบแก่งต่าง ๆ ที่น้ำทะเลท่วมถึง เป็นบริเวณที่มีระบบนิเวศที่ต่างไปจากบริเวณอื่นๆ ทั้งในแถบโซนร้อนและกึ่งโซนร้อนบางส่วน เป็นสังคมพืชที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด หลายตระกูลและเป็นพวกที่มีใบเขียวตลอดปี เป็นป่าไม้ ไม้ผลัดใบ มีต้นไม้ขึ้นหนาแน่น แต่ละชนิดมีรากค้ำและรากหายใจต่างกันออกไป ขึ้นอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่มีน้ำท่วมถึงหรืออ่าวหรือหาดเลน และบริเวณที่อยู่ในอิทธิพลของน้ำจืดและน้ำเค็ม ที่เรียกว่าเขตน้ำกร่อย เป็นเสมือนพื้นที่รอยต่อหรือเขตแนวที่เชื่อมระหว่างพื้นที่บนบกกับทะเล นับว่าเป็นพื้นที่ ที่มีความสำคัญทั้งในแง่นิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ

พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าชายเลนส่วนมากเป็นไม้ขนาดเล็กใช้ประโยชน์ในการเผาถ่าน และ ทำฟืน พันธุ์ไม้ที่สำคัญคือ โกงกาง ประสัก แสม โปรง ตะบูน ลำพู ลำแพน ไม้พื้นล่างเป็นปรังทะเล เหงือกปลาหมอ ปอทะเล เป้ง สัตว์ที่พบในป่าชายเลน จะพบตัวแทนของสัตว์เกือบทุกไฟลัมตั้งแต่ กุ้ง ปู หอย ปลา ไปจนถึงหนอนตัวกลม ไล่เดือนทะเล ตลอดจนสัตว์ชั้นสูงที่เข้ามาหาอาหารบริเวณ ป่าชายเลน เช่น นก ลิงลม ลิงแสม ค่างคาว นาก ตะกวด เต่า เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่จำกัดจะเป็นเหตุให้ทรัพยากรธรรมชาติที่เคยอุดมสมบูรณ์ลดน้อยและเสื่อมโทรม ทรัพยากรป่าไม้ยังคงถูกบุกรุกทำลายอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกเปลี่ยนสภาพไปใช้ประโยชน์ ถูกครอบครองจากมนุษย์จนทำให้ระบบนิเวศมีสภาพเสื่อมโทรมอย่างเห็นได้ชัดเจน การบุกรุกป่าชายเลนโดยมนุษย์มีหลายรูปแบบและที่จัดว่ามีความสำคัญอย่างมากและมีสภาพเดียวกันในทุกแห่งก็คือ การบุกรุกทำลายป่าชายเลนเพื่อทำการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลหรือทำนากุ้ง การบุกรุกตัดไม้เพื่อนำมาใช้ทำเป็นฟืนและถ่าน นอกจากนี้ การทำเกษตรกรรม การทำเหมืองแร่ การขยายตัวของชุมชน การก่อสร้างท่าเรือ การสร้างถนน โรงงานอุตสาหกรรม การขุดร่องน้ำและการทำนาเกลือ นับว่าเป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมในระบบนิเวศป่าชายเลนทั้งสิ้น ตลอดจนการท่องเที่ยวที่ขาดจิตสำนึกซึ่งเร่งอัตราการเสื่อมโทรมของระบบนิเวศป่าชายเลนมากยิ่งขึ้น

การจัดการปัญหาดังกล่าวที่ดีวิธีหนึ่งคือการให้ความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลน การสร้างความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติป่าชายเลนกับการดำรงชีพของสรรพชีวิตรวมทั้งชีวิตของมนุษย์เอง และการให้โอกาสบุคคลได้อยู่ร่วมกับป่าชายเลน

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงสร้างชุดปฏิบัติการนี้ขึ้นเพื่อเป็นสื่อเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์กับระบบนิเวศป่าชายเลนอันจะนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลนสืบไป อันเป็นการป้องกัน แก้ไข และส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลนอย่างยั่งยืนโดยแท้

เมธา โยธาฤทธิ

มีนาคม 2549

สารบัญ

หน้า

บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน	156
บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน	168
บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน	182
บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน	192
บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ ระบบนิเวศป่าชายเลน	203
 บรรณานุกรม	 222
ภาคผนวก	225

บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ แสงสว่าง การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ อุณหภูมิ ความชื้นของน้ำ ความลึกของแหล่งน้ำ สี ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน
3. เพื่อฝึกทักษะการใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับระบบนิเวศป่าชายเลน

แนวคิด

สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อระบบนิเวศทั้งต่อโครงสร้างและสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เป็นดัชนีที่ใช้ในการชี้วัดคุณภาพของระบบนิเวศ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ ความลึกของแหล่งน้ำ การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ ความชื้นของน้ำ สี ปริมาณการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ ความเค็มของน้ำและความเป็นกรด - เบสของน้ำทะเล ปัจจัยที่กล่าวมานี้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากจะทำให้ทราบว่า ระบบนิเวศนั้นมีสภาพอย่างไร ดังนั้นการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของระบบนิเวศ จึงเป็นปัจจัยพื้นฐานที่นำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ระบบนิเวศได้

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

1. ภูมิอากาศ (Climate) ปัจจัยสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวกับภูมิอากาศที่สำคัญ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ฝน และลม ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน และยังมีความสำคัญการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ โดยเฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับดินและน้ำในระบบนิเวศป่าชายเลน

1.1 แสง (Light) มีอิทธิพลอย่างมากต่อระบบนิเวศ 2 ประการ คือมีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในระบบนิเวศ และมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในระบบนิเวศ ทั้งนี้พลังงานแสงที่ส่องผ่านมายังผิวโลกนั้นมีช่วงคลื่นแสงตั้งแต่ 300 nm (Ultraviolet) จนถึง 3000 nm (Infrared) สำหรับแสงที่ตาของคนเราสามารถมองเห็นได้ (Visible light) จะมีช่วงคลื่นระหว่าง 380-780 nm กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นได้ดีในช่วงคลื่นประมาณ 390-710 nm พลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมายังโลกจะแปรผันกับมุมที่แสงนั้นส่องลงมา ช่วงเวลา

ฤดูกาล ระดับเส้นรุ้ง และขึ้นอยู่กับ การส่องผ่านโมเลกุลของอากาศ ความสูง และสภาพภูมิอากาศแสง ที่ส่องมายังผิวน้ำบางส่วนจะสะท้อนกลับ ซึ่งจะแปรตามมุมของแสงที่ตกกระทบผิวน้ำ การสะท้อนกลับ จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีคลื่นที่ผิวน้ำ (นันทนา คชเสนี. 2544 : 6)

1.2 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการศึกษาทางนิเวศวิทยา เพราะอุณหภูมิจะมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำทางกายภาพ และชีวภาพ อุณหภูมิจะมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำและการละลายของ แร่ธาตุและก๊าซในน้ำ สำหรับเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) การวัด อุณหภูมิของแหล่งน้ำควรวัดทุก ๆ ช่วงความลึก 1 เมตร ณ บริเวณต่างๆ ที่กำหนดให้ศึกษา (นันทนา คชเสนี. 2544 : 6)

การผันแปรของอุณหภูมิของน้ำในป่าชายเลนจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของฤดูกาล ช่วง เวลาในรอบวัน และร่มเงาของพรรณไม้ในป่า การวัดอุณหภูมิของน้ำควรทำการตรวจวัดในน้ำโดยตรง ไม่ควรนำน้ำขึ้นมาตรวจวัดอุณหภูมิภายหลังจากการเก็บหรือเอาน้ำขึ้นมาตรวจบนเรือหรือบนฝั่งเพราะ อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของอากาศ หน่วยแสดงผลของอุณหภูมิที่นิยมใช้ คือ องศาเซลเซียส วิธีการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำที่ง่ายที่สุด คือ ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปในห้อง ปฏิบัติการจุ่มลงวัดอุณหภูมิที่ผิวน้ำน้ำแต่การวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์จะได้ค่าที่ค่อนข้างหยาบ เพราะ เป็นค่าจำนวนเต็มหรือทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งเท่านั้น และการอ่านค่าจะมีความผิดพลาดได้ง่าย ถ้าต้องการความละเอียดของข้อมูลที่ดีกว่านั้นก็สามารถใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิสำเร็จรูปสำหรับวัด อุณหภูมิขณะประกอบอาหารหรือเครื่องมือวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมก็ได้ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือมาตรฐานทางสมุทรศาสตร์ที่นิยมใช้วัดอุณหภูมิของน้ำ คือ เครื่องมือตรวจวัดความเค็ม-การนำไฟฟ้า- อุณหภูมิ (S-C-T meter) ข้อดีของเครื่องมือนี้คือ ให้ความละเอียดในการวัดอุณหภูมิได้ถึงทศนิยม ตำแหน่งที่สอง และสามารถใช่วัดอุณหภูมิของน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ได้ เนื่องจากเครื่องมือเหล่านี้ มีหัวอ่านที่สามารถส่งลงไปเพื่ออ่านค่าในระดับลึก โดยขึ้นกับความยาวของสายวัดที่ต่อระหว่างหัวอ่าน กับจอแสดงผล โดยมากสายวัดจะมีความยาวตั้งแต่ 15 ฟุตหรือมากกว่านั้น ส่วนเครื่องมือวัดอุณหภูมิ แบบอื่นนั้นอาจมีสายวัดยาวประมาณ 1 เมตร เท่านั้น

การวัดอุณหภูมิของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอนนั้นสามารถทำได้โดยใช้ เทอร์โมมิเตอร์ปักลงวัดอุณหภูมิของน้ำในดินได้โดยตรงหรืออาจขุดดินให้เป็นหลุมแล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิของน้ำในหลุมนั้นทันที ปัจจุบันมีเครื่องมือสำหรับศึกษาทางปฐพีวิทยาตรวจวัดอุณหภูมิ ของดินซึ่งหัวอ่านเป็นโลหะสำหรับการที่อาจนำมาประยุกต์ใช้สำหรับเพื่อศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน ได้เช่นเดียวกัน

2. ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) ความขุ่นของน้ำเป็นผลของอนุภาคแขวนลอยพวกสารอนินท ริกและของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ดินเหนียว ดินโคลน อนุภาคคาร์บอนेट แพลงก์ตอน และ

สิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำ พวกอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงไปใต้น้ำเกิดการกระจายออกจากรน้ำ นอกจากนี้ยังดูดซับแสงบางส่วนเอาไว้ส่งผลให้แสงที่ส่องลงน้ำในระดับลึกมีปริมาณน้อยลง ดังนั้นความขุ่นของน้ำจึงเป็นดัชนีที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ สามารถวัดค่าความขุ่นของน้ำโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แนฟฟีโลมิเตอร์ (Nephelometer) หรือ เทอร์บิไดมิเตอร์ (Turbidimeter) ซึ่งมีหลักการใช้เหมือนกับสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

3. การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ (Transparency) คือการวัดค่าความลึกของแหล่งน้ำในระดับที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งแสดงการส่องผ่านของแสงโดยประมาณค่าความลึกนี้จะเป็นค่าที่บอกเขตของระยะความลึกที่แสงส่องถึง โดยสามารถประมาณค่าของ Compensation depth ได้ ณ จุดนี้จะพบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เท่ากับ อัตราการหายใจ เครื่องมือที่ใช้ในการหาการส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำเรียกว่า Secchi disc มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะหรือพลาสติกที่มีน้ำหนักถ่วงรูปวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร แบ่งพื้นที่เป็น 4 ส่วน เท่าๆ กัน แต่ละส่วนจะทาสีดำและขาวสลับกัน ตรงจุดศูนย์กลางจะมีห่วงผูกติดกับเชือก การใช้เครื่องมือนี้ทำได้โดยการหย่อนลงในน้ำจากด้านข้างของเรือในแนวตั้งจนถึงระดับที่มองไม่เห็นสีแล้ววัดระดับความลึกนั้น อาจเรียกว่าความลึกของการส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำก็ได้ การวัดค่าความลึกของการส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำควรจะทำในช่วงเวลาใกล้เที่ยงวัน เพื่อให้แหล่งน้ำได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงและควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีร่มเงาและมีคลื่น ค่าความลึกของการส่องผ่านของแสงจะผันแปรขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำหรือปริมาณของแพลงก์ตอน หรืออนุภาคสารอินทรีย์ในน้ำนั้น

4. ความเค็ม ค่าความเค็มของน้ำทะเลเป็นค่าที่บอกปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ มีหน่วยเป็นส่วนในพันส่วน หรือ พีพีที (ppt : part per thousand) ซึ่งปัจจุบันจะใช้หน่วย Practical Salinity Unit หรือ psu ซึ่งมีค่าเท่ากับหน่วย ppt การวัดความเค็มที่ง่ายที่สุดและมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดคือการวัดความเค็มโดยใช้หลักการหักเหของแสงด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า รีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer) ซึ่งแสดงผลในหน่วย ppt วิธีวัดค่าความเค็มที่ให้ค่าที่ถูกต้องมาก คือการใช้เครื่องมือวัดปริมาณเกลือในอาหาร (Salt meter) จะมีหน่วยวัดเป็น ส่วนในร้อยส่วน หรือเป็นร้อยละ เครื่องมือที่มีผลการวัดให้ผลละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่สอง คือ เครื่องมือตรวจวัดความเค็ม-การนำไฟฟ้า-อุณหภูมิ (S-C-T meter) การละลายของเกลือในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำดังนั้นเครื่องมือวัดความเค็มที่ดีจะมีการชดเชยค่าอุณหภูมิของน้ำ (Temperature compensation) หรืออุณหภูมิของตัวกลางที่เกลือละลายอยู่ด้วย การใช้เครื่องมือวัดความเค็มจะต้องปรับเทียบค่ามาตรฐานก่อนใช้ทุกครั้งโดยมีค่ามาตรฐานเพื่อปรับเทียบมาให้พร้อมเครื่องมือ หรืออาจปรับเทียบกับน้ำทะเลเทียมหรือปรับเทียบกับน้ำทะเลที่ทราบความเค็มที่แน่นอนก็ได้

5. ความเป็นกรด-เบส ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำหรือค่า pH เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสภาพความเป็นกรดหรือความเป็นเบสของน้ำในแหล่งน้ำ เป็นการวัดไฮโดรเจนหรือไฮดรอกซิลไอออน ซึ่งวัดได้โดย

ใช้กระดาษวัด pH (pH paper หรือ indicator paper) ซึ่งมีราคาไม่แพง ใช้ได้รวดเร็วและสะดวก แต่ค่าที่ได้มีความถูกต้องต่ำ นอกจากนี้กระดาษวัด pH มีช่วงการแสดงผลค่า pH ที่แตกต่างกัน การวัดครั้งแรกควรวัดค่าความเป็นกรด-เบสด้วยกระดาษวัดที่สามารถแสดงผลได้ในพิสัยกว้างก่อน เมื่อทราบช่วง pH คร่าวๆ แล้วจึงเปลี่ยนมาใช้กระดาษวัด pH ที่มีพิสัยการวัดในช่วงใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ในครั้งแรก เพื่อให้ได้ค่า pH ที่ค่อนข้างละเอียด อย่างไรก็ตามการใช้กระดาษวัด pH นี้ อาจเกิดความผิดพลาดจาก ผู้ปฏิบัติงานได้ง่ายเนื่องจากต้องมีการเทียบสีและผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนอาจมีความสามารถในการเปรียบเทียบสีแตกต่างกัน

ค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำธรรมชาติจะมีค่าในช่วง 4.0-9.0 แต่ช่วงค่าความเป็นกรด - เบสที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมักจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-8.0 น้ำธรรมชาติส่วนมากมักจะมีค่าความเป็นกรด - เบส มากกว่า 7 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณไฮดรอกไซด์ ไอออน พวกไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต เป็นองค์ประกอบอยู่

การวัดความเป็นกรด-เบสด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เครื่อง pH meter จะให้ความถูกต้องสูงกว่าการวัดด้วยกระดาษ pH โดยเครื่องมือวัด pH สำหรับใช้ในภาคสนามมักจะมีราคาถูกในช่วง 0.01 แต่มีราคาค่อนข้างสูงและต้องมีการดูแลรักษาที่ดีเพื่อยืดอายุใช้งาน ในปัจจุบันมีเครื่องวัด pH แบบพกพา เรียกว่า pocket pH meter มีราคาไม่สูงนักและสามารถใช้งานภาคสนามได้ดี ก่อนใช้ pH electrode ทุกประเภทจะต้องมีการปรับเทียบค่ากับสารละลาย pH มาตรฐานอย่างน้อยสองค่า ซึ่งสารละลายมาตรฐานนี้สามารถสั่งซื้อได้จากบริษัทขายเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ทั่วไป หัววัด pH ต้องเก็บไว้ในสารละลายตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้เครื่องมือเมื่อไม่ใช้งาน

การวัดค่า pH ต้องคำนึงถึงอุณหภูมิเป็นสำคัญ เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ ถ้าการเกิดไฮดรอกไซด์ไอออนจะเพิ่มความเป็นเบสของน้ำ โดยทั่วไปแล้วในการวัด pH มักจะทำการชดเชยกับการวัดอุณหภูมิด้วย

การวัด pH ของน้ำสามารถทำได้โดยจุ่มหัววัดลงในน้ำโดยตรง ถ้าไม่มีเครื่องวัด pH สำหรับใช้ในภาคสนามสามารถเก็บน้ำมาวัด pH ในห้องปฏิบัติการได้ โดยจะต้องเก็บน้ำไว้ในขวดแก้วสะอาด(ที่ผ่านการล้างด้วยน้ำตัวอย่าง) ให้เต็มขวดพยายามไม่ให้เกิดฟองอากาศเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศในขวดละลายลงในน้ำจะมีผลทำให้ค่า pH ของน้ำเปลี่ยนแปลงได้ การวัด pH ของดินสามารถกระทำได้โดยนำดินที่ไม่แห้งมาผสมกับน้ำกลั่น (pH 7) ปริมาตรสองเท่าของปริมาตรดิน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีแล้ววัด pH ด้วยกระดาษวัด pH ตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น (ณัฐวรรตน์ ปภาวสิทธิ์, 2546 : 33)

6. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) สัตว์และพืชน้ำหายใจโดยรับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเข้าไปเพื่อใช้ในการหายใจในเซลล์ ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะมีอิทธิพลต่อชนิดและการกระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศในป่าชายเลน การละลายของ

ออกซิเจนในน้ำจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมอย่างอื่น เช่น อุณหภูมิและความเค็มของน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ ภาวะมลพิษจากสารอินทรีย์และสภาพ eutrophication (Over fertilization) ของระบบนิเวศ การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายสามารถใช่วิธีทางอิเล็กโทรนิกวัดปริมาณออกซิเจน (Oxygen electrode) จากเครื่องมือที่เรียกว่า Dissolved Oxygen meter หรือ DO meter การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนของน้ำใน ป่าชายเลนและน้ำทะเลจะต้องมีการชดเชยค่าอุณหภูมิและความเค็มของน้ำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการทางเคมี คือ วิธีไตเตรทของวิงเคลอร์ (Winkler titration) ซึ่งจะให้ค่าที่ถูกต้องมากกว่าวิธีการทางอิเล็กโทรนิก แต่ต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์นานกว่า การวัดด้วยอิเล็กโทรด ปัจจุบันยังมีชุดวิเคราะห์น้ำสำเร็จรูป (Water test kit) ซึ่งใช้วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ด้วย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะแสดงในหน่วยของมิลลิกรัมต่อลิตร หรือส่วนในล้านส่วน (mg l^{-1} หรือ ppm)

การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่า DO เป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญของการศึกษาสภาพแวดล้อมของน้ำ เพราะค่า DO ในน้ำได้จากปฏิกิริยาทางชีวภาพและชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้น ค่า DO จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งชี้ว่าแหล่งน้ำนั้นสามารถรองรับสารอินทรีย์ได้มากน้อยเพียงใดและไม่ทำให้เกิดผลกระทบทางลบในแหล่งน้ำนั้น โดยทั่วไปความเข้มข้นของ DO ในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำมีค่า 5 mg/l และถ้า DO มีค่าต่ำกว่า 3 mg/l จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้มาจากหลายแหล่งคือ

6.1 บรรยากาศ ถ้าในน้ำมีปริมาณออกซิเจนสมดุลกับปริมาณออกซิเจนในอากาศ จะไม่มีการเคลื่อนย้ายออกซิเจนสู่แหล่งน้ำ ซึ่งการเคลื่อนย้ายออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำต่ำกว่าในอากาศ แต่ถ้าเมื่อใดในน้ำมีออกซิเจนอิ่มตัวมาก (Supersaturated) ออกซิเจนจะแพร่จากน้ำสู่อากาศ

6.2 แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำต่าง ๆ โดยแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำที่มีรากหยั่งลึก ลงไปในน้ำจะผลิตออกซิเจนผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ปัจจัยที่ควบคุมการสังเคราะห์ด้วยแสงและปริมาณออกซิเจนที่ผลิตออกมาสู่ระบบนิเวศแหล่งน้ำนั้น คือ อุณหภูมิ แสง ความเข้มข้นของธาตุอาหาร ชนิดของพืช ปริมาณพืช การกวน (Turbulence) เป็นต้น ถึงแม้ว่าออกซิเจนจะสามารถแพร่ระหว่างอากาศกับน้ำได้โดยกระบวนการทางฟิสิกส์ แต่ในเชิงปริมาณแล้วกระบวนการผลิตทางชีววิทยาจะผลิตออกซิเจนให้กับน้ำได้มากกว่าปริมาณออกซิเจนขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

6.2.1 จำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืชที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ โดยจะเพิ่มสูงมากเมื่อความเข้มข้นของแสงอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้สูงสุด

6.2.2 เวลาในรอบวัน พบว่า ช่วงเช้ามีปริมาณออกซิเจนที่ผิวหน้าน้ำต่ำ และปริมาณออกซิเจนที่ผิวหน้าน้ำเริ่มสูงขึ้นในเวลากลางวัน และสูงมากในช่วงบ่าย แต่หลังจากนั้นปริมาณออกซิเจนที่ผิวหน้าน้ำจะลดลงและลดลงต่ำสุดในเวลาเช้ามืด (สุดสาคร พุกงาม. 2547 : 21)

6.2.3 ฤดูกาล ในฤดูฝนปริมาณออกซิเจนในน้ำจะสูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูฝนปริมาณออกซิเจนในน้ำจะได้จากการที่น้ำฝนสัมผัสกับอากาศโดยตรง ส่วนออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงอาจมีปริมาณน้อยกว่าปกติเนื่องพืชน้ำในแหล่งน้ำมีการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยกว่าในฤดูแล้ง (สุดสาคร พุกงาม. 2547 : 22)

การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในป่าชายเลน

การศึกษานิเวศวิทยาของป่าชายเลนจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยทางกายภาพซึ่งมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลนนั้น เนื่องจากระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัวเพราะสังคมของพืชและสัตว์ในป่าชายเลนจะอยู่ได้อิทธิพลของน้ำจืดและน้ำทะเล ดังนั้นความหลากหลาย ความชุ่มชื้น การกระจายของพืชและสัตว์ในป่าชายเลนจะขึ้นอยู่กับการปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการผันแปรอยู่เสมอ การตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้ทราบถึงสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน ปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญในป่าชายเลน ได้แก่ ภูมิอากาศ ความเข้มของแสงในน้ำ ความลึกของน้ำ อุณหภูมิของน้ำและดิน ความเค็มของน้ำในแหล่งน้ำ และความเค็มของน้ำในดิน ความโปร่งแสงของน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำและดิน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ลักษณะของน้ำขึ้น-น้ำลง ความลาดชันของหาด ขนาดอนุภาคของดินตะกอน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินตะกอน การเลือกที่จะตรวจวัดปัจจัยใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เวลาที่ใช้ 2 คาบ คาบละ 60 นาที

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต่อกลุ่ม

1. เทอร์โมมิเตอร์	1	อัน
2. กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ / pH meter	1	กล่อง / เครื่อง
3. เชือกยาว 5 เมตร	1	เส้น
4. Secchi-disc	1	อัน
5. สายวัด	1	อัน
6. กระดาษทิชชู	1	ม้วน
7. ถังน้ำ 5 ลิตร	1	ใบ
8. แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map)	1	ระวาง

9. ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image)	1	แผ่น
10. ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photography)	1	แผ่น
11. กระดาษ A3	1	แผ่น
12. ดินสอดำ	1	แท่ง
13. กระดาษลอกลาย	1	แผ่น
14. เหล็กแหลม ยาว 1.50 เมตร	1	อัน
15. ไฮโดรมิเตอร์ หรือ กล้องวัดความเค็มสำเร็จรูป	1	อัน / กล้อง
16. กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร	1	อัน
17. ปีกเกอร์ขนาด 250 ml.	1	ใบ
18. น้ำกลั่น 500 มล.	1	ขวด

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 สำรวจขอบเขตโดยรอบของพื้นที่ที่ศึกษา

เพื่อให้ได้ภาพรวมของพื้นที่ที่ต้องการศึกษามีขอบเขตอย่างไร มีอะไรอยู่ตามแนวขอบเขตบ้าง การสำรวจเป็นเรื่องจำเป็นเนื่องจากอาจมีบางสิ่ง บางอย่างเปลี่ยนแปลงจากแผนที่ ดังนั้นจึงต้องเดินสำรวจตามขอบของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ควบคู่กับการดูแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ การสำรวจเบื้องต้นให้สังเกตสิ่งต่อไปนี้

- เส้นทางเข้าออกของผู้คน สัตว์ ร่องน้ำ คลอง บึง ชุมชน ฯลฯ
- ลักษณะของพืช ได้แก่ ชนิด การออก ความหนาแน่น การล้มตาย ฯลฯ
- ร่องรอยของระดับน้ำ สังเกตจากพืชน้ำ ตะไคร่น้ำ ลักษณะของดิน ขอบของร่องรอยน้ำ

1. วาดภาพแสดงลักษณะรูปร่างของแหล่งที่กำหนดเป็นแหล่งศึกษา ให้นักศึกษาประมาณค่าขนาดของแหล่งน้ำ เช่น ความกว้าง ความยาว และความลึกของแหล่งน้ำโดยเปรียบเทียบกับแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ วาดเส้นแทนแนวสิ่งที่สังเกตง่ายก่อน เริ่มจากแนวถนน แนวชายฝั่ง แนวคลอง โดยพยายามให้เส้นแนวต่างๆ มีทิศทางตรงกับของจริง (วางกระดาษขนานกับพื้น ให้หัวกระดาษอยู่ในทิศเหนือ หรือทิศที่สังเกตง่าย ซึ่งสังเกตจากแนวเส้นที่วาด) พยายามให้ความยาวของเส้นที่วาดได้สัดส่วนกับสิ่งที่ต้องการวาด เขียนชื่อกำกับตำแหน่งต่างๆ ในแผนที่อาจระบายสีเพื่อความสวยงามและสะดวกต่อการสังเกต

2. วาดขอบของพื้นที่ตามลักษณะน้ำท่วมถึงของน้ำทะเล เป็นพื้นที่น้ำท่วมถึงเมื่อตอนน้ำขึ้น (พื้นดินยังคงค่อนข้างขึ้นถ้าสำรวจตอนน้ำลง) แนวที่น้ำท่วมไม่ถึง (พื้นดินค่อนข้างแห้ง)

3. วาดแนวขอบตามชนิดของพื้นที่เป็นแนวทราย หิน เลน หรือแนวที่มีพืชปกคลุม

4. วาดแนวเขตพืชโดยแบ่งเป็นกลุ่มไม้ชนิดต่างๆ แนวผักบุ้งทะเล แนวไม้โกงกาง แนวจากแนวแสม ฯลฯ

ตอนที่ 2 การตรวจวัดปริมาณแสง

ให้นักศึกษาคาดคะเนปริมาณของแสง โดยใช้เกณฑ์ 3 ระดับ คือ แสงมาก แสงปานกลาง แสงน้อย โดยให้ถือว่าแสงในห้องเรียนในวันอากาศแจ่มใสเป็นแสงระดับปานกลาง แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 3 การตรวจวัดอุณหภูมิ

1. นำขวดน้ำขนาด 1 ลิตร มาใส่เทอร์โมมิเตอร์ลงในขวด ปิดปากขวดด้วยจุกก๊อกที่ผูกเชือกติดกับเชือกที่ผูกที่คอขวด โดยมีเชือกอีกเส้นโยงเพื่อกระตุกเปิดจุกก๊อก โดยขวดเก็บตัวอย่างน้ำนั้นต้องถ่วงด้วยน้ำหนักที่กันขวดเพื่อให้ขวดจมน้ำ

2. เมื่อหย่อนขวดถึงระดับความลึกที่ต้องการ ให้กระตุกเชือกเพื่อเปิดจุกก๊อก น้ำที่ระดับนั้นก็จะเข้าไปในขวดเก็บน้ำตัวอย่าง เมื่อแน่ใจว่าน้ำเต็ม ดึงขวดขึ้นมาแล้วอ่านอุณหภูมิ บันทึกผลการทดลอง

3. วัดอุณหภูมิของดินโดยใช้แท่งเหล็กนำทางไปก่อน ให้ลึก 15 ซม. สอดเทอร์โมมิเตอร์ลงไปทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่จึงอ่านอุณหภูมิ บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 4 การตรวจวัดการส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ

หย่อนแผ่น Secchi-disc ซ้ำๆ ลงไปในน้ำ บันทึกความลึกที่มองไม่เห็นสีบนแผ่น Secchi-disc แล้วผ่นเชือกลงในน้ำต่อไปอีกเล็กน้อย จากนั้นค่อยดึงเชือกขึ้นมาซ้ำๆ จดบันทึกความลึกที่เริ่มมองเห็นแผ่น Secchi-disc ค่า Secchi depth คือค่าเฉลี่ยของระดับความลึกที่อ่านได้ทั้งสอง บันทึกผลการทดลอง ควรทำการวัดไม่ต่ำกว่าสามครั้งในแต่ละบริเวณที่ศึกษาและหาค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้งสามครั้ง ค่าความลึกของเขตที่มีแสงเข้ม (Euphotic zone) จะมีค่าประมาณ 3 เท่า ของความลึก Secchi depth (ณัฐวรรธน์ ปภาวสิทธิ์, 2546 : 31)

ควรทำการวัดในช่วงเวลาใกล้เคียงวัน เพื่อให้แหล่งน้ำได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงและควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีร่มเงาและคลื่น ค่าความลึกในการส่องผ่านของแสงจะผันแปรขึ้นอยู่กับปริมาณของแพลงก์ตอนหรืออนุภาคสารอนินทรีย์ในน้ำนั้น การวัดความโปร่งแสงควรเลือกทำในบริเวณที่ได้รับแสงสว่างไม่ควรเลือกวัดในที่ร่ม

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ค่าความเค็มของน้ำ

การวัดหาค่าความเค็มของน้ำ เป็นค่าเชิงปริมาณที่แสดงปริมาณของเกลือที่ปนอยู่ในน้ำทะเล มีหน่วยเป็น ppt (1 ส่วน ใน 1000 ส่วน) หมายความว่า มีน้ำหนักแห้งของเกลือ 1 กรัม ในน้ำทะเล 1 ลิตร ดังนั้นถ้าหากว่าความเค็มมีค่าเท่ากับ 20 ppt จึงแสดงว่าในน้ำทะเล 1 ลิตร มีเกลืออยู่ 20 กรัม

1. นำน้ำที่ต้องการวัดความเค็มใส่ในกล่องวัดความเค็ม บันทึกผลการทดลอง

2. หากใช้ไฮโดรมิเตอร์ให้นำน้ำใส่ในกระบอกตวงแล้วหย่อน ไฮโดรมิเตอร์ลงไป อ่านค่า แล้วนำไปเทียบกับตารางมาตรฐานค่าความเค็ม บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด เบส

1. เก็บน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำ โดยใช้บีกเกอร์ขนาด 250 ml. จุ่มกระต่ายยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ลงในน้ำ เทียบสี บันทึกผลการทดลอง
2. หากใช้ pH meter ให้จุ่มขั้วอิเล็กโทรดลงในน้ำตัวอย่าง อ่านค่าเมื่อตัวเลขหยุดนิ่ง บันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด เบส ต้องรีบทำภายใน 1 – 2 ชม. หลังเก็บน้ำ ตัวอย่าง

ตอนที่ 7 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

วิธีไอไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification)

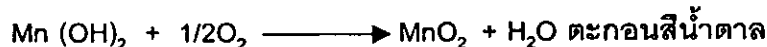
หลักการ

ออกซิเจนจะออกซิไดส์ Mn^{+2} ไปเป็น Mn^{+4} ภายใต้สภาวะเป็นด่าง Mn^{+4} นี้สามารถจะออกซิไดส์ I^- ไปเป็น I_2 อิสระภายใต้สภาวะที่เป็นกรดนั้นคือปริมาณของ I_2 อิสระที่ถูกขับออกมาจะสมมูลกับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำตอนเริ่มต้นและวัดได้โดยการไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

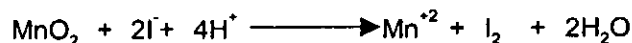
1. เมื่อเติม $MnSO_4$ และ Alkali - Iodide - Azide



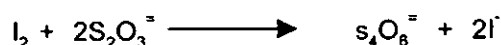
ถ้าในน้ำมี O_2 จะเกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้



2. เมื่อเติมกรดกำมะถันเข้มข้น I^- จะถูกออกซิไดส์ไปเป็น I_2



3. ไตเตรตด้วย $Na_2S_2O_3$ เพื่อหาค่า I_2 ที่เกิดขึ้น



น้ำที่มีไนไตรต์อยู่จะรบกวนการหาค่าออกซิเจนละลายทำให้ได้ค่าสูงกว่าจริง กำจัดไนไตรต์ได้โดยใช้ NaN_3 ซึ่งใส่รวมกับน้ำยา Alkali - Iodide

สิ่งรบกวนการวิเคราะห์

สิ่งรบกวนการวิเคราะห์ออกซิเจนละลายมีสารหลายอย่างเช่น เกลือของธาตุ เหล็ก สารอินทรีย์ แร่ลอยที่มากเกินไป ซัลไฟด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คลอรีนตกค้าง และไซยาไนด์

อุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 ml. พร้อมจุกแก้วที่เป็น Ground joint
2. กระบอกตวงขนาด 250 ml.
3. ขวดรูปกรวยขนาด 300 ml.
4. บิวเรตต์ ขนาด 50 ml.

สารเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
2. สารละลายอัลคาไล-ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์-ไฮโปคลอไรต์
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 นอร์มัล)
4. น้ำแข็ง
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล
6. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.0250 นอร์มัล
7. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.0250 นอร์มัล

วิธีการทดลอง

1. เติมหดตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์ลงในขวดบีโอดีให้เต็มโดยใช้วิธีกลักน้ำช้า ๆ และปล่อยให้ล้นพ้นคอขวดออกมาสักพัก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ สำหรับตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น จากแม่น้ำ ทะเลสาบ เป็นต้น ถ้าเก็บบริเวณผิวน้ำให้คว่ำขวดบีโอดีแล้วกดให้จมลงใต้น้ำค่อย ๆ เอียง ขวดขึ้นให้น้ำไหลเข้าขวดแทนที่อากาศจนเต็มขวด ยกขึ้นเหนือผิวน้ำ ถ้าเก็บบริเวณใต้น้ำลึก ๆ จะต้องใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำพิเศษสำหรับดีโอโดยเฉพาะ

2. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1.5 ml. และสารละลายอัลคาไล-ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์-ไฮโปคลอไรต์ 1.5 ml. โดยให้ปลายปิเปตต์อยู่ใต้ผิวของน้ำตัวอย่างในขวดบีโอดี

3. ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้งจะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตกตะกอน (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)

4. เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.0 ml. โดยปล่อยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้าง คอขวดโดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำ ปิดจุก เขย่าให้เข้ากัน โดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีก่อนนำไปไตเตรต สารละลายนี้จะเก็บไว้ได้ 2 ชั่วโมง

5. คำนวณปริมาตรของตัวอย่างที่จะใช้ในการไตเตรต โดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของตัวอย่าง 200 ml. เป็นหลัก นั่นคือ ถ้าขวดบิโอดีขนาด 300 ml. และเติมแมงกานีสซัลเฟตและอัลคาไล - ไฮโอไดด์ - เอไซด์อย่างละ 1.5 ml. รวมเป็น 3 ml. ปริมาตรที่จะต้องนำมาไตเตรตจะเป็น 202 ml. โดยคำนวณจาก $(200 \times 300) / (300 - 3)$ ดังนั้นจึงต้องตวงสารละลายตัวอย่าง 202 ml. ใส่ขวดรูปกรวยเพื่อนำไปไตเตรต

ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วย โซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สีฟางข้าว) เติมแป้ง 1 ml. จะได้สีน้ำเงิน (ในการไตเตรตจนถึง end point ที่ดี สีของสารละลายจะกลับเป็นสีน้ำเงินอีกเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 นาที ซึ่งถ้าการไตเตรตเกิน end point สีน้ำเงินจะไม่กลับเกิดขึ้นอีก)

6. นำปริมาตรไตเตรตที่ใช้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของ DO โดยกำหนดให้

$$1 \text{ ml } 0.025 \text{ N Sodium thiosulfate} \equiv 1.0 \text{ mg DO/l}$$

7. บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

วันที่ทดลอง.....สถานที่ทดลอง.....

เวลาที่ทำการทดลอง.....น. อุณหภูมิอากาศ..... °C ปริมาณแสงทั่วไป.....

ชื่อวิทยากรประจำกลุ่ม.....วิทยากรผู้ช่วย.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....4.....

2.....5.....

3.....6.....

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

2.....

3.....

4.....

ตารางบันทึกผลการทดลองทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

สถานี	เวลา (น.)	ปริมาณ ของแสง	อุณหภูมิ (°C)			SECCHI DISC depth (cm.)	ความ เค็ม (psu)	pH		DO (mg/l)
			อากาศ	น้ำ	ดิน			น้ำ	ดิน	
S1										
S2										
S3										

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้นักศึกษายกตัวอย่างปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ปัจจัยนั้นมีผลอย่างไร อธิบายพอสังเขป

.....

.....

.....

- ค่า DO ของแหล่งน้ำที่นักศึกษาศึกษาขึ้นกับปัจจัยใด ปัจจัยนั้นมีผลอย่างไร

.....

.....

.....

3. การตรวจวัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำทำได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ค่าความขุ่นของน้ำขึ้นกับปัจจัยใด ปัจจัยนั้นมีผลอย่างไร

.....

.....

.....

5. ความเค็มของน้ำทะเลในอนาคตจะมีแนวโน้มเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

6. ปัจจัยที่มีผลต่อค่า DO มีอะไรบ้าง อย่างไร

.....

.....

.....

7. จงอธิบายการเกิด Eutrophication (Over fertilization)

.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปร่าง จำนวน และลักษณะของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพืชกับระบบนิเวศ

แนวคิด

ป่าชายเลนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของทรัพยากรธรรมชาติชายฝั่งทะเลของประเทศ ป่าชายเลนเป็นที่รวมของพรรณไม้ พันธุ์สัตว์นานาชนิด การศึกษาป่าชายเลนจำเป็นต้องศึกษาทั้งระบบเพื่อความเข้าใจความเป็นไปของธรรมชาติของป่าชายเลน การศึกษาป่าชายเลนโดยเฉพาะในส่วนลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง สิ่งที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับพืชในป่าชายเลนและวิธีการศึกษามีหลายประการที่สำคัญ อาทิ ชนิดของพรรณไม้ วิธีการศึกษาการแบ่งเขตพรรณไม้ วิธีการศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้ วิธีการศึกษาความหนาแน่นของพรรณไม้ การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของพรรณไม้ การกระจายพันธุ์ของพรรณไม้ตามแนวดิ่ง เป็นต้น

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชในป่าชายเลน

ป่าชายเลนประกอบด้วยพืชทั้งที่เป็นไม้ยืนต้น ไม้อิงอาศัย (Epiphytes) เถาวัลย์ สาหร่าย ไม้ยืนต้นในป่าชายเลนจะมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากพืชโดยทั่วไป คือสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเลน และพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นประจำ หรือชั่วคราว ดังนั้นพืชในป่าชายเลนจะต้องปรับตัวและเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งภายนอกและภายใน ระบบราก ลำต้น ใบ ดอก และผล ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต เช่น มีต่อมขับเกลือ ใบมีลักษณะอวบน้ำ มีระบบรากแผ่กว้าง และไหลพันผิวน้ำ มีผลที่สามารถงอกได้ขณะอยู่บนดินแม่ และต้นอ่อนหรือผลแก่สามารถลอยน้ำได้ เป็นต้น

พันธุ์ไม้ยืนต้นและไม้พุ่มในป่าชายเลนของประเทศไทยมี 74 ชนิด 53 สกุล รวมอยู่ใน 35 วงศ์ พันธุ์ไม้เด่น 16 ชนิดคือ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมดำ แสมขาว แสมทะเล ฝาดแดง ฝาดขาว พังกาหัวสุม โปรงขาว โปรงแดง ลำพู ลำแพน ตาตุ่มทะเล โพธิ์ทะเล ตะบูนขาว ตะบูนดำ ไม้พื้นล่างที่พบโดยทั่วไปคือ เหงือกปลาหมอ จาก ชะคราม เป้งทะเล เป็นต้น (สนใจ นะวานนท์, 2545 : 130)

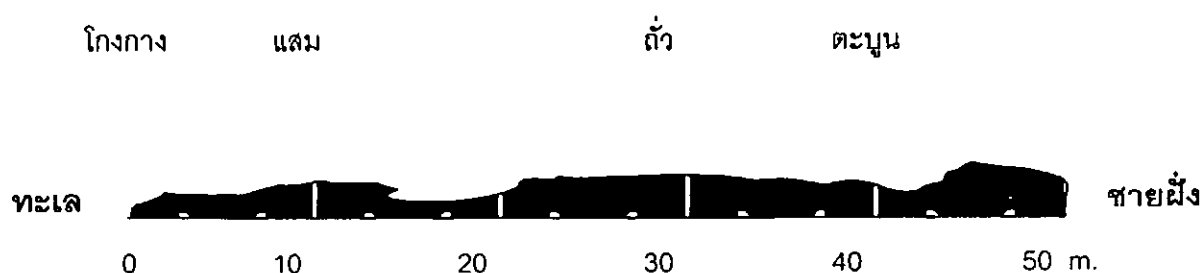
พันธุ์ไม้ที่สำคัญของป่าชายเลน

การรู้จักพันธุ์ไม้เป็นเรื่องสำคัญเพราะจะช่วยให้เกิดความเข้าใจระบบนิเวศของป่าชายเลน ซึ่งต้องพิจารณา ลักษณะลำต้น ลักษณะใบ ลักษณะดอก และราก ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญที่นักศึกษาคควรทราบมีดังนี้

โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*) แสมขาว (*Avicennia alba*) แสมดำ (*A. officinalis*) แสมทะเล (*A. marina*) ลำแพน (*Sonneratia ovata*) ลำพูทะเล (*S. alba*) ลำแพน (*S. caseolaris*) ลำแพนหิน (*S. griffithii*) ถั่วดำ (*Bruguiera cylindrica*) ถั่วขาว (*B. parviflora*) พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza*) พังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula*) โปรงแดง (*Ceriops tagal*) โปรงขาว (*C. decandra*) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) ตะบูนดำ (*X. moluccensis*) ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea*) ฝาดดอกขาว (*L. racemosa*) ตาตุ้มทะเล (*Excoecaria agallocha*) จาก (*Nypa fruticans*) ปรงหนู (*Acrostichum speciosum*) ปรงทะเล (*A. aureum*) เหงือกปลาหมอดอกม่วง (*Acanthus ilicifolius*) เหงือกปลาหมอดอกขาว (*A. ebracteatus*) (ณัฐวรรตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546 : 49)

การขึ้นอยู่กับพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะแตกต่างไปจากการขึ้นอยู่กับพันธุ์ไม้ในป่าบกอย่างชัดเจนเนื่องจากป่าชายเลนมีปัจจัยเกี่ยวข้องกับการขึ้นอยู่กับพันธุ์ไม้หลายประการคือ การขึ้นลงของน้ำทะเล ความถี่ของการท่วมถึงของน้ำทะเลแต่ละพื้นที่ ลักษณะของดิน คุณภาพของน้ำ ความเค็ม และการปรับตัวทางกายวิภาคของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด (สนิท อักษรแก้ว. 2541 : 33) เป็นต้น ความรู้ความเข้าใจเรื่องการแบ่งเขตการขึ้นอยู่กับพันธุ์ไม้ป่าชายเลนสามารถใช้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของพันธุ์ไม้กับสิ่งมีชีวิตประเภทอื่น ที่อาศัยในป่าชายเลน

การแบ่งเขตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนมักแบ่งจากแนวฝั่งทะเลเข้ามาด้านในสุดของป่าชายเลน ซึ่งจะพบชนิดของพันธุ์ไม้ดังนี้



ภาพแสดงระยะทางจากริมน้ำ หรือริมป่าชายเลนถึงด้านในสุดของป่าชายเลน (m)

ลักษณะการปรับตัวของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541: 75)

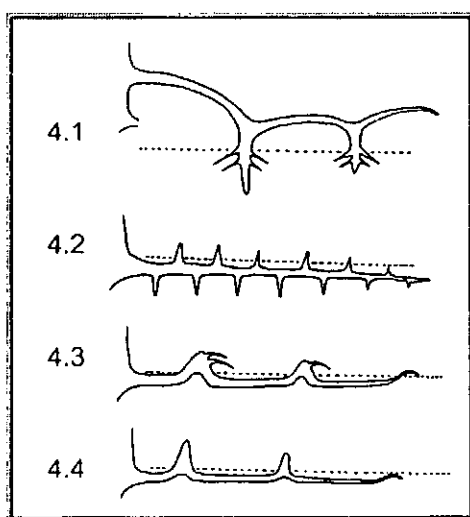
การปรับตัวของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิตอยู่ได้จำเป็นจะต้องมีลักษณะพิเศษสรุปได้ดังนี้

1) ต่อมขับเกลือ (Salt glands) ซึ่งจะพบอยู่ทั่วไปในส่วนของใบ เช่น ใบเลี้ยงมีอนาง ไม้แสม ไม้ลำพู-ลำแพน และเหงือกปลาหมอ เป็นต้นหน้าที่สำคัญของต่อมขับเกลือคือควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือในพืช โดยกระบวนการทางกลศาสตร์ที่จะขับเกลือออกจากส่วนใบ

2) เซลล์ผิวใบมีผนังหนา เป็นแผ่นมัน และมีปากใบ (Stomata) ที่ผิวใบด้านล่างซึ่งลักษณะเช่นนี้จะพบในพืชทุกชนิดในป่าชายเลน มีหน้าที่สำคัญสำหรับป้องกันการระเหยของน้ำจากส่วนของใบ

3) ใบมีลักษณะอวบน้ำ (Succulent leaves) โดยเฉพาะไม้พวกโกงกาง และไม้ลำพู-ลำแพน จะเห็นได้ชัดกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ ซึ่งลักษณะอวบน้ำนี้จะช่วยเก็บรักษาปริมาณน้ำภายในใบ

4) ระบบรากหายใจ ซึ่งจะพบในพันธุ์ไม้เกือบทุกชนิดในป่าชายเลน และแต่ละชนิดจะมีรากหายใจลักษณะต่างๆ กัน เช่น ไม้แสม และไม้ลำพู-ลำแพน จะเป็นแบบ pneumatophores ไม้พังกาหัวสุมและถั่ว ไม้โปรง และไม้ฝาด จะเป็นแบบลักษณะคล้ายเข่า (Knee roots) ไม้โกงกาง และเหงือกปลาหมอ จะมีรากแบบรากค้ำจุน (Stilt roots หรือ Prop roots) หงอนไก่ทะเล ไม้โปรง และไม้ตะนูน จะเป็นแบบพุ่มพอน (Buttress roots) นอกจากนี้แล้วรากไม้แสม และไม้โกงกางที่ยังเจริญเติบโตไม่ถึงพื้นดินจะเป็นแบบรากอากาศ (Aerial roots) หน้าที่สำคัญของระบบรากแบบต่างๆ ดังกล่าวนี้นอกจากจะช่วยค้ำจุน ยังทำหน้าที่พิเศษ คือ คอยรับก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศโดยตรงเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) เนื่องจากใต้ผิวดินลงไปมีอากาศไม่เพียงพอ



4.1 รากหายใจรูปสะพานโค้ง

(Bridge-like Pneumatophores)

4.2 รากหายใจรูปเข็มหมุด

(Peg-like Pneumatophores)

4.3 รากหายใจรูปคล้ายเข่า

(Knee-like Pneumatophores)

4.4 รากหายใจแบบพุ่มพอน หรือแบบแผ่นกระดาน

(Buttress-like Pneumatophores) หรือ

Plank root

ภาพแสดงระบบรากแบบต่างๆ ของพรรณไม้ป่าชายเลน (สมชาย ดิษฐธร. มปป : 18)

5) ผลที่งอกขณะที่ยังอยู่บนต้น เรียกว่า vivipary ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า ผัก ได้แก่ผลของไม้โกงกาง ไม้แสม ไม้ถั่วและพังกาหัวสุม ไม้โปรง และเล็บมือนาง ซึ่งผลเหล่านี้หลังจากที่หลุดจากต้นแม่ลงสู่พื้นดินแล้วเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างรวดเร็วและสามารถปรับระดับความเค็มของเกลือและประจุที่ผ่านเข้าไปในลำต้นได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังพัฒนาเพื่อการลอยตัวในน้ำอีกด้วย ซึ่งในระยะที่ติดกับต้นแม่นั้น ต้นอ่อนได้รับธาตุอาหารต่างๆ จากต้นแม่นั่นเอง

6) ต้นอ่อนหรือผลแก่ลอยน้ำได้ ทำให้สามารถแพร่กระจายพันธุ์โดยทางน้ำได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะพบได้ในพืชทุกชนิดในป่าชายเลน

7) ระดับแทนนินในเนื้อเยื่อมีปริมาณค่อนข้างสูงแต่จะแตกต่างกันออกไปในแต่ละชนิด การปรับตัวลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายจากพวกเชื้อราต่างๆ

8) สามารถทนทานอยู่ได้ในสภาวะที่มีระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในใบสูง ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาพความเค็มของน้ำทะเลได้ ซึ่งพันธุ์ไม้ทุกชนิดในป่าชายเลนสามารถปรับตัวดังกล่าวนี้ได้

พันธุ์ไม้ชายเลนนอกจากจะปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพป่าชายเลนธรรมชาติแล้ว เมื่อธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปไม้ป่าชายเลนจะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปจากเดิมด้วย การปรับตัวอาจต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการปรับตัวที่แตกต่างกันออกไป

เวลาที่ใช้ 2 คาบ คาบละ 60 นาที

วัสดุอุปกรณ์

1. ดินสอ	1	แท่ง
2. ปากกา	1	ด้าม
3. สายวัดระยะทาง	1	ม้วน
4. หนังสือภาพพันธุ์ไม้ป่าชายเลน	1	เล่ม

วิธีการทดลอง

- ให้นักศึกษาจัดบันทึกชื่อพรรณไม้ ที่พบในป่าชายเลน ว่า อยู่ในวงศ์ใด มีลักษณะประจำวงศ์อย่างไร และอยู่ห่างจากทะเลเป็นระยะทางประมาณเท่าใด
- ให้สังเกตและบันทึกผลการสังเกต วาดภาพส่วนต่างๆ ของพืช โดยสังเกตราก ลำต้น ใบ ดอก เมล็ด
- บันทึกผลการสังเกตในตารางบันทึกผล

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน

วันที่ทดลอง.....สถานที่ทดลอง.....

เวลาที่ทำการทดลอง.....น. ชื่อวิทยากรประจำกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....4.....

2.....5.....

3.....6.....

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

2.....

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
1	โกงกางใบใหญ่	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	ใบ ราก ...ค้ำจุน..... ผล / เมล็ด ...สามารถขยายพันธุ์ได้ ง่าย... อื่นๆ	
2	แสม	ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
3		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจาก ทะเล (m)
4		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
5		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
6		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
7		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
8		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
9		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจาก ทะเล(m)
10		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
11		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
12		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
13		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
14		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
15		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจาก ทะเล (m)
16		ชื่อบวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
17		ชื่อบวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
18		ชื่อบวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
19		ชื่อบวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
20		ชื่อบวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
21		ชื่อบวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจาก ทะเล (m)
22		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
23		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
24		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
25		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
26		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
27		ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจาก ทะเล (m)
28		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
29		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
30		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
31		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
32		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	
33		ชื่อยาวค์ ชื่อวิทยาศาสตร์	ใบ ราก ผล / เมล็ด อื่นๆ	

ตารางแสดงพันธุ์ไม้ในวงศ์ต่างๆที่สำรวจพบในป่าชายเลน
ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จันทบุรี

ลำดับ	วงศ์	พันธุ์ไม้ที่สำรวจพบ
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		

ตารางแสดงพันธุ์ไม้ในวงศ์ต่างๆที่สำรวจพบในป่าชายเลน
ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จันทบุรี

ลำดับ	วงศ์	พันธุ์ไม้ที่สำรวจพบ
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการเจริญ และการกระจายพันธุ์ ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

.....

.....

...../

2. พืชชนิดใดที่มีรากแบบค้ำจุน และระบบรากแบบค้ำจุนมีข้อดีอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. รากหายใจที่พบในป่าชายเลนมีลักษณะอย่างไร ให้ยกตัวอย่างพืชประกอบ

.....

.....

.....

.....

4. พืชที่พบในป่าชายเลนมีการปรับตัวอย่างไรบ้าง จึงดำรงชีวิตในบริเวณที่เค็มได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ต้นโกงกางขยายพันธุ์ตามธรรมชาติอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. พืชในป่าชายเลนมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7. พืชชนิดใดจัดเป็นไม้เบิกนำของป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน

.....

.....

.....

8. ไม้เด่นรองจากไม้โกงกางในอ่าวคุ้งกระเบนคือพืชชนิดใด พืชชนิดนั้นมีลักษณะอย่างไร

.....
.....

9. ปัญหาของพืชในป่าชายเลนที่ศึกษาค้างนี้มีอะไรบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....

บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และธรรมชาติของสัตว์ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์ในป่าชายเลน

แนวคิด

ป่าชายเลนเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์หลายชนิด ทั้งที่เป็นสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา สัตว์ชนิดอื่น ๆ เช่น นก สัตว์เลื้อยคลานด้วยนม และสัตว์เลื้อยคลาน ในป่าชายเลนจะพบตัวแทนของสัตว์เกือบทุกตระกูลนับตั้งแต่สัตว์ที่มีขนาดเล็ก เช่น โปรโตซัว หนอนตัวกลม หนอนตัวแบน และพวกไส้เดือนทะเล สัตว์พวกนี้จะมีหลายชนิดและดำรงชีวิตหลายแบบกล่าวคือ บางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้ และจับสัตว์อื่นเป็นอาหาร บางชนิดสามารถฝังตัวอยู่กับที่และกรองอาหารจากน้ำ และบางชนิดก็ฝังตัวอยู่กับที่แต่มีหนวดหรือยางค้อออกกวาดอินทรีย์สารกินเป็นอาหาร พวกหอยที่สำคัญได้แก่ หอยสองฝา เช่น หอยนางรม หอยแครง และหอยจอบ ซึ่งอาจจะฝังตัวในดินหรือเกาะตามรากและลำต้นของไม้ป่าชายเลน นอกจากนี้ยังมีหอยเจาะซึ่งพบมากตามซากต้นไม้ที่หักพัง หอยฝาเดียวที่พบมากได้แก่ หอยขึ้นก และยังมีแมงดาทะเล พวกแมลงซึ่งมีผลกระทบต่อดพรรณไม้ในป่าชายเลนด้วยสัตว์จำพวก ครัสเตเชียน (สัตว์น้ำที่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว) ซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่งที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ พวกปูหลากหลายชนิด เช่น ปูก้ามดาบ ปูแสม ปูม้า และปูทะเล พวกปูมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศป่าชายเลน โดยที่ปูเป็นตัวจักรสำคัญในห่วงโซ่อาหาร และมีส่วนช่วยในการหมุนเวียนธาตุอาหารในบริเวณนี้ นอกจากนี้ก็มีพวกเพรียงหินที่เกาะตามรากพืชหรือตามต้นไม้ กุ้ง ตะกวด กุ้งแชบ๊วย แมลงสาบทะเล จะพบได้ตามซากพืชใบไม้ที่ร่วงตามพื้นในป่าชายเลน ปลิงทะเล ดาวเปราะ พบได้ในบริเวณป่าชายเลนที่ติดต่อกับทะเลที่มีความเค็มของน้ำค่อนข้างสูงทัดเทียมกับน้ำทะเล พวกสัตว์ชั้นสูงที่พบได้ในบริเวณป่าชายเลน นอกจากปลาชนิดต่างๆ แล้วยังพบสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม เช่น ค้างคาว ลิงลม ลิงแสม หนูบ้าน นาก เสือปลา แมวป่า เสือโคร่ง หมูป่า และงู สัตว์เหล่านี้จะเข้ามาในบริเวณป่าชายเลนเป็นบางเวลาเพื่อหาอาหารนอกจากนี้แล้วยังมีนกหลายชนิด ภูชนิดต่างๆ ตะกวด เต่า และจระเข้ก็ยังมีอาศัยอยู่ในป่าชายเลนด้วย

ชนิดของสัตว์ในป่าชายเลน ไม่ว่าจะเป็นสัตว์น้ำหรือสัตว์บก ที่เข้ามาอาศัยในป่าชายเลนส่วนใหญ่มีชนิดของสัตว์ที่คล้ายคลึงกัน

ความรู้เกี่ยวกับสัตว์ในป่าชายเลน

1. สัตว์ในป่าชายเลน จะปรับตัวให้ดำรงชีพอยู่ในบริเวณนี้ได้ เพราะสภาพแวดล้อมของป่าชายเลนแตกต่างจากบริเวณอื่น สัตว์ในป่าชายเลนจึงมีลักษณะเด่นที่ต่างๆ กัน เช่น หอย สามารถ

อยู่บนต้นไม้ รากไม้ได้ เพราะมีเปลือกแข็งห่อหุ้มลำตัวอยู่ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและป้องกันอันตราย นับเป็นการปรับตัวที่เหมาะสมกับการอาศัยอยู่ในป่าชายเลน ซึ่งมีน้ำท่วมถึงเป็นครั้งคราว ส่วนสัตว์ที่ไม่มีเปลือกแข็งห่อหุ้มลำตัว เช่น พวกไส้เดือนทะเล จำเป็นต้องอาศัยอยู่ในเลนตลอดเวลา นับเป็นตัวอย่างการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณป่าชายเลน

2. สัตว์ที่มีลักษณะพิเศษที่น่าสนใจ ได้แก่ ปลาตีน สัตว์ชนิดนี้มีครีบอวกที่แข็งแรง เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่บนเลน ปลาตีนสามารถอยู่บนที่เลนได้นานแม้จะไม่มีน้ำทะเลท่วม ทั้งนี้เนื่องจากการปรับตัว โดยปลาตีนจะทำให้กระพุ้งแก้มโป่งออกโดยใช้แผ่นกระดูกปิดกระพุ้งแก้มไว้เพื่อให้เหงือกชุ่มชื้น ทำให้หายใจบนบกได้ชั่วระยะหนึ่ง และปลาตีนสามารถใช้ส่วนหางแลกเปลี่ยนแก๊สได้เพราะผิวหนังบริเวณหางจะบาง มีเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก และส่วนหางนี้มักจะจุ่มอยู่ในน้ำแม้ตัวของมันจะอยู่พ้นน้ำก็ตาม ทำให้บริเวณหางชุ่มชื้นเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สได้ตลอดเวลา

3. หอยและปู สามารถอยู่บนบกได้นานกว่ากุ้งและปลา เพราะหอยและปูมีเปลือกแข็งหุ้มลำตัว สามารถเก็บกักน้ำได้ จึงอยู่บนบกได้นานกว่าสัตว์ชนิดอื่น อย่างไรก็ตามมันจะอยู่บนบกได้นานเพียงเท่าที่เหงือกยังชุ่มชื้นอยู่เท่านั้น ส่วนกุ้งและปลาอยู่บนบกไม่ได้ เพราะมันต้องหายใจในน้ำ

4. นกที่อาศัยอยู่ตามป่าชายเลน จะมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพของพื้นที่และสิ่งแวดล้อม คือนกจะมีปากยาวคม ขาวยาว เพราะบางบริเวณเป็นนาุ้ง นาเกลือ ทุ่งนา แอ่งน้ำ สีขนจะเหมือนกับสีของต้นไม้ใบไม้ เพื่อที่จะได้นหาอาหารได้ง่าย

ความหลากหลายของสัตว์ในป่าชายเลน

สัตว์ที่เป็นองค์ประกอบของป่าชายเลนได้แก่ ปลา ที่สำคัญได้แก่ ปลากะบอก ปลากะพง ปลานวลจันทร์ ปลากะรัง ปลาตีน และกุ้งมีไม่น้อยกว่า 15 ชนิด สำหรับกุ้งที่พบเห็นทั่วไปในป่าชายเลนได้แก่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ กุ้งกะเปาะหรือกุ้งกะตอม ปูที่พบในป่าชายเลนมี 7 สกุล 54 ชนิด ที่พบมากได้แก่ ปูแสม ปูก้ามดาบ ปูทะเลหรือปูดำ หอยที่พบในป่าชายเลนมีหอยกาบเดียวไม่น้อยกว่า 17 ชนิด ที่สำคัญได้แก่ หอยดำ หอยขี้ก่า และหอยกาบคู่ไม่น้อยกว่า 3 ชนิด ได้แก่ หอยนางรมและหอยเยาะเป็นต้น นกที่พบในป่าชายเลนมีทั้งนกอพยพและนกประจำถิ่นมากกว่า 100 ชนิด เช่น นกยางควาย นกยางรอก นกหัวโต เหยี่ยว และนกเหยี่ยวไคท์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีไม่น้อยกว่า 39 ชนิด ที่พบทั่วไปได้แก่ ค่างควาย ลิงกัง นาก แมวป่า สัตว์เลื้อยคลานมีอย่างน้อย 25 ชนิด ซึ่งรวมทั้งงูต่างๆ กิ้งก่า เต่า และจระเข้ นอกจากนี้ยังพบแมลงเป็นจำนวนมากกว่า 38 ชนิด เช่น พวกผีเสื้อกลางคืน หนอนผีเสื้อ หนอนกอ แมลงปีกแข็ง ยุงลาย และเพลี้ย ในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยยังพบว่าในแนวเขตเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ป่าบกกับป่าชายเลน (Ecotone) เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ ทั้งนี้ก็เนื่องจากแม่หอบ (*Thalassina anomala* Herbst.) จะขุดรูและขนดินออกมากองคล้ายจอมปลวกขนมูลดินน้อยใหญ่สูงถึงระดับน้ำทะเลปกติท่วมไม่ถึง อินทรีย์วัตถุในดินซึ่งเป็นอาหารของสัตว์ชนิดนี้จะถูกย่อยสลายกลายเป็น

ธาตุอาหารพืชและสัตว์ ความแตกต่างในระดับของพื้นที่เนื่องจากกิจกรรมของสัตว์ชนิดนี้ ทำให้อัตราการท่วมถึงของน้ำทะเลแตกต่างกัน ก่อให้เกิดความหลากหลายของพันธุ์พืชถึง 65 ชนิด และพันธุ์สัตว์น้ำและสัตว์บกมากกว่า 100 ชนิด แม้หอบจึงมีบทบาทในด้าน Ecological engineering ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบนิเวศในแนว Ecotone (สนใจ หะวานนท์ . 2545 : 131)

การกระจายของสัตว์ในป่าชายเลน

การกระจายของสัตว์ในป่าชายเลนนั้น จะพบทั้งในลักษณะแนวราบซึ่งมักจะแบ่งตามลักษณะการแบ่งเขตของพืช และพบการกระจายตามแนวดิ่งซึ่งจะแบ่งชัดเจนเช่นเดียวกัน ตามพื้น ตามราก ตามลำต้น กิ่งไม้ และตามยอดใบ เป็นต้น การกระจายของสัตว์ในป่าชายเลนจะขึ้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. การท่วมถึงของน้ำทะเล และช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง

การท่วมถึงของน้ำทะเลและช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง จะควบคุมระดับความลึกของน้ำในดิน ตลอดจนความเค็มในดินและน้ำจะส่งผลต่อช่วงเวลาการหายใจและช่วงเวลาการหากินของสัตว์ในบริเวณนั้นด้วย การแพร่กระจายของสัตว์ในป่าชายเลนจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึง เช่น การกระจายของปูแสม (Grapsid crab) จะอยู่บริเวณช่วงบนของหาด และอาจไถลพื้นน้ำเกือบตลอดเวลา ซึ่งต่างไปจากพวกปูลมที่มักอาศัยอยู่บริเวณหาดซึ่งอาจมีบางช่วงที่พื้นน้ำและบางช่วงอยู่ในน้ำ

2. ลักษณะและชนิดของดิน

ลักษณะความร่วนซุยของดิน ตลอดจนชนิดของดินเลน หรือดินทรายจะควบคุมปริมาณออกซิเจนในดิน ระดับน้ำใต้ดินและปริมาณอินทรีย์สารที่อยู่ในดินมีผลโดยตรงต่อการแพร่กระจายของสัตว์ในป่าชายเลน เช่น การกระจายของปูก้ามดาบหลายชนิด จะขึ้นอยู่กับลักษณะของดินและความเค็มของน้ำทะเล บางชนิดอยู่ในบริเวณที่เป็นดินทรายมีเปลือกหอยกรวด เศษปะการัง และโคลนปะปนกันตามชายฝั่งทะเล หรือไถลกับทะเลบางชนิดอยู่บริเวณที่เป็นดินทรายปนโคลนทั้งใกล้และไกลทะเล นอกจากนี้การแพร่กระจายของปูก้ามดาบยังขึ้นอยู่กับปริมาณอาหาร ร่มเงาและความชื้น อุณหภูมิและความลาดเอียงของหาด

3. ความเค็มของน้ำและความเค็มในดิน

ความทนทานต่อความเค็มของสัตว์แต่ละชนิดจะต่างกันออกไปตามความสามารถในการควบคุมปริมาณเกลือที่มากเกินไป ในบริเวณป่าชายเลนเราจะพบปูชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ตามบริเวณที่มีความเค็มต่าง ๆ กัน เช่น ปูแสมชนิด *Metaplex elegand* (อาศัยบริเวณชายน้ำ) ไม่สามารถทนต่อความเค็มไม่ต่ำกว่า 10% ในขณะที่ปูแสมชนิด *Sesamar onychopphonum* สามารถทนได้ต่อความเค็มประมาณ 5% ได้ หลายวัน

4. อุณหภูมิ

นอกเหนือจากความเค็ม ปริมาณอาหาร ร่มเงาและความชื้นตลอดจนความลาดเอียงของหาด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดขอบเขตการแพร่กระจายของสัตว์ในบริเวณป่าชายเลนแล้ว อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งต่อการกระจายของสัตว์ในป่าชายเลน เช่น ปูก้ามดาบบางชนิดจะตายเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 40.8°C ขณะที่บางชนิดจะตายเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 41.4°C เป็นต้น

การศึกษาประชากรสัตว์

ประชากร (Population) หมายถึง จำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน อาศัยอยู่ในที่แห่งเดียวกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

ความหนาแน่นของประชากร หมายถึง จำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ต่อพื้นที่ที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นอาศัยอยู่ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. ความหนาแน่นหยาบ (Crude density) หมายถึง จำนวนหรือมวลของประชากรต่อหน่วยพื้นที่ทั้งหมด (Total space)
2. ความหนาแน่นทางนิเวศ (Ecological density) หมายถึง จำนวนหรือมวลของประชากรต่อหน่วยพื้นที่ที่ประชากรนั้นอาศัยอยู่จริงตามสภาพธรรมชาติ (Habitat space)

ความหนาแน่นทางนิเวศจะสูงกว่าความหนาแน่นแบบหยาบเสมอ เนื่องจากพื้นที่ที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่จริงจะอยู่ภายในพื้นที่ทั้งหมดอีกทีหนึ่ง

การวัดความหนาแน่นของประชากรสัตว์

การวัดความหนาแน่นของประชากรทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีลักษณะที่แตกต่างกัน และเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตแต่ละแบบ ได้แก่

1. การนับจำนวนรวม (Total count) เป็นวิธีการนับสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่อยู่บริเวณที่ต้องการศึกษาวิธีนี้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ และมีพื้นที่จำกัด และต้องเคลื่อนที่ช้าหรือไม่มีการเคลื่อนที่เลยได้แก่ ไชลองช้าง ต้นไม้ใหญ่ เพรียงหิน หอยนางรม เป็นต้น วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ค่าที่แน่นอนกว่าวิธีอื่น แต่สิ้นเปลืองเวลาและแรงงานมาก เพราะฉะนั้นจะเหมาะกับการศึกษาในพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก

2. การสุ่มตัวอย่าง (Sampling method) เป็นวิธีการประมาณขนาดของประชากรจากกลุ่ม ตัวอย่าง นิยมใช้กับประชากรสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในพื้นที่กว้าง และมีจำนวนมาก การตรวจนับการสุ่มตัวอย่างอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.1 การสุ่มตัวอย่างประชากรสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ไม่ได้หรือเคลื่อนที่ได้ช้า นิยมใช้การสุ่มตัวอย่างแบบตาราง (Quadrat random sampling method) เป็นวิธีการวางแผนสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) ในบริเวณที่ต้องการศึกษา เพื่อนำตัวอย่างที่สุ่มได้มาเป็นตัวแทนทั้งหมด

ที่ต้องการศึกษา แต่ละตัวอย่างมีโอกาสถูกเลือกเท่ากันหมด การสุ่มตัวอย่างแบบตารางจะใช้กรอบไม้
 นับประชากรซึ่งเป็นกรอบไม้สี่เหลี่ยม ขนาดของกรอบไม้ นับประชากรและจำนวนครั้งที่นับต้อง
 สัมพันธ์กับขนาดและความหนาแน่นของประชากรที่ศึกษารวมไปถึงขนาดของพื้นที่ที่ศึกษาด้วย วิธีนี้
 เหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น การหาประชากรหอยเสียบ
 บริเวณหาดแหลมสนโดยทั่วไปแล้วการใช้ ควอดเรทในการสุ่มเลือก (Random sampling) มีอยู่ 2
 วิธีที่สำคัญ คือ

(1) การเลือกโดยการโยนควอดเรท เป็นการเลือกตัวอย่างโดยการโยนควอดเรทไปในทิศทาง
 ต่างๆ ภายในพื้นที่ศึกษา โดยไม่เล็งเป้าหมายไว้ล่วงหน้า และทำการนับจำนวนประชากรในควอดเรท
 นั้น วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการศึกษาขั้นต้น เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อน (Bias) สูง เพราะมีบางจุด
 ที่มีโอกาสน้อยในการได้รับคัดเลือก เช่น บริเวณมุมของพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้สามารถลดความคลาด
 เคลื่อนได้โดยการสร้างแนวทางการเดินให้เป็นเส้นตรงแล้วค่อยโยนควอดเรททุกระยะก้าวที่แน่นอน เช่น
 ทำการโยนควอดเรททุกๆ 5 ก้าว เป็นต้น

(2) การตีเส้นตารางกริด (Grid) ทำได้โดยการตีเส้นตารางลงบนพื้นที่ศึกษาให้เป็นหน่วยย่อยๆ
 ขนาดเท่าๆ กัน แล้วทำการสุ่มเลือกหน่วยย่อยให้เป็นตัวอย่างในการศึกษาตัวอย่างการคำนวณหา
 ประชากรสัตว์ โดยใช้ควอดเรทขนาด 0.5x0.5 เมตร ในพื้นที่ศึกษา 1,000 ม²

ควอดเรทที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม
จำนวนสัตว์	10	12	14	9	20	13	15	12	10	12	127

จำนวนสัตว์ รวม 127 ตัว ดังนั้น จำนวนตัวเฉลี่ยต่อควอดเรท = $127/10 = 12.7 = 13$ ตัว /
 0.25 ม² ดังนั้น ใน 1 ม² จะมีสัตว์ = $13 \times 4 = 52$ ตัว เพราะฉะนั้นในพื้นที่ศึกษา 1,000 ม² จะมีจำนวน
 สัตว์ทั้งสิ้น $52 \times 1000 = 52,000$ ตัว

2.2 การสุ่มตัวอย่างสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ จะใช้วิธีการทำเครื่องหมายและจับซ้ำ โดย
 สุ่มจับสัตว์ที่เป็นประชากร 2 ครั้ง (Capture-recapture) ครั้งแรกจับ แล้วนับจำนวน จัดบันทึกทำเครื่องหมาย
 แล้วปล่อยสู่ธรรมชาติ ทั้งไว้สักระยะหนึ่ง หลังจากนั้นใช้เครื่องมือเดิมจับสัตว์ในแหล่งที่เคยจับ
 ครั้งแรกนับจำนวน แล้วจัดบันทึกจำนวนสัตว์ที่จับได้ทั้งตัวที่มีเครื่องหมายและไม่มีเครื่องหมาย
 หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาจำนวนประชากรทั้งหมด โดยใช้ดัชนีของ Petersen

$$\text{Petersen index} \quad \frac{P}{M_1} = \frac{T_2}{M_2}$$

โดยกำหนดให้ P = จำนวนประชากรสิ่งมีชีวิตที่ศึกษา

M_1 = จำนวนสัตว์ทั้งหมดที่จับได้ในครั้งแรกที่นำมาติดเครื่องหมาย

M_2 = จำนวนสิ่งมีชีวิตที่นับได้เฉพาะตัวที่มีเครื่องหมาย

T_2 = จำนวนสิ่งมีชีวิตที่จับได้ทั้งหมดในครั้งที่ 2

การหาจำนวนประชากรจะมีความคลาดเคลื่อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

- (1) ประชากรสิ่งมีชีวิตที่ศึกษามีรูปแบบการกระจายในแหล่งที่อยู่อย่างอิสระและสม่ำเสมอ
- (2) การศึกษาประชากรของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ใดๆ ต้องทำในช่วงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมากนัก (การเกิด การตาย การย้ายถิ่น)
- (3) การสุ่มจับประชากรสิ่งมีชีวิตใดๆ ช่วงระยะเวลาการจับครั้งแรกและครั้งหลังต้องไม่ห่างกันมากนัก เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร
- (4) ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกตัวมีโอกาสในการถูกจับเท่าๆ กัน
- (5) เครื่องหมายที่ใช้ติดต้องไม่หลุดหายได้ง่าย และต้องไม่มีผลกระทบต่อสัตว์วิธีนี้นิยมใช้กับสิ่งมีชีวิตที่มีการเคลื่อนที่บ่อยและพื้นที่มีขนาดใหญ่มาก การเคลื่อนที่บ่อยทำให้เกิดการปะปนได้ดี ประชากรที่จับได้จึงเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้ สัตว์ที่นิยมใช้วิธีนี้ ได้แก่ นก ปลา แมลง หนู หอยทาก เป็นต้น สำหรับวิธีการทำเครื่องหมายก็มีหลายวิธี เช่น การแต้มสี การเจาะหู การขลิบปลายเล็บ การติดป้ายสังกะสี เป็นต้น

3. การตรวจสอบสัญลักษณ์หรือร่องรอยที่สัตว์ทำให้ (Sign method) เช่น

3.1 การนับรอยเท้า (Tract counts) เช่น สัตว์ป่า ผู้สำรวจต้องมีความรู้เกี่ยวกับสัตว์นั้นเป็นอย่างดี เช่น รูปร่างของรอยเท้า เวลาออกหากิน นิยยความเป็นอยู่ เป็นต้น

3.2 การนับมูล (Pellet group counts) นิยมใช้กับสัตว์ป่าที่มีอัตราการถ่ายในแต่ละวันแน่นอน ผู้สำรวจต้องมีความรู้เกี่ยวกับสัตว์นั้นเป็นอย่างดี

3.3 การนับเสียง (Call counts) นิยมใช้กับนก ผู้สำรวจต้องรู้นิสัยการกินอาหาร การผสมพันธุ์ของนก และรู้อัตราส่วนของตัวผู้ตัวเมียด้วย การสำรวจต้องใช้เวลาเดียวกันทุกครั้ง

เวลาที่ใช้ 2 คาบ คาบละ 60 นาที

วัสดุอุปกรณ์

1. ดินสอ	1	แท่ง
2. ปากกา	1	ด้าม
3. สายวัดระยะทาง	1	ม้วน
4. เชือกฟาง	1	ม้วน
5. กรรไกร	1	อัน
6. ไม้บรรทัด	1	อัน
7. เสียมเล็ก /พลั่ว	1	อัน

วิธีการทดลอง

1. กำหนดจุดสังเกต
2. จากตำแหน่งจุดสังเกตให้สังเกตรอบๆ ในรัศมีประมาณ 5 เมตร เพื่อจดบันทึกการพบพืช
3. จากนั้นเดินสังเกตดูสัตว์ในขอบเขตเดียวกับที่สังเกตพืช สังเกตลักษณะตามพื้นที่เป็นร่องรอยของสัตว์ (รอยเท้า รู ลักษณะดินที่ขุดขึ้นมารอบรู) พืชสิ่งที่ปกคลุมดินอยู่เพื่อสังเกตว่ามีสิ่งมีชีวิตอาศัยหรือไม่ และใช้พลั่วขุดพื้นที่ลึกประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อสังเกตสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใต้ดินลงไป บันทึกชนิดและจำนวนที่พบ
4. หากสามารถจำแนกได้ให้จำแนกกลุ่มตามเพศและวัยด้วย หากมีสิ่งมีชีวิตที่ไม่รู้จักอาจ นำกลับมาให้ผู้เชี่ยวชาญจำแนกภายหลัง ถ้าไม่สามารถทำได้อาจใช้ชื่อเรียกเป็นชื่อทั่วไป เช่น ปู พร้อมเขียนคำอธิบายลักษณะไว้คร่าว ๆ (วาดภาพประกอบหรือบันทึกภาพไว้)
5. บันทึกผลการศึกษาลงในตารางบันทึกผล

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน

วันที่ทดลอง.....สถานที่ทดลอง.....

เวลาที่ทำการทดลอง..... น. ชื่อวิทยากรประจำกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

1 4

2.....5.....

3. 6.

จุดประสงค์การทดลอง

1.....2

2.....

ตารางบันทึกผลการศึกษาสัตว์ในป่าชายเลน

[illegible]

คำถามหลังการทดลอง

1. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการกระจายตัวของสัตว์ในป่าชายเลน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงบอกความสำคัญของปูก้ามดาบต่อระบบนิเวศป่าชายเลน

.....

.....

.....

.....

3. สัตว์ชนิดใดปรับตัวได้ดี และเหมาะสำหรับการดำรงชีวิตในป่าชายเลน

.....

.....

.....

.....

4. นักศึกษามีความประทับใจสัตว์ชนิดใดในป่าชายเลน เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

5. ปลาตีนมีการปรับตัวอย่างไรเพื่อให้สามารถอยู่ในป่าชายเลนได้

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน ของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน
3. เพื่อศึกษาความสำคัญของห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารของระบบนิเวศป่าชายเลน

แนวคิด

ป่าชายเลนเป็นแหล่งทรัพยากรอาหารตามธรรมชาติที่สมบูรณ์แห่งหนึ่งในทะเล ป่าชายเลนเป็นส่วนเชื่อมระหว่างระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศทางทะเล ป่าชายเลนทำหน้าที่ส่งถ่ายธาตุอาหารและอินทรีย์สารจากบริเวณป่าชายเลนออกสู่น้ำทะเลชายฝั่งบริเวณใกล้เคียง เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่บริเวณชายฝั่ง แหล่งผลิตเบื้องต้นที่สำคัญในป่าชายเลนที่สำคัญได้แก่ พันธุ์ไม้ต่างๆ นอกจากนั้นยังมีสาหร่ายตลอดจนแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดเล็กทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหารได้อีกด้วย ค่าผลผลิต ชันต้นจากป่าชายเลนมีค่าค่อนข้างสูง ผลผลิตชันต้นนี้จะถูกใช้เป็นอาหารโดยตรงของสัตว์ที่อาศัยในเขตนี้เพียงบางส่วนเท่านั้นประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ (นิญฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2546 : 313) นอกนั้นจะอยู่ในรูปของซากสิ่งมีชีวิตหรือเป็นอินทรีย์สารที่เราเรียกว่า detritus ซึ่งอินทรีย์สารนี้จะเป็อาหารของสิ่งมีชีวิตใน ป่าชายเลนส่วนหนึ่งและส่วนหนึ่งจะถูกส่งออกนอกระบบนิเวศนี้ไปยังน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อเป็นอาหารของสัตว์น้ำต่อไป

ระบบนิเวศ (Ecosystem) คือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ระบบนิเวศ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศแหล่งน้ำ

1. ระบบนิเวศบนบก คือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมภาคพื้นดิน เช่น ระบบนิเวศสนามโรงเรียน ระบบนิเวศทุ่งหญ้า ระบบนิเวศป่าดงดิบ เป็นต้น

2. ระบบนิเวศแหล่งน้ำ คือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำ เช่น คูน้ำ บ่อน้ำ บึง ลำคลอง แม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร เป็นต้น

ระบบนิเวศอาจมีขนาดใหญ่หรือเล็กเท่าใดก็ได้แล้วแต่ขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ระบบนิเวศเล็กจะซ้อนอยู่ในระบบนิเวศใหญ่ เช่น แ่งน้ำเล็ก ๆ ทะเลสาบ ป่าไม้ หรือแม้แต่การเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โลกของเราถือว่าเป็นระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด เรียกว่า ชีวภาค (Biosphere) หรือโลกของสิ่งมีชีวิต ซึ่งรวมระบบนิเวศหลาย ๆ ระบบไว้ด้วยกัน

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศทุกระบบมีองค์ประกอบสำคัญสองส่วน คือ องค์ประกอบที่มีชีวิต และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

1. องค์ประกอบที่มีชีวิต แบ่งย่อยออกตามหน้าที่ได้ดังนี้

1.1 ผู้ผลิต (Producer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพราะมีสารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ ได้แก่ พืชสีเขียวทุกชนิด สาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

1.2 ผู้บริโภค (Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้ ต้องอาศัยการกินพืช และสัตว์อื่น ๆ แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท

1.2.1 ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivore) จัดเป็นผู้บริโภคอันดับแรก เนื่องจากกินพืชเป็นอาหาร เช่น วัว ควาย กวาง ช้าง ม้า ผู้บริโภคในระดับนี้สามารถเปลี่ยนเนื้อเยื่อของพืชมาเป็นเนื้อเยื่อของสัตว์ได้

1.2.2 ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร (Carnivore) เช่น เสือ สิงโต หมาป่า เหยี่ยว งู จะเข้ ปลาฉลาม ปลาช่อน นกกระยาง ฯลฯ

1.2.3 ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Omnivore) เช่น หมา แมว หนู ไก่ มนุษย์ ฯลฯ

1.2.4 ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Scavenger) เช่น แร้ง หนอน ไล่เดื่อน

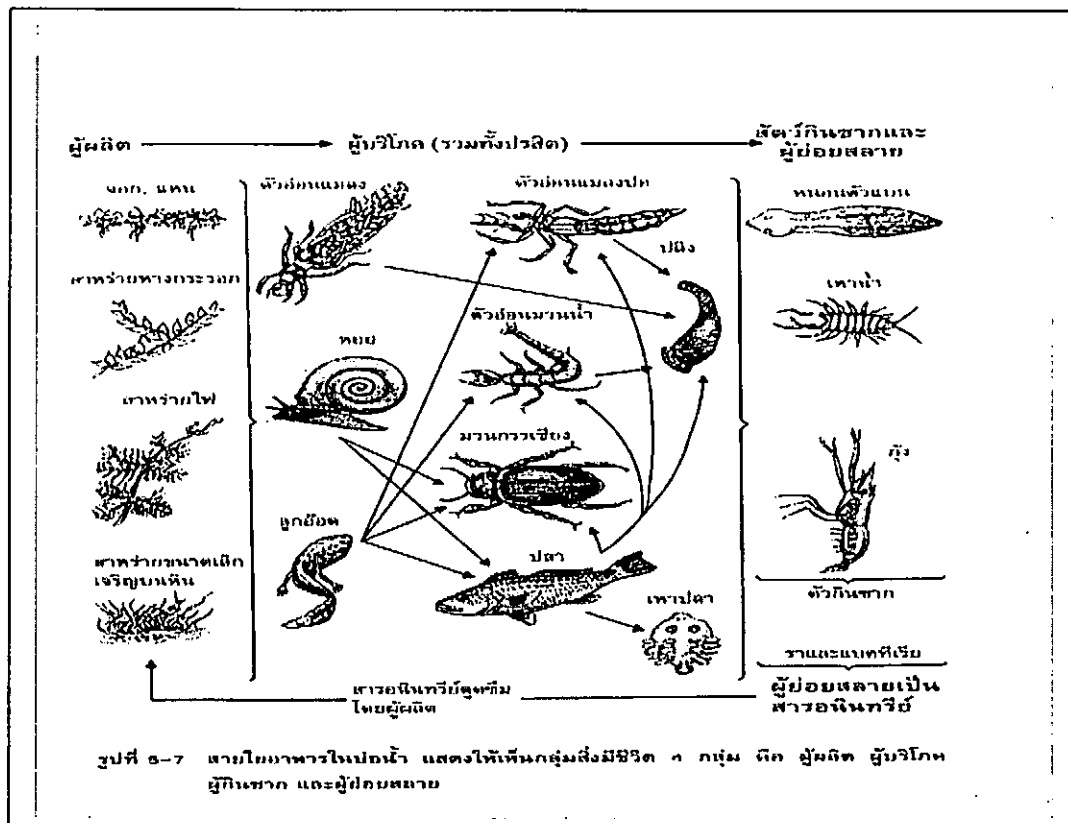
1.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นพวกที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องอาศัยซากของสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ได้แก่ จุลินทรีย์ คือ แบคทีเรีย เห็ด รา ยีสต์ ฟังไจ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ เหล่านี้ จะย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยการขับเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้อยู่ในรูปของสารละลาย แล้วดูดซึมเข้าไปในลำตัวของมัน

2. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ซึ่งประกอบด้วย

2.1 อนินทรีย์สาร (Inorganic substances) ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน น้ำ ไฮโดรเจน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ

2.2 อินทรีย์สาร (Organic substances) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ฯลฯ ซึ่งพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทั้งหลาย ทำการสังเคราะห์ขึ้นมาจากสารอนินทรีย์

2.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น ความเค็ม ความเป็นกรด - เบส เป็นต้น



แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร (Food Web)

(ปรีชา สุวรรณหินิจ. 2544 : 63)

ลักษณะสายใยอาหารในป่าชายเลน

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าชายเลนในแง่อาหารและการถ่ายทอดพลังงานเป็นเรื่องสำคัญ และเป็นพื้นฐานความรู้เบื้องต้นในการพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน ป่าชายเลนที่มีความหลากหลายของพันธุ์พืชและสัตว์มากและมีรูปแบบสายใยอาหารที่ซับซ้อนแสดงว่า ป่าชายเลนแห่งนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มาก การเสื่อมสภาพของป่าชายเลนเนื่องจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น การหักล้างถางป่า การเผาถ่าน การทำเหมืองแร่ ตลอดจนปัญหามลภาวะต่างๆ เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะสายใยอาหารและการถ่ายทอดพลังงานที่พบในป่าชายเลน

ลักษณะสายใยอาหารในป่าชายเลนแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ คือ

1. สายใยอาหารที่เริ่มจากพืชสีเขียวไปสู่สัตว์อื่นๆ (Grazing food webs) สายใยอาหารแบบนี้เริ่มต้นจากแพลงก์ตอนพืชและสาหร่าย จากนั้นก็มีพวกแพลงก์ตอนสัตว์ ปูบางชนิด และลูกปลามากินแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายเหล่านี้เป็นอาหาร ปูบางชนิดและแมลงกินใบไม้จากพรรณไม้ใน

ปลาขายเลนนอกจากนี้ยังมีสัตว์ใหญ่หลายชนิดที่กินผลไม้และใบไม้ในปลาขายเลนโดยตรง เช่น พวกคางคกที่กินผลไม้เช่นเดียวกับนกบางชนิด ลิงบางชนิดก็กินใบไม้และผลไม้ในปลาขายเลนเช่นเดียวกับพวกหนู สัตว์ที่อาศัยอยู่ในปลาขายเลนมักไม่พึ่งเฉพาะพืชสีเขียวหรือปริมาณอินทรีย์สารเพียงอย่างเดียวหนึ่ง มักจะกินอาหารทั้งสองชนิดพร้อม ๆ กันหรือขึ้นอยู่กับว่าในขณะนั้นมีอาหารชนิดใดมากกว่ากัน เช่น พวกลูกปลาที่อาศัยอยู่ในเขตนี้จะกินทั้งแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ต่อจากนั้นก็เปลี่ยนชนิดของอาหารขณะที่เจริญวัยเป็นตัวแก่โดยกินอินทรีย์สาร สัตว์ทะเลหน้าดิน และปลาชนิดอื่น

2. สายใยอาหารที่เริ่มจากอินทรีย์สารไปสู่สัตว์อื่นๆ (Detrital food webs) พืชสีเขียว เช่นสาหร่าย พันธุ์ไม้ในปลาขายเลนนอกจากเป็นแหล่งผู้ผลิตขั้นต้นหรือปฐมภูมิแล้ว ส่วนใหญ่ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลชีพสู่สายใยอาหารที่เริ่มต้นจากปริมาณอินทรีย์สารส่วนต่างๆ ของต้นไม้ในบริเวณป่า ขายเลนจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญของปริมาณอินทรีย์สาร ผลผลิตการร่วงหล่นของเศษไม้ใบไม้และการหมุนเวียนของธาตุอาหารในบริเวณปลาขายเลนเป็นสิ่งสำคัญที่จะบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าประกอบกับลักษณะโครงสร้างของป่าและองค์ประกอบชนิดความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ทะเลหน้าดินทำให้บริเวณปลาขายเลนเป็นแหล่งอาหาร สำหรับสัตว์หลายชนิดโดยเฉพาะกุ้ง ปลา ปูทะเล และสัตว์อื่นที่เข้ามาอาศัยปลาขายเลนนอกจากเป็นอาหารที่สำคัญสำหรับสัตว์ชนิดต่างๆ แล้วยังมีความสำคัญในการผลิตอินทรีย์สารจากซากเศษไม้ใบไม้ กิจกรรมของปูและสัตว์ทะเลหน้าดินโดยเฉพาะสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็กและแมลงจะช่วยให้การหมุนเวียนของธาตุอาหารในบริเวณปลาขายเลนเกิดได้เร็วขึ้น

ขั้นตอนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศปลาขายเลนตามสายใยอาหารได้ดังต่อไปนี้

1. พวกจุลชีพ (Heterotrophic microorganisms) ได้แก่ พวกแบคทีเรียและเชื้อราซึ่งมีความสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์สาร สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้จัดว่ามีการศึกษาน้อยมากในระบบนิเวศปลาขายเลน ทั้งที่มีบทบาทในการผลิตอินทรีย์สาร

2. พวกสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 0.1-1 มิลลิเมตร เช่น หนอนสายพาน ไล่เดือนตัวกลม และไล่เดือนทะเล พวกนี้กินจุลชีพและปริมาณอินทรีย์สารด้วยแพลงก์

3. พวกสัตว์ที่กินพืช (Herbivores) ได้แก่ แมลง ตอนสัตว์บางกลุ่ม ปู และปลาบางชนิด รวมทั้งนกและสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมหลายชนิด ปลาในปลาขายเลนประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (นิภูรรัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2546 : 313) ที่กินพืชเช่นปลากะบอกซึ่งมีอาหารหลักในกระเพาะอาหาร คือ ไดอะตอม และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

4. พวกสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores) เป็นสัตว์กลุ่มใหญ่ที่สุด กินทั้งพืช อินทรีย์สารและสัตว์อื่นที่มีขนาดเล็ก โดยปกติถ้ากินพืชมากกว่าจะจัดอยู่ในระดับการถ่ายทอดพลังงานเท่ากับพวกสัตว์ที่กินพืช ถ้ามักกินสัตว์อื่นหรือกินพวกสัตว์ที่กินพืชอีกทีหนึ่งก็จะจัดอยู่ในระดับขั้นการถ่าย

ทอดพลังงานที่สูงกว่า สัตว์กลุ่มนี้รวมพวกที่กินอินทรีย์สารด้วย (Deposit feeders/Detritus feeders) ปูป่าชายเลนส่วนใหญ่เป็นพวกที่กินปริมาณอินทรีย์สารเป็นหลักและเป็นพวกที่กินทั้งพืชและสัตว์ ปู ก้ามดาบและปูลมจะเป็นพวกที่กินอินทรีย์สารเป็นหลัก ปูที่จัดว่าเป็นพวกที่กินทั้งพืชและสัตว์ ได้แก่ กลุ่มปูแสม และปูก้ามหักพวกนี้จะกินอินทรีย์สาร สาหร่าย หรือผักตลอดจนต้นอ่อนของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนและสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็กซึ่งอาจเป็นปูด้วยกันเองที่มีขนาดเล็ก ปูแสมที่มีขนาดใหญ่และพวกปูทะเลเป็นพวกที่กินเนื้อสัตว์อย่างเดียวโดยกินหอยสองฝา ไข่เดือนทะเล ปลา และปูหลายชนิด องค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของกุ้งก็มีความหลากหลาย พบแพลงก์ตอนพืชซึ่งประกอบด้วย ไดอะตอมเป็นส่วนใหญ่ครัสตาเซียนซึ่งประกอบด้วยโคพีพอด ออสตราคอด และชิ้นส่วนของหนอนและเปลือก พบพวกโปรโตซัวกลุ่มฟอสเฟอรา ซีเลนเทอเรต หนอนธนู หนอนตัวกลม ไข่เดือนทะเล หอยสองฝา และปลาดูด้วย อาหารหลักของกุ้งอีกกลุ่มหนึ่ง คือ อินทรีย์สารและสิ่งที่ย่อยไม่ได้โดยพบอินทรีย์สารมากถึงร้อยละ 20-40 กลุ่มปลาที่กินซากอินทรีย์สาร ได้แก่ ปลากระตัก ปลาแบน ปลาปู ปลาหัวตะกั่ว และปลากระบอก เป็นต้น ส่วนปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ที่เรารู้จักดี ได้แก่ ปลาตะกรับ และปลากระทุงเหว นก และค้างคาวบางชนิดก็จัดอยู่ในสัตว์กลุ่มนี้เช่นกัน (นิฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546 : 316)

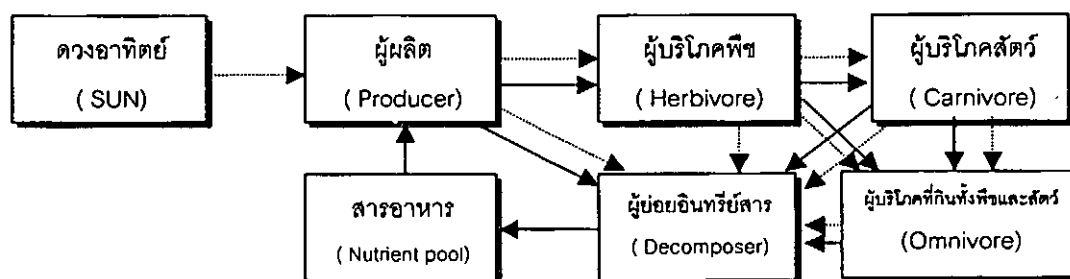
5. พวกสัตว์ที่กินเนื้อสัตว์ระดับล่าง (Lower carnivores) ได้แก่ พวกปลาขนาดเล็กหรือพวกนกกินปลาตลอดจนถึงแสม เป็นหลัก เช่น ปลากระตักขาว ปลาจวด ปลาทุรา ปลาข้าวเม้า และปลาหัวตะกั่ว เป็นต้น ส่วนปลาที่กินสัตว์ทะเลหน้าดินเป็นอาหาร เช่น ไข่เดือนทะเล และหนอนตัวกลมก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาเห็ดโคน ปลาดอกหมาก ปลาปูจาก ปลาจุมพรวด และปลาจาด

6. พวกสัตว์ที่กินเนื้อสัตว์ระดับสูง (Top carnivores) ได้แก่ ปลาขนาดใหญ่ นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่สำคัญที่สุด คือ มนุษย์

ลักษณะการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศใดๆ มักเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอด เมื่อมีสิ่งรบกวนก็จะทำให้การถ่ายทอดพลังงานหยุดชะงักลงไป การรบกวนนี้ส่วนใหญ่เป็นผลกระทบจากการเสื่อมสภาพของป่าชายเลนเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนลดลงซึ่งทำให้ผลผลิตอินทรีย์สารลดลง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตในบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความเค็ม การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะลักษณะการตกตะกอน ลักษณะของดินตะกอน และปริมาณอินทรีย์สารในดินตลอดจนการสะสมของสารมลพิษในน้ำและในดิน

การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร

ในแต่ละลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงานมีทั้งการสะสมและการสูญเสียพลังงานเฉลี่ยแล้วสูญเสียไปถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และอีก 10 เปอร์เซ็นต์ จะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคในลำดับต่างๆ ลักษณะของการสูญเสียและสะสมดังกล่าวเป็นไปตาม กฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (Ten Percent Law) ซึ่งสรุปใจความได้ว่า “พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคแต่ละลำดับขั้น จะน้อยกว่าพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อผู้บริโภคลำดับขั้นที่ต่ำกว่าถัดลงมา 10 เท่า” ดังแสดงแผนภาพการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารเป็นไปตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2539 : 94)



- > การถ่ายทอดพลังงานหรือการเคลื่อนที่ของพลังงานไม่เป็นวัฏจักรหรือไม่เป็นวงจร
- > การถ่ายทอดสารหรือการเคลื่อนที่ของสารเป็นวัฏจักรหรือเป็นวงจร

ภาพประกอบ 1 การถ่ายทอดพลังงานและการถ่ายทอดสารในระบบนิเวศ

ที่มา : ปรับปรุงจาก ปรีชา สุวรรณพินิจ (2544). ชีวิตในระบบนิเวศ : 70

ประโยชน์ที่ได้รับจากห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร(ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2544 : 64)

1. แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงอาหารที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ
2. ห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหารชี้ให้เห็นถึงความสมดุลของระบบนิเวศ สังเกตได้จากความซับซ้อนของสายใยอาหาร สายใยอาหารในระบบใดมีความซับซ้อนมากแสดงว่าระบบนิเวศมีความสมดุลมาก
3. สายใยอาหารสามารถใช้ในการวางแผนควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ด้วยชีววิธี สายใยที่มีความซับซ้อนมากจะช่วยให้การควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ด้วยชีววิธีประสบความสำเร็จสูงและทำให้ระบบ

นิเวศนั้นอยู่ในสภาวะสมดุลได้ด้วย เพราะไม่ได้ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งชนิดใดหมดไป แต่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอยู่ด้วยกันอย่างสมดุล

ป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหาร

เนื่องจากความหลากหลายของแหล่งอาหารในบริเวณป่าชายเลนทำให้มีปลาเป็นจำนวนมาก เข้ามาบริเวณนี้เพื่อหาอาหาร เราสามารถแบ่งกลุ่มปลาได้ตามอาหารที่กิน ดังนี้

1. Detritivores พวกนี้จะหากินอยู่ตามพื้นโคลน กินอาหารตามผิวดิน อาหารที่พบส่วนใหญ่จะเป็นตะกอนดิน ซากพืช ซากสัตว์ ปลาในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาบู ปลาตีน เป็นต้น
2. Herbivores ปลาในกลุ่มนี้จะกินพืชเป็นอาหารหลัก อาหารที่พบจะเป็นพวก แพลงก์ตอนพืช ปลาในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลากระบอก ปลาตะกรับ เป็นต้น
3. Carnivores ปลาในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบในป่าชายเลน โดยปลาในกลุ่มนี้จะกินสัตว์อื่นเป็นอาหาร เช่น กินแพลงก์ตอนสัตว์ กินสัตว์ทะเลหน้าดินหรือกินปลา ปลาในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาดุกทะเล ปลาเห็ดโคน ปลาทุเรศ ปลาแป้น ปลาดอกหมาก เป็นต้น
4. Omnivores ปลาในกลุ่มนี้จะกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ตัวอย่างของปลาในกลุ่มนี้ เช่น ปลากระบอก ปลาหลังเขียว เป็นต้น

วิธีการศึกษาลักษณะสายใยอาหารในป่าชายเลน

การศึกษากการถ่ายทอดพลังงานหรือลักษณะสายใยอาหารในป่าชายเลนเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก พหุคูณโดยเฉพาะพฤติกรรมของสัตว์ในป่าชายเลนจะเป็นกลุ่มที่กินทั้งพืชและสัตว์ตลอดจนกินปริมาณอินทรีย์สารด้วย นอกจากนี้สัตว์หลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการกินอาหารตามอายุหรือวัยของมัน แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาลักษณะสายใยอาหารจะบอกถึงความสำคัญของป่าชายเลนที่มีสัตว์หลายชนิดในแง่เป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ อีกทั้งทำให้เราเห็นได้ชัดเจนว่าสัตว์ที่เข้ามาหาอาหารในบริเวณป่าชายเลนนั้นมีการแบ่งสรรอาหารกันอย่างไรเพื่อไม่ให้มันเกิดการแย่งชิงอาหารจนต้องต่อสู้กัน มันพยายามหลีกเลี่ยงที่จะกินอาหารชนิดอื่นซึ่งสัตว์อื่นไม่สามารถกินได้ มันมีการปรับตัวให้มีศักยภาพในการกินอาหารเฉพาะอย่างเพื่อหลีกเลี่ยงการแย่งชิงอาหาร ในกลุ่มปูก้ามดาบที่จะมีรยางค์บริเวณปากที่สามารถเลือกขนาดอนุภาคดินตะกอนที่พอเหมาะกับตัวมันเอง

เวลาที่ใช้ 2 คาบ คาบละ 60 นาที

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|--------------|---|------|
| 1. ปากกา | 1 | ด้าม |
| 2. แบบบันทึก | 1 | เล่ม |

วิธีการทดลอง

ให้นักศึกษาใช้ข้อมูลจากบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องพืชในป่าชายเลน และบทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน มาวิเคราะห์ และสังเกตพฤติกรรมของสัตว์ในป่าชายเลน (อาจศึกษาจากเอกสารที่มีการศึกษาการกินอาหารของสัตว์ร่วมด้วย) เพื่อจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิตตามหน้าที่เชิงอาหาร บันทึกผลการสำรวจ และเขียนสายใยอาหารในป่าชายเลนที่นักศึกษาสำรวจ

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน

วันที่ทดลอง.....สถานที่ทดลอง.....

เวลาทำการทดลอง.....น. ชื่อวิทยากรประจำกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....4.....

2.....5.....

3.....6.....

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

2.....

3.....

ตารางบันทึกการสำรวจกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าชายเลนจำแนกตามหน้าที่เชิงอาหาร

กลุ่มสิ่งมีชีวิต จำแนกตามหน้าที่เชิงอาหาร	ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบ
1.ผู้ผลิต (Producer)	
2.ผู้บริโภคอินทรีย์สาร (Detritus feeders หรือ Decomposers)	

ตารางบันทึกการสำรวจกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าชายเลนจำแนกตามหน้าที่เชิงอาหาร (ต่อ)

กลุ่มสิ่งมีชีวิต จำแนกตามหน้าที่เชิงอาหาร	ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบ
3. ผู้บริโภคพืช (Herbivores)	
4. ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivores)	
5. ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores)	

ลักษณะสายใยอาหาร

คำถามหลังการทดลอง

1. ให้นักศึกษาเขียนความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบในป่าชายเลนในรูปของโซ่อาหาร (Food Chain)

5 ห่วงโซ่

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างสายใยอาหารในระบบนิเวศที่สมบูรณ์กับระบบนิเวศที่ไม่สมบูรณ์ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง แล้วจะส่งผลอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. หากสายใยอาหารขาดผู้ผลิต ผู้ย่อยสลาย จะกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร

.....

.....

.....

4. ผู้ผลิตมีบทบาทอย่างไรในระบบนิเวศ

.....

.....

.....

5. หากในระบบนิเวศขาดผู้บริโภคพืช (Herbivores) จะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 5 ความสำคัญ การฟื้นฟู และการอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของป่าชายเลนที่มีต่อมนุษย์
2. เพื่อให้นักศึกษาเห็นความสำคัญของป่าชายเลนที่มีต่อระบบนิเวศอื่นๆ
3. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการฟื้นฟู การอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน

แนวคิด

ในปัจจุบันระบบนิเวศป่าชายเลนถูกรบกวนจากมนุษย์จนทำให้ระบบนิเวศมีสภาพเสื่อมโทรมอย่างเห็นได้ชัดเจน การบุกรุกป่าชายเลนโดยมนุษย์มีหลายรูปแบบและที่จัดว่ามีความสำคัญอย่างมากและมีสภาพเดียวกันในทุกแห่งก็คือ การบุกรุกทำลายป่าชายเลนเพื่อทำการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลหรือทำนาเกลือ การบุกรุกตัดไม้เพื่อนำมาใช้ทำเป็นฟืนและถ่าน นอกจากนี้ การทำเกษตรกรรม การทำเหมืองแร่ การขยายตัวของชุมชน การก่อสร้างท่าเรือ การสร้างถนน โรงงานอุตสาหกรรม การขุดร่องน้ำ และการทำนาเกลือ นับว่าเป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมในระบบนิเวศป่าชายเลนทั้งสิ้น การที่จะให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ ป่าชายเลนได้นั้น รัฐจะต้องมีนโยบายที่ถูกต้องในการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน และในด้านปฏิบัติจะต้องได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนโดยพร้อมเพรียงกัน จึงจะทำให้ระบบนิเวศป่าชายเลนมีสภาพที่ดีขึ้น

บทบาทของป่าชายเลนในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ

ป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศทะเล และระบบนิเวศบนบก ดังนั้น สังคมป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างมาก ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะและเป็นแหล่งที่มีสัตว์น้ำและสัตว์บก โดยเฉพาะนกชนิดต่างๆ อาศัยอยู่มากมาย ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ผลิตโดยพืชในป่าชายเลนจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของสรรพสิ่งมีชีวิตทั้งภายในป่าชายเลนเองและระบบนิเวศอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ยิ่งกว่านั้นป่าชายเลนยังมีบทบาทที่สำคัญในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดิน ในอดีตประเทศไทยอาจไม่เคยมีปัญหาเกี่ยวกับลมพายุหรือการพังทลายของดินชายฝั่ง ทั้งนี้เพราะบริเวณ ชายฝั่งซึ่งมีป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ แต่ในระยะต่อมา ป่าชายเลนถูกเปลี่ยนสภาพกลายเป็นนาเกลือเป็นจำนวนมาก หลายปีต่อมาเกิดน้ำท่วมที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นเหตุให้มีคลื่นลมแรงบริเวณชายฝั่ง เมื่อเหตุการณ์ผ่านพ้นไปแล้ว นาเกลือได้รับความเสียหายเพราะคันนาเกลือถูกทำลายและพังทลายเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งของพื้นที่นั้นส่วนใหญ่ถูกทำลายและเปลี่ยนสภาพกลายเป็นนาเกลือ

พื้นที่ป่าชายเลน ถ้าหากถูกรบกวนหรือถูกทำลาย เป็นที่เชื่อกันว่าจะไม่มีแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารอย่างเพียงพอ สำหรับสรรพสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในบริเวณนั้น ซึ่งในที่สุดก็จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอื่นๆ ทั้งในพื้นที่นั้นและพื้นที่ใกล้เคียงอีกด้วย

ความสำคัญและประโยชน์ของป่าชายเลน

ป่าชายเลนของโลกส่วนใหญ่จะขึ้นกระจุกกระจายอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลเขตร้อนตั้งแต่ประเทศอเมริกาตอนใต้ อเมริกากลาง อัฟริกา เอเชีย และหมู่เกาะแปซิฟิกซึ่งมีพื้นที่เพียงเล็กน้อย ป่าชายเลนสามารถขึ้นอยู่และเจริญเติบโตได้บ้างในเขตกึ่งร้อน เช่น ประเทศนิวซีแลนด์ พื้นที่ทั้งหมดของป่าชายเลนของโลกจากการสำรวจพบว่ามีประมาณ 113.4 ล้านไร่ โดยพบในเขตร้อนอเมริกาประมาณ 39.6 ล้านไร่ เขตร้อนอัฟริกาประมาณ 21.3 ล้านไร่ และในเขตร้อนแถบเอเชียรวมถึงออสเตรเลียประมาณ 52.5 ล้านไร่ ซึ่งมีมากที่สุดประมาณ 64.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดของโลก ประเทศที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในโลกคือประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ประมาณ 26.57 ล้านไร่ และรองลงมาคือประเทศบราซิลมีพื้นที่ประมาณ 15.63 ล้านไร่ (สนธิ อักษรแก้ว. 2545 : 17)

จากการสำรวจของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2539 ป่าชายเลนที่พบมากที่สุดอยู่ในจังหวัดพังงามีพื้นที่ 1.90 แสนไร่ รองลงมาคือ สตูล กระบี่ และตรัง ซึ่งมีพื้นที่ 1.83, 1.76 และ 1.50 แสนไร่ ตามลำดับ และจากการสำรวจของกรมป่าไม้เมื่อปี พ.ศ. 2544 จากภาพถ่ายดาวเทียมโดยมิได้สำรวจจากภาคพื้นดินแต่อย่างใดพบว่ามีป่าชายเลนอยู่ประมาณ 1.05 ล้านไร่ ซึ่งกระจายตลอดชายฝั่งทะเล สำหรับภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี จนถึงฉะเชิงเทรา และภาคกลางจากจังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี จนถึงประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งทั้งสองภาครวมแล้วมีพื้นที่โดยประมาณเพียง 14.8 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น สำหรับภาคใต้ชายฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา จนถึงปัตตานี และด้านชายฝั่งทะเลอันดามันจากจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง จนถึงสตูล มีพื้นที่มากที่สุดถึง 85.2 เปอร์เซ็นต์ของป่าชายเลนทั้งหมดของประเทศ (สนธิ อักษรแก้ว. 2545 : 17)

ป่าชายเลนของประเทศไทย นับเป็นป่าชายเลนที่สมบูรณ์แห่งหนึ่งของโลกประกอบด้วยพรรณไม้ 74 ชนิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 39 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 25 ชนิด นก 100 ชนิด ปลา 72 ชนิด กุ้ง 15 ชนิด ปู 54 ชนิด หอย 20 ชนิด แมลง 38 ชนิด สัตว์ขึ้นต่ำและพืชจำพวกสาหร่ายอีกเป็นจำนวนมาก (สนธิ อักษรแก้ว และคณะ. 2522 : 26) ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นแหล่งผลิตอาหารและพลังงานที่สำคัญและยังเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายจากซากพืช เช่น ใบที่ร่วงหล่นเป็นแหล่งอาหารของกุ้ง หอย ปู และ เป็นอาหารของปลาต่อไป นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำจะเป็นอาหารของจุลินทรีย์และแพลงค์ตอนพืช

ป่าชายเลนเป็นป่าที่ไม่ค่อยได้รับความสนใจอย่างจริงจังมาเป็นเวลานานแล้ว แต่อันที่จริงป่าชายเลนมีความสำคัญและประโยชน์มากมายมหาศาล ทั้งนี้เพราะป่าชายเลนเป็นที่รวมของพืช สัตว์ น้ำ และสัตว์บกนานาชนิด ป่าชายเลนนับเป็นระบบนิเวศที่มีคุณค่ามหาศาล ซึ่งความสำคัญและประโยชน์ของป่าชายเลนมีหลายรูปแบบ สรุปได้ดังนี้

1. ด้านป่าไม้

ไม้จากป่าชายเลนนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ กันหลายรูปแบบและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางก็คือ นำไม้มาเผาถ่าน ไม้ฟืน ไม้เสาเข็ม และเครื่องมือทางด้านประมง เป็นต้น

ต้นจาก เป็นพันธุ์ไม้ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งในป่าชายเลนที่มีความสำคัญต่อชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณป่าชายเลนและพื้นที่ใกล้เคียง เพราะประชาชนเหล่านี้ได้อาศัยใบจากมุงหลังคาและทำเป็นตับจากขาย นอกจากนี้ใบอ่อนของจากสามารถนำมาผดรับประทานได้อีกด้วย ซึ่งประโยชน์ของต้นจากดังกล่าวได้ใช้กันมานานและอย่างกว้างขวาง

2. ด้านประมง

ป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการรักษาความสมดุลของการประมงชายฝั่งทะเลและการประมงนอกฝั่งได้โดยสม่ำเสมอ ป่าชายเลนและการประมงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ความสำคัญของป่าชายเลนที่มีต่อการประมงนั้นพอสรุปได้ดังนี้

2.1 ป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ

สิ่งที่มีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนได้อาศัยอาหารปฐมภูมิ ซึ่งได้แก่ อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายจากซากพืชหรือเศษไม้ใบไม้ ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากใบของพืชที่ร่วงหล่น นอกจากนี้ยังได้จากส่วนของกิ่งก้าน ดอกและผล ซากพืชเหล่านี้เมื่อร่วงหล่นไปแล้วจะย่อยสลายกลายเป็นอาหารปฐมภูมิซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงในระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารสำหรับหอย ปู และหนอนปล้อง ผู้บริโภคปฐมภูมินี้จะเป็นอาหารของผู้บริโภคทุติยภูมิ ซึ่ง ได้แก่ ปลาตัวเล็ก ๆ และลูกของปลาขนาดใหญ่ ซึ่งจะค่อย ๆ ปรับตัวเป็นผู้บริโภคตติยภูมิ ต่อไป

2.2 ป่าชายเลนเป็นที่อยู่อาศัย และที่อนุบาลสัตว์น้ำในระยะตัวอ่อน

ป่าชายเลนมีความสำคัญ โดยเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และที่อนุบาลสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในระยะตัวอ่อน เช่น กุ้งกุลาดำ กุ้งขาว ปลายังชีพ ปลากระรอก ปลานวลจันทร์ทะเล และสัตว์น้ำเค็มที่มีคุณค่าอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่มีวงจรชีวิตวางไข่ในทะเลที่น้ำมีความเค็มสูงตามสภาพความต้องการของแต่ละชนิด เมื่อไข่เริ่มฟักเป็นตัว และย่างเข้าสู่วัยอ่อนก็จะล่องลอยมากับกระแสน้ำ พัดพาเข้าสู่ชายฝั่ง เพื่อรับความสมบูรณ์ของอาหาร เมื่อเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยหรือแข็งแรงพอแล้วจึงออกสู่ทะเลลึกต่อไปได้ ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลยังต้องขึ้นอยู่กับจำนวนลูกกุ้งและลูกปลาที่เข้ามาเลี้ยงตัวในบริเวณป่าชายเลน ถ้าความอุดมสมบูรณ์ของอาหารใน

บริเวณป่าชายเลนลดน้อยลง นั้นหมายถึงว่า การหมดสภาพของป่าชายเลนจะด้วยผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมใด ๆ ก็ตาม เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดประชากรสัตว์น้ำ

ส่วนการเพาะเลี้ยงหอยตามบริเวณพื้นที่โคลนเลนได้ดำเนินการมาเป็นเวลานานแล้ว พื้นที่เพาะเลี้ยงหอยน้ำเค็มมีไม่มากนัก ส่วนมากในท้องที่จังหวัดระยอง จันทบุรี ชุมพร กระบี่ สตูล นครศรีธรรมราช สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสุราษฎร์ธานี ชนิดของหอยที่เพาะเลี้ยงที่สำคัญ ได้แก่ หอยกะพง หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม

3. ด้านอุตสาหกรรม

ผลพลอยได้จากการเผาไม้ขายเลนจะได้ของเหลวและก๊าซหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ กรดน้ำส้ม น้ำมันดินไม้ และเมธิลแอลกอฮอล์ เรียกอุตสาหกรรมนี้ว่า อุตสาหกรรมกลั่นไม้ การแพทย์ พันธุ์ไม้ขายเลนใช้เป็นสมุนไพรได้หลายชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โปรงแดง โปรงขาว แสมขาว ตะบูนขาว ตาตุ่ม ลำมะงา โพธิ์ทะเล เป็นต้น

4. ด้านสิ่งแวดล้อม

ป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบนิเวศบกกับระบบนิเวศทางทะเล เชื่อมต่อระหว่างบกกับทะเล ป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างมากในการช่วยสร้างความสมดุลให้เกิดขึ้นในทะเลและบริเวณชายฝั่งทะเล มีบทบาทที่สำคัญในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดิน ช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดต่อระบบนิเวศหน้าทะเลและระบบนิเวศปะการัง ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีคุณค่าของชายฝั่งและที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ป่าชายเลนยังช่วยกั้นกรองและดูดซับสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ปล่อยจากบนบกลงสู่ชายฝั่งโดยตรง เป็นการช่วยลดความเสียหายของน้ำในชายฝั่งทะเลและแม่น้ำ ลำคลอง

นักวิชาการด้านป่าชายเลนจำนวนมากได้กล่าวและเปรียบเทียบความสำคัญและคุณค่า “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “ธนาคารไม้” เพื่อนำมาใช้ทำพื้นที่ทำถ่านและการก่อสร้าง “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “บ้าน” หรือที่อยู่ของสิ่งที่มีชีวิตนานาชนิดบริเวณชายฝั่งทะเล ทั้งนี้เนื่องจากเป็นแหล่งรวมของพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำนานาชนิด โดยเฉพาะสัตว์น้ำยังใช้ป่าชายเลนเป็นที่วางไข่ อนุบาลตัวอ่อนและที่หลบภัยอีกด้วย “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “ครัว” คือที่ปรุงอาหารจำนวนมหาศาลโดยได้จากใบไม้ ซากไม้ที่ร่วงหล่นแต่ละปีและสลายตัวเป็นธาตุอาหารปริมาณมาก สำหรับต้นไม้และสัตว์น้ำนานาชนิดเพื่อการเจริญเติบโต “ป่าชายเลน” ยังเป็นเสมือน “โรงบำบัดน้ำเสีย” ที่มีประสิทธิภาพและลงทุนต่ำ บริเวณชายฝั่งทะเล เนื่องจากพันธุ์พืชป่าชายเลนช่วยดูดซับสิ่งปฏิกูลและฟอกน้ำเสียให้เป็นน้ำสะอาด และป้องกันการพังทลายของดินชายฝั่งเนื่องจากระบบรากของพันธุ์ไม้ของป่าประเภทนี้มีลักษณะพิเศษป่าชายเลนสร้างความสดชื่นและอากาศบริสุทธิ์ของชายฝั่งทะเลดังนั้น “ป่าชายเลน” เปรียบเสมือน “โรงฟอกอากาศ” ที่สามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในอากาศให้สดชื่น “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “โรงพยาบาล” ที่สามารถให้สมุนไพรกับชุมชนชายฝั่งทะเล

“ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “กำแพงชายฝั่งทะเล” ที่สามารถป้องกันดินพังทลายและลมพายุที่รุนแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสุดท้าย “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “สะพาน” ที่เชื่อมต่อระหว่างบกกับทะเล ในการสร้างความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล และประการสำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางไม่สามารถจะลืมได้ คือ “ป่าชายเลน” เป็นเสมือน “อู่ข้าวอู่น้ำ” ของราษฎรที่อาศัยบริเวณชายฝั่งทะเลและพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อการดำรงชีวิต ด้วยความสำคัญและคุณค่าของป่าชายเลนดังกล่าวสรุปมาทั้งหมดพอจะกล่าวได้ว่า “ป่าชายเลน” เป็นทรัพยากรธรรมชาติหรือชุมทรัพย์ของชายฝั่งทะเลอย่างแท้จริงที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศอย่างมหาศาล (ณิษฐรัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546 : 6)

ปัญหาการทำลายป่าชายเลน

ในปัจจุบันการทำลายหรือการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนมีลักษณะแตกต่างกันหลายรูปแบบ เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติบนบกโดยเฉพาะป่าไม้มีค่อนข้างจำกัด และประกอบกับประชาชนในพื้นที่บริเวณชายฝั่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น ความต้องการไม้เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและความต้องการสัตว์น้ำเพื่อเป็นอาหารจะมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว นอกจากนี้ การพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อกิจการต่างๆ จะมีมากขึ้นไปด้วย ดังนั้นการทำลายพื้นที่ป่าชายเลน จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคตอย่างแน่นอน หากไม่มีนโยบายและแผนการจัดการใช้พื้นที่ป่าชายเลนให้ถูกต้อง เหมาะสมแล้ว ป่าชายเลนอาจจะหมดไปในอนาคตได้ สาเหตุของการทำลายป่าชายเลน โดยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากกิจกรรมต่างๆ และการจัดการที่ไม่สนองต่อการอนุรักษ์ป่าชายเลน อาทิ

1. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. การทำเหมืองแร่
3. การเกษตรกรรม
4. การขยายตัวของแหล่งชุมชน
5. การสร้างท่าเรือ
6. การสร้างถนนและสายส่งไฟฟ้า
7. การอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้า
8. การขุดลอกร่องน้ำ
9. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อทำนาเกลือ
10. การตัดไม้เกินกำลังผลิตของป่า
11. การเพิ่มของประชากร
12. รัฐยังไม่มีกำหนดนโยบายและแผนปฏิบัติการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนที่ชัดเจน

13. กฎหมายและระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนขาดประสิทธิภาพ
14. จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำการควบคุมดูแลพื้นที่ป่าชายเลนไม่เพียงพอ
15. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่เพียงพอ

พื้นที่ป่าชายเลนถูกทำลายลดลงอย่างน่าเป็นห่วงจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

จากอดีต 15-20 ปีที่ผ่านมา ป่าชายเลน ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ใด เช่น บางขุนเทียน หรือบางปู สมุทรปราการ หรือคลองโคกนุ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร หรือพื้นที่กว้างขวางก็อาจจะพบได้ทั่วไป ทางภาคตะวันออกคือ ระยอง จันทบุรี และตราด ปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลนที่กล่าวมาทั้งหมดนี้หลายพื้นที่ได้ถูกทำลายและเปลี่ยนสภาพทั้งเป็นนาุ้งและนาเกลืออย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นจังหวัดจันทบุรี ระยอง สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ยกเว้นจังหวัดตราด ซึ่งยังคงมีป่าชายเลนอยู่อย่างค่อนข้างสมบูรณ์ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยจากประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี ป่าชายเลนที่เคยมีอย่างอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะบริเวณที่เรียกว่า "อ่าวบ้านดอน" ซึ่งคลุมพื้นที่ตั้งแต่ชุมพรไปถึงอ่าวขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช ปัจจุบันจะมีป่าชายเลนเหลืออยู่ติดริมฝั่งทะเลเป็นแนวแคบๆ ประมาณ 50-100 เมตร เท่านั้น นอกนั้นจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นนาุ้งเกือบทั้งหมด ปากน้ำ จังหวัดนครศรีธรรมราชเคยมีป่าชายเลนอุดมสมบูรณ์ แต่ขณะนี้เหลือแคริมฝั่งทะเลเป็นแนวแคบๆ เช่นเดียวกันและส่วนใหญ่ก็เปลี่ยนสภาพไปเป็นนาุ้ง ปัตตานีและสตูล ดูเหมือนจะเป็นจังหวัดด้านตะวันตกของอ่าวไทยที่มีป่าชายเลนค่อนข้างอุดมสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่นในแถบนี้ สำหรับป่าชายเลนที่ค่อนข้างสมบูรณ์และสวยงามส่วนใหญ่จะพบทางด้านชายฝั่งทะเลอันดามัน คือตั้งแต่จังหวัดระนอง ลงไปถึงพังงา กระบี่ ตรัง และสตูล ซึ่งยังเป็นป่าชายเลนที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ เช่น โกงกาง ตะบูน ลำพู ลำแพน แสม เป็นต้น โดยเฉพาะต้นโกงกางที่ใหญ่ที่สุดสามารถไปดูได้ที่ศูนย์วิจัยป่าชายเลน จังหวัดระนอง ซึ่งได้กำหนดเป็นพื้นที่ ชีวมลฑล ของยูเนสโก และไม้ตะบูนดำที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยก็สามารถดูได้ที่อำเภอละอุ่น จังหวัดเดียวกันนี้ แต่อย่างไรก็ตามการบุกรุกทำลายป่าชายเลนในจังหวัดเหล่านี้ก็มีพบอยู่เสมอโดยเฉพาะการบุกรุกทำนาุ้งเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีหลักฐานบ่งบอกอย่างชัดเจน เช่นในจังหวัดพังงา และกระบี่ เป็นต้น (สนธิ อักษรแก้ว, 2545:21)

ตารางแสดงพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย

ปีพุทธศักราช	พื้นที่ป่าที่เหลือ (ล้านไร่)
2504	2.300
2518	1.954
2529	1.227
2534	1.086
2536	1.054
2539	1.040 ~
2544	1.050

ที่มา: สนิท อักษรแก้ว. (2545). *เอกสารประกอบการฝึกอบรมครูแกนนำที่ทำหน้าที่ผู้อำนวยการความสะอาดสำหรับค่ายเยาวชน APEC. จันทบุรี.*

จากปี พ.ศ. 2504 พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศเคยมีถึง 2.3 ล้านไร่ และถูกทำลายลดลงตลอดมาเป็นลำดับ และจากการสำรวจครั้งสุดท้ายพบว่าป่าชายเลนด้านฝั่งทะเลอันดามันมีการบุกรุกทำลายค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย และปรากฏว่าป่าชายเลนของประเทศเหลืออยู่เพียงประมาณ 1.05 ล้านไร่เท่านั้น ในปี พ.ศ. 2544 พื้นที่ป่าชายเลนส่วนใหญ่จะถูกบุกรุกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่นาทุ่ง อย่างน้อยที่สุดพื้นที่นาทุ่งที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งหมดประมาณ 4-5 แสนไร่ ประมาณ 2-3 แสนไร่ เป็นพื้นที่นาทุ่งที่บุกรุกป่าชายเลนโดยผิดกฎหมาย นอกจากนั้นป่าชายเลนยังถูกเปลี่ยนแปลงสภาพไปเป็นนาเกลือ เหมืองแร่ แหล่งชุมชน ท่าเรือ สถานที่ราชการ เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในช่วงประมาณ 30 กว่าปี ป่าชายเลนได้ถูกบุกรุกทำลายและนำไปใช้เพื่อประโยชน์อย่างอื่นประมาณเกินร้อยละ 50 ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการทำลายป่าชายเลนมากเป็นอันดับที่สามในภูมิภาคนี้ รองมาจากประเทศฟิลิปปินส์และเวียดนาม ดังนั้น 1.05 ล้านไร่ของป่าชายเลนที่มีอยู่ในขณะนี้ประชาชนทุกคนของประเทศเป็นเจ้าของ ควรจะได้ร่วมมือช่วยกันปกป้องอย่างเคร่งครัดมิให้มีการบุกรุกทำลายต่อไปอีก (สนิท อักษรแก้ว. 2545 : 15)

ข้อเสนอแนะการจัดองค์กรและการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลน

พื้นที่ป่าชายเลนมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรหลายอย่าง เช่น ป่าไม้ ประมง เหมืองแร่ เป็นต้น และมีหน่วยงานของรัฐร่วมในการใช้พื้นที่ป่าชายเลนหลายกรมกอง รวมทั้งหน่วยงานของเอกชนด้วย เพื่อแก้ไขปัญหาการบุกรุกทำลายป่าชายเลนรัฐได้แต่งตั้ง "คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติชายเลนแห่งชาติ" ขึ้น โดยประกอบด้วยกรรมการจากหน่วยงานหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่และทรัพยากรป่าชายเลน และมีการกำหนดหน้าที่ที่ชัดเจน นับว่าเป็นการถูกต้องอย่างยิ่ง เพื่อช่วยเกี่ยวกับการวางแผนนโยบายควบคุมดูแลการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าชายเลน การฟื้นฟูสภาพป่าชายเลน

และการกำหนดแผนการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนเป็นระยะ ๆ ตลอดจนวางแผนทางวิชาการและประสานงานกับหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และในกรณีการใช้พื้นที่ป่าชายเลน ทางปฏิบัติของคณะกรรมการชุดนี้จะรวบรวมวิเคราะห์โครงการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนในรูปแบบต่างๆ ประมวลกับข้อเสนอแนะจากสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมและประเมินความเป็นไปได้ของโครงการเพื่อเสนอแนะต่อกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อการอนุญาตใช้พื้นที่ต่อไป การควบคุมดูแลการใช้ประโยชน์พื้นที่จะต้องเป็นไปตามมาตรการที่กำหนดไว้โดยมีการประสานงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ที่ใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนแห่งชาติ ในทางปฏิบัติคณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติชายเลนแห่งชาติยังดำเนินการมิได้เต็มที่เนื่องจากเจ้าหน้าที่และงบประมาณรองรับและคณะกรรมการฯ นี้ควรจะขึ้นตรงต่อสำนักนายกรัฐมนตรี เพื่อความสะดวกจับใจในการปฏิบัติงานและต้องมีหน่วยงานระดับกองทำหน้าที่เป็นฝ่ายเลขานุการและปฏิบัติการต่างๆ รวมทั้งการประสานงานการตรวจสอบและการควบคุมให้เป็นไปตามนโยบายมาตรการและแผนงานที่กำหนดไว้ด้วย

แนวปฏิบัติที่เป็นไปได้ต่อการป้องกัน ป่าพรุและอนุรักษ์ป่าชายเลน

การป้องกัน ป่าพรุและอนุรักษ์ป่าชายเลนให้เกิดผลดีอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องดำเนินการในหลายเรื่องอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง แนวทางปฏิบัติสรุปได้ 6 ประการสำคัญ คือ

ประการแรก ประชาชนทุกระดับต้องมีจิตสำนึกหวงแหนและให้ความสำคัญของทรัพยากรป่า ชายเลนให้มาก ปัจจุบันพบว่ามีบุคคลหลายพวกหลายกลุ่มที่มองป่าชายเลนแค่มิได้เล็ก ๆ ซึ่งทำประโยชน์ได้น้อยและมีค่าทางเศรษฐกิจต่ำ ควรจะนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นซึ่งมีค่าทางเศรษฐกิจสูงกว่าซึ่งอันที่จริงแล้วป่าชายเลนไม่ควรมองเฉพาะเรื่องของไม้เท่านั้น บางประเทศไม่ได้ใช้ประโยชน์ไม้จากป่าชายเลนแต่อย่างใด จะอนุรักษ์ไว้เพื่อประโยชน์ทางด้านเพิ่มผลผลิตประมงชายฝั่ง ป้องกันการพังทลายชายฝั่ง รักษาความสมดุลชายฝั่ง และเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นคุณค่าของป่าชายเลน ที่ยากต่อการประเมินเป็นตัวเงินหรือคุณค่าทางเศรษฐกิจได้

ประการที่สอง เน้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรป่าชายเลนเกี่ยวกับคุณค่าการใช้ประโยชน์ในทุกด้านที่กล่าวมาแล้วข้างต้นให้กว้างขวางยิ่งขึ้น และให้มีข้อมูลทุกด้านเพื่อเป็นข้อมูลด้านวิชาการในการปลูกฟื้นฟูพื้นฐานการใช้ประโยชน์ และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนอย่างยั่งยืนต่อไป โดยทราบถึงองค์ประกอบของพืชและสัตว์ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศป่าชายเลนของประเทศไทยในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น ซึ่งขณะนี้งานวิจัยเกี่ยวกับป่าชายเลนได้รับการสนับสนุนงบประมาณเป็นอย่างมากทั้งในประเทศโดยเฉพาะสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประการที่สาม ต้องมีการผสมผสานแผนการจัดการและการป้องกันฟื้นฟูและอนุรักษ์ ป่าชายเลนของหน่วยงานต่างๆ ของรัฐทั้งส่วนกลางและจังหวัด เอกชน และรวมไปถึงประชาชนในท้องถิ่น เพื่อให้เกิดความเข้าใจมีการประสานงานและดำเนินการให้เกิดเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน การทำแผนควรกำหนดทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวให้ชัดเจนและปรับให้เป็นแผนปฏิบัติที่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประการที่สี่ ส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนมีส่วนร่วมและมีจิตสำนึกในการป้องกัน ฟื้นฟู ป่าชายเลนและอนุรักษ์ให้มากขึ้น การป้องกันฟื้นฟูป่าชายเลนจะสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ หากขาดการมีส่วนร่วมของชุมชน เช่น จังหวัดตรัง โดยมีมูลนิธิหยาดฝนเป็นผู้ประสานและในหลายพื้นที่ ซึ่งมีชมรมฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชายเลน การทำงานด้านการฟื้นฟู การปลูกและอนุรักษ์ทรัพยากร ป่าชายเลนต้องมีกิจกรรมการมีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานของรัฐ เอกชน และชุมชนในพื้นที่ให้มากขึ้น ตลอดจนให้ผลตอบแทนจากทรัพยากรป่าชายเลนตามความเหมาะสมบนพื้นฐานของการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

ประการที่ห้า การใช้กฎหมายบังคับเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นและจะต้องดำเนินการอย่างจริงจังให้เกิดผลเป็นรูปธรรม รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขกฎหมายระเบียบต่างๆ ให้เกิดความรัดกุม และควรเพิ่มบทลงโทษให้รุนแรง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการทำไม้ผิดระเบียบ หรือการใช้พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อประโยชน์ไม่ตรงกับที่อนุญาตและเรื่องอื่นๆ ควรให้การสนับสนุนกำลังเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ในการป้องกันรักษาป่าชายเลนให้มากขึ้นเพื่อให้เกิดการปฏิบัติได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามกฎระเบียบและมติคณะรัฐมนตรี

ประการที่หก กำหนดแนวเขตการใช้ประโยชน์ให้แน่ชัดและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยใช้ประชาชนและผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมในการกำหนด เพื่อร่วมมือกันในการพัฒนาพื้นที่ใช้ประโยชน์ต่างๆ ให้เกิดผลผลิตยั่งยืนและต่อเนื่องตลอดไป เช่น การกำหนดเขตสงวนชีวมณฑล (Biosphere reserve)

ประการสุดท้าย เร่งจัดการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ความรู้และให้การศึกษาต่อบุคคลทุกระดับอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนที่ถูกต้องอย่างแท้จริง ซึ่งจะส่งผลให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าชายเลนอย่างเหมาะสมอย่างยั่งยืน และมีให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งสมบัติของชาติและประชาชนทุกคน และระบบนิเวศชายฝั่งในระยะยาวต่อไป

การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน

จากการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนอย่างมากทำให้รัฐบาลและ ประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ ได้มองเห็นและตระหนักถึงผลเสียที่เกิดขึ้นในหลายๆ ด้าน ทั้งด้านผลผลิตป่าไม้ ประมง และ สิ่งแวดล้อมชายฝั่ง และในที่สุดได้ส่งผลทำให้เกิดแรงกระตุ้นในการฟื้นฟูและปลูกป่าชายเลนเพิ่มเติม อย่างกว้างขวางได้ถูกกำหนดไว้เป็นงานหลักของรัฐบาล และยังได้กำหนดแผนงานและแผนปฏิบัติไว้ อย่างชัดเจน

จุดประสงค์หลักที่สำคัญในการฟื้นฟูและปลูกป่าชายเลนสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อปลูกป่าชายเลนทดแทนทั้งในพื้นที่ถูกทำลายและพื้นที่เกิดใหม่ให้มีพื้นที่ป่ามากขึ้น
2. เพื่อให้มีปริมาณไม้ไว้ใช้เป็นวัตถุดิบ แหล่งพลังงานและพืชสมุนไพรในด้าน อุตสาหกรรมและครัวเรือนอย่างยั่งยืน
3. เพื่อเป็นแหล่งอาหาร อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ที่หลบภัยและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ นานาชนิด
4. เพื่อปกป้องภัยพิบัติจากลมพายุ (cyclone)
5. เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของนกและเขตอนุรักษ์สัตว์ป่าประเภทอื่นๆ
6. เพื่อป้องกันการพังทลายของดินชายฝั่งทะเล
7. เพื่อช่วยรักษาความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่งและใกล้เคียง โดยเฉพาะหน้าทะเล และปะการัง
8. เพื่อเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและศึกษารธรรมชาติ
9. เพื่อรักษาไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ
10. เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับดูดซับสิ่งปฏิกูลต่างๆ และรักษาความสมดุลระบบนิเวศชายฝั่ง

โดยสรุประบบนิเวศป่าชายเลนในประเทศไทยทั่วไปได้ผ่านระยะเวลาที่สำคัญ 3 ช่วง คือ ช่วงที่เป็นสภาพป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ (Pristine forest) ช่วงการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าชายเลนไปใช้ ประโยชน์และเป็นป่าเสื่อมโทรม (Transition period) และช่วงการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนในลักษณะ สวนป่าชายเลน (Mangrove plantation) (ณัฐวรรัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2546 : 9) ผลกระทบจากการใช้ ประโยชน์จากระบบนิเวศป่าชายเลนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนที่เหลืออยู่มักอยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมหรือ เป็นสวนป่าชายเลนที่ขึ้นใหม่จากการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ ก่อให้เกิด

1. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดและความหลากหลายทางชีวภาพ
2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านความอุดมสมบูรณ์และผลผลิต
3. การเปลี่ยนแปลงในการถ่ายทอดอาหารและพลังงานในระบบนิเวศ
4. การสะสมสารมลพิษในระบบนิเวศป่าชายเลน

เราต้องเข้าใจว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในระบบนิเวศป่าชายเลนที่สืบเนื่องจากการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศนั้นจะเกิดขึ้นอย่างถาวร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระยะยาวถึงความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานตามห่วงโซ่และ สายใยอาหารตลอดจนการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่ม และการสร้างกลุ่มประชากรขึ้นมาทดแทน ตลอดจนกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญในการคงสภาพความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศเป็นเรื่องสำคัญในการคาดการณ์เรื่องการเปลี่ยนแปลงในระบบที่ผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ ป่าชายเลนแต่ละแห่งมีลักษณะเฉพาะในการตอบสนองต่อการรบกวนใน สิ่งแวดล้อม (Disturbance) แตกต่างกัน โดยเฉพาะศักยภาพในการต้านการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อม ศักยภาพในการฟื้นฟูและระดับความทนทานต่อการรบกวนในสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นหลายครั้ง

การปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนปัจจุบันมุ่งหวังที่จะฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนที่เสื่อมโทรมให้มีสภาพดี เพื่อให้เกิดความสมดุลของสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเลมากยิ่งขึ้น การปลูกป่าชายเลนเท่าที่ผ่านมามีส่วนใหญ่มักจะใช้ไม้โกงกางเป็นหลัก เพราะเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและช่วยในการพัฒนาสภาพแวดล้อมไม่มีการปลูก ป่าชายเลนให้ได้ผลดีควรคำนึงถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพพื้นที่และกาลเวลา อาทิเช่น สภาพภูมิประเทศ ชายฝั่งทะเล ภูมิอากาศ น้ำขึ้น-น้ำลง คลื่นและกระแสน้ำ ความเค็มของน้ำทะเล ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน และปริมาณธาตุอาหารต่างๆ นอกจากนี้สัตว์ที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนและประชาชนที่อยู่ตามชายฝั่งก็มีส่วนช่วยให้เกิดปัญหาในการปลูกป่าชายเลนได้เช่นกัน

การปลูกป่าชายเลนในสภาพพื้นที่ต่างๆ (สนใจ หะวานนท์. 2545 : 159)

การที่จะปลูกป่าชายเลนในสภาพพื้นที่ต่างๆ ให้ได้ผลนั้น ผู้ดำเนินการในพื้นที่จะต้องนำความรู้ที่ได้จากการสังเกตและศึกษาทำความเข้าใจในระบบนิเวศป่าชายเลนของพื้นที่ปลูกมาใช้เป็นหลักในการดำเนินการปลูก โดยสังเกตและศึกษากลุ่มของสังคมพืชที่ปรากฏอยู่ในสภาพธรรมชาติ ซึ่งปกติแล้วพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจะขึ้นอยู่ในลักษณะของการแบ่งเขต (Zonation) ตามสภาพความเค็มของน้ำทะเลและความลาดชันของพื้นที่ การปลูกเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเลเช่นนี้จึงควรพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่มีอยู่เดิมในสังคมพืชนั้น เป็นอันดับแรก โดยทั่วไปแล้วพื้นที่ที่จะดำเนินการปลูกฟื้นฟูสภาพป่าชายเลนมีลักษณะดังนี้

1. พื้นที่ซึ่งเป็นดินเลนงอกใหม่ (New mudflat area) เกิดจากการทับถมของตะกอนดินที่ไหลมาตามแม่น้ำลำคลอง เช่น อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช หรือเกิดจากการพังทลายของชายฝั่งทะเลในบริเวณอื่น แล้วกระแสน้ำหมุนเวียนพัดพาไปตกตะกอนในอีกพื้นที่หนึ่ง เช่น หาดเลนงอกใหม่ในท้องที่จังหวัดสมุทรสงครามและเพชรบุรี เกิดจากการพังทลาย

ของชายฝั่งสมุทรสาคร กรุงเทพฯ สมุทรปราการ แล้วกระแสน้ำพัดพาไปตกตะกอนในบริเวณดังกล่าว โดยจะมีตะกอนที่ไหลมาตาม แม่น้ำลำคลองทับถมเพิ่มเติม พันธุ์ไม้เบิกน้ำที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่เป็นดินเลนงอกใหม่ส่วนใหญ่จะเป็นชนิดไม้ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ลำแพนขาว (*Sonneratia alba*) แสมขาว (*Avicennia alba*) และแสมทะเล (*Avicennia marina*) โดยพื้นที่ที่มีความเค็มของน้ำทะเลต่ำระหว่าง 0-15 ppt จะเป็นพันธุ์ไม้ลำพูและแสมขาว ส่วนบริเวณที่ความเค็มสูงกว่าจะเป็นไม้แสมทะเลและลำแพน การปลูกป่าชายเลนในสภาพพื้นที่นี้ควรมีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป โดยสังเกตพันธุ์ไม้ เบิกน้ำดังกล่าวเป็นหลัก พื้นที่ที่มีพันธุ์ไม้เบิกน้ำเริ่มปรากฏจะเป็นดัชนีบ่งชี้ให้เห็นว่าดินเลนอยู่ในระดับสูงและยึดตัวกันแน่นพอที่จะดำเนินการปลูกป่าชายเลนได้ การที่จะกำหนดว่าเขตใดสามารถปลูกพันธุ์ไม้มลงในพื้นที่ได้นั้น ควรสังเกตว่าในพื้นที่นั้นมีลูกไม้ (Sapling) ขึ้นอยู่หรือไม่ จากการสำรวจในท้องที่จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าในบริเวณที่มีการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้แสมประมาณ 4-46 ต้นต่อไร่ จะปลูกพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันได้ดี และบริเวณที่มีลูกไม้แสมมากกว่า 64 ต้นต่อไร่ จะปลูกโกงกาง ใบใหญ่ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีปัญหาที่สำคัญของการปลูกป่าชายเลนในพื้นที่บริเวณนี้คือเพรียงหิน (*Balanus* sp.) เกาะทำลายกล้าไม้ที่ใช้ปลูก พบว่าเพรียงหินจะเกาะฝักโกงกางใบใหญ่ที่ใช้ปลูกเป็นปริมาณมาก จนทำให้กล้าไม้ล้มเอนลงอยู่ในระดับต่ำและตายในที่สุด ส่วนแสมลำแพน และลำพู สามารถขึ้นได้ดี มีเพรียงเกาะทำลายน้อย ทั้งนี้ก็เพราะต้นโกงกางใบใหญ่มีผิวขรุขระทำให้เพรียงหินเกาะทำลายได้ง่าย ในการปลูกในบริเวณที่มีปัญหาเรื่องเพรียงหินเป็นปริมาณมาก นอกจากเลือกพันธุ์ไม้ที่มีศักยภาพต่อความอยู่รอดในบริเวณดังกล่าวสูงแล้ว ควรหลีกเลี่ยงที่จะปลูกในฤดูกาลที่ตัวอ่อนของเพรียงหินมีปรากฏเป็นปริมาณมากด้วย โดยเฉพาะในบริเวณกันอ่าวไทย พบว่าระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคม จะมีตัวอ่อนของเพรียงหินเป็นปริมาณมาก จึงควรหลีกเลี่ยงการเอากล้าอ่อนไปปลูกในฤดูกาลนี้ นอกจากนี้ในพื้นที่ซึ่งเป็นดินเลนงอกใหม่ยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแสวงหาอาหารของสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก ทำให้มีฉนวนรบกวนเข้ามาจับสัตว์น้ำอยู่เสมอ ซึ่งนอกจากจะทำลายกล้าไม้ที่ปลูกแล้ว ยังทำให้การตกตะกอนและยึดตัวของอนุภาคดินเป็นไปไม่ได้ซ้ำ ดังนั้นก่อนการปลูกป่า ชายเลนในบริเวณนี้จึงควรจัดทำแนวรั้วกันการเข้าออกของเรือประมงไว้เป็นการล่วงหน้า และจะมีกล้าไม้เข้ามาสืบพันธุ์ตามธรรมชาติเพิ่มเติมจนกลายเป็นป่าที่สมบูรณ์ที่มีประโยชน์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมชายฝั่งได้ในเวลาอันรวดเร็ว

2. พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมอันเนื่องมาจากการตัดไม้ (Over cutting area) ในพื้นที่เช่นนี้จะมีไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเหลืออยู่น้อยและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติไม่ค่อยดี เนื่องจากขาดแคลนแม่ไม้ สภาพสังคมพืชที่เคยเป็นป่าโกงกางขึ้นอยู่ในดินเลนอ่อนอาจเปลี่ยนเป็นไม้ถั่ว ซึ่งขึ้นได้ดีในพื้นที่เป็นดินเลนแข็ง เนื่องจากมีเรือนยอดปกคลุมพื้นที่ห่างๆ และมีมนุษย์เข้าไปเหยียบย่ำรบกวนอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังมีตะกอนดินเลนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำมาทับถมเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทำให้ระดับพื้นดินสูงมากขึ้น การปลูกพันธุ์ไม้มลงในพื้นที่ควรสังเกตปริมาณวัชพืชที่ขึ้นอยู่ หากเป็นพื้นที่ซึ่งมีปรงหนูหรือปรงทะเล

(*Acrostichum* sp.) หรือพันธุ์ไม้อื่นๆ เช่น เหงือกปลาหมอ(*Acanthus* sp.) ถอบแถบ (*Derris trifoliata*) สักขริ (*Dalbergia cadenatensis*) ขึ้นอยู่ทั่วไปในพื้นที่เหล่านี้จะเป็นดินเลนแข็งการปลูกไม้โกงกางลงในที่ว่างจะเจริญเติบโตได้ช้า ชนิดไม้ที่ควรปลูกในพื้นที่เช่นนี้ ได้แก่ ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) พังกาหัวสุม ดอกขาว (*B. sexangula*) พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza*) ฝาดแดง (*Lumnitzera littorea*) ฝาดขาว (*L. racemosa*) เป็นต้น หากปรากฏว่ามีอุปสรรคอันเกิดจากปูแสม (*Sesarma* sp.) กัดกินกล้าไม้ ลิงแสมถอนทำลายกล้าไม้ วัชพืชขึ้นปกคลุมอย่างรวดเร็ว และสภาพดินเป็นดินกรด (acid sulphate soil) อันเนื่องมาจาก Pyrite ที่มีอยู่ในดินป่าชายเลนเป็นปริมาณมาก และเมื่อได้รับความร้อนสูงจะมีสภาพเป็นกรดจัด การปลูกในพื้นที่ลักษณะเช่นนี้จึงควรดำเนินการเตรียมพื้นที่ได้ล่วงหน้าแล้วนำกล้าไม้ที่เพาะอายุประมาณ 3-6 เดือนไปปลูกทั้งนี้เพราะเมื่อต้นกล้ามีลำต้นแข็งแรง การ กัดกินและถอนทำลายอันเกิดจากปูแสมและลิงจะลดน้อยลง โดยเฉพาะปูแสมซึ่งเป็นสัตว์กินพืช ไม่ควรแผ้วถางพื้นที่แล้วปลูกทันที จะทำให้ปูแสมขาดแคลนอาหาร กัดกินกล้าโกงกางแทน การใช้ถุงพลาสติกพันฝักโกงกางในพื้นที่ที่มีปูแสมมากอาจได้ผลบ้างในบางพื้นที่ที่มีปูแสมเล็กและมีปริมาณน้อย แต่ไม่สามารถป้องกันอย่างได้ผลในพื้นที่ที่มีปริมาณมากและปูแสมมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ควรปลูกในช่วงฤดูฝนหรือในช่วงที่มีน้ำทะเลท่วมถึงในเวลากลางวันเพราะดินเลนจะมีความชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา ความเป็นกรดของดินจะลดลง

3. พื้นที่ที่มีมูลดินอันเกิดจากแม่หอบ (Mud lobster's mounds area) เป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่อยู่ใกล้ที่ดอนตามชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยปกติจะมีพันธุ์ไม้ขึ้นผสมอยู่หลายชนิด บางชนิดเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นได้ดีในป่าบก เช่น ไม้พลอง (*Memecylon myrcinioides*) มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale*) เป็นต้น ดินบริเวณที่มีมูลดินเมื่อถึงฤดูการแล้งจะเป็นกรดจัด pH ประมาณ 2-3 ในฤดูแล้งมีปูแสมอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มี วัชพืชหลายชนิดขึ้นปกคลุมอยู่ทั่วไป เมื่อพื้นที่มีสภาพป่าเสื่อมโทรมอันเนื่องมาจากการตัดฟันไม้ออกหรือ แผ้วถางป่า การปลูกป่าในบริเวณนี้ควรมีการดำเนินการเตรียมพื้นที่ล่วงหน้า 6 เดือนถึง 1 ปี และนำกล้าไม้ชนิดที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่มาปลูกตามระดับพื้นที่ต่างๆ เช่น โกงกางใบเล็ก ปลูกในที่ซึ่งอยู่ระหว่างมูลดิน ไม้ถั่วขาว พังกาหัวสุม หรือตะบูน ปลูกบนที่ลาดของมูลดินแม่หอบ การปลูกป่าแบบผสม (mixed species) จะช่วยให้สภาพป่าฟื้นฟูอย่างรวดเร็วและป้องกันการขยายตัวของมูลดินหอบได้ เนื่องจากจะเปียกชื้นตลอดเวลาและระบบรากของต้นไม้จะเป็นอุปสรรคในการขุดรูสร้างรังของแม่หอบ

4. พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่ (Abandoned tin mining area) จังหวัดที่เคยมีการทำเหมืองแร่ดีบุกในป่าชายเลนมากได้แก่ จังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต การทำเหมืองแร่นอกจากทำให้ระดับพื้นที่ที่ น้ำทะเลเคยท่วมถึงเปลี่ยนแปลงไปแล้ว ยังทำให้ดินมีธาตุอาหารต่ำ ทำให้พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่เดิมหลายชนิด เช่น โกงกาง พังกาหัวสุม ไม่สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ลักษณะเช่นนี้ควรปรับระดับให้พื้นที่ราบเรียบอยู่เสมอและมีน้ำทะเลท่วมถึงเช่นเดียวกับพื้นที่บริเวณข้างเคียงประมาณ 2-3 ปี จะมี

ไม้ลำแพนและแสมขาวแพร่พันธุ์เข้ามาตามธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพพื้นที่มีศักยภาพที่จะปลูกเสริมไม้เบิกนำดังกล่าวลงในพื้นที่ได้ การปลูกเสริมจะช่วยในการเร่งพัฒนาพื้นที่ให้เป็นป่าที่สมบูรณ์รวดเร็วยิ่งขึ้น การปลูกไม้ชนิดอื่น เช่น โกงกาง พังกาหัวสุม ในระยะแรกซึ่งดินเลนยังไม่พัฒนาดีพอจะทำให้การเจริญเติบโตช้าเนื่องจากขาดธาตุอาหาร พบว่าในท้องที่อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ไม้โกงกางใบใหญ่และพังกาหัวสุม อายุ 8 ปี สูงเฉลี่ยเพียง 2.2 เมตร ส่วนในพื้นที่ที่ดินเลนสมบูรณ์ในจังหวัดนครศรีธรรมราช จะมีความสูงเฉลี่ย 10.20 เมตร

5. พื้นที่ที่ผ่านการทำนาุ้ง (Abandoned shrimp farm area) ในพื้นที่ที่ผ่านการทำนาุ้งแบบดั้งเดิมเมื่อปล่อยทิ้งร้างจะทำให้อุณหภูมิของดินสูงขึ้น ปริมาณน้ำในดินลดลง และปริมาณธาตุอาหารต่ำ จากการศึกษาของจิราภรณ์และคณะ พบว่าอุณหภูมิของดินนาุ้งจะสูงกว่าป่าชายเลนปกติ 3.0-10.5°C ปริมาณน้ำในดิน ลดลง 77.4-83.3% ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง 3.5-11% แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่นาุ้งร้างแบบดั้งเดิมหน้าดินส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในสภาพเดิมและดินยังมีธาตุอาหารเพียงพอที่จะใช้ในการเจริญเติบโตของพืชจึงสามารถปลูกไม้โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว โปรงแดง ลงไปได้โดยปลูกในช่วงฤดูฝนหรือช่วงที่มีน้ำทะเลท่วมถึงในเวลากลางวัน ซึ่งในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณ ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยจะอยู่ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม-กุมภาพันธ์ การปลูกใน ฤดูแล้งและน้ำลดในเวลากลางวันจะทำให้กล้าไม้ที่ปลูกมีอัตราการรอดตายต่ำ

6. พื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง (Waterlogged area) พื้นที่ลักษณะเช่นนี้อาจเกิดจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือ กิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น สำหรับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไป ได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณที่ติดต่อกับทะเลจะมีคลื่นซัดจนทำให้เกิดสันทรายขึ้นในบริเวณปากแม่น้ำ ลำคลองเป็นเหตุให้ขัดขวางการขึ้นลงของน้ำตามธรรมชาติทำให้มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน จนต้นไม้ตายเป็นจำนวนมากและดินมีความเค็มสูง ในฤดูแล้งพบทั่วไปในหลายพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย การพัฒนาโดยการปลูกป่าชายเลนขึ้นในพื้นที่เช่นนี้จำเป็นต้องจัดทำทางระบายน้ำให้น้ำขึ้นลงได้ตามธรรมชาติ แล้วดำเนินการปลูกไม้แสมทะเลหรือโกงกาง เนื่องจากเป็นไม้ที่ทนทานต่อความเค็มสูง สำหรับพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังอันเกิดจากการตัดถนนขวางทางขึ้นลงของน้ำทะเลทำให้เกิดน้ำท่วมขังในบริเวณที่อยู่ด้านบนของถนน เมื่อน้ำขังเป็นเวลานานจะทำให้ต้นไม้ขาดออกซิเจนและตายไปในที่สุด เช่น ป่าชายเลนบริเวณท่าขุน เิงสะพานสารสิน จังหวัดพังงาการระบายน้ำให้ขึ้นลงตามธรรมชาติโดยวางท่อซีเมนต์เพื่อให้ น้ำขึ้นลงได้ตามธรรมชาติจะช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี พบว่าไม้โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก โปรงแดง สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพนี้ โดยไม้โกงกางจะพัฒนารากค้ำยันเพื่อช่วยในการหายใจและพยุงลำต้นในปีต่อมา

ระบบนิเวศป่าชายเลนจะประกอบด้วยปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพภูมิอากาศ น้ำขึ้นน้ำลง ความเค็มของน้ำทะเล คลื่นและกระแสน้ำ ปริมาณตะกอน คุณสมบัติดิน คุณสมบัติน้ำ พืชและสัตว์ต่างๆ ทำให้สภาพของป่าชายเลนแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ที่มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน

เป็นต้นว่าป่าชายเลนที่อยู่ในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นบริเวณพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำตาปีมากจนทำให้ความเค็มของน้ำบริเวณปากแม่น้ำลดต่ำถึง 0 % ในช่วงฤดูฝน ทำให้มีพันธุ์ไม้ลำพูขึ้นอยู่เป็นปริมาณมากกว่า ป่าชายเลนในบริเวณอื่นๆ เช่น บริเวณริมฝั่งแม่น้ำกระบุรี จังหวัดระนอง จะมีไม้ตะบูนดำเป็นปริมาณมาก เนื่องจากมีความเค็มของน้ำทะเลสูงกว่าและสัตว์ที่อยู่อาศัยในป่าชายเลนก็แตกต่างกันด้วยโดยจังหวัดตราดไม่พบสัตว์บางชนิดที่มีปริมาณมากในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน เช่น แม่หอบ (*Thalassina anomala*) จะมีเป็นปริมาณมากในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน เนื่องจากน้ำขึ้นลงสองครั้ง (Semi-diurnal tide) ส่วนในป่าชายเลนจังหวัดตราดไม่มีแม่หอบแต่อย่างใด เนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงเพียงครั้งเดียว (Diurnal tide) การอนุรักษ์ไว้ซึ่งความหลากหลายของระบบนิเวศป่าชายเลนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องไว้ซึ่งสังคมพืชและสังคมสัตว์ชนิดที่สำคัญ

การประเมินสภาพที่เปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์

กิจกรรมของมนุษย์อาจก่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทั้งอย่างตั้งใจและไม่ตั้งใจเกิดขึ้นอย่างตรงไปตรงมาเห็นได้ชัดเจนทันที หรือเกิดขึ้นทางอ้อมจะสังเกตเห็นต้องเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงในอดีตและและบางกรณีอาจต้องเชื่อมโยงเหตุการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันเนื่องจากเป็นผลสืบเนื่องกันอยู่การประเมินสภาพที่เปลี่ยนแปลงจึงต้องมองให้เห็นกระบวนการ เข้าใจความสัมพันธ์ของปัญหา ทั้งนี้ต้องให้ความสำคัญต่อกิจกรรมที่ขาดความเข้าใจและไม่มีเจตนา แต่ต้องสามารถชี้ประเด็นเด็ดขาดได้กับกิจกรรมที่มีความตั้งใจละหลวม อันส่งผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างกิจกรรมของมนุษย์ที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

1. แนวถนนที่เข้าสู่พื้นที่

1.1 ผลที่สามารถสังเกตเห็นทันที

1.1.1 ถนนที่ตัดผ่าน หรือตัดบริเวณขอบแนวป่าชายเลน มักกลายเป็นเขื่อนขวางทางน้ำหลาก ทำให้ระดับน้ำในป่าชายเลนเปลี่ยนแปลงนอกจากนั้นมักทำให้เกิดการขังตัวของน้ำซึ่งก่อให้เกิดน้ำเน่าเสียในด้านที่อยู่เหนือน้ำ นอกจากนั้นถนนมักเป็นตัวขวางการเคลื่อนที่ตามธรรมชาติของทั้งพืชและสัตว์

1.1.2 ถนนที่ตัดตรงเข้าสู่ชายหาดมักมีระดับลาดลงสู่ชายทะเล จึงมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นรางน้ำในช่วงฝนตกหนัก น้ำที่ไหลลงตามถนนจะมีความเร็วสูงกว่าน้ำป่าตามปกติ จึงมีโอกาสทำลายแนวฝั่งที่อยู่สุดถนนได้

1.2 ผลที่ต้องใช้ระยะเวลาจึงจะปรากฏให้เห็น

1.2.1 ถนนนอกจากจะเป็นตัวชักนำความเจริญ ความสะดวกในการเดินทางและขนส่งแล้ว ยังอาจ ชักนำกิจกรรมที่ไม่พึงประสงค์สู่พื้นที่หากท้องถิ่นไม่มีมาตรการที่เหมาะสมในการควบคุม

เช่น ถนนหลายสายเมื่อเกิดขึ้น นำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ (ทั้งโดยคนในท้องถิ่น และคนจากต่างพื้นที่) และก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางธรรมชาติและทางสังคมได้ในที่สุด

2. เชื้อนก้นน้ำ ประตุน้ำ เชื้อนริมฝั่ง

2.1 ผลที่สามารถสังเกตได้ทันที

2.1.1 เชื้อนก้นน้ำ และเชื้อนริมฝั่งทำให้สัตว์เคลื่อนที่ผ่านสิ่งก่อสร้างได้ยากขึ้น หรืออาจไม่ได้เลยอาจส่งผลกระทบต่ออาหาร และการขยายพันธุ์

2.2 ผลที่ต้องใช้ระยะเวลาจึงจะปรากฏให้เห็น

2.2.1 เชื้อน และประตุน้ำมีประโยชน์ในการกักเก็บน้ำ และช่วยให้สามารถระบายน้ำไปยังพื้นที่ที่มีน้ำไม่เพียงพอได้ ทั้งนี้ต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสม (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ชายฝั่งซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง น้ำมีลักษณะเป็นน้ำกร่อย และที่สำคัญมักเป็นปลายน้ำของน้ำที่ผ่านชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และอาจผ่านโรงงานอุตสาหกรรมมา น้ำจึงมักมีคุณภาพต่ำเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำ และไม่เหมาะที่จะกักไว้ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ) การสร้างเชื้อนโดยขาดความเข้าใจจะก่อให้เกิดภาวะน้ำเสียมีผลต่อสัตว์น้ำ และยังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ และระดับความเต็มซึ่งจะทำให้โครงสร้างป่าชายเลนเปลี่ยนแปลงได้

2.2.2 เชื้อนริมฝั่ง จะเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นน้ำ และถ้าเป็นคลองจะทำให้ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป (จากฝั่งที่ลาดลงสู่พื้นน้ำ กลายเป็นเชื้อนที่ตึงลงสู่พื้นน้ำ และมักสร้างด้วยวัสดุที่น้ำไม่อาจซึมผ่านได้เหมือนเดิม

เวลาที่ใช้ 2 คาบ คาบละ 60 นาที

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

- | | | |
|---|---|--------|
| 1. แผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) | 1 | กระดาษ |
| 2. ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image) | 1 | แผ่น |
| 3. ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photography) | 1 | แผ่น |
| 4. หนังสือ เอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ป่าชายเลน | | |

วิธีการทดลอง

1. ให้นักศึกษา ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของป่าชายเลนจากเอกสารฉบับนี้ และเอกสารอื่นๆ นำมาอภิปรายแล้วตอบคำถาม
2. ให้นักศึกษาสังเกต และสอบถามบุคคลในพื้นที่ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคนในชุมชนกับป่าชายเลนแล้วนำข้อมูลมาอภิปราย และตอบคำถาม

2. สาเหตุของการสูญเสียบ่าชายเลน

[illegible]

3. แนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาลดลง และเสริมโทรมของป่าชายเลน

[illegible]

4. แนวทางในการฟื้นฟูป่าชายเลน

[illegible]

คำถามหลังการทดลอง

1. นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการเก็บเกี่ยวทรัพยากรป่าชายเลนของคนในชุมชนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักศึกษาอธิบายกระบวนการนำบาดน้ำเสียโดยใช้ป่าชายเลน

.....

.....

.....

.....

3. ถ้านักศึกษาเป็นผู้นำชุมชน นักศึกษาจะมีกลยุทธ์อย่างไรเพื่อให้การบริหารจัดการป่าชายเลนในชุมชนเป็นการพัฒนาแบบยั่งยืน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ในฐานะนักศึกษามีวิธีเชิญชวนให้เพื่อนนักศึกษา และคนในชุมชนอนุรักษ์ และฟื้นฟูป่าชายเลนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริมีภารกิจที่สำคัญประการหนึ่งคือ การส่งเสริม พัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบริเวณป่าชายเลน (ที่เสื่อมโทรมแล้ว) นักศึกษาเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร

[illegible]

บรรณานุกรม

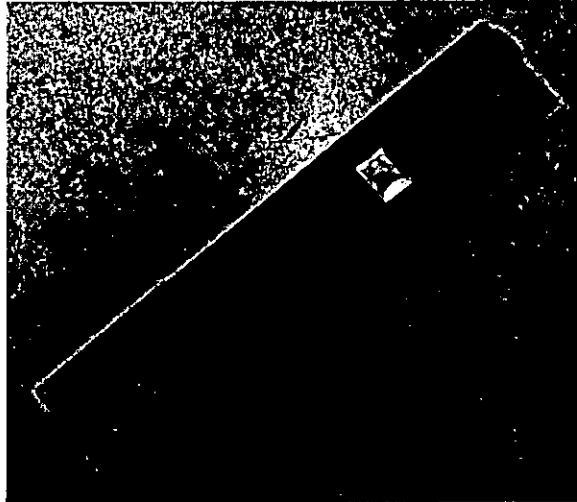
- กฤษเดช สุภาพไพบุลย์; และจิตต์ คงแสงไชย. (2525). **พรรณไม้สมุนไพรในป่าชายเลน**. รายงานการสัมมนาในระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลนครั้งที่ 4. สุราษฎร์ธานี : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- เกษม จันทรแก้ว. (2544). **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกษม ตั้งทรงศักดิ์. (2531). ป่าชายเลนอาณาจักรแห่งสรรพชีวิตที่กำลังล่มสลาย. **สารคดี**. ปีที่ 4 (41).
- จิตต์ คงแสงไชย. (2525). การใช้ประโยชน์ในป่าไม้ชายเลน. สุราษฎร์ธานี : **รายงานการสัมมนา ระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลนครั้งที่ 4**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ. (2546). **คู่มือการประเมินแบบรวดเร็วเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพื้นที่ชายฝั่งทะเล : ระบบนิเวศป่าชายเลน**. กรุงเทพฯ : หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เต็ม สมิตินันท์. (2544). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชน จำกัด.
- เทียม คมกฤต. (2514). **การป่าไม้ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัมรงค์ ประกอบบุญ. (2540). การจัดการและอนุรักษ์ป่าชายเลน บทเรียนในรอบ 20 ปี. **สารการประมง**. ปีที่ 50 (4):299
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. (2536). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี. ป่าชายเลน. **สารวิทยาศาสตร์**. ปีที่ 47(1):25
- นพรัตน์ ไกรพานนท์. (2527). **การศึกษาสมบัติทางแร่วิทยาและทางเคมีของดินป่าชายเลนจังหวัดระนอง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นริศ ธนะประสพ. (2532). **การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชายเลนของประชาชนในท้องถิ่น : ศึกษาเฉพาะกรณี อำเภอแหลมงอบ จ.ตราด**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิพนธ์ ศรีณกุล. (2531?). **BIOLOGY NOTE**. กรุงเทพฯ: เทพรัตน์การพิมพ์.
- นิตยา เลานจินดา. (2546). **นิเวศวิทยา พื้นฐานสิ่งแวดล้อมศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิกุล คำรอด. (2531). **ค่านิยมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนและความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน ของครูโรงเรียนประถมศึกษา จ.จันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. (2539). *นิเวศวิทยาสำหรับเทคโนโลยี 1*. กรุงเทพฯ:ศูนย์ตำราอาจารย์นิมิตร จิวะสันติการ.
- ปิยาภรณ์ บัณฑุชัย. (2544). ความหมายและคุณค่าแห่งป้าชายเลนที่คู้งกระเบน. *อนุสาร อ.ส.ท.*
- ปรีชา สุวรรณพิณิจ. (2544). *ชีวิตในระบบนิเวศ*. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ปรียา วิจารณ์นท์. (2537). *ป้าชายเลนที่ยะหริ่ง.การจัดการสัมปทานป้าชายเลน กรณีศึกษาผู้รับสัมปทานป้าชายเลน อ.ยะหริ่ง ปัตตานี* สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วินัย วีระพัฒนานนท์. (2530). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ:โอเอสพรีนติ้งเฮาส์.
- _____. (2532). *แนวทางในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมศึกษา.ในรายงานสัมมนาเรื่อง "สภาพปัญหาและทิศทางของสิ่งแวดล้อมศึกษาในประเทศไทย. ชลบุรี: โครงการสิ่งแวดล้อมศึกษา.กระทรวงศึกษาธิการ.*
- วินัย วีระพัฒนานนท์ และบานชื่น สีพันม่อง. (2539). *สิ่งแวดล้อมศึกษาการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. กรุงเทพฯ:บริษัทของสยาม จำกัด.
- วันชัย อิงปัญจลาภ. (2539). *ป้าชายเลน*. กรุงเทพฯ:บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ศึกษาธิการ,กระทรวง. (2545). *เอกสารประกอบการฝึกอบรมครูแกนนำเพื่อทำหน้าที่ผู้อำนวยการความสะอาดสำหรับค่ายเยาวชนนานาชาติเอเปค.กรุงเทพฯ.*
- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคู้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (ม.ป.ป.). *คู่มือการเดินทางศึกษาธรรมชาติป้าชายเลนอ่าวคู้งกระเบน.จันทบุรี.*
- สมชาย ดิษฐศรีและคนอื่นๆ. (ม.ป.ป.). *ป้าชายเลนอ่าวคู้งกระเบน. จันทบุรี. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคู้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.*
- สนิท อักษรแก้ว. (2541). *ป้าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (ม.ป.ป.). *คู่มือการปลูกพันธุ์ไม้ป้าชายเลน.โครงการวิจัยป้าชายเลน. กรุงเทพฯ:ห้างหุ้นส่วนพันธ์พิบลิจจิง.*
- สนิท อักษรแก้ว. (2522). *การหมุนเวียนของธาตุอาหารในป้าชายเลน*. กรุงเทพฯ: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- _____. (2534). *ป้าชายเลน*. กรุงเทพฯ:เอกสารจัดทำโดยมูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ . โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2538). *ป้าชายเลนทรัพยากรธรรมชาติชายฝั่งที่ควรอนุรักษ์*. กรุงเทพฯ:เอกสารประกอบการอบรมการอนุรักษ์ธรรมชาติ และทรัพยากรสำหรับเยาวชน ครั้งที่ 8.คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (2545). *ป้าชายเลนชุมชนทรัพย์ชายฝั่งทะเล.เอกสารประกอบการฝึกอบรมครูเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกสำหรับค่ายเยาวชนนานาชาติเอเปค.หน้า 15.*

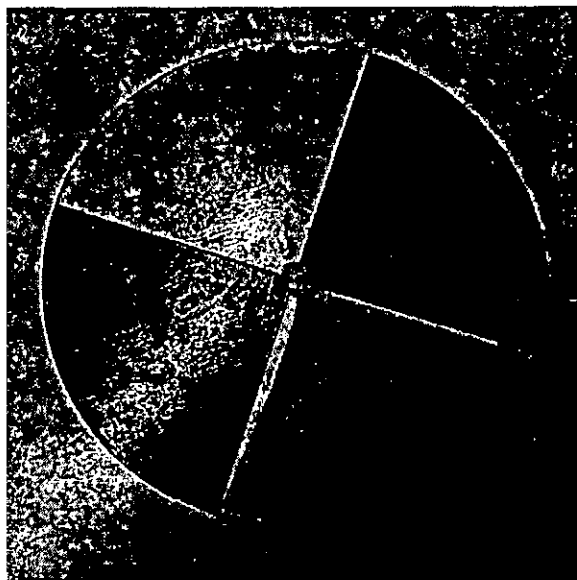
- สนิท อักษรแก้วและ ชูป เข็มนาถ ; วสันต์ เกตุปราณี. (2522). *การหมุนเวียนของธาตุอาหารในป่าชายเลน*. กรุงเทพฯ:รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สนใจ หะวานนท์. (2545). *อนุรักษ์ป่าชายเลน*. อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ แต่คุณแม่ ดวง บุญถนอม. กรุงเทพฯ:อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2545). *เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก*. กรุงเทพฯ.
- สุรินทร์ มัจฉาชีพ. (ม.ป.ป.). *การศึกษาภาวะทางนิเวศวิทยาของป่าชายเลนในเขตอำเภอคลองจ.จันทบุรี*.
- สุดใจ เทพพิทักษ์ศักดิ์. (2540). *รักษ์ป่าชายเลน*.สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.ปีที่ 25(97):35
- สุดสาคร พุกงาม. (2547). *ปฏิบัติการนิเวศวิทยา*.ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.ภารกิจการผลิตเอกสารและตำรา มหาวิทยาลัยทักษิณ ลำดับที่ 130.
- อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. (2538). *มนุษย์ ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย*.กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาคผนวก

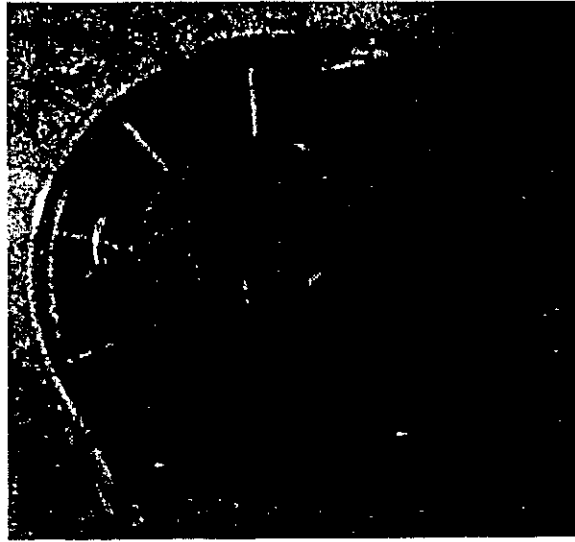
เครื่องมือที่ใช้ในบทปฏิบัติการ



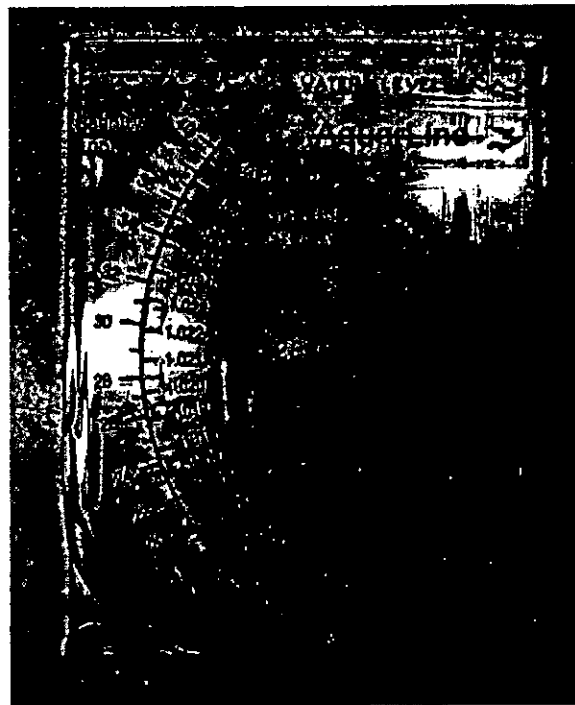
เครื่องวัดความเป็นกรด – เบส แบบปากกา



เครื่องมือหาค่าการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำ (Secchi disc)



กระดาดยูนีเวอร์แซลอินดิเคเตอร์



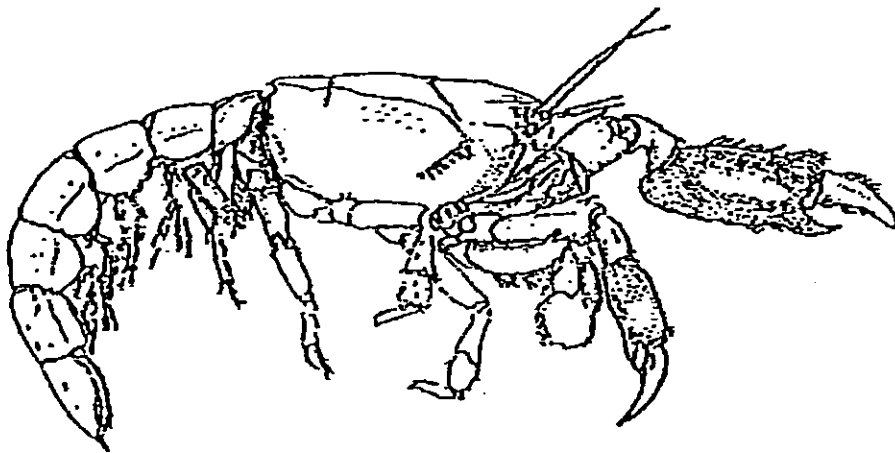
กล่องวัดความเค็มสำเร็จรูป



ไฮโดรมิเตอร์



ขวดบีไฮดี



Mud lobster หรือ แม่หอบ เป็นสัตว์กึ่งปูกึ่งกุ้ง พบมากในป่าชายเลน หนอง สร้างรูเหมือนจอมปลวก ก้นทิศทางการขึ้นลงของน้ำทะเล เป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพืช

คู่มือครู

**คำแนะนำในการใช้คู่มือประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ
เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**

การใช้คู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีข้อควรปฏิบัติและทำความเข้าใจดังนี้

1. คู่มือประกอบการสอนชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่นำชุดปฏิบัติการไปใช้
2. คู่มือประกอบการสอนชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนจะใช้ควบคู่กับชุดปฏิบัติการเรื่องระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
3. คู่มือครูประกอบการสอนชุดปฏิบัติการ แต่ละบทประกอบด้วยหัวข้อต่างๆดังนี้
 1. ชื่อบทปฏิบัติการ
 2. จุดประสงค์การเรียนรู้
 3. เวลาในการทดลอง/เวลาในการทำงาน
 4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
 5. การเตรียมก่อนล่วงหน้า
 6. วิธีการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์
 7. สารสำคัญ
 8. ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาก่อนทำการทดลอง
 9. ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้
 10. การอภิปรายผลหลังการทดลอง
 11. แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง
 12. คำแนะนำเพิ่มเติม

1. บทปฏิบัติการที่ 1 สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

2. จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ แสงสว่าง การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ อุณหภูมิ ความชื้นของน้ำ ความลึกของแหล่งน้ำ สี ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน
3. เพื่อฝึกทักษะการใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับระบบนิเวศป่าชายเลน

3. เวลาในการทดลอง/เวลาในการทำงาน

2 ชั่วโมง	:	อภิปรายก่อนทดลอง	30 นาที
		ทดลอง	60 นาที
		อภิปรายหลังการทดลอง	30 นาที

4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (จำนวน/กลุ่ม)

1. เทอร์โมมิเตอร์	1	อัน
2. กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ / pH meter	1	กล่อง / เครื่อง
3. เชือกยาว 5 เมตร	1	เส้น
4. Secchi-disc	1	อัน
5. สายวัด	1	อัน
6. กระดาษทิชชู	1	ม้วน
7. ถังน้ำ 5 ลิตร	1	ใบ
8. แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map)	1	ระวาง
9. ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image)	1	แผ่น
10. ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photography)	1	แผ่น
11. กระดาษ A3	1	แผ่น
12. ดินสอดำ	1	แท่ง
13. กระดาษลอกลาย	1	แผ่น
14. เหล็กแหลม ยาว 1.50 เมตร	1	อัน
15. ไฮโดรมิเตอร์ หรือ กล่องวัดความเค็ม สำเร็จรูป	1	อัน / กล่อง
16. กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร	1	อัน
17. ปีกเกอร์ขนาด 250 ml.	1	ใบ
18. น้ำกลั่น 500 มล.	1	ขวด

5. การเตรียมก่อนล่วงหน้า

1. ครูสำรวจและกำหนดพื้นที่ในการศึกษา
2. ครูจัดเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
3. ครูควรสอนนักเรียนใช้เครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลนก่อนใช้บทปฏิบัติการที่ 1
4. ครูจัดเตรียมเอกสารบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องการศึกษาสภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน
5. ครูควรสอนและอธิบาย สาธิต การวาดภาพแสดงลักษณะรูปร่างของแหล่งที่กำหนดเป็นแหล่งศึกษา โดยเปรียบเทียบกับแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ และควรให้นักศึกษาร่างแผนที่ก่อนออกปฏิบัติการ โดยดูจากจากแผนที่ชนิดต่างๆ ประกอบ
6. ครูแนะนำนักเรียนข้อควรระวังในการทดลองการบันทึกผลการทดลอง และการสรุป ผลการทดลอง

6. วิธีการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 400 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 364 กรัม ในน้ำกลั่นกรอง แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

2. สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เฮไลด์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม (หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 กรัม) และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม (หรือโปแตสเซียมไอโอไดด์ 150 กรัม) ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 1 ลิตร และละลายโซเดียมเฮไลด์ (NaN_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 นอร์มัล)

4. น้ำแป้ง

ละลายแป้งมันสำปะหลัง 5 กรัม ในน้ำต้ม 800 มิลลิลิตรเติมน้ำให้ได้ 1 ลิตร ต้มให้เดือด 2-3 นาที ตั้งค้างคืนใช้แต่น้ำใส เติมกรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid) 1.25 กรัมต่อแป้ง 1 ลิตร

5. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 24.82 กรัม ในน้ำต้มที่เย็นแล้ว เติมจนได้ปริมาณ 1 ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตรหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร

6. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.0250 นอร์มัล

เตรียมโดยเจือจางสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล จำนวน 250 มล. ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 ml. หรือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ด้วยสารละลายมาตรฐานไดโครเมต

7. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.0250 นอร์มัล

ละลายโปแตสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 2 ชม. จำนวน 1.226 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

8. การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

โดยละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม ในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปกรวย เติมกรดซัลฟูริก (1+9) 10 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.025 นอร์มัล จำนวน 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วไตเตรตด้วยสารละลาย โซเดียมไฮโอซัลเฟต โดยใช้แป้งเป็นอินดิเคเตอร์ (จากสีน้ำเงินจนไม่มีสี) ซึ่งปกติจะปรับความเข้มข้นของ สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเท่ากับ 0.0250 นอร์มัลพอดี เพื่อสะดวกในการคำนวณ ถ้าสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตมีความเข้มข้น 0.0250 นอร์มัลพอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรตจะเท่ากับ 20.0 มิลลิลิตรพอดี

$$\text{ความเข้มของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต (นอร์มัลลิตี, N)} = 0.0250 \times 20 / A$$

ในเมื่อ A = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต(มล.)

7. สาระสำคัญ

สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อระบบนิเวศทั้งต่อโครงสร้างและสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เป็นดัชนีที่ใช้ในการชี้วัดคุณภาพของระบบนิเวศ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ ความลึกของแหล่งน้ำ การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ ความขุ่นของน้ำ สี ปริมาณการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ ความเค็มของน้ำ และความเป็นกรด - เบสของน้ำทะเล ปัจจัยที่กล่าวมานี้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ทำให้ทราบวาระบบนิเวศนั้น ๆ มีสภาพอย่างไร

8. ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาก่อนทำการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต้องระวังอย่าให้มีฟองอากาศในขวด เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนจากอากาศละลายในน้ำในขวดซึ่งจะมีผลต่อค่าดีไอทีวิเคราะห์ได้
2. การวัดความโปร่งแสงควรเลือกทำในบริเวณที่ได้รับแสงสว่าง ไม่มีคลื่น และควรเป็นเวลาใกล้เคียง (ไม่ควรเลือกวัดในที่ร่ม)
3. อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลองไม่ควรใช้ปนกัน เพราะทำให้สารเคมีทำปฏิกิริยากัน ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้
4. การอ่านค่าจากเครื่องมือวัดแบบขีดสเกล เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ไฮโดรมิเตอร์ จะต้องอ่านค่าโดยระดับสายตาต้องอยู่ในแนวเดียวกับขีดสเกลที่อ่าน

9. ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้

ตารางบันทึกผลการทดลองทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

สถานี	เวลา (น.)	ปริมาณ ของแสง	อุณหภูมิ (°C)			SECCHI DISC depth (cm.)	ความ เค็ม (psu)	pH		DO (mg/l)
			อากาศ	น้ำ	ดิน			น้ำ	ดิน	
S1	10.25	แสงปานกลาง	30	27	27	70	24	7.4	7	5
S2	11.15	แสงปานกลาง	30	28	29	87	29	7.5	7	6
S3	12.00	แสงปานกลาง	30	28	27	81	28	7.2	7	5.1
เฉลี่ย	-	-	30	27.6	27.6	79.33	27	7.3	7	5.7

10. การอภิปรายผลหลังการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของระบบนิเวศป่าชายเลนพบว่าสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน คือ ความเค็มในช่วง 30 psu ซึ่งเป็นความเค็มโดยเฉลี่ยของน้ำทะเล ความเป็นกรด-เบสของน้ำและดินอยู่ในสภาวะที่เป็นกลาง อุณหภูมิของอากาศ น้ำ ดินอยู่ในเกณฑ์ปกติ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ช่วงที่เหมาะสม คือมีค่า 5 mg/l (หากมีค่าต่ำกว่า 3 mg/l จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ) ทั้ง 3 สถานีมีสภาพไม่แตกต่างกัน

11. แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง

1. ให้นักศึกษายกตัวอย่างปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลนปัจจัยนั้นมีผลอย่างไร อธิบายพอสังเขป

ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลนได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้นของน้ำ ความเค็มของน้ำ การส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำ ความเป็นกรด - เบส ของน้ำและดิน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เป็นต้น

ปัจจัยทางกายภาพเหล่านี้ มีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลนดังนี้

1. แสง มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและมีผลต่อพฤติกรรมสัตว์ในป่าชายเลน
 2. อุณหภูมิ มีผลต่อกระบวนการต่างๆ ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตแหล่งน้ำ
 3. ความขุ่นของน้ำ มีผลต่อการกระจายของแสงและปริมาณของแสงที่ส่องลงไป ในแหล่งน้ำซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำและส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
 4. ความเค็ม ค่าความเค็มของน้ำทะเลเป็นค่าที่บอกว่ามีเกลือแร่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งมีผลต่อ สิ่งมีชีวิตในแหล่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปะการังซึ่งเป็นสัตว์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มของน้ำ รวมทั้งมีผลต่อสัตว์น้ำ และพืชน้ำ หากน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างรวดเร็ว จะกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างรุนแรง
 5. การส่องผ่านของแสงสู่แหล่งน้ำ เป็นการวัดหาค่าความลึกของแหล่งน้ำในระดับที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถบอกระดับความลึกที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ หากน้ำมีค่าความขุ่นสูงส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในน้ำ จะมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ
 6. ความเป็นกรด-เบส มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ระบบนิเวศป่าชายเลน
 7. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีผลต่อชนิดและการกระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศในป่าชายเลน
2. ค่า DO ของแหล่งน้ำที่นักศึกษาศึกษาขึ้นกับปัจจัยใด ปัจจัยนั้นมีผลอย่างไร
- ค่า DO ของแหล่งน้ำก็ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนที่ของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณพืช / แพลงก์ตอนพืชที่สังเคราะห์แสงได้ ความขุ่นของน้ำ เวลาในรอบวัน และฤดูกาล เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลดังนี้
1. การเคลื่อนที่ของน้ำ มีผลต่อค่า DO คือ ทำให้ค่า DO ของแหล่งน้ำในแหล่งเดียวกันมีค่าไม่เท่ากัน ในบริเวณที่น้ำมีการเคลื่อนที่ช้าจะมีค่า DO น้อยกว่าบริเวณที่น้ำมีการเคลื่อนที่เร็ว เนื่องจากการเคลื่อนที่ของน้ำทำให้ได้รับปริมาณออกซิเจนในอากาศ
 2. อุณหภูมิของน้ำก็มีผลต่อค่า DO กล่าวคือ อุณหภูมิที่สูงจะมีผลทำให้ค่า DO ต่ำ
 3. ปริมาณพืช / แพลงก์ตอนพืชที่สังเคราะห์แสงได้ จำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืชที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ โดยจะเพิ่มสูงมากเมื่อความเข้มข้นของแสงอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้สูงสุด หากมีปริมาณพืชน้ำมากจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงมาก ทำให้ค่า ดีไอในน้ำมาก

4. ความขุ่นของน้ำ หากน้ำมีความขุ่นสูงจะทำให้แสงส่องผ่านในแหล่งน้ำได้น้อย อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อย ค่าดีไอจะน้อยด้วย

5. เวลาในรอบวัน พบว่า ช่วงเช้ามีปริมาณออกซิเจนที่ผิวหน้าน้ำต่ำ และปริมาณออกซิเจนที่ผิวหน้าน้ำเริ่มสูงขึ้นในเวลากลางวัน และสูงมากในช่วงบ่าย แต่หลังจากนั้นปริมาณออกซิเจนที่ผิวหน้าน้ำจะลดลงและลดลงต่ำสุดในเวลาเช้ามืด

6. ฤดูกาล ในฤดูฝนปริมาณออกซิเจนในน้ำจะสูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูฝนปริมาณออกซิเจนในน้ำจะได้จากการที่น้ำฝนสัมผัสกับอากาศโดยตรง ส่วนออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงอาจมีปริมาณน้อยกว่าปกติเนื่องจากพืชในแหล่งน้ำมีการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยกว่าในฤดูแล้ง

3. การตรวจวัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำทำได้อย่างไร

การตรวจวัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำทำได้ดังนี้

1. นำขวดน้ำขนาด 1 ลิตร มาใส่เทอร์โมมิเตอร์ลงในขวด ปิดปากขวดด้วยจุกก๊อกที่ผูกเชือกติดกับเชือกที่ผูกที่คอขวด โดยมีเชือกอีกเส้นโยงเพื่อกระตุกเปิดจุกก๊อก โดยขวดเก็บตัวอย่างน้ำนั้นต้องถ่วงด้วยน้ำหนักที่กันขวดเพื่อให้ขวดจมน้ำ

2. เมื่อย่อนขวดถึงระดับความลึกที่ต้องการ ให้กระตุกเชือกเพื่อเปิดจุกก๊อกน้ำที่ระดับนั้นก็จะเข้าไปในขวดเก็บน้ำตัวอย่าง เมื่อแน่ใจว่าน้ำเต็มถึงขวดขึ้นมาแล้วอ่านอุณหภูมิ บันทึกผลการทดลอง

4. ค่าความขุ่นของน้ำขึ้นกับปัจจัยใด ปัจจัยนั้นมีผลอย่างไร

ความขุ่นของน้ำขึ้นกับอนุภาคแขวนลอยพวกสารอินทรีย์และของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งมีผลต่อปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ อนุภาคสารอินทรีย์ สารอินทรีย์ในน้ำ เช่น ดินเหนียว ดินโคลน อนุภาคคาร์บอนेट แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำพวกอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยเหล่านี้จะเป็นสาเหตุให้แสงที่ส่องลงไปใต้น้ำเกิดการกระจายออกจากน้ำ นอกจากนี้ยังดูดซับแสงบางส่วนเอาไว้ส่งผลให้แสงที่ส่องลงน้ำในระดับลึกมีปริมาณน้อยลง ดังนั้นความขุ่นของน้ำจึงเป็นดัชนีที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ สามารถวัดวัดค่าความขุ่นของน้ำโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เนฟฟีโลมิเตอร์ (Nephelometer) หรือ เทอร์บิไดมิเตอร์ (Turbidimeter) ซึ่งมีหลักการใช้เหมือนกับสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

5. ความเค็มของน้ำทะเลในอนาคตจะมีแนวโน้มเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

ในอนาคตความเค็มของน้ำทะเลจะมีความเค็มน้อยลง เนื่องจากในปัจจุบันเกิดปัญหาภาวะโลกร้อน (ปรากฏการณ์เรือนกระจก) ส่งผลกระทบบำบัดให้น้ำแข็งในขั้วโลกละลาย ทำให้น้ำทะเลสูงขึ้น และส่งผลให้ค่าความเค็มของน้ำทะเลลดลง

6. ปัจจัยที่มีผลต่อค่า DO มีอะไรบ้าง อย่างไร

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า DO ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ ภาวะมลพิษจากสารอินทรีย์ และสภาพ Eutrophication. เวลาในรอบวัน ฤดูกาล (ดูคำตอบจากข้อ 2 ประกอบ)

7. จงอธิบายการเกิด Eutrophication (Over fertilization)

การเกิด Eutrophication หรือ Over fertilization คือปรากฏการณ์ที่พืชน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ในน้ำปริมาณมากเกินไป จึงมีผลทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งแหล่งน้ำมีพืชน้ำในปริมาณที่มาก ทำให้ปริมาณแสงส่องผ่านลงสู่แหล่งน้ำลดลง พืชน้ำไม่มีแสง ทำให้ตายและเน่า ทำให้น้ำเน่า พืชน้ำด้านบนก็ตาย และสุดท้ายไม่มีพืชเหลืออยู่เลย กลายเป็นแหล่งน้ำเสียจากปริมาณสารอินทรีย์ที่มาก

12. คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ในการศึกษาควรให้นักศึกษาได้ทำฝึกการใช้เครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์สภาพทางกายภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน และต้องทดลองด้วยความระมัดระวังเนื่องจากมีการใช้เครื่องแก้วและสารเคมีที่อันตรายและมีราคาแพง

2. สารเคมีที่ใช้แล้ว ต้องเก็บใส่ขวดน้ำกลับไปทำลายอย่างถูกวิธี ห้ามทิ้งลงในป่าชายเลนโดยเด็ดขาด เพราะจะมีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลน

3. บทปฏิบัติการที่ 1 ควรดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากกิจกรรมการทดลองมีความยุ่งยาก อาจทำให้นักศึกษาเกิดความสับสน ซึ่งอาจทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีที่ไม่ดีต่อชุดปฏิบัติการ

1. บทปฏิบัติการที่ 2 พืชในป่าชายเลน

2. จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และลักษณะของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพืชกับระบบนิเวศ

3. เวลาในการทดลอง/เวลาในการทำงาน

2 ชั่วโมง	:	อภิปรายก่อนทดลอง	30 นาที
		ทดลอง	60 นาที
		อภิปรายหลังการทดลอง	30 นาที

4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (จำนวน / กลุ่ม)

1. ดินสอ	1	แท่ง
2. ปากกา	1	ด้าม
3. สายวัดระยะทาง	1	ม้วน
4. หนังสือภาพพันธุ์ไม้ป่าชายเลน	1	เล่ม

5. การเตรียมก่อนล่วงหน้า

1. ครูสำรวจและกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการทำกิจกรรม
2. ครูเตรียมเอกสารปฏิบัติการเรื่องพืชในป่าชายเลน
3. ครูเตรียมหนังสือพรรณไม้ป่าชายเลน

6. วิธีการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์

-

7. สารสำคัญ

ป่าชายเลนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของทรัพยากรธรรมชาติชายฝั่งทะเลของประเทศ ป่าชายเลนเป็นที่รวมของพรรณไม้ พันธุ์สัตว์นานาชนิด การศึกษาป่าชายเลนจำเป็นต้องศึกษาทั้งระบบเพื่อความเข้าใจความเป็นไปของธรรมชาติของป่าชายเลน การศึกษาป่าชายเลนโดยเฉพาะในส่วนลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง สิ่งที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับพืชในป่าชายเลนและวิธีการศึกษามีหลายประการที่สำคัญ อาทิ ชนิดของพรรณไม้ วิธีการศึกษาการแบ่งเขตพรรณไม้ วิธีการศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้ วิธีการศึกษาความหนาแน่นของพรรณไม้ การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของพรรณไม้ การกระจายพันธุ์ของพรรณไม้ตามแนวตั้ง เป็นต้น

ป่าชายเลนประกอบด้วยพืชทั้งที่เป็นไม้ยืนต้น ไม้อิงอาศัย (Epiphytes) เถาวัลย์ สาหร่าย ไม้ยืนต้นในป่าชายเลนจะมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากพืชโดยทั่วไป คือสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเลน และพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นประจำ หรือชั่วคราว ดังนั้นพืชในป่าชายเลนจะต้องปรับตัว และเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งภายนอกและภายใน ระบบราก ลำต้น ใบ ดอก และผล ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต เช่น มีต่อมขับเกลือ ใบมีลักษณะอวบน้ำ มีระบบรากแผ่กว้าง และใปล่พื้นผิวน้ำ มีผลที่สามารถงอกได้ขณะอยู่บนต้นแม่ และต้นอ่อนหรือผลแก่สามารถลอยน้ำได้เป็นต้น

พันธุ์ไม้ยืนต้นและไม้พุ่มในป่าชายเลนของประเทศไทยมี 74 ชนิด 53 สกุล รวมอยู่ใน 35 วงศ์ พันธุ์ไม้เด่น 16 ชนิดคือ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมดำ แสมขาว แสมทะเล ฝาดแดง ฝาดขาว พังกาหัวสุม โปรงขาว โปรงแดง ลำพู ลำแพน ตาตุ่มทะเล โพธิ์ทะเล ตะบูนขาว ตะบูนดำ ไม้พื้นล่างที่พบโดยทั่วไปคือ เหงือกปลาหมอ จาก ชะคราม เป้งทะเล เป็นต้น

8. ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาในขณะทำการทดลอง

นักศึกษาจะต้องสังเกตความแตกต่างของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดว่าแตกต่างกันอย่างไร และการปรับตัวของพืชในป่าชายเลนว่าเป็นอย่างไร หากไม่แน่ใจควรควรศึกษาควบคู่กับหนังสือพรรณไม้ที่ครูเตรียมให้

9. ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
1	โกงกางใบใหญ่	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	ใบ อวบน้ำ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ ง่าย อื่นๆ -	
2	แสมทะเล	ชื่อวงศ์ AVICENNACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Avicennia marina</i> Forssk.	ใบ รูปรี ใบด้านล่างสีขาวอม เทา ราก รากหายใจแบบเข็มหมุด ผล / เมล็ด ผลรูปไข่กว้างแบน ด้านข้างปลายมนไม่มีงอ อื่นๆ -	
3	จิกทะเล	ชื่อวงศ์ BARRINGTONIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Barringtonia asiatica</i> Kurz.	ใบ ใบใหญ่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลมีเมล็ดแข็ง อื่นๆ -	
4	โปรงขาว	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Ceriops decandra</i> (Griff.) Ding Hou	ใบ ปลายใบกลม ใบเขียวเป็น มัน ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลรูปกรวย อื่นๆ มีก้านดอก ลำต้นเกลี้ยง กลม	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
5	พังกา-ถั่วขาว (ถั่วจัน)	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Bruguiera hainesii</u> C. G. Rogers	ใบ อวบน้ำ ราก รากหายใจแบบเข่า ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ อื่นๆ -	
6	แคทะเล	ชื่อวงศ์ BIGNONIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Dolichandrone spathacea</u> (L.f.) K Schum.	ใบ ใบเล็กรูปไข่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด เมล็ดมีปีก อื่นๆ -	
7	เตยทะเล (ลำเจียก)	ชื่อวงศ์ PANDANACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Pandanus odoratissimus</u> L.f.	ใบ ใบรูปร่างคล้ายดาบ ขอบ ใบหยัก ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลเป็นกลุ่มรวม อื่นๆ -	
8	ดินเป็ดทะเล	ชื่อวงศ์ APOCYNACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Cerbera odollam</u> Gaertn.	ใบ ใบเรียวยาว ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ อื่นๆ -	
9	จาก	ชื่อวงศ์ PALMAE (ARECACEAE) ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Nypa fruticans</u> Wurm.	ใบ ใบใหญ่ลักษณะคล้ายขนนก ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลมีเมล็ดแข็ง อื่นๆ -	
10	โกงกางใบเล็ก	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Rhizophora apiculata</u> Bl.	ใบ อวบน้ำแต่มีขนาดเล็กโกงกาง ใบใหญ่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ ง่าย อื่นๆ -	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
11	ดาตุ่มทะเล	ชื่อวงศ์ EUPHORBIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Excoecaria agallocha</i> L.	ใบ ใบมีสีเขียวเข้ม ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ ลำต้นเป็นตุ่มเป็นตา	
12	ฝาดดอกแดง	ชื่อวงศ์ COMBRETACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Lumnitzera littorea</i> Voigt	ใบ ใบเล็กหนามีสีเขียวจัด ราก รากหายใจรูปเข่า ผล / เมล็ด ผลรูปรีแบน อื่นๆ ดอกสีแดงสด	
13	ถั่วขาว	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Bruquiera cylindrica</i> (L.) Bl.	ใบ อวบน้ำ ราก รากหายใจแบบเข่า ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ ง่าย อื่นๆ -	
14	ปรงหนู	ชื่อวงศ์ PTERICACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Acroaticum speciosum</i> Willd.	ใบ ใบเรียวยาวแหลม ราก มีเหง้าใต้ดิน ผล / เมล็ด - อื่นๆ สืบพันธุ์โดยการสร้าง สปอร์	
15	ถั่วดำ	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Bruquiera parviflora</i> (Roxb.) Wight & Arn. ex.Griff.	ใบ อวบน้ำ ราก รากหายใจแบบเข่า ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ ได้ง่าย อื่นๆ -	
16	ปรงทะเล	ชื่อวงศ์ PTERIDACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Acrostichum aureum</i> L.	ใบ ปลายใบกลม มีกึ่งหนาม ราก มีเหง้าใต้ดิน ผล / เมล็ด - อื่นๆ สืบพันธุ์โดยการสร้าง สปอร์	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
17	โปรงแดง	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Ceriops tagal</i> (Per) C. B. Rob.	ใบ ปลายใบกลม ใบเขียวเป็นมัน ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลรูปกรวย อื่นๆ ไม่มีก้านดอก ลำต้นเป็นสัน เห็นชัด	
18	ปอทะเล	ชื่อวงศ์ MALVACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	ใบ ใบใหญ่ค่อนข้างกลม ปลายแหลม ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลกลมเล็ก อื่นๆ ดอกสีเหลืองแสด	
19	ฝาดดอกขาว (ฝาดขาว)	ชื่อวงศ์ COMBRETACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Lumnitzera racemosa</i> Willd.	ใบ ใบเล็กหนามิสีเขียวจัด ราก รากหายใจรูปเข่า ผล / เมล็ด ผลรูปรีแบน อื่นๆ ดอกสีขาว	
12	ลำพูทะเล	ชื่อวงศ์ SONNERATIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Sonneratia alba</i> J. Smith	ใบ ใบหนามิคล้ายแผ่นหนัง ใบ รูปไข่ ราก รากหายใจรูปกรวย ผล / เมล็ด ผลรูปลูกข่าง อื่นๆ -	
21	ลำแพน	ชื่อวงศ์ SONNERATIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Sonneratia ovata</i> Backer	ใบ ใบหนามิคล้ายแผ่นหนัง ใบ รูปไข่กว้าง ราก รากหายใจรูปนิ้วม ผล / เมล็ด ผลกลมมีกลีบเลี้ยง อื่นๆ -	
22	แสมดำ	ชื่อวงศ์ AVICENNIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Avicennia officinalis</i> L.	ใบ ใบรูปรี ใบด้านล่างสีเหลือง งาม น้ำตาล ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลรูปหัวใจ อื่นๆ -	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
23	หวายลิง	ชื่อวงศ์ FLAGELLARIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Flagellaria indica</i> L.	ใบ ใบเล็กเรียวยาว ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลกลมเล็ก อื่นๆ -	
24	เสม็ดขาว	ชื่อวงศ์ MYRTACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Melaleuca cajuputi</i> Powell	ใบ ใบเล็กรูปไข่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลกลมเล็ก อื่นๆ ดอกสีขาว	
25	พังกหวีสุ่มดอกแดง (โกงกางหัวสุม)	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Bruquiera gymnorhiza</i> (L.) Savigny	ใบ ใบอวบหนา ราก รากหายใจรูปเข่า ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ง่าย อื่นๆ -	
26	รักทะเล	ชื่อวงศ์ GOODENIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Scaevola taccada</i> (Gaertn.) Roxb.	ใบ ใบหนามัน ใบรูปไข่กลับ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ ดอกสีขาว	
27	ลำพู	ชื่อวงศ์ SONNERATIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	ใบ ใบรูปไข่ ปลายแหลมหู่ ราก รากหายใจรูปกรวย ผล / เมล็ด ผลกลมโตมีกลีบเลี้ยงติดอยู่ อื่นๆ -	
28	เหง กปลา หมอดอกม่วง	ชื่อวงศ์ ACANTHACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Acanthus ilicifolius</i> L.	ใบ ใบขอบเว้า มีหนามแหลม ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลเป็นฝักสีน้ำตาล อื่นๆ ดอกสีม่วง	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
29	แสมขาว	ชื่อวงศ์ AVICENNIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Avicennia alba</i> Bl.	ใบ ใบรูปหอก ปลายเรียวยาว ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลรูปไข่ อื่นๆ -	
30	ชำเล	ชื่อวงศ์ VERBENACEAE (RABIATAE) ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Premna obtusifolia</i> R. B	ใบ ใบเล็กรูปไข่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลกลมเล็ก เป็น กลุ่ม อื่นๆ -	
31	เลี่ยน (เลียบ)	ชื่อวงศ์ MORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Ficus lactor</i> Ham.	ใบ ใบเล็กเรียว สั้น ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	
32	หนามแดง	ชื่อวงศ์ APOCYNACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Carissa carandus</i> L.	ใบ ใบรูปรี ปลายมน ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	
33	โพทะเล	ชื่อวงศ์ MALVACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Thespesia populnea</i> L.	ใบ ใบกลม รูปหัวใจ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด เมล็ดมีขนยาว อื่นๆ -	
34	ขลุ้	ชื่อวงศ์ COMPOSITAE (ASTERACEAE) ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	ใบ ใบกลมเล็ก ขอบหยัก ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
35	พังกาหัวสุม ดอกขาว	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Bruguiera sexangula</i> Poi	ใบ ใบอวบหนา ราก รากหายใจรูปเข่า ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ ได้ง่าย อื่นๆ -	
36	ดินเปิดทราย	ชื่อวงศ์ APOCYNACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Cerbera manghas</i> L.	ใบ ใบเรียวยาว กระจุกอยู่ที่ ปลายยอด ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ อื่นๆ -	
37	หยีทะเล (หยีน้า)	ชื่อวงศ์ LEGUMINOSAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Derris indica</i> Bennet	ใบ ใบกลม สั้น ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลรีแบน อื่นๆ -	
38	หงอนไก่ทะเล	ชื่อวงศ์ STERCULIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Heritiera littoralis</i> Dryand.	ใบ ใบสีเขียวเข้ม ใบรูปไข่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ อื่นๆ -	
39	สารภีทะเล (กระทิง)	ชื่อวงศ์ GUTTIFERAE (CLUSIACEAE) ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Calophyllum inphyllum</i> L.	ใบ ใบรูปไข่ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลกลมสีเขียว อื่นๆ -	
40	โพทะเล (โพศรีมหาโพ)	ชื่อวงศ์ MORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Ficus religiosa</i> L.	ใบ ใบกลม รูปหัวใจ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
41	เบญจมาศ น้ำเค็ม (ผักคราดทะเล)	ชื่อวงศ์ COMPOSITAE (ASTERACEAE) ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Wedelia biflora</i> (L.) DC.	ใบ ใบขอบเว้า ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	
42	ตะบูนดำ (ตะบัน)	ชื่อวงศ์ MELIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Xylocarpus moluccensis</i> (Lam.) M.Roem.	ใบ ใบหนามัน รูปไข่ ราก รากหายใจรูปเข็มหมุด ผล / เมล็ด ผลกลม อื่นๆ เปล กัลลัดันหนา	
43	ตะบูนขาว	ชื่อวงศ์ MELIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Xylocarpus granatum</i> Koeing	ใบ ใบหนามัน รูปไข่ ราก รากหายใจแบบพูพอน ผล / เมล็ด ผลกลม อื่นๆ เปล กัลลัดันบาง	
44	ลำเจียก	ชื่อวงศ์ PANDANACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Pandanus</i> sp.	ใบ ใบรูปร่างคล้ายดาบ ขอบใบหยัก ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลเป็นกลุ่มรวม อื่นๆ -	
45	ตะบัน	ชื่อวงศ์ MELIACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Xylocarpus rumphii</i> (Kostel.)Mabb.	ใบ ใบรูปไข่ ค่อนข้างหนามัน ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลกลม อื่นๆ -	
46	โพธิ์ทะเล	ชื่อวงศ์ MALVACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland.ex Corr.	ใบ ใบกลม รูปหัวใจ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	

ตารางบันทึกผลการศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (ต่อ)

ชนิดที่	ชื่อพืช	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	เหตุผลที่ต้องมีลักษณะพิเศษ	ห่างจากทะเล (m)
47	สามเเง่า	ชื่อวงศ์ LABIATAE (LAMIACEAE) ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Clerodendrum inerme</u> (L.)Gaertn.	ใบ ใบเรียวยาวเล็ก สั้น ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด - อื่นๆ -	
48	สนทะเล	ชื่อวงศ์ CASUARINACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Casuarina equisetifolia</u> J.R.&G.Forst.	ใบ ลักษณะคล้ายเกล็ดเรียง เป็นวงรอบข้อ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลปีกเดียว อื่นๆ -	
49	เลื่อม นาง (เลื่อมนาง)	ชื่อวงศ์ MYRSINACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Aegiceras corniculatum</u> (L.)Blanco	ใบ รูปรี ปลายสอบ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด ผลรูปทรงกระบอก อื่นๆ -	
50	รังกะแท้ว	ชื่อวงศ์ RHIZOPHORACEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ <u>Kandelia candel</u> (L.) Druce	ใบ ใบรูปรี ขอบเรียบ ราก ค้ำจุน ผล / เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ อื่นๆ -	

ตารางแสดงพันธุ์ไม้ในวงศ์ต่างๆ ที่สำรวจพบในป่าชายเลน
ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จันทบุรี

ลำดับ	วงศ์	พันธุ์ไม้ที่สำรวจพบ
1	RHIZOPHORACEAE	โกงกางใบใหญ่, โปรงขาว, พังกา-ถั่วขาว, ถั่วขาว, ถั่วดำ, โปรงแดง, พังกาหัวสุม, ดอกแดง, รังกะแต้, โกงกางใบเล็ก
2	AVICENNIACEAE	แสม, แสมดำ, แสมขาว
3	BARRINGTONIACEAE	จิกทะเล
4	BIGNONIACEAE	แคทะเล
5	PANDANACEAE	เตยทะเล, ลำเจียก
6	APOCYNACEAE	ตีนเป็ดทะเล, นามแดง, ตีนเป็ดทราย
7	PALMAE (ARECACEAE)	จาก
8	MALVACEAE	บ่อทะเล, โพทะเล
9	COMBRETACEAE	ฝาดดอกขาว, ฝาดดอกแดง
10	SONNERATIACEAE	ลำพูทะเล, ลำแพน, ลำพู
11	FLAGELLARIACEAE	หวายลิง
12	MYRTACEAE	เสม็ดขาว
13	GOODENIACEAE	รักทะเล
14	ACANTHACEAE	เหงือกปลาหมอดอกม่วง
15	EUPHORBIACEAE	ตาตุ่มทะเล
16	PTERIDACEAE	ปรงหนู, ปรงทะเล
17	VERBENACEAE	ชำเลือด
18	MORACEAE	เลี่ยน, โพ (โพศรีมหาโพ)
19	COMPOSITAE (ASTERACEAE)	ขลุ้, เบญจมาศน้ำเค็ม
20	SAPOTACEAE	เกด
21	LEGUMINOSAE	หยีทะเล
22	STERCULIACEAE	หงอนไก่ทะเล
23	GUTTIFERAE (CLUSIACEAE)	สารภีทะเล

ตารางแสดงพันธุ์ไม้ในวงศ์ต่าง ๆ ที่สำรวจพบในป่าชายเลน
ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จันทบุรี

ลำดับ	วงศ์	พันธุ์ไม้ที่สำรวจพบ
24	MELIACEAE	ตะบัน, ตะบูนดำ, ตะบูนขาว
25	LABIATAE (LAMIACEAE)	สามะง่า
26	CASUARINACEAE	สนทะเล
27	MYRSINACEAE	เล็บมือนาง

10. การอภิปรายผลหลังการทดลอง

จากการสำรวจชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบในป่าชายเลน พบว่ามีพันธุ์ไม้ 27 วงศ์ พันธุ์ไม้ทั้งหมด 50 ชนิด ลักษณะการแบ่งเขตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจะมีการแบ่งจากแนวฝั่งทะเลเข้ามาด้านในสุดของป่าชายเลน พันธุ์ไม้ที่เด่นและเป็นไม้ที่สำคัญในป่าชายของไทยนั้น ได้แก่ ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae เช่น ไม้สกุลโกงกาง สกุลไม้โปรงและไม้ถั่ว ไม้ในวงศ์ Sonneratiaceae ได้แก่ ไม้สกุล ลำพู ลำแพน ไม้ในวงศ์ Avicenniaceae ได้แก่ ไม้สกุลแสม นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ไม้ในวงศ์ Meliaceae ซึ่งได้แก่ ไม้สกุลตะบูนและตะบัน

11. แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง

1. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการเจริญ และการกระจายพันธุ์ ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ปัจจัยใดที่มีผลต่อการเจริญ และการกระจายพันธุ์ ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ได้แก่ การขึ้นลงของน้ำทะเล, ความถี่ของการท่วมถึงของน้ำทะเลแต่ละพื้นที่, ลักษณะของดิน, คุณภาพน้ำ, ความเค็มของน้ำ, และการปรับตัวทางกายวิภาคของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด

2. พืชชนิดใดที่มีรากแบบค้ำจุน และระบบรากแบบค้ำจุนมีข้อดีอย่างไรบ้าง

พืชที่มีรากแบบค้ำจุน ได้แก่ ไม้โกงกาง, เหงือกปลาหมอ, โปรงขาว, พังกา-ถั่วขาว, ถั่วขาว, ถั่วดำ, โปรงแดง เป็นต้น ข้อดีของระบบรากแบบค้ำจุนจะช่วยค้ำจุนลำต้นให้ยึดเกาะได้ดี ทนต่อการกัดเซาะของน้ำ และทำหน้าที่รับออกซิเจน เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism)

3. รากหายใจที่พบในป่าชายเลนมีลักษณะอย่างไร ให้อีกตัวอย่างพืชประกอบ

รากหายใจที่พบในป่าชายเลนของพืชแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น

1. รากหายใจรูปสะพานโค้ง เช่น ไม้ลำพู-ลำแพน
2. รากหายใจรูปเข็มหมุด เช่น ไม้แสม
3. รากหายใจรูปคล้ายหัวเสา เช่น ไม้พังกาหัวสุม ถั่ว ไม้โปรง และไม้ผาด
4. รากหายใจแบบพูพอน เช่น หงอนไก่ทะเล ไม้ตะบูน

4. พืชที่พบในป่าชายเลนมีการปรับตัวอย่างไรบ้าง จึงดำรงชีวิตในบริเวณที่เค็มได้

1. มีต่อมขับเกลือ ทำหน้าที่ควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือในพืช
2. เซลล์ผิวใบมีผนังหนา เป็นแผ่นมันและมีปากใบ ทำหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำจากใบ
3. ใบมีลักษณะอวบน้ำ ช่วยเก็บรักษาปริมาณน้ำ
4. ระบบรากหายใจ ทำหน้าที่ค้าจุและรับออกซิเจน เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism)
5. ผลที่งอกขณะที่ยังอยู่บนต้น ทำให้สามารถเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างรวดเร็วและสามารถปรับระดับความเค็มของเกลือ และประจุที่ผ่านเข้าไปในลำต้นได้อย่างเหมาะสม
6. ต้นอ่อนหรือผลแก่ลอยน้ำได้ ทำให้สามารถแพร่กระจายพันธุ์โดยทางน้ำได้เป็นอย่างดี
7. ระดับแทนนินในเนื้อเยื่อสูง เพื่อป้องกันอันตรายจากพวกเชื้อราต่างๆ
8. สามารถทนทานอยู่ได้สภาวะที่มีระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในใบสูง เพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาพความเค็มของน้ำทะเลได้

5. ต้นโกงกางขยายพันธุ์ตามธรรมชาติอย่างไร

ต้นโกงกางขยายพันธุ์โดยผลที่งอกขณะที่ยังอยู่บนต้น ซึ่งผลนี้หลังจากหลุดจากต้นลงมาถึงพื้นดินหรือลอยตัวในน้ำแล้วเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ลักษณะการกระจายตัวตามธรรมชาติอยู่ในแนวฝั่งทะเล

6. พืชในป่าชายเลนมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศอย่างไร

พืชในป่าชายเลนมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศเพราะป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศทะเล และระบบนิเวศบนบก ดังนั้น สังคมป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างมาก ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะและเป็นแหล่งที่มีสัตว์น้ำและสัตว์บก โดยเฉพาะนกชนิดต่างๆ อาศัยอยู่มากมาย ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ผลิตโดยพืชในป่าชายเลนจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของสรรพสิ่งมีชีวิตทั้งภายในป่าชายเลนและระบบนิเวศอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ยิ่งกว่านั้นป่าชายเลนยังมีบทบาทที่สำคัญในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดิน

7. พืชชนิดใดจัดเป็นไม้เบิกนำของป่าชายเลนอ่าวคังกระเบน

พืชที่เป็นไม้เบิกนำของป่าชายเลนอ่าวคังกระเบนคือ แสมขาว แสมทะเล และลำพูทะเล

8. ไม้เด่นรองจากไม้โกงกางในอ่าวคังกระเบนค พืชชนิดใด พืชชนิดนั้นมีลักษณะอย่างไร

ไม้เด่นรองจากไม้โกงกางในอ่าวคังกระเบนคือ โปรงแดง ประสักดอกแดง และโกงกางใบเล็ก ลักษณะใบอวบน้ำ มีรากหายใจที่เรียกว่า Pneumatophores บางครั้งพบรากที่ทำหน้าที่ค้าจุ แมล็ดสามารถงอกได้ในขณะที่ผลยังติดอยู่บนต้น

9. ปัญหาของพืชในป่าชายเลนที่ศึกษาครั้งนี้มีอะไรบ้าง

ปัญหาของพืชในป่าชายเลนที่ศึกษาครั้งนี้คือ การปลูกพืชบางชนิดปลูกชิดกันมากเกินไป ทำให้เมื่อโตขึ้นจึงเกิดภาวะแออัด มีการสร้างสะพานศึกษาธรรมชาติซึ่งอาจขัดขวางการเติบโตของพืชป่าชายเลนบางต้น ซึ่งแม้จะมีการเจาะสะพานเพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ แต่เท่าที่สังเกตเห็นพบว่าพืชโดยส่วนใหญ่ที่เจริญเติบโตผ่านช่องที่เจาะไว้มักตาย นอกจากนั้นพบว่ามีสภาพที่เหมาะสมคือปลูกพืชตามหลักวิชาการ ตามลักษณะการกระจายพันธุ์ของพืชในป่าชายเลน

12. คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ครูแนะนำนักศึกษาการบันทึกผลการศึกษา และการสรุปผลการศึกษา
2. ครูอภิปรายสรุป ชนิด จำนวน และลักษณะของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนก่อนเขียนรายงานการทดลอง
3. ครูและนักศึกษากลุ่มอภิปรายเรื่อง ความสัมพันธ์ของพืชกับระบบนิเวศ ครูสรุปเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจตรงกัน
4. ครูควรให้ความรู้อนุกรมวิธานของพืชเบื้องต้นก่อนใช้ชุดปฏิบัติการ
5. ครูควรให้ความรู้เรื่องการสังเกตลักษณะต่างๆของพืชตามหลักอนุกรมวิธานของพืช
6. หากเป็นไปได้ควรมอบหมายให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาลักษณะของพืชโดยละเอียด พร้อมบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิทัล อย่างน้อยกลุ่มละ 5 ชนิด แล้วนำไปจัดทำข้อมูลพรรณไม้เสนอรายงานหน้าชั้นหลังจากเสร็จการทดลอง พร้อมเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้งเก็บในหอพรรณไม้ของสถานศึกษาเพื่อศึกษาต่อไป

1. บทปฏิบัติการที่ 3 ประชากรสัตว์ในป่าชายเลน

2. จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน และธรรมชาติของสัตว์ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์ในป่าชายเลน

3. เวลาในการทดลอง/เวลาในการทำงาน

- 2 ชั่วโมง :
- อภิปรายก่อนทดลอง 30 นาที
 - ทดลอง 60 นาที
 - อภิปรายหลังการทดลอง 30 นาที

4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (จำนวน / กลุ่ม)

1. ดินสอ 1 แท่ง
2. ปากกา 1 ด้าม
3. สายวัดระยะทาง 1 ม้วน
4. เชือกฟาง 1 ม้วน
5. กรรไกร 1 อัน
6. ไม้บรรทัด 1 อัน
7. เสียมเล็ก / พลั่ว 1 อัน
8. หนังสือเกี่ยวกับสัตว์ทะเล หรือสัตว์ในป่าชายเลน

5. การเตรียมก่อนล่วงหน้า

1. ครูสำรวจและกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการทำกิจกรรม
2. ครูเตรียมเอกสารปฏิบัติการเรื่องประชากรสัตว์ในป่าชายเลน
3. ควรเตรียมภาพสัตว์ในป่าชายเลน เพื่อสะดวกในการศึกษา ซึ่งนอกจากในตำราแล้ว ครูสามารถหาได้จากอินเทอร์เน็ต หรืออาจให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าก่อนออกพื้นที่
4. ครูควรให้ความรู้ และปฏิบัติการทดลองศึกษาประชากรสัตว์ในสถานศึกษาก่อน

6. วิธีการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์

7. สารสำคัญ

สัตว์ที่เป็นองค์ประกอบของป่าชายเลนได้แก่ ปลา ที่สำคัญได้แก่ ปลากะบอก ปลากะพง ปลา นวลจันทร์ ปลากะรัง ปลาตีน และกุ้งมีไม่น้อยกว่า 15 ชนิด สำหรับกุ้งที่พบเห็นทั่วไปในป่าชายเลน ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ กุ้งกะเปาะหรือกุ้งกะต้อม ปูที่พบในป่าชายเลนมี 7 สกุล 54 ชนิด ที่พบบ่อยได้แก่ ปูแสม ปูก้ามดาบ ปูทะเลหรือปูดำ หอยที่พบในป่าชายเลนมีหอยกาบเดียวไม่น้อยกว่า 17 ชนิด ที่สำคัญได้แก่ หอยดำ หอยขี้นก หอยขี้กา และหอยกาบคู่น้อยกว่า 3 ชนิด ได้แก่ หอยนางรมและหอยเยาะเป็นต้น นกที่พบในป่าชายเลนมีทั้งนกอพยพและนกประจำถิ่นมากกว่า 100 ชนิด

เช่น นกยางควาย นกยางรอก นกหัวโต เหยี่ยว และนกเหยี่ยวโดห์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีไม่น้อยกว่า 39 ชนิด ที่พบทั่วไปได้แก่ ค้างคาว ลิงกัง นาก แมวป่า สัตว์เลื้อยคลานมีอย่างน้อย 25 ชนิด ซึ่งรวมทั้ง งูต่างๆ กิ้งก่า เต่า และจระเข้ นอกจากนี้ยังพบแมลงเป็นจำนวนมากกว่า 38 ชนิด เช่น พวกผีเสื้อกลางคืน หนอนผีเสื้อ หนอนกอ แมลงปีกแข็ง ยุงลิ้น และเพลี้ย ในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยยังพบว่าในแนวเขตเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ป่าบกกับป่าชายเลน (Ecotone) เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ ทั้งนี้ก็เนื่องจากแม่นอบ (*Thalassina anomala* Herbst.) จะขุดรูและขนดินออกมาของคล้ายจอมปลวกขนมูลดินน้อยใหญ่สูงถึงระดับน้ำทะเลปกติท่วมไม่ถึง อินทรีย์วัตถุในดินซึ่งเป็นอาหารของสัตว์ชนิดนี้จะถูกย่อยสลายกลายเป็นธาตุอาหารพืชและสัตว์ ความแตกต่างในระดับของพื้นที่เนื่องจากกิจกรรมของสัตว์ชนิดนี้ ทำให้อัตราการท่วมถึงของน้ำทะเลแตกต่างกัน ก่อให้เกิดความหลากหลายของพันธุ์พืชถึง 65 ชนิด และพันธุ์สัตว์น้ำและสัตว์บกมากกว่า 100 ชนิด แม่นอบจึงมีบทบาทในด้าน Ecological engineering ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบนิเวศในแนว Ecotone

8. ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาในขณะทำการทดลอง

1. นักศึกษาควรสังเกตการปรับตัว และโครงสร้างของสัตว์ในป่าชายเลน
2. ศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์ในป่าชายเลนว่าเป็นอย่างไร

9. ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้

ตารางบันทึกผลการศึกษาสัตว์ในป่าชายเลน

ชนิดที่	ชื่อสัตว์ที่พบ	จำนวน (ตัว)	บริเวณที่พบ	ความสำคัญ ต่อระบบนิเวศป่าชายเลน
1	ปูก้ามดาบ	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
2	ปูแสม	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
3	ปูเสฉวน	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
4	กุ้งติดชั้น	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
5	ปูทะเล	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
6	อิก้า	5	กิ่งไม้	ผู้บริโภคที่กินพืชและสัตว์เป็นอาหาร
7	นกเอี้ยง	8	กิ่งไม้	ผู้บริโภคที่กินพืชและสัตว์เป็นอาหาร
8	ปลาตีน	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
9	กุ้งกระต้อม	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
10	หอยเจดีย์	จำนวนมาก	โคนต้นไม้	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
11	หอยนางรม	จำนวนมาก	ในน้ำทะเล	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
12	ปลาเข็ม	จำนวนมาก	ในน้ำทะเล	ผู้บริโภคที่กินพืชและสัตว์เป็นอาหาร
13	งู	3	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร
14	หอยขี้นก	จำนวนมาก	โคนต้นไม้	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
15	กุ้งกุลาดำ	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
16	กุ้งแชบ๊วย	จำนวนมาก	ดินเลน	ผู้บริโภคที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร
17	แมงดาทะเล	5	ในน้ำทะเล	ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร

10. การอภิปรายผลหลังการทดลอง

ชนิดของสัตว์ในป่าชายเลนป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน พบว่ามีสัตว์หลายชนิดทั้งที่เป็นสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา และแมงดาทะเล ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและพบสัตว์อื่นๆ เช่น นก และ สัตว์เลื้อยคลาน

11. แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง

1. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการกระจายตัวของสัตว์ในป่าชายเลน

ปัจจัยใดที่มีผลต่อการกระจายตัวของสัตว์ในป่าชายเลนได้แก่

1. การท่วมถึงของน้ำทะเล และช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง
2. ลักษณะและชนิดของดิน
3. ความเค็มของน้ำและความเค็มในดิน
4. อุณหภูมิ

2. จงบอกความสำคัญของปูก้ามดาบต่อระบบนิเวศป่าชายเลน

ปูป่าชายเลนส่วนใหญ่เป็นพวกที่กินอินทรีย์สารเป็นหลักและเป็นพวกที่กินทั้งพืชและสัตว์ ปูก้ามดาบก็เช่นเดียวกัน แต่ปูก้ามดาบเป็นเสมือนสัญลักษณ์ของป่าชายเลน ทำหน้าที่เสมือนเป็นประชาสัมพันธ์ของป่าชายเลน ซึ่งนอกจากจะกินอินทรีย์สารแล้ว ยังทำหน้าที่เพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ดิน และช่วยลดปัญหาน้ำเน่าเสีย

3. สัตว์ชนิดใดปรับตัวได้ดี และเหมาะสำหรับการดำรงชีวิตในป่าชายเลน

สัตว์ทุกชนิดที่อาศัยในป่าชายเลนล้วนมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตในป่าชายเลนได้ทั้งสิ้น แต่สัตว์ที่นักศึกษาพบบ่อยได้แก่ ปลาตีน ปูก้ามดาบ หอย ปู เป็นต้น

4. นักศึกษามีความประทับใจสัตว์ชนิดใดในป่าชายเลน เพราะเหตุใด

ปูก้ามดาบเนื่องจากสวยงามและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน

5. ปลาตีนมีการปรับตัวอย่างไรเพื่อให้สามารถอยู่ในป่าชายเลนได้

ปลาตีน มีครีบกบที่แข็งแรง เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่บนเลน ปลาตีนสามารถอยู่บนที่เลนได้นาน แม้จะไม่มีน้ำทะเลท่วม ทั้งนี้เนื่องจากมีการปรับตัว โดยปลาตีนจะทำให้กระพุ้งแก้มโป่งออกโดยใช้แผ่นกระดูกปิดกระพุ้งแก้มไว้เพื่อให้เหงือกชุ่มชื้น ทำให้หายใจบนบกได้ชั่วระยะหนึ่ง และปลาตีนสามารถใช้ส่วนหางแลกเปลี่ยนแก๊สได้เพราะผิวบริเวณหางจะบาง มีเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก และส่วนหางนี้มักจะจุ่มอยู่ในน้ำแม้ตัวของมันจะอยู่พ้นน้ำก็ตาม ทำให้บริเวณหางชุ่มชื้นเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สได้ตลอดเวลา

12. คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ครูแนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการบันทึกผลการศึกษา และการสรุปผลการศึกษา
2. ครูอธิบายชนิด จำนวน และลักษณะของสัตว์ในป่าชายเลน หลังส่งรายงานการศึกษา
3. ครูอธิบายความสัมพันธ์ของสัตว์ในป่าชายเลน
4. ครูควรบอกนักศึกษาไม่ควรจับสัตว์ทุกชนิด เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการเนื่องจากจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ หรืออันตรายต่อนักศึกษา

1. ปฏิบัติการที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน

2. จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อศึกษาชนิด จำนวน ของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน
3. เพื่อศึกษาความสำคัญของห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารของระบบนิเวศป่าชายเลน

3. เวลาในการทดลอง/เวลาในการทำงาน

2 ชั่วโมง	:	อภิปรายก่อนทดลอง	30 นาที
		ทดลอง	60 นาที
		อภิปรายหลังการทดลอง	30 นาที

4. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (จำนวน / กลุ่ม)

1. ดินสอ	1	แท่ง
2. ปากกา	1	ด้าม
3. สายวัดระยะทาง	1	ม้วน
4. เชือกฟาง	1	ม้วน
5. กรรไกร	1	อัน
6. ไม้บรรทัด	1	อัน
7. เลียมเล็ก / พลั่ว	1	อัน

5. การเตรียมก่อนล่วงหน้า

1. ครูสำรวจและกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการทำกิจกรรม
2. ครูควรให้ความรู้เรื่องระบบนิเวศก่อน และให้ความรู้เรื่องความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศก่อนออกพื้นที่
3. ครูเตรียมเอกสารปฏิบัติการเรื่องความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน

6. วิธีการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์

7. สารสำคัญ

ระบบนิเวศ (Ecosystem) คือ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าชายเลนในแง่อาหารและการถ่ายทอดพลังงานเป็นเรื่องสำคัญ และเป็นพื้นฐานความรู้เบื้องต้นในการพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน ป่าชายเลนที่มีความหลากหลายของพันธุ์พืชและสัตว์มากและมีรูปแบบสายใยอาหารที่ซับซ้อนแสดงว่าป่าชายเลนแห่งนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มาก การเสื่อมสภาพของป่าชายเลนเนื่องจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น การหักล้างถางป่า การเผาถ่าน การทำเหมืองแร่ ตลอดจนปัญหามลภาวะต่างๆ

เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะสายใยอาหารและการถ่ายทอดพลังงานที่พบในป่าชายเลน

ในแต่ละลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงานมีทั้งการสะสมและการสูญเสียพลังงาน เฉลี่ยแล้วสูญเสียไปถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และอีก 10 เปอร์เซ็นต์ จะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคในลำดับต่างๆ ลักษณะของการสูญเสียและสะสมดังกล่าวเป็นไปตาม กฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (Ten Percent Law) ซึ่งสรุปใจความได้ว่า “พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของผู้บริโภคแต่ละลำดับขั้น จะน้อยกว่าพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อผู้บริโภคลำดับขั้นที่ต่ำกว่าถึงลดลงมา 10 เท่า ”

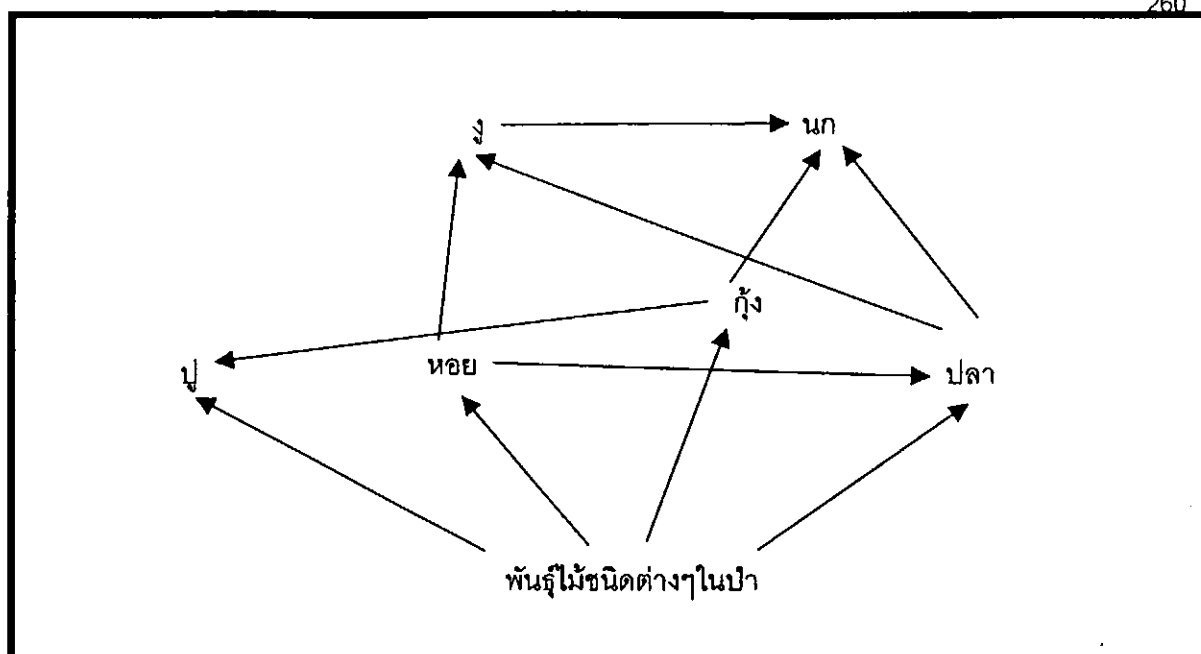
8. ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาในขณะทำการทดลอง

ไม่ควรจับสัตว์ทุกชนิด เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการเนื่องจากจะเป็นอันตรายต่อสัตว์ หรืออันตรายต่อนักศึกษา

9. ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้

ตารางบันทึกการสำรวจกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าชายเลนจำแนกตามหน้าที่เชิงอาหาร

กลุ่มสิ่งมีชีวิต จำแนกตามหน้าที่เชิงอาหาร	ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบ
1.ผู้ผลิต (Producer)	พันธุ์ไม้ชนิดต่างๆในป่าชายเลน
2.ผู้บริโภคอินทรีย์สาร (Detritus feeders หรือ Decomposers)	หอย ปู กุ้ง ปลา บางชนิด
3.ผู้บริโภคพืช (Herbivores)	ปู ปลา บางชนิด
4.ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivores)	งู นก ปลา บางชนิด
5.ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores)	ปลา บางชนิด



แผนผังแสดงสายใยอาหารในป่าชายเลนอ่าวคังกระเบน

10. อภิปรายผลหลังการทดลอง

จากการศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลนอ่าวคังกระเบนจะพบเห็นพืชหลากหลายชนิด เนื่องจากเป็นพื้นที่อนุรักษ์ ส่วนสัตว์จะพบเพียงเล็กน้อยเนื่องจากมีนักท่องเที่ยวไปเยี่ยมชมตลอด และเคยเป็นพื้นที่เสื่อมโทรมมาก่อน การฟื้นฟูจำเป็นต้องใช้เวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนในบริเวณพื้นที่ศึกษายังมีความสมบูรณ์ไม่มากนัก

11. แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง

1. ให้นักศึกษาเขียนความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบในป่าชายเลนในรูปของโซ่อาหาร

(Food Chain) 5 ห่วงโซ่

1. พืช → นก → เหยี่ยว
2. ชากพืช → กุ้ง → ปลา → คน
3. แพลงค์ตอนพืช → แพลงค์ตอนสัตว์ → ปลา → คน
4. ชากพืช → ปู → คน
5. พืช → แมลง → นก → คน

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างสายใยอาหารในระบบนิเวศที่สมบูรณ์กับระบบนิเวศที่ไม่สมบูรณ์ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง แล้วจะส่งผลอย่างไร

สายใยอาหารในระบบนิเวศที่สมบูรณ์กับระบบนิเวศที่ไม่สมบูรณ์ว่ามีความแตกต่างกันคือ สายใยอาหารในระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์จะมีความซับซ้อนมากกว่าระบบนิเวศที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งหากมีความซับซ้อนมาก ก็สมบูรณ์มาก และจะยั่งยืน

3. หากสายใยอาหารขาดผู้ผลิต ผู้ย่อยสลาย จะกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร

สายใยอาหารหากขาดผู้ผลิต ผู้ย่อยสลาย จะกระทบต่อระบบนิเวศคือทำให้วัฏจักรการหมุนเวียนของสารและธาตุอาหารในระบบนิเวศขาดตอน คือ ธาตุอาหารที่ถูกถ่ายทอดไปสายใยอาหารไม่สามารถหมุนเวียนกลับไปยังผู้ผลิตได้อีกโดยอาศัยการย่อยสลายของผู้ย่อยสลาย ดังนั้นถ้าขาดผู้ย่อยสลายการผลิตอาหารของผู้ผลิตก็จะหยุดชะงัก และในที่สุดทุกสิ่งในระบบนิเวศจะดับสูญ เนื่องจากมีเพียงผู้ผลิตเท่านั้นที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ในรูปสารเคมีในผู้ผลิต และถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคระดับต่างๆ และหากไม่มีผู้ย่อยสลายจะส่งผลให้ขยะ ซากพืช ซากสัตว์ล้นโลก

4. ผู้ผลิตมีบทบาทอย่างไรในระบบนิเวศ

ผู้ผลิตในระบบนิเวศมีบทบาทคือเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารจากพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานและทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ

5. หากในระบบนิเวศขาดผู้บริโภคพืช (Herbivores) จะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไรบ้าง

หากในระบบนิเวศขาดผู้บริโภคพืช (Herbivores) จะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ คือธาตุอาหารจะไม่ถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคชั้นต่อไป ทำให้วัฏจักรหมุนเวียนของสารและธาตุอาหารในระบบนิเวศไม่เป็นไปตามวัฏจักร เนื่องจากผู้บริโภคผู้ผลิตในขั้นแรกจะเป็นพวกผู้บริโภคพืช ต่อจากนั้นอินทรีย์สารก็จะถูกถ่ายทอดไปสะสมในผู้บริโภคพืช ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้ย่อยสลายที่จะทำลายซากพืชและซากสัตว์ให้เน่าเปื่อยผุพังไป อินทรีย์สารและธาตุอาหารที่สะสมในซากพืชและซากสัตว์ก็จะถูกปล่อยออกมาให้เป็นอิสระและสะสมในดิน ผู้ผลิตก็จะนำไปใช้หมุนเวียนเช่นนี้เป็นวัฏจักร

12. คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ครูควรแนะนำนักศึกษาการบันทึกผลการศึกษา และการสรุปผลการศึกษา
2. ครูอธิบายความสัมพันธ์เชิงอาหารในระบบนิเวศป่าชายเลน
3. ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับสำคัญของห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหารก่อนอภิปรายสรุปความสัมพันธ์เชิงอาหารของระบบนิเวศป่าชายเลน
4. ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขบวนการกลุ่มก่อน (เพราะในบทปฏิบัติการนี้เน้นการใช้กระบวนการกลุ่มแก้ปัญหา)
5. ครูควรร่วมอภิปรายกับนักศึกษาโดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยง ไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป เพราะจะเป็นการรบกวนขบวนการกลุ่ม

8. ข้อควรปฏิบัติที่ควรบอกนักศึกษาในขณะทำการทดลอง

ควรควรร่วมอภิปรายกับนักศึกษาโดยทำหน้าที่เป็นเพียงที่เลี้ยง ไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป เพราะจะเป็นการรบกวนกระบวนการกลุ่ม และจินตนาการของนักศึกษา

9. ผลการทดลอง ที่ผู้วิจัยทดลองได้

นักศึกษาได้ระดมความคิดเห็นเพื่อป้องกัน และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนมีประเด็นที่น่าสนใจหลายประเด็นเช่น ให้จัดตั้งคณะกรรมการป่าชุมชนหมู่บ้าน จัดทำโครงการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จัดทำมัคคุเทศก์ชุมชน จัดค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน จัดทำสื่อเพื่อเผยแพร่ในอินเทอร์เน็ต เชิญชวนหน่วยงานราชการมาท่องเที่ยวป่าชายเลนในชุมชน เป็นต้น

10. การอภิปรายผลหลังการทดลอง

ให้นักศึกษาอภิปราย

ให้นักศึกษาอภิปรายในประเด็นความสำคัญของป่าชายเลนต่อมนุษย์ สาเหตุของการสูญเสียป่าชายเลน แนวทางในการป้องกันแก้ไข และฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน

1. ความสำคัญของป่าชายเลนต่อมนุษย์

ป่าชายเลนมีความสำคัญต่อมนุษย์ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ด้านป่าไม้ ไม้จากป่าชายเลนนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ กันหลายรูปแบบและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางก็คือ ไม้มาเผาถ่าน ไม้ฟืน ไม้เสาเข็ม และเครื่องมือทางด้านประมง เป็นต้น
2. ด้านประมง ป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ เป็นที่อยู่อาศัย และที่อนุบาลสัตว์น้ำในระยะตัวอ่อน
3. ด้านอุตสาหกรรม ผลพลอยได้จากการเผาไม้ชายเลนจะได้ของเหลวและก๊าซหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ
4. ด้านสิ่งแวดล้อม ป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบนิเวศบกกับระบบนิเวศทางทะเล เชื่อมต่อระหว่างบกกับทะเลมีบทบาทที่สำคัญในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดิน ช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดต่อระบบนิเวศหญ้าทะเลและระบบนิเวศปะการัง

2. สาเหตุของการสูญเสียป่าชายเลน

สาเหตุของการทำลายป่าชายเลน โดยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากกิจกรรมต่างๆ และการจัดการที่ไม่สนองต่อการอนุรักษ์ป่าชายเลน อาทิ

1. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. การทำเหมืองแร่

3. การเกษตรกรรม
4. การขยายตัวของแหล่งชุมชน
5. การสร้างท่าเรือ
6. การสร้างถนนและสายส่งไฟฟ้า
7. การอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้า
8. การขุดลอกร่องน้ำ
9. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อทำนาเกลือ
10. การตัดไม้เกินกำลังผลิตของป่า
11. การเพิ่มของประชากร
12. รัฐยังไม่มีกำหนดนโยบายและแผนปฏิบัติการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนที่ชัดเจน
13. กฎหมายและระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนขาดประสิทธิภาพ
14. จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำการควบคุมดูแลพื้นที่ป่าชายเลนไม่เพียงพอ
15. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่เพียงพอ

3. แนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาการลดลง และเสื่อมโทรมของป่าชายเลน

การป้องกัน ป่าชายเลนและอนุรักษ์ป่าชายเลนให้เกิดผลดีอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องดำเนินการในหลายเรื่องอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง แนวทางปฏิบัติสรุปได้ 6 ประการสำคัญ คือ

ประการแรก ประชาชนทุกระดับต้องให้มีจิตสำนึกหวงแหนและให้ความสำคัญของทรัพยากรป่าชายเลนให้มาก

ประการที่สอง เน้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรป่าชายเลนเกี่ยวกับคุณค่าการใช้ประโยชน์ในทุกด้านให้กว้างขวางยิ่งขึ้น และให้มีข้อมูลทุกด้านเพื่อเป็นข้อมูลด้านวิชาการในการปลูกฟื้นฟูพื้นที่ การใช้ประโยชน์ และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนอย่างยั่งยืนต่อไป

ประการที่สาม ต้องมีการผสมผสานแผนการจัดการและการป้องกันฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชายเลนของหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐทั้งส่วนกลางและจังหวัด เอกชน และรวมไปถึงประชาชนในท้องถิ่น

ประการที่สี่ ส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนมีส่วนร่วมและมีจิตสำนึกในการป้องกัน ฟื้นฟูปลูกป่าและอนุรักษ์ให้มากขึ้น การป้องกันฟื้นฟูป่าชายเลนจะสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ หากขาดการมีส่วนร่วมของชุมชน

ประการที่ห้า การใช้กฎหมายบังคับเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นและจะต้องดำเนินการอย่างจริงจังให้เกิดผลเป็นรูปธรรม รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขกฎหมายระเบียบต่างๆ ให้เกิดความรัดกุม และควรเพิ่มบทลงโทษให้รุนแรง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการทำไม้ผิดระเบียบ หรือการใช้พื้นที่ป่าชายเลน

ประการที่หก กำหนดแนวเขตการใช้ประโยชน์ให้แน่ชัดและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยใช้ประชาชนและผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมในการกำหนด

ประการสุดท้าย เร่งจัดการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ความรู้และให้การศึกษาต่อบุคคลทุกระดับอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

4. แนวทางในการฟื้นฟูป่าชายเลน

การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน จากการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนอย่างมากทำให้รัฐบาลและประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศได้มองเห็นและตระหนักถึงผลเสียที่เกิดขึ้นในหลายๆ ด้าน ทั้งด้านผลผลิตป่าไม้ ประมง และสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง และในที่สุดได้ส่งผลทำให้เกิดแรงกระตุ้นในการฟื้นฟูและปลูกป่าชายเลนเพิ่มเติมอย่างกว้างขวางได้ถูกกำหนดไว้เป็นงานหลักของรัฐบาล และยังได้กำหนดแผนงานและแผนปฏิบัติไว้อย่างชัดเจน

11. แนวคิดคำตอบของคำถามท้ายการทดลอง

คำถามหลังการทดลอง

1. นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการเก็บเกี่ยวทรัพยากรป่าชายเลนของคนในชุมชน
การเก็บเกี่ยวทรัพยากรป่าชายเลนของคนในชุมชนเป็นวิถีชีวิตของคนในชุมชน เพราะป่าชายเลนเป็นอาหารของของมนุษย์อยู่แล้ว เพียงแต่ต้องให้ความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับความสำคัญของป่าชายเลนที่มีต่อมนุษย์ และให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชายเลน เพื่อให้ป่าชายเลนกับมนุษย์จะได้พึ่งพาอาศัยกันตลอดไปอย่างยั่งยืน
2. ให้นักศึกษาอธิบายกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ป่าชายเลน
กระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ป่าชายเลนมีดังนี้
 1. ป่าชายเลนช่วยกั้นกรองและดูดซับสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่ปล่อยจากบนบกลงสู่ชายฝั่ง โดยตรงเป็นการช่วยลดความเน่าเสียของน้ำในชายฝั่งทะเลและแม่น้ำลำคลอง
 2. เนื่องจากพันธุ์พืชป่าชายเลนช่วยดูดซับสิ่งปฏิกูลและฟอกน้ำเสียให้เป็นน้ำสะอาด และป้องกันการพังทลายของดินชายฝั่ง เนื่องจากระบบรากของพันธุ์ไม้ของป่าประเภทนี้มีลักษณะพิเศษ
3. ถ้านักศึกษาเป็นผู้นำชุมชน นักศึกษาจะมีกลยุทธ์อย่างไรเพื่อให้การบริหารจัดการป่าชายเลนในชุมชนเป็นการพัฒนาแบบยั่งยืน

ถ้านักศึกษาเป็นผู้นำชุมชนจะมีกลยุทธ์เพื่อให้การบริหารจัดการป่าชายเลนในชุมชนเป็นการพัฒนาแบบยั่งยืนคือ ต้องมีการใช้พลังมวลชน ร่วมคิด ร่วมทำ และทุกคนต้องได้รับผลประโยชน์จากการกระทำ โดยใช้หลักการของป่าชุมชนที่ยกบทบาทหน้าที่ผู้ดูแลป่าเป็นของคนในชุมชน และคนในชุมชนสามารถเข้าไปหาประโยชน์จากป่าได้อย่างพอเหมาะ พอดี ไม่ทำให้

เกิดผลกระทบกับป่า นอกจากนั้นยังสามารถส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวซึ่งคนในชุมชนสามารถหารายได้ได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งจะทำให้ทุกคนรัก และหวงแหนป่า

4. ในฐานะนักศึกษาจะมีวิธีเชิญชวนให้เพื่อนนักศึกษา และคนในชุมชนอนุรักษ์ และฟื้นฟูป่าชายเลนอย่างไร

ในฐานะนักศึกษามีวิธีเชิญชวนให้เพื่อนนักศึกษา และคนในชุมชนอนุรักษ์ และฟื้นฟูป่าชายเลนโดย มีการจัดกิจกรรมรณรงค์ ให้ความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศป่าชายเลนให้กับคนทุกระดับ ตั้งแต่ เด็ก ผู้ใหญ่ และกับกลุ่มคนที่หลากหลายเช่น คนในชุมชน นักศึกษา หรือแม้กระทั่ง นักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังป่าชายเลน โดยเน้นให้ทุกคนมีความรู้สึกเป็นเจ้าของป่า และเป็นผู้ฟื้นฟูป่า โดยอาจจะมีการกิจกรรมการปลูกป่าเพื่อการสร้างความทรงจำสำหรับผู้มาเยือน และสำหรับสร้างความเป็นเจ้าของป่าสำหรับคนในชุมชน (ควรขอความร่วมมือจากหลายหน่วยงานมากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้เกิดความหลากหลายและเป็นการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ความรู้เรื่องระบบนิเวศป่าชายเลนไปในตัว เน้นการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ)

5. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริมีภาระกิจที่สำคัญประการหนึ่งคือการส่งเสริม พัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบริเวณป่าชายเลน (ที่เสื่อมโทรมแล้ว) นักศึกษาเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร

เห็นด้วย เนื่องจากการศึกษาจากข้อมูล และเจ้าหน้าที่ รวมทั้งจากการซักถามผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้ง ทุกคนต่างมีความพอใจ และในการบริหารจัดการการเลี้ยงกุ้งใช้ความรู้จากการวิจัยและคิดค้นวิธีใหม่ๆ และเป็นแนวทางที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ไม่กระทบต่อชุมชน และที่สำคัญไม่กระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชน นั้นหมายความว่า คนอยู่ได้ ป่าอยู่ได้ ระบบนิเวศป่าชายเลนอยู่ได้ ทุกคน ทุกฝ่าย มีความสุขอย่างยั่งยืน

12. คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ควรแนะนำให้นักศึกษาได้มีโอกาสพูดคุยกับคนในชุมชน ทั้งผู้เลี้ยงกุ้ง คนเก็บผลผลิตจากป่าชายเลนถึงความรู้ ความสัมพันธ์ และทัศนคติที่มีต่อป่าชายเลน รวมทั้งบทบาทของชุมชนต่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าชายเลน

2. เพิ่มกิจกรรมให้นักศึกษาสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับป่าชายเลนเพื่อรับฟังความคิดเห็น หรือได้ข้อเสนอแนะต่างๆเพิ่มขึ้น

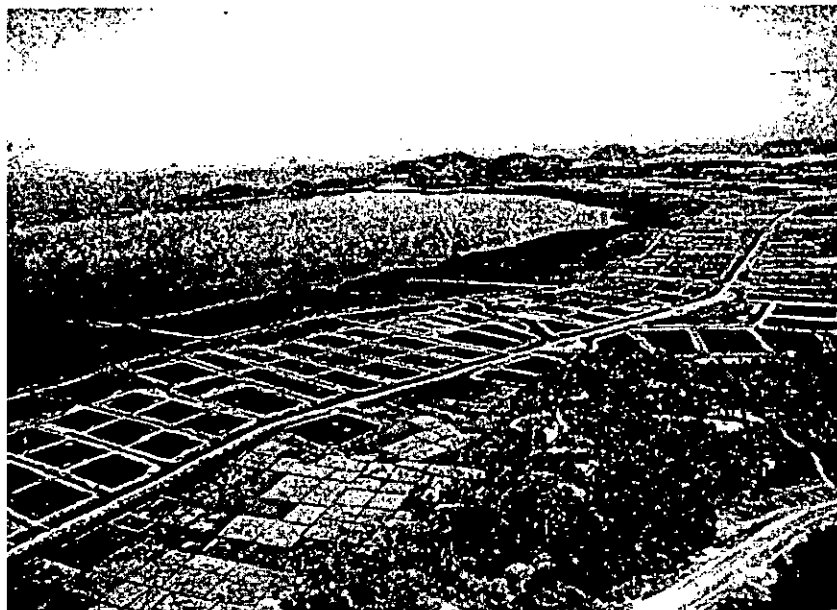
ภาคผนวก จ

ประมวลภาพการเก็บข้อมูลการวิจัย

ประมวลภาพการเก็บข้อมูลการวิจัย



ทางเข้าพื้นที่ศึกษา



ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา



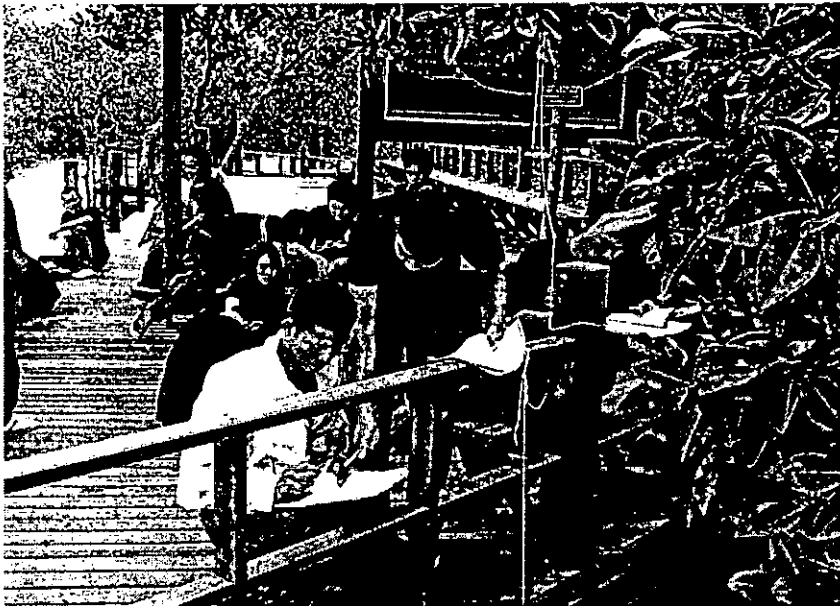
ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา



นักศึกษาและวิทยากร



ปฏิบัติการหาปริมาณออกซิเจนในน้ำ



นักศึกษานันทิกข้อมูลอุณหภูมิอากาศ



นักศึกษาหาความเค็มของน้ำทะเล



นักศึกษาศึกษาพรรณไม้ป่าชายเลน



นักศึกษาชมพิพิธภัณฑสัตว์น้ำ



ดอกลำพูทะเล

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายเมธา โยธาฤทธิ์
วัน เดือน ปี เกิด	20 กรกฎาคม 2514
ที่อยู่ปัจจุบัน	85 วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ต.ตลาด อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000 โทรศัพท์ 0-3932-1878 0-3931-1198 โทรสาร 0-3931-1699
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	85 วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี ต.ตลาด อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000 โทรศัพท์ 0-3932-1878 0-3931-1198 โทรสาร 0-3931-1699
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2532	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล
พ.ศ.2537	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์ – เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ.2549	การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา-การสอนสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ