สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา

การศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหาร ในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

STUDY ON REQUIREMENT FOR NUTRIENT CONTENT IN *Enhalus acoroides* AND *Halodule pinifolia* AT KUNGKABAN BAY, CHANTABURI PROVINCE

ศิริพร จวบบุญ

SIRIPORN JUABBOON

2550
1451

ปัญหาพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางทะเล

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2548

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

15 มิ.ย. 2551

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหาร ในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี **STUDY ON REQUIREMENT FOR NUTRIENT CONTENT IN *Enhalus acoroides* AND *Halodule pinifolia* AT KUNGKABAN BAY, CHANTABURI PROVINCE**
โดย	นางสาวศิริพร จวบบุญ
คณะ	เทคโนโลยีทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุมิตร คุณเจตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ วศิน ยุวนะเตมีย์ อาจารย์ พจนา บุณยเนตร

คณะเทคโนโลยีทางทะเลได้พิจารณาปัญหาพิเศษฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางทะเลของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....รักษาการคณบดีคณะเทคโนโลยีทางทะเล

(อาจารย์วศิน ยุวนะเตมีย์)

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

.....ประธาน

(อาจารย์สุมิตร คุณเจตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์พจนา บุณยเนตร)

.....กรรมการ

(อาจารย์วศิน ยุวนะเตมีย์)

.....กรรมการ

(อาจารย์สราวุธ ศิริวงศ์)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

45330452 : สาขาวิชา : เทคโนโลยีทางทะเล ; วท.บ. (เทคโนโลยีทางทะเล)
คำสำคัญ : หญ้าทะเล/ธาตุอาหาร

ศิริพร จวบบุญ: การศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหาร ในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี(STUDY ON REQUIREMENT FOR NUTRIENT CONTENT IN *Enhalus acoroides* AND *Halodule pinifolia* AT KUNGKABAN BAY, CHANTABURI PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา: สุมิตร คุณเจตน์, วท.ม., วาสิน ยุวนะเตมีย์, วท.ม., พจนา บุญเนตร, วท.ม., 69 หน้า. 2548.

จากการศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหาร ในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล ดิน และน้ำทะเล โดยหญ้าทะเล และดิน จะวิเคราะห์ธาตุอาหารดังนี้ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ส่วนในน้ำทะเลจะวิเคราะห์ปริมาณของไนไตรท์ แอมโมเนีย และฟอตเฟต เพื่อหาปริมาณความต้องการธาตุอาหารของหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด และหาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล ดินและน้ำ โดยทำการศึกษาหญ้าทะเล ทั้ง 2 ชนิด จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในหญ้าทะเลคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร พบว่าหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีปริมาณธาตุไนโตรเจน เท่ากับ 2.29 $\pm$ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับ 0.27 $\pm$ 0.01 เปอร์เซ็นต์ โพแตสเซียม มีค่าเท่ากับ 1.10 $\pm$ 0.08 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมมีค่าเท่ากับ 1.13 $\pm$ 0.23 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมมีค่าเท่ากับ 0.98 $\pm$ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่าในหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.05$\pm$ 0.11, 0.18$\pm$ 0.01 , 1.03$\pm$ 0.11, 0.88$\pm$ 0.11 และ 0.82$\pm$ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* ต้องการธาตุอาหารมากกว่าหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดินของแหล่งหญ้าทะเลทั้งสองชนิด

ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าในดิน และน้ำ ปริมาณธาตุอาหารทั้งในหญ้าทะเล ดิน และน้ำ ที่ระยะห่างจากฝั่งต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ยกเว้นฟอสฟอรัสในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยฟอสฟอรัสมีปริมาณสูงสุด ที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

45330452 : MAJOR: MARINE TECHNOLOGY;
B.Sc. (MARINE TECHNOLOGY)
KEY WORDS : NUTRIENTS/SEAGRASS

SIRIPORN JUABBOON : STUDY ON REQUIREMENT FOR NUTRIENTS CONTAIN IN *Enhalus acoroides* AND *Halodule pinifolia* AT KUNGKABAN BAY, CHANTABURI) ADVISORS : SUMIT KUNJET, M.Sc., VASIN YUVANATAMIYA, M.Sc., POTCHANA BOONYANATE, M.Sc., 69 P. 2005.

A Study was investigated at Kungkaban Bay, Chantaburi Province. The aim of determining the nutrients requirement in seagrass *Enhalus acoroides* and *Halodule pinifolia* seagrass together with soil and seawater were obtained at five station (200 m, 400 m, 600 m, 800 m, and 1,000 m seaward from shoreline). Then subsequently analyzed for nutrients content. Consequently, N, P, K, Ca, and Mg were determined in seagrass and soil, whist NO^-_2, NH_3 and PO^{3-}_4 were measured in seawater. Results showed that N, P, K, Ca, and Mg in *Enhalus acoroides* were 2.29 $\pm$ 0.04, 0.27 $\pm$ 0.01, 1.10 $\pm$ 0.08, 1.13 $\pm$ 0.23 and 0.98 $\pm$ 0.21 percent /dry wt, respectively. On the other hand, those in *Halodule pinifolia* were 2.05 $\pm$ 0.11, 0.18 $\pm$ 0.01, 1.03 $\pm$ 0.11, 0.88 $\pm$ 0.11 and 0.82 $\pm$ 0.91 percent /dry wt, respectively

Obviously, *Enhalus acoroides* required higher nutrients than did *Halodule pinifolia* Apparently, this was associated with nutrients in soil form both seagrass habitats. In addition, nutrients in both seagrass species appeared higher than those in soil and seawater. Otherwise offshore distances exhibited insignificant difference in nutrients content at all source. However, there was an exception for the highest point of P in soil at the 400 m station.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

ปัญหาพิเศษ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สุมิตร คุณเจตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ วศินย์ ยุวนะเตมีย์ อาจารย์พจนา บุณยเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นตลอดการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ อาจารย์สราวุธ ศิริวงศ์ ที่เสียสละเวลาเป็นคณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี ที่ให้การสนับสนุนด้านสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ และองค์ความรู้ต่าง ๆในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดจันทบุรี ที่ให้การสนับสนุนด้านที่พัก สถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีทางทะเล และอาจารย์คณะเทคโนโลยีทางทะเลที่ให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษา ความรู้ การอบรม คำแนะนำ และกำลังใจ ตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณนิสิตคณะเทคโนโลยีทางทะเลทุกคนที่ให้กำลังใจตลอดการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น กำลังใจ และสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ ขอกกราบขอบพระคุณ อาเกษม จวบบุญ และครอบครัว ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านคอมพิวเตอร์ ในการพิมพ์รายงานการศึกษา และขอกราบขอบพระคุณ อา น้า และย่า ที่ให้ความรัก และให้กำลังใจตลอดมา

ศิริพร จวบบุญ

มีนาคม 2549

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
ประกาศคุณูปการ..... จ
สารบัญ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ช
สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่
1 บทนำ..... 1
1.1 ความสำคัญและที่มา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา..... 2
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 หญ้าทะเล..... 3
2.2 ชีววิทยา อนุกรมวิธาน และการแพร่กระจายของหญ้าทะเล..... 3
2.3 ความสำคัญและประโยชน์ของแนวหญ้าทะเล..... 9
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล..... 10
2.5 ธาตุอาหารพืช..... 10
2.6 ความสำคัญของธาตุอาหารพืช..... 11
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช 13
2.8 ความเป็นกรด- ด่าง ของดิน..... 14
2.9 ปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ..... 14
2.10 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช..... 15
2.11 ธรณีสัณฐานและข้อมูลพื้นฐานอ่าวคุ้งกระเบน..... 16

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.12 ลักษณะการขึ้นลง และการไหลเวียนของน้ำในอ่าวคุ้งกระเบน..... 16
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 17

บทที่

3 วิธีดำเนินการ..... 20
3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา..... 20
3.2 สถานที่ศึกษา..... 20
3.3 การวางแผนการทดลอง..... 22
3.4 เครื่องมือ และอุปกรณ์..... 22
3.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 22
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 26
4 ผลการศึกษา..... 27
4.1 ลักษณะทางสรีระวิทยาของหญ้าทะเล..... 27
4.2 ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล..... 27
4.3 ปริมาณธาตุอาหารในดิน..... 32
4.4 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ..... 37
5 สรุปผล และอภิปราย..... 41
5.1 ความต้องการปริมาณธาตุอาหารของหญ้าทะเล..... 41
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล ดิน และน้ำ..... 41
5.3 การเพาะเลี้ยงระบบ Hydroponics..... 44
บรรณานุกรม..... 46
ภาคผนวก..... 49
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ธาตุอาหารในหญ้าทะเล..... 50
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน..... 55
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำ..... 62
ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 69

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 ชนิดหญ้าทะเลที่พบทางฝั่งอันดามันและอ่าวไทย..... 7

2 สภาวะการสะสมของสารอินทรีย์และลักษณะทางฟิสิกส์ของดินอ่าวคุ้งกระเบน..... 17

3 คุณภาพน้ำอ่าวคุ้งกระเบน ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 40

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* 8

2 หญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* 9

3 แนวการศึกษาแหล่งหญ้าทะเล อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี..... 21

4 หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* 27

5 หญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* 27

6 ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* 29

7 ปริมาณไนโตรเจนในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides*และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 30

8 ปริมาณฟอสฟอรัสในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 30

9 ปริมาณโพแทสเซียมในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1000 เมตร..... 31

10 ปริมาณแคลเซียมในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 31

11 ปริมาณแมกนีเซียมในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 32

12 pH ในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* 34

13 ปริมาณธาตุอาหารในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* 34

14 ปริมาณไนโตรเจนในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 35

15 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 35

16 ปริมาณโพแทสเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร..... 36

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ปริมาณแคลเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร	36
18	ปริมาณแมกนีเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร	37
19	ปริมาณธาตุอาหารในน้ำแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia*	38
20	ปริมาณไนไตรท์ในน้ำ แหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร	39
21	ปริมาณแอมโมเนียในน้ำ แหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร	39
22	ปริมาณฟอตเฟตที่ในน้ำ แหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร	40
23	กราฟมาตรฐาน ไนไตรท์	64
24	กราฟมาตรฐาน แอมโมเนีย	66
25	กราฟมาตรฐาน ฟอสเฟต	68

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

แหล่งหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศหนึ่งที่มีความโดดเด่นอยู่ระหว่างป่าชายเลน และแนวปะการัง โดยหญ้าทะเลทำหน้าที่ลดตะกอนที่จะลงสู่แนวปะการัง ช่วยลดความแรงของกระแสน้ำที่จะเข้ากระทบฝั่ง ส่วนมากเราจะพบหญ้าทะเลในบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีคลื่นลมค่อนข้างสงบหรือตามอ่าวที่มีลักษณะกึ่งปิด หญ้าทะเลเป็นพืชมีดอก แต่ได้ปรับตัวและมีวิวัฒนาการจากพืชบกลงไปอยู่ในทะเลอย่างสมบูรณ์ซึ่งมีสรีระและโครงสร้างที่สามารถยึดต้นไว้กับพื้นทะเลได้ โดยจะต้องทนทานต่อความเค็มของน้ำทะเล แรงคลื่น ออกดอกผสมเกสรในน้ำ แพร่ขยายพันธุ์ต่อไปได้ พบแพร่กระจายทั่วไปบริเวณชายฝั่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศชายฝั่งและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เข้ามาอยู่ร่วมกันเป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ในแบบต่าง ๆ รวมเป็นระบบนิเวศหญ้าทะเลที่มีความสำคัญ เพราะลักษณะโครงสร้างของหญ้าทะเลมีองค์ประกอบเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน แหล่งหลบภัย แหล่งอาหารและแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีความสมบูรณ์ (Kikuhi and Peres, 1977) และยังช่วยป้องกันการกัดเซาะของชายฝั่ง ช่วยลดการพังทลายของหน้าดินได้อย่างดี

ปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล คือ น้ำและดินซึ่งจะทำหน้าที่เป็นที่ยึดเหนี่ยวของรากพืชเพื่อพยุงลำต้นและเป็นคลังเก็บธาตุอาหารไว้ให้พืชใช้สำหรับการเจริญเติบโต พืชจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารซึ่งดูดมาจากดินโดยรากและลำเลียงผ่านไปกับน้ำ เพื่อนำไปสร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาถึงความต้องการธาตุอาหารหลัก (macronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ N, P, K, Ca และ Mg ใช้ในการการดำรงชีวิตของพืช โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ใบพืชทั่วไป โดยการวิเคราะห์หาความต้องการธาตุอาหารต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร นำมาประยุกต์ใช้กับการหาปริมาณธาตุอาหารในใบหญ้าทะเล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเพาะเลี้ยงหญ้าทะเลด้วยระบบ Hydroponics ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่งในการเพาะเลี้ยงหญ้าทะเล เพื่อเพิ่มปริมาณหญ้าทะเลในธรรมชาติให้เกิดความอุดมสมบูรณ์และสามารถพัฒนาทำเป็นพืชเศรษฐกิจได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหารของหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

1.2.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล ดิน และน้ำ ที่ระยะห่างจากฝั่งต่างกัน ของหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

1.2.3 เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการหาสูตรอาหารเพื่อการเพาะเลี้ยงหญ้าทะเลด้วยระบบ Hydroponics

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทำให้ทราบความต้องการธาตุอาหาร ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia*

1.3.2 ทำให้ทราบปริมาณธาตุอาหารในน้ำ และดิน ที่ระยะห่างจากฝั่งต่างกัน บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

1.3.3 ใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัยการขาดธาตุอาหาร อาการเป็นพิษหรือความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ในหญ้าทะเล

1.3.4 สามารถนำข้อมูลไปใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงหญ้าทะเลด้วยระบบ Hydroponics ได้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรีมีระยะเวลาในการศึกษา 6 เดือน ตั้งแต่ ระเดือน กรกฎาคม- ธันวาคม 2548 โดยศึกษาความต้องการธาตุอาหารหลัก N, P, K, Ca และ Mg ของหญ้าทะเล 2 ชนิด ได้แก่ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* และศึกษาปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่าง คุณภาพน้ำเบื้องต้น และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในน้ำ ดินและในต้นหญ้าทะเลมาอธิบายถึงความต้องการธาตุอาหารของหญ้าทะเลทั้งสองชนิด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หญ้าทะเล

แหล่งหญ้าทะเลเป็นทรัพยากรสิ่งมีชีวิตชายฝั่งทะเลอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งได้รับการยอมรับเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญในปัจจุบัน ทั่วทั้งภาคพื้นอินโด-แปซิฟิค แหล่งหญ้าทะเลนี้มีความสำคัญในการสนับสนุนความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ทะเลและสัตว์เศรษฐกิจ อันได้แก่ ปลาทะเล กุ้งทะเลและปูหลายชนิดที่ถูกจับได้จากการทำประมงชายฝั่ง การสำรวจแหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยเริ่มเมื่อ ปี พ.ศ. 2529 จากทางฝั่งทะเลอันดามัน บริเวณอ่าวพังงา (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2537) ในปีถัดมาจนถึงปี 2534 ได้ทำการสำรวจการแพร่กระจายของหญ้าทะเลตลอดแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน จากจังหวัดระนองถึงสตูล (Poovachiranon and Chansang, 1994) สำหรับแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวไทยนั้นก็มีรายงานการศึกษาจากนักวิจัยหลายท่าน ในช่วงบริเวณ 2-3 ปีที่ผ่านมา แต่ก็ยังทำการสำรวจในรายละเอียดบางแห่งเท่านั้น โดยเฉพาะอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี บริเวณเกาะพงัน และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (Sudara และคณะ, 1989) สำหรับการศึกษาอนุกรมวิธานของหญ้าทะเลของประเทศไทย รายงานโดย (กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ, 2534) และได้มีรายงานเพิ่มเติม ว่าพบหญ้าทะเลบางชนิดที่บริเวณเกาะกระดาด และเกาะหมากในจังหวัดตราด บริเวณชายทะเลจังหวัดระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี หญ้าทะเลก็พบหญ้าทะเลด้วยเช่นกัน (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2537)

2.2 ชีววิทยา อนุกรมวิธาน และการแพร่กระจายของหญ้าทะเล

2.2.1 ลักษณะทางชีววิทยาของหญ้าทะเล

กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ (2534) กล่าวว่า หญ้าทะเลเป็นพืชมีดอกที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม โดยสามารถขึ้นอยู่ในทะเลได้อย่างสมบูรณ์ ลักษณะของหญ้าทะเลเหมือนกับหญ้าที่ขึ้นอยู่บนบกทั่วไป คือ มีส่วนของลำต้นและใบที่ตั้งชูขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดึงดูดของโลก มีส่วนของ rhizome หรือไหลที่แทงไปตามพื้นดินเพื่อการขยายพันธุ์ มีระบบรากที่แท้จริงไว้คอยหาอาหารและทำหน้าที่ในการค้ำจุนลำต้น และยังมีระบบท่อลำเลียงภายในลำต้นและใบเพื่อการขนส่งแร่ธาตุและแก๊ส ลักษณะสำคัญที่ทำให้หญ้าทะเลแตกต่างจากสาหร่าย คือ หญ้าทะเลสามารถมีดอกที่จะเจริญไปเป็นผลและเมล็ดได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ส่วนประกอบของหญ้าทะเลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ โครงสร้างส่วนต้น (vegetative structure) และโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ (reproductive structure)

1. โครงสร้างส่วนต้น (vegetative structure) ประกอบด้วย

1.1 เหง้า (rhizome) เป็นลำต้นที่นอนราบขนานไปกับพื้น เมื่อใบ ต้น ถูกทำลาย เหง้าที่ฝังอยู่ใต้ดินสามารถเจริญได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

1.2 ราก (root) เป็นส่วนที่ยึดเกาะกับพื้นมีทั้ง แบบรากคู่ เดี่ยว และแตกแขนง

1.3 ใบ(leaf) เป็นส่วนหนึ่งของลำต้นที่ตั้งตรงจากส่วนด้านข้างของเหง้า สังเคราะห์แสงแบ่งออกอย่างง่ายเป็น 2 พวก

-ใบยาวรี เช่น ว่านน้ำ หญ้าผมนาง

-ใบกลม เช่น หญ้าใบมะกรูด

2. โครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ (reproductive structure)

1. ดอก ประกอบด้วยดอกเพศผู้และเพศเมีย

2. ผล

2.2.2 การจำแนกชนิดของหญ้าทะเล

กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ (2534) รายงานว่า มีการแพร่กระจายของหญ้าทะเลทั่วโลกแบ่งออกเป็น 4 วงศ์ (Family) 13 สกุล ประมาณ 58 ชนิด ตามปกติการจำแนกชนิดของพืชชั้นสูงที่มีดอก มักจะใช้ลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ ได้แก่ ดอก ผล และเมล็ด แต่เนื่องจากโครงสร้างเหล่านี้ไม่ค่อยพบในหญ้าทะเล จึงต้องอาศัยลักษณะของส่วนต่าง ๆ ของลำต้นในการจำแนกชนิดที่สำคัญ คือ

1. การมีหรือไม่มีลิ้นใบ (ligule)
2. ลักษณะทางกายวิภาคของเหง้าหรือไหล (rhizome)
3. รูปแบบของการแตกกิ่ง
4. การจัดเรียงและการสร้างสาร lignin ของ conducting tissues
5. การมีหรือไม่มีเซลล์ที่ผลิตสาร tannin
6. ลักษณะของเส้นใบ และรอยหยักของใบ
7. รูปร่างลักษณะของปลายใบ
8. ระยะเวลาในการหลุดร่วงของใบ
9. กาบใบหลุดร่วงหรือคงอยู่ตลอดอายุของใบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ศัพท์ที่ใช้เรียกส่วนต่าง ๆ ของหญ้าทะเล

เหง้า	=	rhizome
ลำต้น	=	stem
ตัวใบ	=	leaf bland
ก้านใบ	=	petiole
กาบใบ	=	leaf sheath
ลิ้นใบ	=	ligule
หูใบ	=	auricle
ใบเกล็ด	=	scale
เส้นกลางใบ	=	mid rib
เส้นขอบใบ	=	intramarginal vein
กาบดอก	=	spathe
กลีบดอก	=	tepal
อับเรณู	=	anther
ก้านชูยอดเกสรตัวเมีย	=	style
ท่อลำเลียง	=	vascular bundle
ช่องอากาศ	=	air chamber

2.2.3 อนุกรมวิธานของหญ้าทะเลในประเทศไทย

Division Antrophyta

Class Monocotyledoneae

Order Helobiae

Family potamogetonaceae

Genus *Halodule* ได้แก่

Halodule pinifolia

Halodule uninervis

Genus Cymodocea ได้แก่

Cymodocea serrulata

Cymodocea rotundata

Genus Ruppia ได้แก่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Ruppia maritima

Genus Syringodium ได้แก่

Syringodium isoetifolium

Family Hydrocharitaceae

Genus Enhalus ได้แก่

Enhalus acoroides

Genus Thalassia ได้แก่

Thalassia hemprichii

Genus *Halophila* ได้แก่

Halophila beccarii

Halophila decipiens

Halophila minor

Halophila ovalis

2.2.4 การแพร่กระจายของหญ้าทะเล

ในน่านน้ำไทย พบหญ้าทะเล 12 ชนิดจากรายงานของ (กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ, 2534) โดยหญ้าทะเล 11 ชนิด พบอยู่ในอ่าวไทยตามชายฝั่งรวมทั้งเกาะต่างๆ อันได้แก่ ชนิด *Halophila ovalis, H. minor, H. decipiens, Cymodocea rotundata, C. serrulata, Halodule uninervis, H. pinifolia, Enhalus acoroides, Thalassia hemprichii, Ruppia maritima* และ *Syringodium isoetifolium* สำหรับหญ้าทะเลทางฝั่งอันดามัน ก็พบว่ามีอยู่ 11 ชนิด เช่นเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันบ้าง ดังนี้ *Halophila ovalis, H. beccarii, H. decipiens, H. minor, Halodule uninervis, H. pinifolia, Enhalus acoroides, C. rotundata, C. serrulata, Syringodium isoetifolium* และ *Thalassia hemprichii* จะเห็นว่าหญ้าทะเล 2 ชนิด *S. isoetifolium* พบเฉพาะทางชายฝั่งทะเลอันดามัน และ *Ruppia maritima* พบเฉพาะทางฝั่งอ่าวไทยและในปัจจุบัน (Poovachiranon and Adulyanukosol, 1999) รายงานพบหญ้าทะเลฝั่งอันดามัน 11 ชนิด และอ่าวไทย 12 ชนิดโดยพบ *S. isoetifolium* ในอ่าวไทย (ตารางที่ 1)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 ชนิดหญ้าทะเลที่พบทางฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย (Poovachiranon and Adulyanukosol, 1999)

	น่านน้ำไทย 12 ชนิด	อ่าวไทย 12 ชนิด	อันดามัน 11 ชนิด
1.	*Halophila ovalis* หญ้าอำพัน หญ้าแงา	*	*
2.	*Halophila beccarii* หญ้าแงาแคระ	*	*
3.	*Halophila decipients* หญ้าแงาแคระ	*	*
4.	*Halophila minor* หญ้าแงาเล็ก	*	*
5.	*Cymodocea serrulata* หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย	*	*
6.	*Cymodocea rotundata* หญ้าชะเงาใบมน	*	*
7.	*Halodule uninervis* หญ้ากุ่ยช่ายทะเล	*	*
8.	*Halodule pinifolia* หญ้ากุ่ยช่ายเข็ม	*	*
9.	*Thalassia hemprichii* หญ้าชะเงาต่า	*	*
10.	*Syringgodium isoetifolium* หญ้าต้นหอมทะเล	*	*
11.	*Enhalus acoroides* หญ้าคาทะเล	*	*
12.	*Ruppia maritima* หญ้าตะกานน้ำเค็ม	*	

2.5.5 หญ้าทะเลที่ทำการศึกษา

ในการศึกษาหญ้าทะเล 2 ชนิดคือ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ซึ่งเป็นชนิดเด่น พบมากที่สุด ส่วน *Halodule uninervis* พบในปริมาณน้อย

1. *Enhalus acoroides*

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Enhalus acoroides* (Linnaeus f.) Royle

ชื่อพื้นเมือง หญ้าทะเลใบยาว หญ้าชะเงาใบยาว หญ้าอำพันหางหนู

ลักษณะ จัดเป็นหญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ต้นตั้งตรงขึ้นมาจากเหง้าที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งฝังอยู่ใต้ดินลึก 30-50 ซ.ม. แต่ละต้นมีใบ 2-5 ใบ ความยาวของใบ 19.4-84.7 ซ.ม. ปลายใบมน ถ้าเป็นใบอ่อนปลายใบอาจมีรอยหยักเล็กๆ ขอบใบทั้ง 2 ข้างหนา เมื่อใบแก่เปื่อยยุ่ยไป ขอบใบจะเหลืออยู่เป็นเส้นยาวและเหนียว ช่อดอกตัวผู้มีก้านสั้นเกิดที่โคนต้นดอกตัวเมียเป็นดอกเดี่ยวมีก้านยาว หลังจากผสมแล้วก้านดอกจะขดเป็นเกลียวและหดสั้น ในระยะที่เป็นผล ผลจะมีขนาดใหญ่ ลักษณะค่อนข้างกลม มีขนปกคลุม ปลายเป็นจะงอยแหลม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แหล่งที่พบ จังหวัดตราด จันทบุรี สุราษร์ธานี นครศรีธรรมราช สตูล และตรัง พบทั้งน้ำกร่อยและน้ำทะเล ในน้ำทะเลจนถึงระดับน้ำลงต่ำสุด หรือลึกกว่านั้นเป็นโคลนปนทรายและทรายปนปะการัง (Lewmanomont and Ogawa, 1995; กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ, 2534; จิตติมา อายุตตะกะ, 2538. อ้างถึงใน นพคล ค้าขาย , 2547)

ภาพที่ 1 *Enhalus acoroides* (Linnaeus f.) Royle. (1753)

2. *Halodule pinifolia*

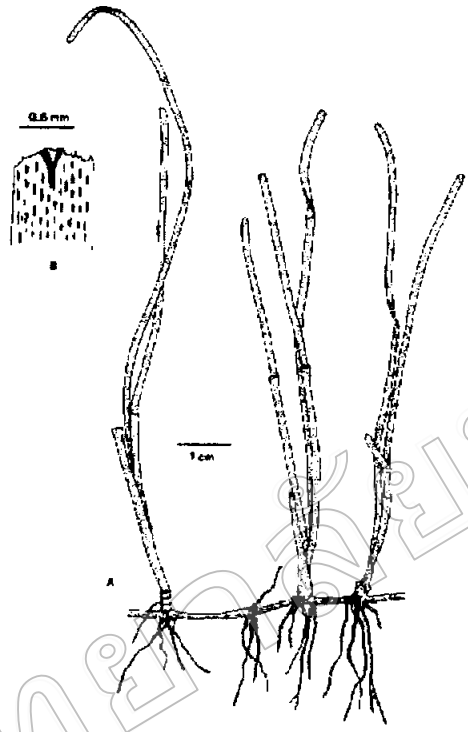
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Halodule pinifolia* (Miki) Den Hartog

ชื่อพื้นเมือง หญ้าผมนาง

ลักษณะ เป็นหญ้าทะเลขนาดเล็ก เหง้ามีขนาดเล็กผอมยาว ตามข้อจะปรากฏต้นตั้งตรงแต่ละต้นมี 1 - 4 ใบ ใบมีลักษณะผอมยาวกาบใบยาว 1.0 - 5.2 เซนติเมตร ตัวใบยาว 3.6 - 23 เซนติเมตร กว้าง 0.2 - 1.7 เซนติเมตร ปลายใบมนและมีรอยหยักเป็นฟันเลื่อย ขอบใบเรียบเส้นกลางใบเห็นได้ชัด

แหล่งที่พบ จังหวัดตราด ระยอง จันทบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา ภูเก็ต ตรัง และพังงา พบขึ้นบริเวณที่มีลักษณะพื้นเป็นทรายและโคลนปนทราย ตั้งแต่ระดับน้ำท่วมจนระดับความลึกประมาณ 3 เมตร ขณะน้ำลงต่ำสุด (Lewmanomont and Ogawa ,1995 ; กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ, 2534 ; จิตติมา อายุตตะกะ, 2538. อ้างถึงใน นพคล ค้าขาย , 2547)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2 *Halodule pinifolia* (miki) Den Hartog, 1964

2.3 ความสำคัญและประโยชน์ของแนวหญ้าทะเล

ความสำคัญของหญ้าทะเลนั้นมีต่อระบบนิเวศชายฝั่งรวมไปถึงคุณค่าทางเศรษฐกิจ (สุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ, 2538) ได้สรุปความสำคัญของระบบนิเวศหญ้าทะเลได้ ต่อไปนี้

1. หญ้าทะเลเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มีผลผลิตโดยเฉลี่ย (กรัมน้ำหนักแห้ง/ตร.ม./ปี) สูง ซึ่งจะเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนผลผลิตของสิ่งมีชีวิตขั้นต่อไป

2. ความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหารในสามลักษณะ ประการแรก คือ การกินหญ้าทะเลเป็นอาหารโดยตรงของสัตว์ทะเลขนาดใหญ่โดยเฉพาะเต่า และพะยูน ประการที่สอง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บนหญ้าทะเล จะเป็นอาหารโดยตรงของปูปลาบางชนิดที่เข้ามาหากินตอนน้ำขึ้น และประการที่สาม คือ เมื่อหญ้าทะเลถูกย่อยสลายก็จะกลายเป็นซากอินทรีย์สารที่มีคุณค่าทางอาหารต่อสิ่งมีชีวิตอื่นอีกเป็นจำนวนมาก กระบวนการทั้งสามประการนี้จะช่วยให้มีการกระจายพลังงานไปสู่สรรพชีวิตต่อไป

3. ความเหมาะสมของระบบนิเวศหญ้าทะเลในการที่จะเป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และเป็นที่กำบังหลบภัยของสัตว์ทะเลหลายชนิด ผลจากลักษณะโครงสร้างของ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หญ้าทะเลที่มีใบ ลำต้น และรากทำให้สัตว์ทะเลมากมายเข้ามาอาศัยอยู่โดยอาจเข้ามาอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราวก็ได้ กลุ่มสัตว์ทะเลที่พบในบริเวณหญ้าทะเลนั้นมีทั้งอยู่ในวัยอ่อนและโตเต็มวัย

4. ความสามารถของระบบนิเวศหญ้าทะเลในการช่วยลดความเร็วของกระแสน้ำ ลดความแรงของคลื่น และยังช่วยลดการฟุ้งกระจายของตะกอนให้เกิดขึ้นน้อยลง นั่นคือส่วนในการช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้คงทน ลดการพังทลายให้เกิดน้อยลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากโครงสร้างของหญ้าทะเล ไม่ว่าจะเป็นส่วนของใบที่ช่วยต้านกระแสน้ำ นอกจากนี้ส่วนของรากและเหง้าก็ยังช่วยในการยึดพื้นท้องทะเลอีกด้วย

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล

1. ชนิดของดิน หญ้าทะเลแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการเจริญเติบโตในดินแต่ละประเภทแตกต่างกันออกไป ซึ่งพบตั้งแต่ทรายหยาบ ทรายปนปะการัง ทรายปนโคลน โคลนละเอียด (จิตติมา อายุตตะกะและคณะ, 2535)

2. ธาตุอาหาร ปริมาณธาตุอาหารที่มีในดินและในน้ำมีต่อการเจริญเติบโตของพืช (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543)

3. ความเค็มของน้ำ หญ้าทะเลแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำแตกต่างกัน หญ้าทะเลที่ทนทานต่อความเค็มที่เปลี่ยนแปลง จะอยู่ในเขตบริเวณปากแม่น้ำ หญ้าทะเลที่ไม่ทนทานต่อความเค็มที่เปลี่ยนแปลงจะอยู่ในเขตน้ำลึก (จิตติมา อายุตตะกะและคณะ, 2535)

4. ความขุ่นใส จะส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง (จิตติมา อายุตตะกะและคณะ, 2535)

5. ความรุนแรงของคลื่น ถึงแม้ว่าระบบรากของหญ้าทะเลจะสามารถชอนไช เกาะยึดพื้นดินแต่กระแสความแรงของคลื่นสามารถทำให้หญ้าทะเลหลุดเสียหาย บริเวณที่พบหญ้าทะเลขึ้นได้จึงเป็นบริเวณคลื่นลมค่อนข้างสงบ (จิตติมา อายุตตะกะและคณะ, 2535)

2.5 ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช มี 16 ธาตุ และธาตุอาหารดังกล่าวมีอยู่ในดินและมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช มีธาตุอาหาร 13 ชนิด ที่พืชจำเป็นต้องใช้ ซึ่งดูดมาจากดินโดยรากและลำเลียงผ่านไปกับน้ำ เพื่อนำไปสร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544)

สำหรับ C, H และ O พืชสามารถนำมาใช้จากอากาศ ส่วน 13 ธาตุที่เหลือพืชดูดมาใช้จากดิน และธาตุอาหารเหล่านี้ยังแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. ธาตุอาหารหลัก (macronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก คือ N, P, K, Ca, Mg และ S

2. ธาตุอาหารรอง (micronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ได้แก่ Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo และ Cl

2.6 ความสำคัญของธาตุอาหารพืช

เพื่อความสะดวกในการศึกษาถึงความสำคัญของธาตุอาหารจำเป็นที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช (Gardner และคณะ, 1985) ได้จำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. ธาตุอาหารที่มีความสำคัญในโครงสร้างของพืช อันได้แก่ C, H และ O เพราะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างพลังงานสำหรับกระบวนการต่าง ๆ คาร์โบไฮเดรตนี้รวมถึงกรดอินทรีย์ น้ำตาลในรูปต่าง ๆ ด้วย

2. ธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการสะสมพลังงานและการเคลื่อนย้ายพลังงาน อันได้แก่ N, S และ P

N เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ amino acid, amides, nucleotides และ nucleoprotein ซึ่งมีความสำคัญในการแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

S เป็นองค์ประกอบของ amino acids, glutathion, coenzyme A และวิตามินบางชนิด ในระบบสรีระวิทยาของพืช S มีความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ธาตุอาหาร การดูดธาตุอาหาร กระบวนการ reduction และทำหน้าที่เป็น bonding

P ปกติมีอยู่น้อยในสารละลายของดิน เป็นองค์ประกอบสำคัญของการเคลื่อนย้ายพลังงาน ใน ATP หรือ nucleoprotein มีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดทางพันธุกรรม คือ DNA และ RNA เป็นส่วนประกอบสำคัญของ cell membrane และ phosphoproteins

3. เป็นธาตุที่ทำหน้าที่เป็น charge balance ได้แก่ K, Ca และ Mg

K มีความสำคัญในการรักษาระดับของ osmotic potential และการดูดน้ำของพืช มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยเฉพาะช่วยในเรื่อง CO_2 assimilation ของพืช

Ca เป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ ดังนั้นเมื่อพืชขาดธาตุนี้จะทำให้ส่วนของพืชมีรูปร่างผิดปกติ

Mg มีความสำคัญต่อพืชคือเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ คือ Mg-chelate ในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นตัวเชื่อมระหว่าง ATP และโมเลกุลของเอนไซม์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ธาตุอาหารที่ทำหน้าที่กระตุ้นเอนไซม์ และเคลื่อนย้ายอีเลคตรอนอันได้แก่ Fe, Mn, Zn, Cu, Mo และ Cl

พบว่า pH ของดินมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุ Fe ในดิน คือ

ดินกรด ดินด่าง

Fe^{+3} ----------> $Fe_2(OH)_3$

Fe เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้าย ในกรณีที่พืชขาดธาตุนี้ทำให้พืชแสดงอาการใบเหลืองและแสดงที่ใบอ่อน นอกจากนี้ Fe มีผลเกี่ยวข้องกับระดับของคลอโรฟิลล์ในใบพืช เมื่อขาดทำให้จำนวนและขนาดของคลอโรพลาสต์ลดลง

Mn เป็นตัวกระตุ้นของเอนไซน์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับ fatty acid และ nucleotide ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจของพืช นอกจากนี้มีความสำคัญต่อกระบวนการทำงานของฮอร์โมนพืช เช่น IAA

Zn มีความสำคัญต่อเอนไซม์ของพืชในการสังเคราะห์คือ tryptophan ซึ่งเป็นprecursor ของ IAA ดังนั้นเมื่อพืชขาดจะมีผลทำให้ใบพืชมีขนาดเล็กลง และใบร่วงเร็วขึ้น Zn เป็นองค์ประกอบของ carbonic anhydrase ซึ่งกระตุ้นปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

H_2CO_3 ---------> $H_2O + CO_2$

ในบางพืช เช่น ถั่วเหลือง เมื่อขาด Zn จะทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง อาการขาดธาตุนี้ที่พบในระยะเริ่มต้นคือ ใบเหลือง เมื่อรุนแรงขึ้นจะชะลอการเจริญเติบโตและมีอาการตายจากส่วนยอดลงมา (dieback)

มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของเซลล์ คือ มีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายน้ำตาล และการสร้าง Polysaccharide ถ้าขาดมีผลยับยั้งการสร้างแป้งด้วย มีความสำคัญต่อการออกดอกและติดผลของพืชด้วย เมื่อขาดทำให้พืชมีการเจริญเติบโตผิดปกติด้วย

Cu มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพราะเกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายอีเลคตรอนระหว่าง photosystem I และ photosystem II เป็นส่วนประกอบของ oxidase เช่น ascorbic acid oxidase และ polyphenol oxidase พืชที่ขาดธาตุนี้คือ พวกธัญพืช เมื่อถึงระยะแตกกอจะทำให้ปลายใบมีสีขาวและบิดเบี้ยว ช่อดอกไม่พัฒนา ในไม้ผลยืนต้นจะทำให้ยอดแคระแกรน เกิดอาการตายจากส่วนยอดลงไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Mo การเป็นประโยชน์ของธาตุนี้ขึ้นกับ pH ของดิน คือจะเป็นประโยชน์มากขึ้น เมื่อ pH สูงขึ้น Mo มีความสำคัญต่อเอนไซน์ nitrite reductase และ nitrate reductase ทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายอีเลคตรอนระหว่างสภาวะ oxidation และ reduction ในพืชตระกูลกะหล่ำ พบว่า เมื่อขาดธาตุนี้พืชแสดงอาการ whiptail disease และอาการ dieback

Cl มีความสำคัญในขั้นตอน photosystem II เพราะทำหน้าที่ metabolite อาการขาดทำให้พืชแสดงอาการใบเหี่ยว ใบเปลี่ยนเป็นสีบรอนซ์ (bronze)

จากความสำคัญของธาตุอาหารที่มีต่อพืช พอจะสรุปได้ว่าการหาความเพียงพอของพืชและการผลิตพืชให้ได้ผลผลิตสูง จำเป็นต้องมีความเข้าใจพื้นฐานของคุณสมบัติธาตุอาหารแต่ละชนิดที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต แต่ธาตุอาหารหลักที่สำคัญ N – ไนโตรเจน P – ฟอสฟอรัส และ K – โปแตสเซียม

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

ดินมีองค์ประกอบที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อการให้ธาตุอาหารผ่านทางรากพืช ส่วนที่เป็นของแข็งนับเป็นส่วนที่ให้ธาตุอาหารของพืชซึ่งมีธาตุอาหารอนุภาคอนินทรีย์ที่มีประจุบวก ได้แก่ K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และ Co ขณะที่อนุภาคอินทรีย์ ได้แก่ N, P และ S ส่วนที่เป็นของเหลวเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในดินไปสู่รากพืช ซึ่งอยู่ในรูปประจุ (ion) O_2 และ CO_2 ละลายอยู่ในสารละลายของดิน ส่วนก๊าซที่สำคัญในดินคือ O_2 ซึ่งมีความสำคัญต่อรากพืชและกิจกรรมของแบคทีเรีย เชื้อรา และสัตว์ในดิน องค์ประกอบใน 3 รูปแบบนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ดังนั้นควรพิจารณาคุณสมบัติของดินที่มีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารดังนี้

1. ลักษณะเนื้อดิน (soil texture) ลักษณะเนื้อดินที่มีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช คือ clay เมื่อสัดส่วนของ clay เพิ่มขึ้นทำให้พื้นที่ผิวหน้าของอนุภาคดินเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้มีการดูดน้ำและอนุภาคประจุบวก (cation) มากขึ้นด้วย

2. โครงสร้างของดิน (soil structure) โดยเฉพาะคุณสมบัติร่วนซุยของดิน ช่วยให้ดินสามารถอุ้มน้ำไว้ได้สูง ทำให้มีสัดส่วนของช่องว่างในดิน (pore space) สูง เมื่อมีช่องว่างในดินถึงระดับประมาณ 40-50% ของปริมาตรดิน จะทำให้โครงสร้างของดินเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เพราะช่วยให้มีน้ำและอากาศเพียงพอสำหรับการใช้ประโยชน์ของรากพืช

3. pH ของดิน ระดับ pH ของดินมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ในสภาพที่ดินเป็นกรดจัดหรือด่างจัด ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางตัวลดลงมาก ระดับ pH ที่เหมาะสมควรอยู่ใกล้ความเป็นกลาง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.8 ความเป็นกรด- ด่าง ของดิน

ดินเป็นกรด หมายความถึง ดินที่มีสภาพทางเคมีคล้ายกรดอ่อน (weak acid) เช่น กรดน้ำส้มสายชู (acetic acid) กล่าวคือดินมีสารที่แสดงความเป็นกรด (H^+ หรือ ไฮโดรเจนไอออน) ส่วนหนึ่งอยู่ในน้ำในดิน และส่วนใหญ่เกาะยึดอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวของดิน

ความเป็นกรดของดินมีความสำคัญเป็นอย่างมากกับการเจริญเติบโตของพืช ดินที่มีสภาพเป็นกรดมาก ๆ พืชจะไม่เจริญเติบโตอย่างที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรดด่างของดินมีความเกี่ยวข้องกับระดับธาตุอาหารในดิน ที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อธาตุอาหารในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

-แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และโพแทสเซียม (K) ดินที่มีความเป็นกรดรุนแรงจะเป็นตัวบอกเหตุว่าดินจะมีระดับธาตุอาหารบางธาตุที่พืชนำไปใช้ได้ เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้รวมถึงโพแทสเซียมด้วยที่เป็นธาตุที่มีความสำคัญมากกับการเจริญของพืช ดินที่เป็นกรดรุนแรงธาตุอาหารพวกนี้จะถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่ายมาก โดยทั่วไปจะมีระดับแคลเซียมอย่างเพียงพอเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 8.5 ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่านี้ พืชอาจแสดงอาการขาดแร่ธาตุทั้งสองปรากฏได้ สำหรับดินที่มี pH สูงกว่า 8.5 มักจะมีระดับแคลเซียมต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากดินที่มี pH ในระดับนี้จะมีธาตุโซเดียม (Na) อยู่มากเกินไป จนทำให้พืชขาดแคลเซียมและแมกนีเซียมได้

-ฟอสฟอรัส (P) ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่พืชจะเอาไปใช้ประโยชน์ได้จะขึ้นอยู่กับ pH ของดินอย่างมาก เมื่อดินมีความเป็นกรดรุนแรงจะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของเหล็กและอลูมินั่มฟอสเฟต ซึ่งยากแก่การที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้เนื่องจากเหล็กและอลูมินั่ม ที่อยู่ในสภาพไม่ละลายน้ำได้มากยิ่งขึ้น เมื่อ pH ต่ำกว่า 5.0 ฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับเหล็กและอลูมินั่ม ฟอสเฟตทำให้เหลือส่วนที่พืชใช้ได้น้อยลง ระดับ pH ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ในช่วง 6-7 ฟอสเฟตในดินถูกตรึงน้อยที่สุด ถ้า pH สูงกว่านี้ฟอสเฟตจะถูกใช้ประโยชน์ได้น้อยลง เนื่องจากถูกตรึงด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม และคาร์บอเนตของธาตุทั้งสองด้วย

2.9 ปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ (Quantitative Requirements)

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการมีความแปรปรวนมากขึ้นกับชนิดพืช ระดับของผลผลิต และธาตุอาหารแต่ละชนิด ดังนั้นในการศึกษาระดับความต้องการธาตุอาหารพืชได้มีการใช้ระดับธาตุอาหารในเนื้อเยื่อและการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ช่วง คือ 1) ช่วงขาดธาตุอาหาร (deficient zone) 2) ระยะที่มีการเปลี่ยนแปลง (transition zone) 3) ช่วงที่พืชได้รับธาตุอาหาร

เพียงพอ (adequate zone) และ 4) ช่วงที่ธาตุอาหารเป็นพิษ (toxic zone) ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิกฤตต่อพืชจัดอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่า ในระดับที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช (optinum growth) (Epstein, 1972) ปรากฏการณ์นี้ใช้เป็นหลักเกณฑ์พื้นฐานในการวัดระดับธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช เพื่อเป็นแนวทางที่ใช้แนะนำการใส่ปุ๋ยพืช และมีการกำหนดระดับวิกฤตของธาตุอาหารที่จำเป็นในพืชหลายชนิด ซึ่งช่วยให้พืชที่ขาดธาตุอาหารสามารถมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ปุ๋ยในระดับที่เหมาะสม ขณะที่พืชมีการเจริญเติบโตเป็นปกติภายใต้ระดับธาตุอาหารเพียงพอ ถึงแม้ใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นจะไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งถือว่าเป็นการบริโภคที่ฟุ่มเฟือย (luxury consumption) (ศรีสม สุวรรณวงศ์ ,2544)

2.10 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช

การวิเคราะห์ดินและพืชมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันโดยการวิเคราะห์ดินสามารถเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ได้เลย แต่การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช มีข้อจำกัดในเรื่องการเก็บตัวอย่างพืชที่จะนำมาวิเคราะห์ ต้องทำในระยะที่กำหนด เช่น ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาความต้องการธาตุอาหารของหญ้าทะเลที่เติบโตเต็มที่ และมีความสมบูรณ์ ก็ต้องเลือกเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่และมีต้นที่สมบูรณ์มาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชส่วนที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นใบพืช เพราะพืชที่นำมาวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นพืชสวน พืชไร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ทุเรียน มังคุด เพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยเพื่อให้มีธาตุอาหารที่พืชต้องการอยู่อย่างพอเพียงและสามารถเก็บได้ง่ายไม่เป็นอันตรายต่อต้นพืช แต่สำหรับหญ้าทะเล เป็นหญ้าจึงสามารถวิเคราะห์ทั้งต้นได้ก็จริง แต่บริเวณลำต้นจะมีการสะสมธาตุอาหารซึ่งอาจให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ได้ จึงทำการวิเคราะห์เพียงใบซึ่งมีปริมาณแร่ธาตุที่พืชต้องการ โดยการนำหญ้าทะเลจากธรรมชาติมาวิเคราะห์ไม่มีผลกระทบจาก การใส่ปุ๋ยหรือธาตุอาหารใด ๆ มาก ทำให้ค่าที่ได้น่าจะมีค่าพิสัยที่ต่ำกว่าพิสัยที่เหมาะสม (optinum range) ดังนั้นธาตุที่มีค่าสูงสุดน่าจะเป็นค่าที่ใกล้จุดเหมาะสม optinum point และค่าวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำสุดน่าจะเป็นค่าที่ใกล้พิสัยที่ขาดแคลน (deficient range) ซึ่งทำให้เราอนุมานได้ว่าค่าเฉลี่ยจากหญ้าทะเลทุกต้นน่าจะเป็นค่าพิสัยแห่งความพอเพียงของธาตุอาหารได้ (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544)

ปริมาณธาตุอาหารในใบหญ้าทะเลกับปริมาณธาตุอาหารในดินอาจมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากหญ้าทะเลมิได้ดูดกินธาตุอาหารตามปริมาณที่มีอยู่ในดิน โดยในดินบางบริเวณที่มีธาตุอาหารมาก หญ้าทะเลยังมีปริมาณธาตุอาหารใกล้เคียงกับบริเวณที่มีธาตุอาหารในดินน้อย นอกจากนี้หญ้าทะเลยังมีการดูดซับธาตุอาหารส่วนหนึ่งจากน้ำทะเลซึ่งอยู่บริเวณรอบลำต้นอีกด้วย

การอนุมานความต้องการธาตุอาหารของหญ้าทะเลโดยอาศัยการวิเคราะห์ใบหญ้าทะเล การอนุมานความต้องการปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดจำเป็นต้องทราบน้ำหนักทั้งต้นของหญ้าทะเล และน้ำต้นที่โตเต็มที่และใบมีความสมบูรณ์มาวิเคราะห์หาธาตุอาหาร

2.11 ธรณีสัณฐานและข้อมูลพื้นฐานอ่าวคุ้งกระเบน

นพดล ค้าขาย (2526) กล่าวว่า พื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนตอนบนด้านตะวันออกจะเป็นทิวเขายาวขนานไปในแนวเหนือใต้เขาส่วนใหญ่จะเป็นหินทราย ส่วนด้านตะวันตกของพื้นที่ตอนบนติดกับทะเลเป็นหินเนื้อละเอียดบริเวณส่วนกลางของพื้นที่ตอนล่างซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งเกิดการทับถมของตะกอนน้ำจืดบนตะกอนที่ถูกน้ำทะเลทับถมซึ่งจะพบเปลือกหอยและเลนทะเลได้ในระดับความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ส่วนด้านตะวันออกของพื้นที่ตอนล่างมีลักษณะเป็นหาดทรายและสันทรายดินชนิดต่าง ๆ ที่เกิดจากหาดทรายละเอียดและสันทรายเหล่านี้มีเนื้อดินเป็นทรายจัดและพบเศษเปลือกหอยปะปนในดินเป็นแห่ง ๆและบางครั้งพบเป็นชั้นตามของเปลือกหอย

บริเวณพื้นที่อ่าวและแนวแคบ ๆ รอบอ่าวจะเป็นที่ลุ่มน้ำทะเลท่วมถึงตลอดปี ซึ่งเกิดจากตะกอนที่ถูกทับถมโดยน้ำทะเลส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวและเปลือกหอยปะปนอยู่ในดินจำนวนมาก นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังพบพวกอินทรียวัตถุที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของซากพืชทับถมกันอยู่หนากว่า 40 เซนติเมตร และพบเปลือกหอยและเลนทะเลในดินชั้นล่างระดับความลึก 50 - 60 เซนติเมตร ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกของทุกปี ช่วงเดือนพฤษภาคม – กันยายน

2.12 ลักษณะการขึ้นลงและการไหลเวียนของน้ำในอ่าวคุ้งกระเบน

อ่าวคุ้งกระเบนในช่วงเวลาน้ำขึ้นจะมีปริมาณน้ำทะเลที่ไหลเข้าสู่อ่าวประมาณ 135.01×10^5 ลูกบาศก์เมตรต่อ 12 ชั่วโมง โดยอ่าวจะมีความจุของน้ำ 120.04×10^5 ลูกบาศก์เมตร (Sasaki และInous, 1985) อ่าวคุ้งกระเบนมีลักษณะการขึ้นและลงของน้ำประจำในรอบปีคือ ช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคม จะเป็นช่วงที่น้ำขึ้นในเวลากลางวันและน้ำลงในเวลากลางคืน ส่วนช่วงเดือนเมษายนถึงกันยายน จะเป็นช่วงที่มีน้ำขึ้นในเวลากลางคืนและน้ำลงในเวลากลางวันโดยการขึ้นลงของน้ำจะเกิดขึ้นเพียงวันละ 1 ครั้ง ในช่วงน้ำขึ้นน้ำจะท่วมบริเวณฝั่งโดยรอบอ่าวคุ้งกระเบนจะมีความลึกประมาณ 1.5 – 1.8 เมตร (ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง, 2540) โดยแต่ละรอบของน้ำขึ้นน้ำลง จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 86 เปอร์เซ็นต์ (Sasaki และInous, 1985)ในเวลาน้ำขึ้นน้ำจะไหลตามเข็มนาฬิกาและในเวลาน้ำลงน้ำจะไหลทวนเข็มนาฬิกา (นพดล ค้าขาย, 2526)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 สภาวะการสะสมของสารอินทรีย์และลักษณะทางฟิสิกส์ของดินบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน

คุณสมบัติของดิน	บริเวณดินที่เก็บตัวอย่างดิน		
	ชายฝั่ง	ระยะ 500 เมตร จากชายฝั่ง	ระยะ 1000 เมตร จากชายฝั่ง
ความเป็นกรดด่าง	7.56±0.77^{b}	8.28±0.28^{a}	8.48±0.09^{a}
อินทรีย์วัตถุ(%)	2.04±1.50^{b}	0.77±0.53^{c}	0.25±0.15^{c}
ไนโตรเจนรวม(%)	0.069±0.04^{c}	0.053±0.047^{cd}	0.02±0.007^{d}
อัตราส่วน C : N (1)	16.01±7.02^{b}	9.59±3.59^{c}	8.08±5057^{c}
ฟอสฟอรัส (mg/ kg)	69.55±14.99^{bc}	64.18±12.79^{c}	43.19±10.56^{d}
BOD (mg/ g)	1.70±1.07^{b}	1.08±0.45^{c}	0.27±0.07^{d}
ปริมาณทราย(%)	76.14±18.14^{bc}	80.93±15.12^{ab}	89.64±5.14^{a}
ตะกอน(%)	17.12±14.92^{ab}	14.42±12.19^{b}	9.88±4.77^{b}
ตะกอนละเอียด(%)	6.92±7.39^{a}	4.64±3.49^{ab}	0.48±1.01^{b}

* อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

หมายเหตุ ปรับแต่งตารางของ (ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง, 2540)

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตติมา อายุตตะกะ และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาชนิดของหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบหญ้าทะเล 4 ชนิด ได้แก่ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ซึ่งเป็นชนิดเด่น และพบ *Halophila minor* และ *Halophila decipiens* ขึ้นปะปนกระจายอยู่ตอนกลางของอ่าวมีการแพร่กระจายอยู่น้อยและขึ้นบริเวณที่ลึกของอ่าวน้ำมีลักษณะใส

นพดล ค้าขาย (2547) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี โดยเปรียบเทียบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (≥ 2.0 ม.ม)ระหว่างแหล่งอาศัย 4 แหล่งอาศัย คือ แหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* พื้นทรายติดกับแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* แหล่งหญ้าทะเล *Halodule pinifolia* และ พื้นทรายติดกับแหล่งหญ้าทะเล *Halodule pinifolia* ผลการทดลองปรากฏว่าพบ ไส้เดือนทะเล 63 ชนิด จาก 24 วงศ์, กลุ่มหอย 37 ชนิด ชนิด จาก 16 วงศ์, กลุ่มกุ้ง ปู 11 ชนิด จาก 7 วงศ์ และอื่น ๆ อีก 6 ชนิดได้แก่ ดาวเปราะ หนอนถั่ว ดอกไม้ทะเล หอยปากเป็ด แอมฟีออกซัส ไส้เดือนทะเล นอกจากนี้ยังทำการศึกษาขนาดอนุภาคดิน และ สารอินทรีย์ พบว่า ดินทั้งหมดมีแนวโน้มเป็นทรายละเอียดถึงละเอียดมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รัตนา จินดาพล และคณะ (2544)ทำการศึกษาการพัดพาตะกอน ธาตุอาหารพืช และการทำนายน้ำท่าจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ทำการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหนองโพรง ห้วยหิน ห้วยหิน และห้วยโกรกวัด ขนาดพื้นที่ 2.50, 1.18 และ 0.23 ตารางกิโลเมตร ตั้งแต่ปี 2541–2544 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2699.5, 2649.9 และ 2655.4 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 1.729, 0.769 และ 0.126 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี การพัดพาตะกอนรวมเฉลี่ย 81.56, 58.23 และ 64.24 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจในรูปของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยทริบเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ รวมเป็นเงินเท่ากับ 16.81, 16.47 และ 10.74 บาทต่อไร่ต่อปี

มณีรัตน์ หวังวิบูลกิจ และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของการปลูกพันธ์ไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน 4 รูปแบบ คือ การปลูกพันธุ์ไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ในระบบ DFT แบบท่อ, Sand culture, NFT และ DFT แบบถาดโฟม ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าการปลูกพันธุ์ไม้น้ำแบบ DFT มีผลต่อการเจริญเติบโตของพันธ์ไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ ดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือ 1.31 กรัมต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือ 29.13 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนปริมาณการสะสมธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส พบว่าทุกการทดลองมีการสะสมที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนั้นจากการตรวจสอบคุณภาพน้ำและธาตุอาหารในระบบค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง แอมโมเนียทั้งหมด ไนไตรท์ และไนเตรทของทั้ง 4 ระบบไม่มีความแตกต่างต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อุณหภูมิและฟอสฟอรัสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และยุทธนา เกียรติธร (2548) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรท และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำชนิดเขาใบพายใหญ่ (*C. crispatula* var. balansae) ที่ปลูกในระบบ DFT โดยเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารที่มีสัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรทต่างกัน 4 ระดับ คือ 0:100, 5:95, 10:90 และ 15:85 ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำชนิดเขาใบพายใหญ่ (*C. crispatula* var. balansae) ที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารที่มีสัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรท 10:90 ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยน้ำหนักเฉลี่ยมีมากที่สุด คือ 4.48 กรัมต่อต้น

ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2532) ได้ทำการศึกษาอัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ย้ายไปปลูกใหม่ ในสภาพท้องทะเลที่แตกต่างกัน ระหว่างเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2533 โดย *Halodule pinifolia* ย้ายไปปลูกในที่ลึก

กว่าเดิม คือ 70 และ 120 เซนติเมตร จะตายหมดเมื่อผ่านไป 1 อาทิตย์ และกอที่ย้ายไปปลูกในความลึกเท่าเดิมจะตายภายใน 2 เดือน สำหรับ *Enhalus acoroides* เพื่อย้ายไปปลูกในที่ตื้นกว่าเดิม คือ จากบริเวณเหนือระดับน้ำลงต่ำสุด 40 เซนติเมตร ไปยังเหนือระดับน้ำลงต่ำสุด 150 เซนติเมตร มีอัตรารอดเพียง 5 % โดยหญ้าทะเลที่ย้ายไปปลูกในบริเวณที่มีระดับน้ำเท่าเดิม และบริเวณที่อยู่เหนือระดับน้ำลงต่ำสุด 80 เซนติเมตร มีอัตรารอด 81% และ 83 % ตามลำดับ

Poovachiranon and Chansang (1994) ได้ทำการศึกษาแหล่งหญ้าทะเลที่ใกล้ป่าชายเลน จำนวน 10 สถานี พบว่ามีหญ้าทะเล 2 ชนิด ที่พบเป็นชนิดเด่น คือ *Enhalus acoroides* (33.4%) และ *Halophila ovalis* (18.2%) และพบหญ้าทะเลอีก 5 ชนิด คือ *Thalassia hemprichii, Cymodocea rotundat , Halodule uninervis, H. pinifolia,Halophila beccarii* (มวลชีวภาพของหญ้าทะเล 55-1041 g wet wt/sq.m) ซึ่งคิดเป็นมวลน้ำหนักแห้งของหญ้าทะเล 32-297 g dry wt /sq.m และพบว่าการแพร่กระจายของหญ้าทะเลตามความลึกถูกควบคุมโดยปริมาณแสงแดด ส่วนใหญ่หญ้าทะเลจะพบได้ในบริเวณน้ำตื้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระหว่างเดือน กรกฎาคม- ธันวาคม 2548

1. ศึกษาข้อมูลและสำรวจแหล่งหญ้าทะเล ระหว่างเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2548
2. เก็บตัวอย่างหญ้าทะเล ดิน และน้ำ เดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน 2548
3. วิเคราะห์ตัวอย่าง เดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม 2548

3.2 สถานที่ศึกษา

อ่าวคุ้งกระเบน ต. คลองขุด อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 15 ตารางกิโลเมตร จุดที่ลึกสุดประมาณ 3 เมตร ช่วงน้ำขึ้นลงประมาณ 3 เมตร ชายฝั่งปกคลุมด้วยป่าชายเลนจากรายงาน พบหญ้าทะเล 4 ชนิด *Enhalus acoroides* , *Halodule pinifolia, Halophila miner* และพบ *Halophila decipiens* (จิตติมา อายุตะกะและคณะ, 2535) แต่จากการสำรวจของผู้ศึกษาพบหญ้าทะเล 3 ชนิดในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน คือ *Enhalus acoroides* อยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือและทางทิศใต้ของอ่าวและพบ *Halodule pinifolia* บริเวณตอนใต้ ด้านเหนือ และด้านตะวันออกของอ่าวและพบ *Halodule uninervis* ด้านตะวันออกและด้านเหนือของอ่าวโดยขึ้นปะปนกับ *Halodule pinifolia*

การสำรวจเพื่อตรวจสอบแหล่งหญ้าทะเลที่เคยมีรายงานว่า พบหญ้าทะเลดำเนินการโดยวิธีเดินสำรวจในบริเวณที่น้ำทะเลลดต่ำจนเดินได้และบริเวณที่น้ำลึกดำน้ำโดยใช้ scuba จากเรือ

ในการศึกษาศึกษา 2 ชนิดคือ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ซึ่งเป็นชนิดเด่นพบมากที่สุด ส่วน *Halodule uninervis* พบในปริมาณน้อย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 3 แนวการศึกษาแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

เส้นแนวเก็บตัวอย่าง 1 แบ่งเป็น 5 จุด ที่ 200,400, 600, 800 และ 1,000 เมตร
เส้นแนวเก็บตัวอย่าง 2 แบ่งเป็น 5 จุด ที่ 200,400, 600, 800 และ 1,000 เมตร
เส้นแนวเก็บตัวอย่าง 3 แบ่งเป็น 5 จุด ที่ 200,400, 600, 800 และ 1,000 เมตร
เส้นแนวเก็บตัวอย่าง 4 แบ่งเป็น 5 จุด ที่ 200,400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3 การวางแผนการทดลอง

แผนการทดลองแบบบล็อก (RBD) in factorial มี 2 ปัจจัย คือ

- ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์หญ้าทะเล คือ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia*
- ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะห่างจากฝั่ง มี 5 ระยะ คือ 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

3.4 เครื่องมือ และอุปกรณ์

3.4.1 เครื่องมือ

1. GPS (Global Positioning System)
2 เทอร์โมมิเตอร์
3. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
4. เครื่องวัดความเค็ม (Refractometer)
5. กล้องจุลทรรศน์

3.4.2 อุปกรณ์

1. ตลับเมตร, เชือก
2. quadrat ขนาด 50*50 เซนติเมตร
3. ถุงพลาสติกสำหรับใส่ดินและหญ้าทะเล
4. กระบอกเก็บดิน ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร
5. กระดาษกันน้ำ ใส่ถุงเก็บตัวอย่างบอกจุดเก็บตัวอย่าง
6. อุปกรณ์ดำน้ำ
7. ถุงกระดาษสำหรับอบตัวอย่างหญ้าทะเล

3.5 วิธีดำเนินการวิจัย

3.5.1 การสำรวจและเก็บตัวอย่าง

ขั้นที่ 1 การสำรวจชนิดและการแพร่กระจาย

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. ถุงพลาสติกสำหรับใส่หญ้าทะเล
2. กระดานจดบันทึกและดินสอ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในการศึกษาพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายของหญ้าทะเลในขั้นต้นบริเวณที่น้ำแห้งใช้วิธีเดินสำรวจ และบริเวณที่น้ำท่วมถึงใช้วิธีการสำรวจโดยดำน้ำสำรวจและจดบันทึก และเก็บหญ้าทะเลมาวิเคราะห์ชนิด

ขั้นที่ 2 การวางแนวเก็บตัวอย่าง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. GPS (Global Positioning System)
2. ตลับเมตร, เชือก

- ใช้ GPS เป็นเครื่องมือบอกพิกัดตำแหน่งบริเวณที่วางเส้นแนว
- กำหนดเส้นแนวเก็บตัวอย่าง 4 transect โดยมีจุดกึ่งกลางปากอ่าวเป็นจุดอ้างอิง
- กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง (sampling points) 5 จุด ตลอดเส้นแนวเก็บตัวอย่าง แต่ละจุดเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

ขั้นที่ 3 การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. เครื่องวัดความเค็ม (Refractometer)
4. ถุงพลาสติกสำหรับใส่ดินและหญ้าทะเล
5. ขวดเก็บน้ำ
6. กระบอกเก็บดิน ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร
7. กระดาษกันน้ำ ใส่ถุงเก็บตัวอย่างบอกจุดเก็บตัวอย่าง
8. กระบอกเก็บน้ำ
9. เสียม
10. อุปกรณ์ดำน้ำ

การเก็บตัวอย่าง

(1) เก็บตัวอย่างหญ้าทะเลตามจุดที่กำหนด โดยเก็บต้นที่โตเต็มที่และมีความสมบูรณ์ที่สุด โดยใช้เสียมขุดหญ้าทะเลขึ้นมา นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ชนิด (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์และคณะ, 2534) และธาตุอาหารหลักที่ห้องปฏิบัติการ

(2) เก็บตัวอย่างดินตามจุดที่กำหนด โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ด้วยกระบอกเก็บดินและนำตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก จุดละ 3 ซ้ำ นำมาวิเคราะห์ธาตุ

จุฬา
QH437
.S49
1451

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อาหาร N, P, K, Ca และ Mg วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ในห้องปฏิบัติการ

(3) เก็บตัวอย่างน้ำทะเลโดยเก็บขณะน้ำขึ้น โดยใช้กระบอกเก็บน้ำเก็บน้ำบริเวณผิวดิน วัด อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรดด่าง และเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ธาตุอาหารไนไตรท์, แอมโมเนีย และฟอตเฟต ในห้องปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หญ้าทะเล ดิน และน้ำ
2. กล้องจุลทรรศน์
3. ตู้อบความร้อน 80 องศาเซลเซียส
4. โกร่งบดตัวอย่าง
5. สารเคมี ในการวิเคราะห์หญ้าทะเล ดิน และน้ำ
6. ไม้บรรทัด
7. เครื่องชั่ง

3.5.2 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์

(1) ตัวอย่างหญ้าทะเล

มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. ล้างตัวอย่างหญ้าทะเลในน้ำสะอาด
2. วิเคราะห์ชนิดของตัวอย่างตามลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูลักษณะของหญ้าทะเลที่มีขนาดเล็กและเห็นไม่ชัด
3. ตากให้แห้ง
4. วัดความสูงของต้น (Short height) ของหญ้าทะเลแต่ละชนิดแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

5. การอบตัวอย่างหญ้าทะเล (Oven drying)

ทำความสะอาดใบพืชให้แห้งโดยนำไปผึ่ง (air drying) ใส่ถุงกระดาษหรือถุงผ้าอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้งสนิทอาจใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง (1-3 วัน) สังเกตโดยชั่งน้ำหนักให้คงที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(2) ตัวอย่างดิน

1. เก็บแช่แข็งไว้ที่ 0 องศาเซลเซียส

2. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg นำดินที่ใช้วิเคราะห์มาตากให้แห้ง และ ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 0.5 มิลลิเมตร เก็บในถุงพลาสติก

3. นำมาวัดค่า pH และวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในดิน

(3) ตัวอย่างน้ำ

มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. นำตัวอย่างน้ำเก็บในตู้แช่เย็น อุณหภูมิ -20°C

2. นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ไนไตรท์ แอมโมเนีย และฟอตเฟต

3.5.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

(1) การวิเคราะห์หญ้าทะเล

การวิเคราะห์หาไนโตรเจนในพืช ตามวิธีของ Kjeldehl method ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การย่อยตัวอย่างพืช (digestion)

2. การกลั่น (distillation)

3. การไทเทรต (titretion) ไทเทรต

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในพืช สาเหตุที่รวมเอาวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในการวิเคราะห์เพราะว่าใช้วิธีการย่อยสลายจากตัวอย่างพืชวิธีเดียวกัน โดยการย่อยสลายด้วยกรดผสม ไนตริก และเปอร์คลอริค

(1) การวิเคราะห์ดิน

1. การวัดหา pH โดยใช้ pH meter

เป็นการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (potential) ที่เกิดขึ้นระหว่าง glass electrode กับ reference electrode โดยที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลาย แต่ความต่างศักย์ไฟฟ้าของ reference electrode จะคงที่

2. การวิเคราะห์ธาตุอาหาร

การวิเคราะห์หาไนโตรเจนในดิน ตามวิธีของ Kjeldehl method ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. การย่อยตัวอย่างดิน (digestion)

2. การกลั่น (distillation)

3. การไทเทรต (titretion)

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน โดย Bray II สกัดฟอสฟอรัสที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืชด้วยน้ำยาสกัด Bray II ซึ่งเป็นส่วนผสมของกรด HCl และ NH_4F จะสกัดอนินทรีย์ที่ละลายได้ง่ายในกรด ให้อยู่ในรูปของสารละลาย แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีทำให้เกิดสี

การวิเคราะห์ โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน สกัดโพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน ด้วยน้ำยาสกัด Ammonium acetate ซึ่งจะ ให้อยู่ในรูปของสารละลายและวัดโดยใช้เครื่อง Atomic absorbance spectrophotometer ที่ใช้หลักการใช้ความร้อนทำให้เกิดการแตกตัวเป็นอะตอมโดยใช้แก๊ส Air acetylene โดยมี Lame เป็นตัววัดโพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

(3) การวิเคราะห์น้ำ

การวิเคราะห์น้ำใช้วิธีของ Stricland and Parson (1972) โดยทำการวิเคราะห์ไนไตรท์ แอมโมเนีย และฟอตเฟต

(4) สถานที่ทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน และพืชที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 จังหวัดจันทบุรี และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำที่ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ แบบบล็อก (RBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะทางสรีระวิทยาของหญ้าทะเล

จากการเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล 2 ชนิด คือ *Enhalus acoroides* หรือ หญ้าคาทะเล และ *Halodule pinifolia* หรือ หญ้ากุ่ยช่ายเข็ม โดยลักษณะใบของ *Enhalus acoroides* มีขนาดใหญ่และยาว ใบมีความยาวเฉลี่ย 89.37 $\pm$ 6.21 เซนติเมตร และความกว้าง 1.46 $\pm$ 0.10 เซนติเมตร ขอบใบทั้ง 2 ข้างหนา ส่วน *Halodule pinifolia* ใบมีความยาวเฉลี่ย 19.25 $\pm$ 1.35 เซนติเมตร และความกว้าง 0.10 $\pm$ 0 เซนติเมตร เป็นหญ้าทะเลขนาดเล็ก เหง้ามีขนาดเล็กผอมยาว ปลายใบมนและมีรอยหยักเป็นฟันเลื่อย ขอบใบเรียบ

ภาพที่ 4 หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides*

ภาพที่ 5 หญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia*

4.2 ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล

4.2.1 ชนิดหญ้าทะเล

ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง (%/dry wt.)โดยปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* มีมากกว่าในหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* (ภาพที่ 6)

ไนโตรเจนในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 2.29 $\pm$ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 2.05$\pm$ 0.11 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ฟอสฟอรัสในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.27 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.18± 0.01 เปอร์เซ็นต์

โพแทสเซียมในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 1.10 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 1.03± 0.01 เปอร์เซ็นต์

แคลเซียมในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 1.13 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.88± 0.10 เปอร์เซ็นต์

แมกนีเซียมในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.98 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.82± 0.11 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 ปริมาณธาตุอาหารที่ระยะห่างจากฝั่ง

ไนโตรเจนใน *Enhalus acoroides* มีค่ามากกว่าใน *Halodule pinifolia* ซึ่งปริมาณในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน โดย *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 800 เมตร เท่ากับ 2.41 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าระหว่าง 2.18 ± 0.06 ถึง 2.41 ± 0.13 ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 1,000 เมตร เท่ากับ 2.27± 0.34 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 2.18 ± 0.06 ถึง 2.27 ± 0.34 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 7)

ฟอสฟอรัสใน *Enhalus acoroides* มีค่ามากกว่าใน *Halodule pinifolia* ซึ่งปริมาณในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน โดย *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 600 เมตร มีค่าเท่ากับ 0.29 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 0.25 ± 0.02 ถึง 0.29 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุด ที่ระยะห่างจากฝั่ง 800 เมตร มีค่าเท่ากับ 0.20 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 0.17 ± 0.01 ถึง 0.20 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 8)

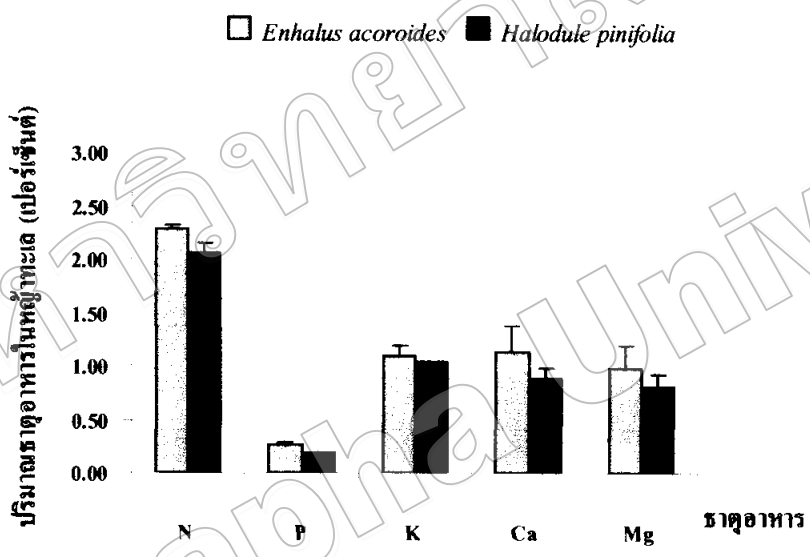
โพแทสเซียมใน *Enhalus acoroides* มีค่าใกล้เคียงกับ *Halodule pinifolia* ซึ่งปริมาณในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน โดย *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 200 เมตร เท่ากับ 1.25 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าระหว่าง 0.98 ± 0.02 ถึง 1.25 ± 0.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 800 เมตร เท่ากับ 1.19± 0.24 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 0.99 ± 0.16 ถึง 1.19 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9)

แคลเซียมใน *Enhalus acoroides* มีค่ามากกว่าใน *Halodule pinifolia* ซึ่งปริมาณในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน โดย *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 600 เมตร มีค่าเท่ากับ 1.40 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์โดยมีค่าระหว่าง 0.99 ± 0.05 ถึง 1.40 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

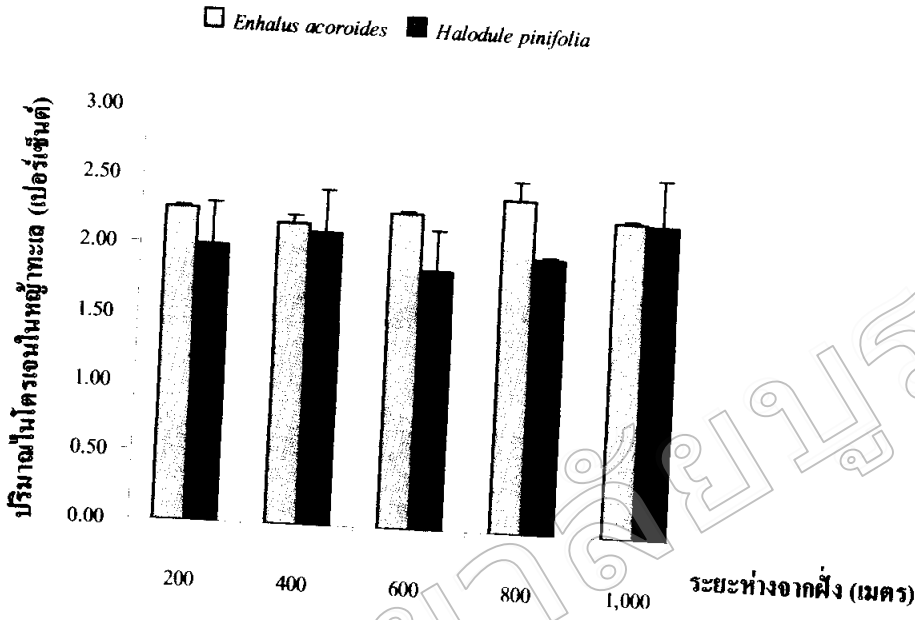
Halodule pinifolia มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 1,000 เมตร มีค่าเท่ากับ 1.28± 0.36 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 0.66 ± 0.68 ถึง 1.28 ± 0.36 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10)

แมกนีเซียมใน แต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกันโดย *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร มีค่าเท่ากับ 1.17 ± 0.66 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าระหว่าง 0.8 ± 0.07 ถึง 4.17 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุด ที่ระยะห่างจากฝั่ง 800 เมตร เท่ากับ 1.02± 0.23 เปอร์เซ็นต์ มีค่าระหว่าง 0.66 ± 0.06 ถึง 1.02 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 11)

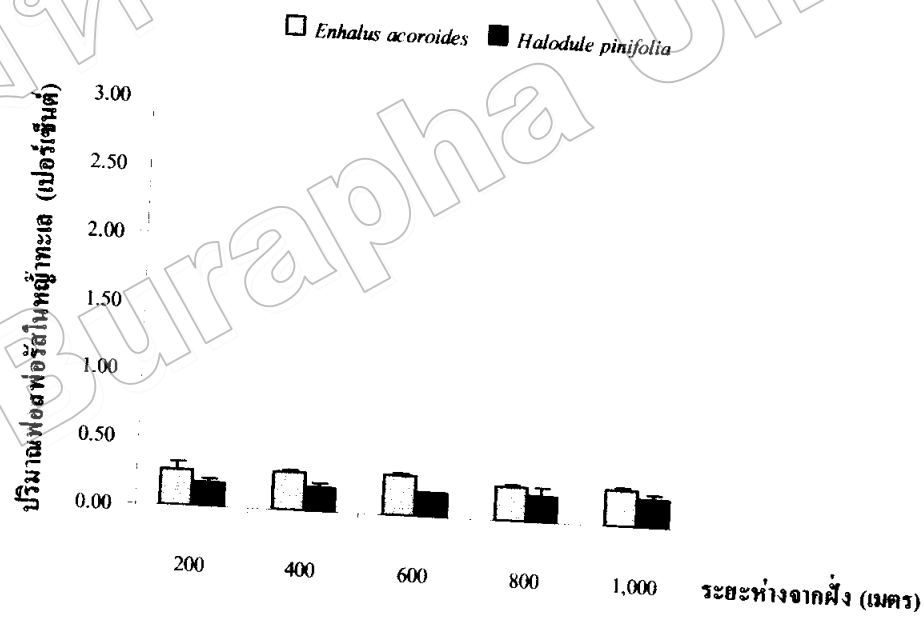


ภาพที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia*

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

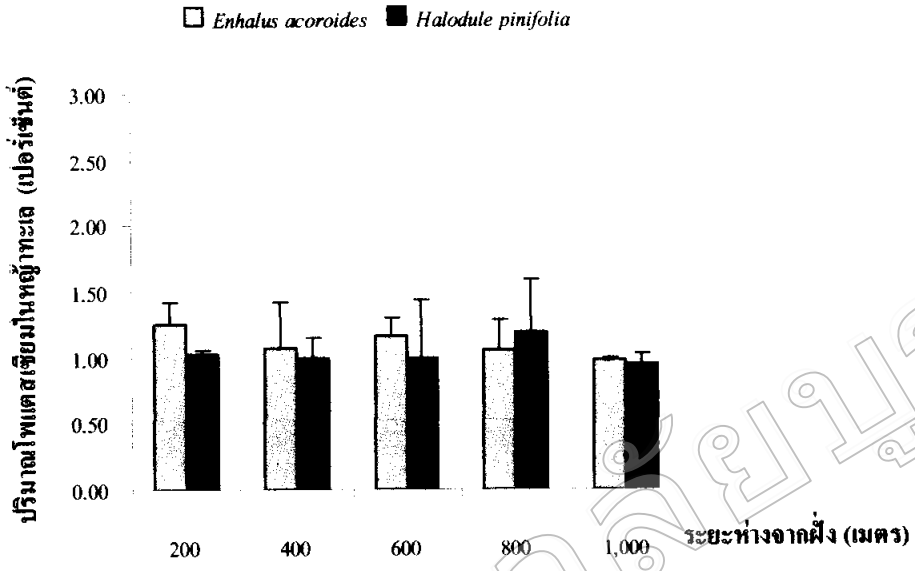


ภาพที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

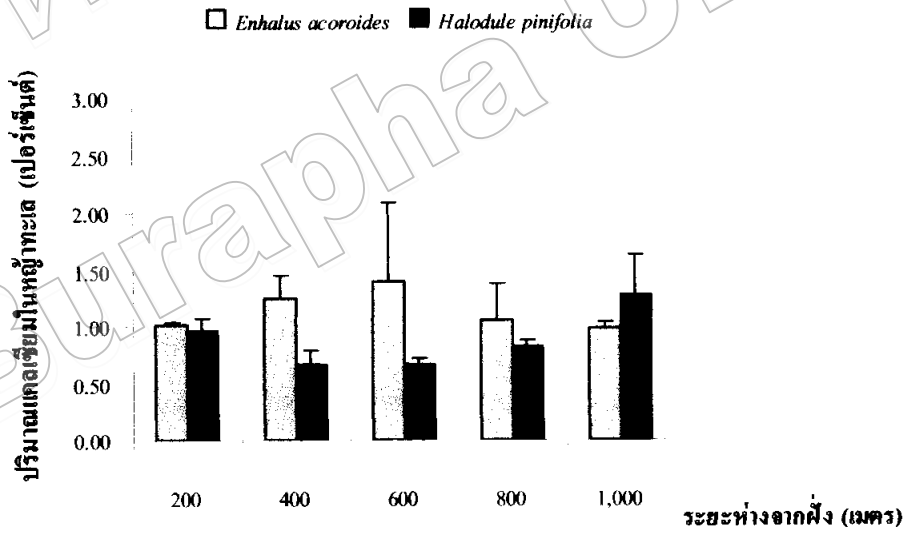


ภาพที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

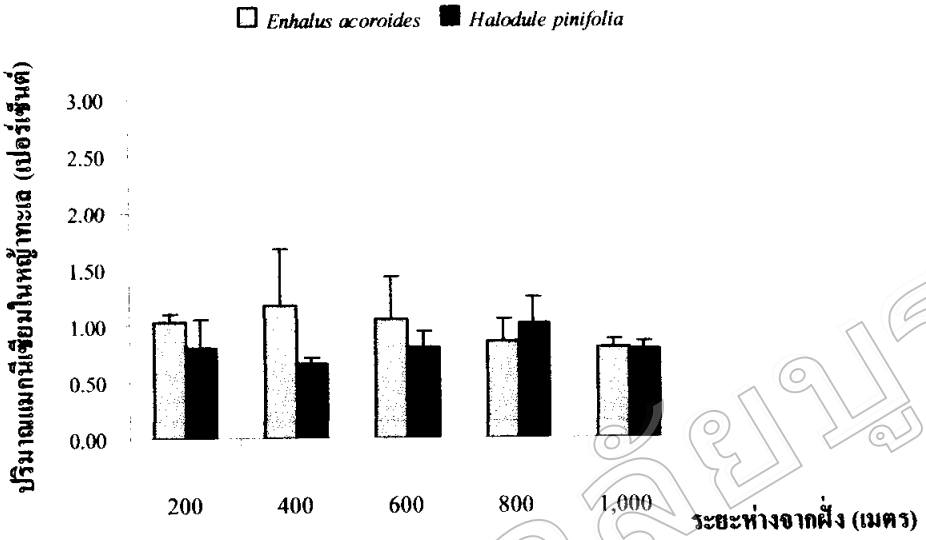


ภาพที่ 9 ปริมาณโพแตสเซียมในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ1,000 เมตร



ภาพที่ 10 ปริมาณแคลเซียมในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ1,000 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 11 ปริมาณแมกนีเซียมในหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

4.3 ปริมาณธาตุอาหารในดิน

4.3.1 ชนิดหญ้าทะเล

pH ในดินแหล่งหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 8.00 - 8.30 ที่ระยะห่างจากฝั่ง 1,000 เมตรมีค่ามากที่สุด (ภาพที่ 12) ปริมาณธาตุอาหารในดินแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* (ภาพที่ 13)

ไนโตรเจนในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 321.79 $\pm$ 82.33 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 237.44$\pm$ 9.50 มิลลิกรัม / ลิตร

ฟอสฟอรัสในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 69.39 $\pm$ 4.92 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 69.95$\pm$ 0.99 มิลลิกรัม / ลิตร

โพแทสเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 243.34 $\pm$ 47.29 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 194.08$\pm$ 16.09 มิลลิกรัม / ลิตร

แคลเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 3755.90 $\pm$ 322.74 มิลลิกรัม / ลิตรมีค่ามากกว่าหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 2704.75 $\pm$ 117.02 มิลลิกรัม / ลิตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แมกนีเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 400.82 ± 6.24มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 424.87± 9.79 มิลลิกรัม / ลิตร

4.3.2 ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ระยะห่างจากฝั่ง

ไนโตรเจนในดินแต่ละระยะห่างจากฝั่งไม่มีความแตกต่างกัน โดยดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร มีค่าเท่ากับ 414.40 ± 200.63 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 253.87 ± 100.32 ถึง 414.40 ± 200.63 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 200 เมตร เท่ากับ 320.00± 39.03 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 201.60 ± 36.95 ถึง 320.00 ± 39.03 มิลลิกรัม / ลิตร (ภาพที่14)

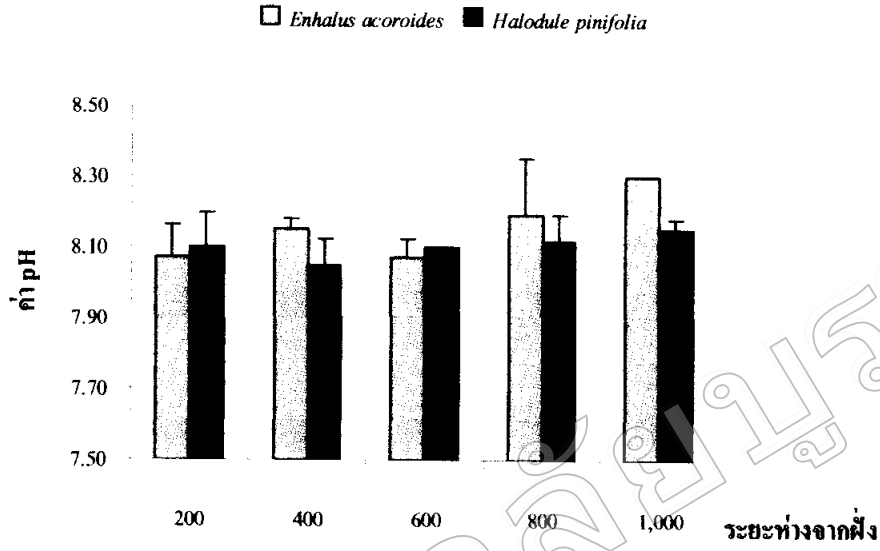
ฟอสฟอรัสในดินแต่ละระยะห่างจากฝั่งมีความแตกต่างกัน โดยในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร มีค่าเท่ากับ 86.53 ± 5.74 มิลลิกรัม / ลิตร และ 81.29± 15.77 มิลลิกรัม / ลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 15)

โพแทสเซียมในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 600 เมตร มีค่าเท่ากับ 269.34 ± 60.23 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 169.22 ± 84.12 ถึง 269.34 ± 60.23 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร มีค่าเท่ากับ 217.60± 12.61 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 171.19 ± 23.86 ถึง 217.60 ± 12.61 มิลลิกรัม / ลิตร (ภาพที่ 16)

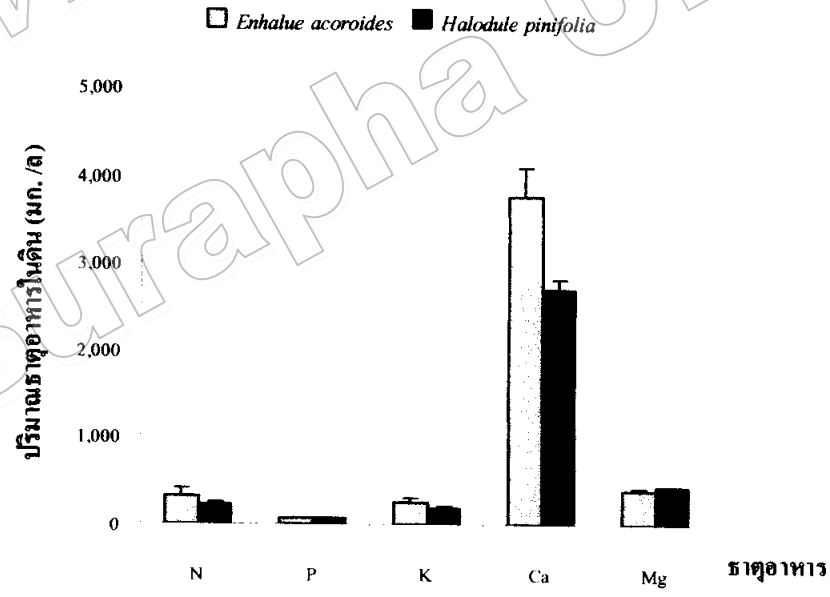
แคลเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีปริมาณสูงกว่าในแหล่งหญ้าทะเล *Halodule pinifolia* โดยในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 1,000 เมตร มีค่าเท่ากับ 4501.65 ± 192.30 มิลลิกรัม / ลิตร และ 3497.65± 593.09 มิลลิกรัม / ลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ที่ระยะห่างจากฝั่ง มีปริมาณแคลเซียมไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 17)

แมกนีเซียมในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกันโดยในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 800 เมตร เท่ากับ 451.03 ± 62.37 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 327.17 ± 187.55 ถึง 451.03 ± 62.37 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร มีค่าเท่ากับ 454.74± 1.89 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 358.47 ± 95.37 ถึง 454.74 ± 1.89 มิลลิกรัม / ลิตร (ภาพที่18)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

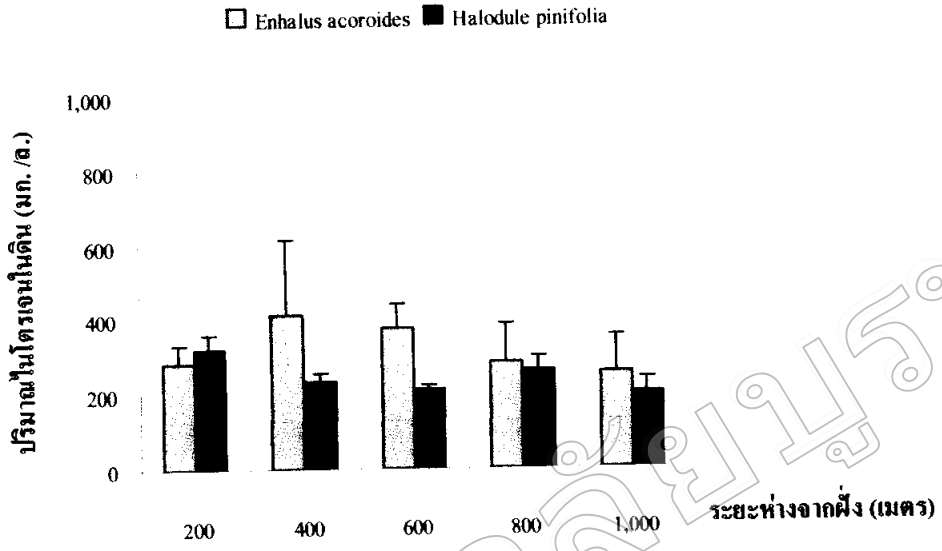


ภาพที่ 12 ค่า pH ในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่งชนิด 200 ,400, 600, 800 และ1,000 เมตร

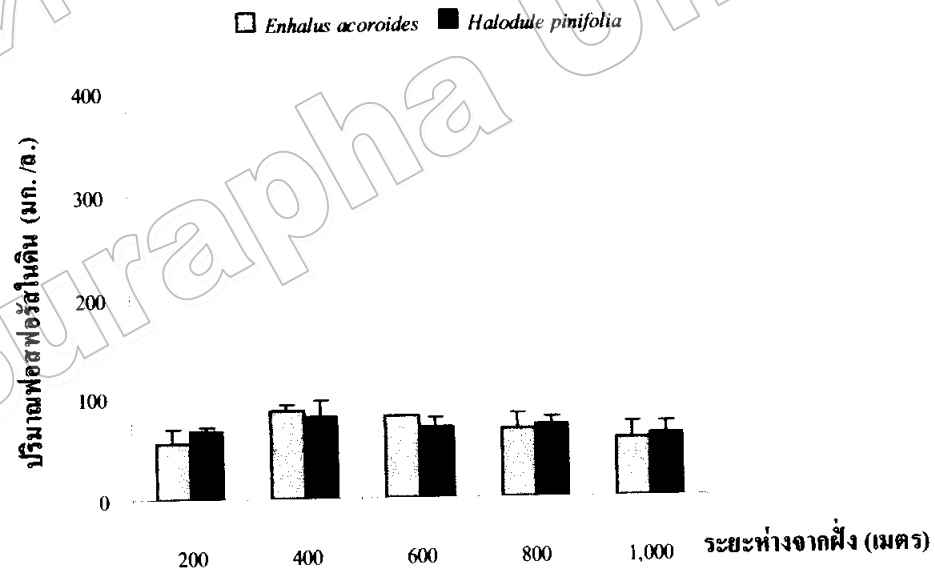


ภาพที่ 13 ปริมาณธาตุอาหารในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia*

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

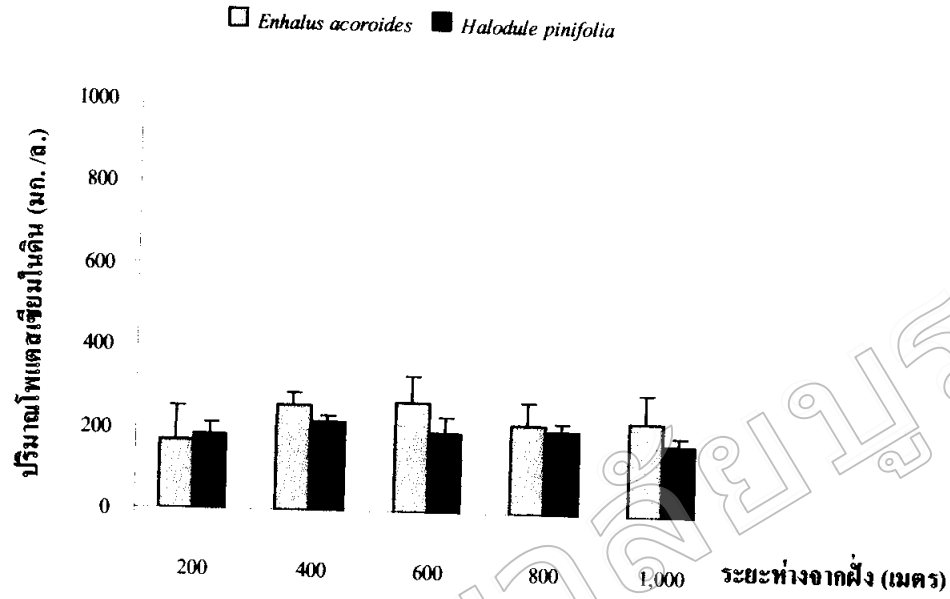


ภาพที่ 14 ปริมาณไนโตรเจนในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

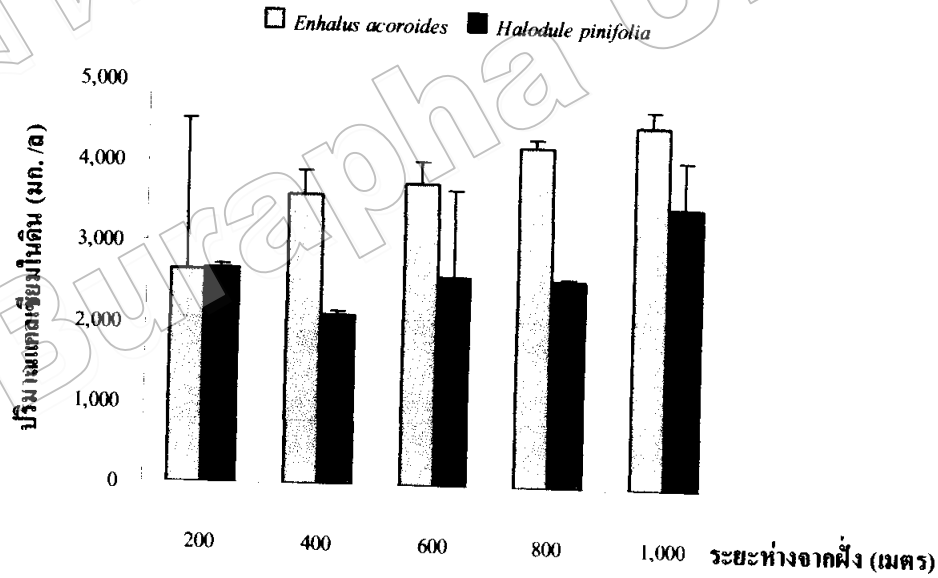


ภาพที่ 15 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

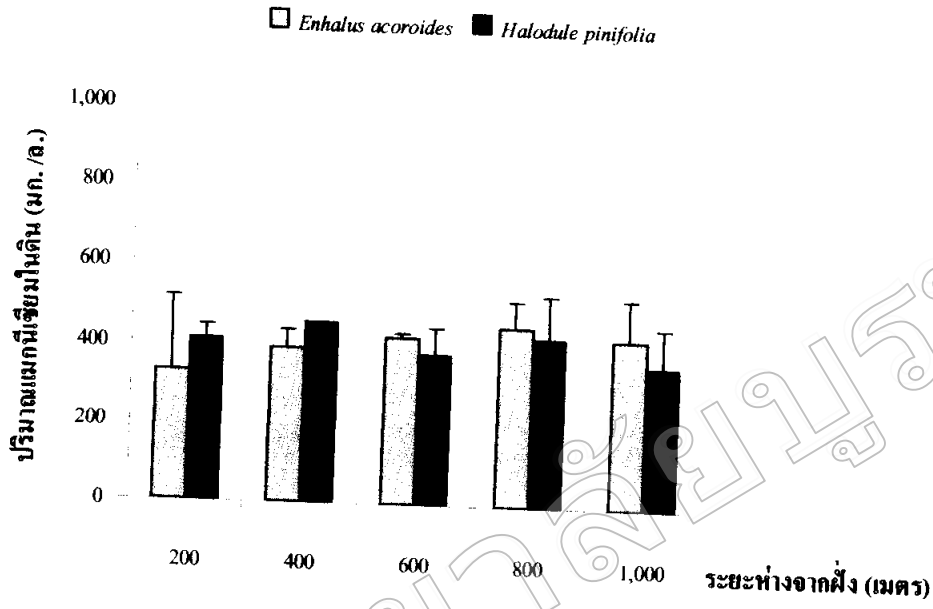


ภาพที่ 16 ปริมาณโพแทสเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร



ภาพที่ 17 ปริมาณแคลเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 18 ปริมาณแมกนีเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

4.4 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ

4.4.1 ชนิดหญ้าทะเล

ปริมาณธาตุอาหารในน้ำแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* โดยปริมาณธาตุไนไตรท์ แอมโมเนีย และฟอสเฟต ในน้ำแหล่งหญ้าทะเล *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* โดยมีปริมาณไนไตรท์ 0.88$\pm$ 0.03 และ 0.91$\pm$ 0 มิลลิกรัม / ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0.19$\pm$ 0.02 และ 0.16 $\pm$ 0.02 มิลลิกรัม / ลิตร และฟอสเฟต 0.37$\pm$ 0.13 และ 0.29$\pm$ 0.03 มิลลิกรัม / ลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 19)

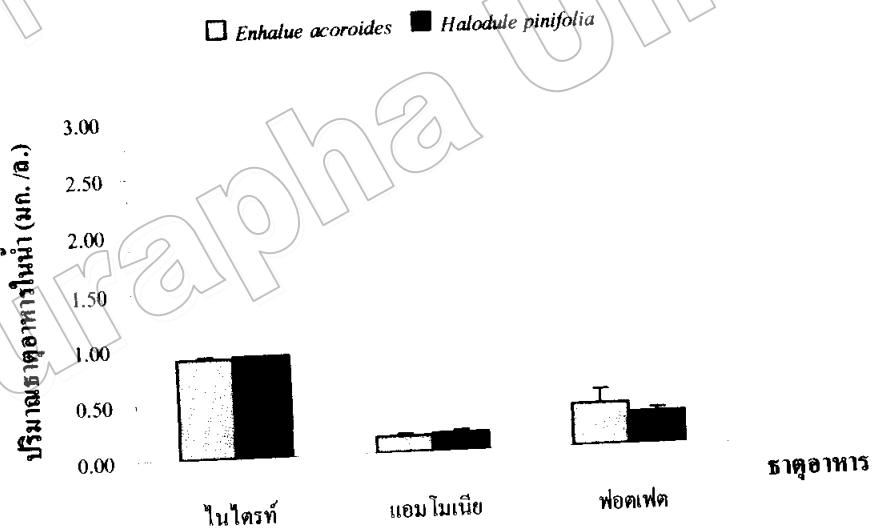
4.4.2 ปริมาณธาตุอาหารที่ระยะห่างจากฝั่ง

ไนไตรท์ในน้ำจากแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* มีค่าใกล้เคียงกันที่ระยะห่างจากฝั่งทุกระยะ โดยมีค่าระหว่าง 0.90 $\pm$ 0 ถึง 0.93 $\pm$ 0.01 มิลลิกรัม / ลิตร ยกเว้นที่ระยะห่างจากฝั่ง 600 เมตร หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าต่ำกว่า *Halodule pinifolia* (ภาพที่ 20)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

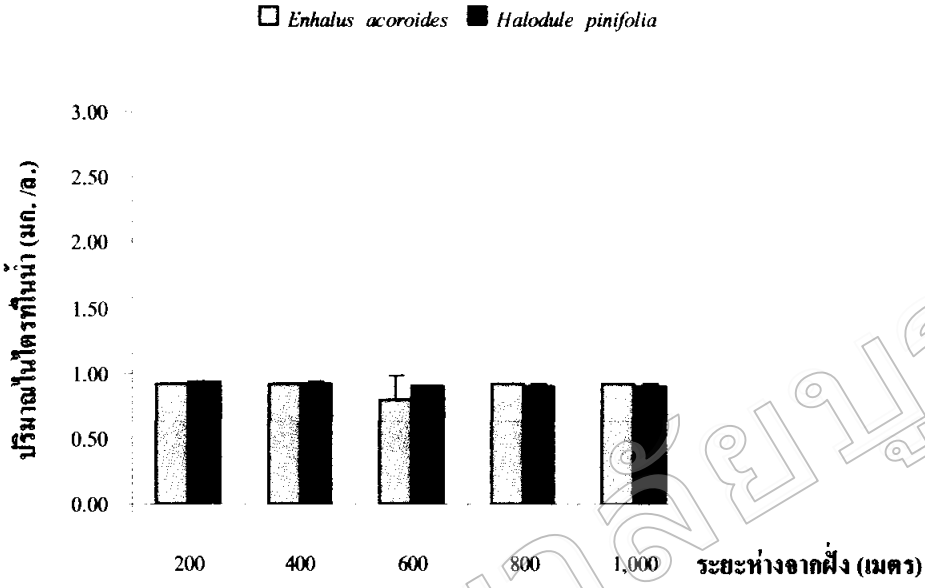
แอมโมเนียในแต่ละระยะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยน้ำจากแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 600 เมตร เท่ากับ 0.18 ± 0.1 มิลลิกรัม / ลิตรมีค่าระหว่าง 0.12 ± 0.14 ถึง 0.18 ± 0.1 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 800 เมตร มีค่าเท่ากับ 0.23± 0.14 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 0.12 ± 0 ถึง 0.23 ± 0.14 มิลลิกรัม / ลิตร (ภาพที่ 20)

ฟอสเฟตในน้ำแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 200 เมตร มีค่าเท่ากับ 0.48 ± 0.3 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าระหว่าง 0.23 ± 0.05 ถึง 0.48 ± 0.3 มิลลิกรัม / ลิตรส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากฝั่ง 1,000 เมตร เท่ากับ 0.39± 0.02 มิลลิกรัม / ลิตรมี ค่าระหว่าง 0.18 ± 0 ถึง 0.39 ± 0.02 มิลลิกรัม / ลิตร โดยระยะห่างจากฝั่งไม่มีผลต่อปริมาณฟอสเฟตในน้ำ (ภาพที่ 22)

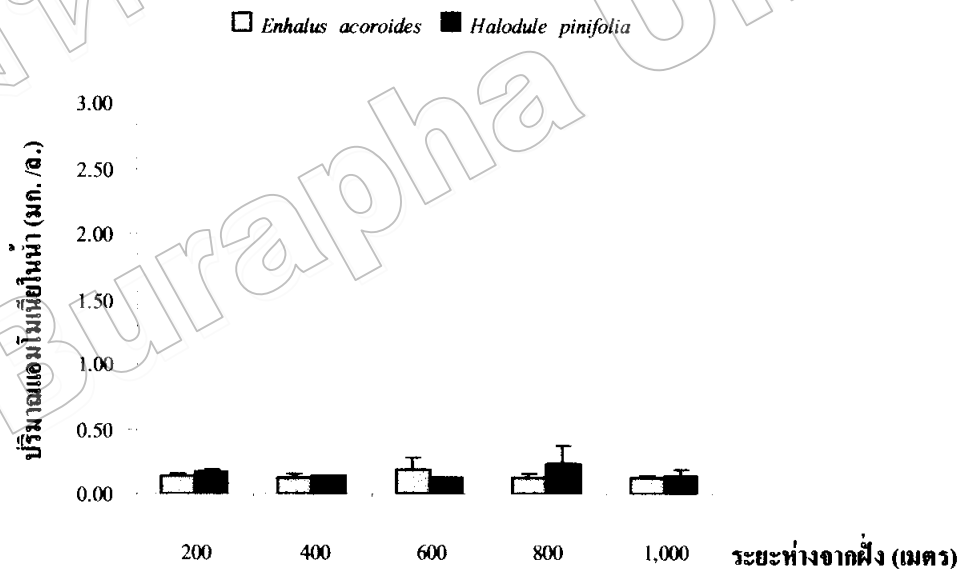


ภาพที่ 19 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia*

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

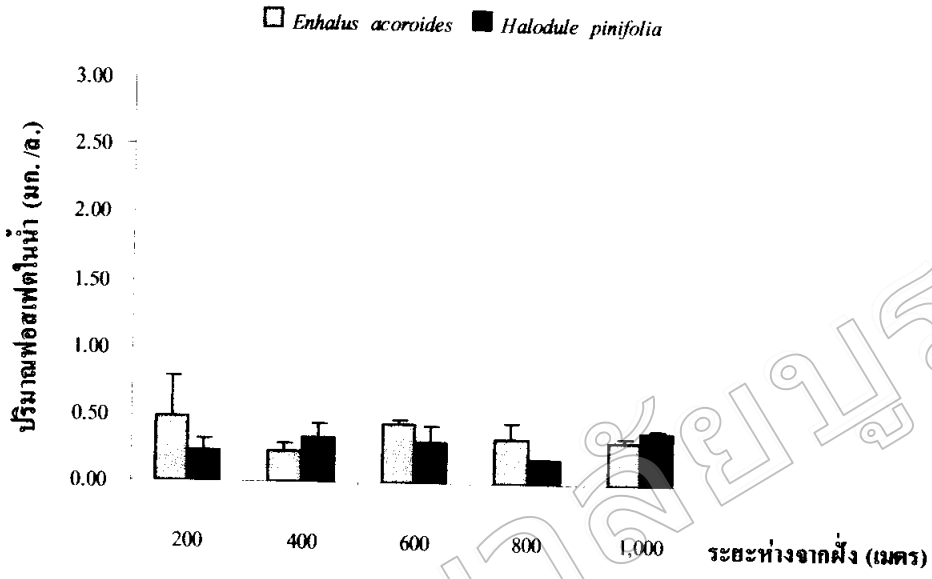


ภาพที่ 20 ปริมาณไนไตรท์ในน้ำจากแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร



ภาพที่ 21 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำจากแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 22 ปริมาณฟอสเฟตในน้ำจากแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำเบื้องต้นอ่าวคุ้งกระเบน ที่ระยะห่างจากฝั่ง 200, 400, 600, 800 และ 1,000 เมตร

Parameter	ระยะห่างจากฝั่ง				
	200 เมตร	400 เมตร	600 เมตร	800 เมตร	1,000 เมตร
pH	8.1	8.15	8.1	8.1	8.15
ความเค็ม (ppt)	28.5	29	29	30	30
อุณหภูมิ (°C)	29	28.8	28.5	28.5	28.5

ความเป็นกรดด่าง ความเค็ม อุณหภูมิ ของน้ำทะเลในแหล่งหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ที่ระยะห่างจากฝั่งระยะต่าง ๆ พบว่า ความเค็มมีค่าระหว่าง 28.5-30 ppt โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้น มีค่าสูงสุดที่ 800 และ 1,000 เมตร ส่วนอุณหภูมิมีค่าระหว่าง 28.5-29 องศาเซลเซียส จะลดลงเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่ 200 เมตร มีค่าเท่ากับ 29 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรดด่างมีค่าไม่แตกต่างกันมีค่าระหว่าง 8.1-8.15

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5
สรุป และอภิปรายผล

5.1 ความต้องการปริมาณธาตุอาหารของหญ้าทะเล

จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ในแหล่งหญ้าทะเล 2 ชนิด คือ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* โดยในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีปริมาณมากกว่าหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* (ภาพที่ 6)

ปริมาณไนโตรเจนใน *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 2.29 $\pm$ 0.04 เปอร์เซ็นต์ *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 2.05$\pm$ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.27 $\pm$ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.18$\pm$ 0.01 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 1.10 $\pm$ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 1.03$\pm$ 0.01 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 1.13 $\pm$ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.88$\pm$ 0.10 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมในหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.98 $\pm$ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.82$\pm$ 0.11 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด คือ ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากหญ้าทะเล สอดคล้องกับ ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2544) รายงานว่า ปริมาณความต้องการธาตุอาหารมีค่าใกล้เคียงกับธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล ดิน และน้ำ

ปริมาณไนโตรเจนในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 321.79 $\pm$ 82.33 มิลลิกรัม / ลิตร ปริมาณมากกว่าในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 237.44 $\pm$ 9.50 มิลลิกรัม / ลิตร หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีความต้องการปริมาณไนโตรเจนมากกว่า *Halodule pinifolia* จึงเจริญในดินที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง เนื่องจากต้นหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีขนาดใหญ่ รากชอนไชไปในดินได้ลึก (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2534) เมื่อต้นหญ้าทะเลชนิดนี้ตายลงจะสะสมอยู่ในดิน เมื่อย่อยสลายจะช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจน และธาตุอาหารอื่นๆในดิน และเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของต้นหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* ช่วยชะลอการไหลของกระแสน้ำทำให้เกิดการตกตะกอนของคอลลอยด์

(จิตติมา อายุตตะกะ, 2538) จึงช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร ดังนั้นดินบริเวณแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* จึงเป็นดินเลน และมีการสะสมของดินตะกอน สำหรับในแหล่งน้ำปริมาณไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ในแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.88 $\pm$ 0.03 มิลลิกรัม / ลิตร มีค่าใกล้เคียงกับในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.91 $\pm$ 0 มิลลิกรัม / ลิตร และแอมโมเนียในแหล่งหญ้าทะเล ชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.19 $\pm$ 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.16 $\pm$ 0.02 มิลลิกรัม / ลิตร แสดงให้เห็นว่าหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* ต้องการไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ส่วน *Halodule pinifolia* ต้องการไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ และไนเตรท ซึ่งไนโตรเจนมีช่วงของความเป็นประโยชน์ต่อพืชกว้าง โดยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะมีการสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปก่อนจึงสามารถถูกชะล้างได้ง่าย ดังนั้นในดินทั่วไปจึงมีไนโตรเจน ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชในธรรมชาติโดยปกติจะมีไนไตรท์อยู่น้อยซึ่งไนไตรท์มักถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรทโดยแบคทีเรียเพื่อให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ (คณิต ไชยาคำ และยงยุทธ, 2537) แต่เนื่องจากแหล่งที่ศึกษามีการทับถมของตะกอน และเก็บตัวอย่างน้ำที่พื้นน้ำซึ่งทำให้มีปริมาณไนไตรท์สูง ส่วนแอมโมเนียอยู่ในระดับปกติ (ดุสิต ตันวิลัย และคณะ, 2537) กล่าวว่าค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.075 – 1.463 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ พบว่าแอมโมเนียมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งเมื่อ pH สูง แอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นโดยปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเล ดิน และน้ำในแหล่งหญ้าทะเล ทั้ง 2 ชนิดและระยะห่างจากฝั่งแตกต่างกัน มีปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากธาตุอาหารดังกล่าวสามารถละลายในน้ำ และถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำทำให้แต่ละบริเวณมีปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 69.40 $\pm$ 4.92 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วนแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 69.95 $\pm$ 0.99 มิลลิกรัม/ลิตร ในแหล่งน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสในแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 0.37 $\pm$ 0.13 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วน *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 0.29 $\pm$ 0.03 มิลลิกรัม / ลิตร สำหรับระยะห่างจากฝั่งมีผลกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่ระยะห่างจากฝั่ง 400 เมตร มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมากที่สุด เนื่องจากดินอ่าวคุ้งกระเบนมีลักษณะเป็นด่างเล็กน้อย pH 8.00 $\pm$ 0 ถึง 8.3$\pm$0 ที่ระยะชายฝั่งเปลือกหอยจะถูกพัดพาไปสะสมที่บริเวณส่วนกลางของอ่าวซึ่งห่างจากชายฝั่ง จึงทำให้ระยะชายฝั่งมีธาตุแคลเซียมละลายอยู่ในดินน้อย ส่วนระยะห่างจากฝั่งมีแคลเซียมละลายอยู่ในดินมาก ซึ่ง pH เป็นตัวกำหนดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัส เมื่อ pH สูง ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยา

ตกตะกอนกับแคลเซียม แมกนีเซียม และเกลือคาร์บอเนตของธาตุทั้งสอง ทำให้ฟอสฟอรัสมีความเป็นประโยชน์น้อยลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) แต่ในแหล่งหญ้าทะเลมีการเน่าเปื่อยของซากพืช ซากสัตว์ และการตกตะกอนของตะกอนมากทำให้พบฟอสฟอรัสปริมาณสูงในดิน ส่วนที่ระยะห่างจากฝั่งไม่มีผลกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในน้ำ

ปริมาณโพแทสเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 243.34 ± 497.29 มิลลิกรัม / ลิตร แหล่งหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 194.08 ± 16.09 มิลลิกรัม / ลิตร มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำทุกระยะ เนื่องจาก pH ในดินสูง จึงมีปริมาณแคลเซียมสูง ทำให้แคลเซียมจะเข้าไปแทนที่โพแทสเซียมที่มีอยู่ในคอลลอยด์ดิน ทำให้โพแทสเซียมอยู่ในสารละลายดินมากขึ้นและถูกชะล้างได้ง่าย (นิยม, 2543) ระยะห่างจากฝั่งไม่มีผลกับปริมาณโพแทสเซียมทั้งในหญ้าทะเล และดิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

แคลเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 3755.90 ± 322.74 มิลลิกรัม / ลิตร ซึ่งมากกว่า *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 2704.73± 117.02 มิลลิกรัม / ลิตร ส่วนแสดงให้เห็นว่าหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีความต้องการแคลเซียม มากกว่าใน *Halodule pinifolia* เนื่องจากอ่าวคุ้งกระเบนเป็นชายฝั่งทะเลมีเปลือกหอยปะปนอยู่เป็นจำนวนมากจึงมีปริมาณแคลเซียมค่อนข้างสูง และในการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะห่างจากชายฝั่งกับปริมาณธาตุแคลเซียม พบว่าปริมาณแคลเซียมมีค่าสูงสุดที่ 1,000 เมตร

การที่ดินในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนมีสภาพเป็นค่อนข้างเป็นด่างเนื่องจากเป็นทะเล และมีเปลือกหอยสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะที่ระยะห่างจากฝั่งทำให้มีเกลือ และแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเพิ่มของ pH เนื่องจากแคตไอออนแลกเปลี่ยนได้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส

ในปฏิกิริยานี้ H^+ จะถูกดูดซับในคอลลอยด์ดิน ในสารละลายดินจึงมี Na^+ และ OH^- เพิ่มขึ้น pH จึงเพิ่มสูงขึ้น และสารประกอบพวก $CaCO_3$และ Na_2CO_3 เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส จะเกิดปฏิกิริยา

$$CaCO_3+H_2O <----------> Ca^{+2} + OH^- + HCO^-_3$$

โดย H^+ จากน้ำทำปฏิกิริยากับ $CaCO_3$ เกิด HCO^-_3 ส่วน OH^- จะไม่ทำปฏิกิริยากับ Ca^{+2} ดังนั้นสารละลายจึงเป็นด่าง ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของ $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ มักจะถูกจำกัดเนื่องจากสมบัติการละลายน้ำได้ยาก ทำให้ในดินมี pH ไม่สูงไปกว่า 8.0 – 8.2 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และแคลเซียมจะอยู่ในรูปอิสระ ทำให้พบปริมาณแคลเซียมในดินสูง

แมกนีเซียมในดินแหล่งหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีค่าเท่ากับ 400.82 ± 6.24 มิลลิกรัม / ลิตร *Halodule pinifolia* มีค่าเท่ากับ 424.87± 9.79 มิลลิกรัม / ลิตร ซึ่งแหล่งหญ้าทะเล

ทั้ง 2 ชนิดมีค่าใกล้เคียงกันแต่พบว่าถ้าในดินมีปริมาณมาก ในต้นหญ้าทะเลจะรับธาตุอาหารได้น้อย เนื่องจากแมกนีเซียมอยู่ในรูป $MgCO_3$ที่ละลายน้ำได้ยาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

สภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากในสภาพเป็นกรด ทำให้สมบัติของดินทางเคมีและชีวภาพจะถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช โดยมักไปมีผลกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร แต่ดินและน้ำ ในอ่าวคุ้งกระเบนมี pH ค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อยจึงมีปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม เพียงพอ เพราะถ้า pH ต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมคือ 5.5-8.5 จะทำให้ธาตุเหล่านี้ถูกชะล้างออกไปได้ง่าย

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในหญ้าทะเลพบว่า มีปริมาณมากกว่าในน้ำและในดินหลายเท่าและจากการพิจารณาลักษณะทางกายภาพ ชีวภาพของหญ้าทะเล ส่วนใหญ่อยู่ในน้ำ และน้ำมีการหมุนเวียนขึ้นลงตลอดเวลา และที่สำคัญหญ้าทะเลมีความพิเศษกว่าพืชบกคือ สามารถดูดแร่ธาตุจากทางราก ลำต้นและใบ เป็นสาเหตุให้หญ้าทะเลสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

5.3 การเพาะเลี้ยงหญ้าทะเลระบบ Hydroponics

การเพาะเลี้ยงต้นพืชในระบบ Hydroponics เป็นการปลูกโดยอาศัยการไหลของน้ำช่วยนำพาธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น N, P, K, Ca, และ Mg ไปให้ต้นหญ้าทะเลโดยเราสามารถที่จะควบคุมกำหนดชนิดของธาตุอาหารให้เหมาะสมกับหญ้าทะเลที่เราจะเพาะเลี้ยง และใช้น้ำได้อย่างคุ้มค่า ระบบปลูก Hydroponics สามารถเลือกวัสดุในการปลูกได้อย่างหลากหลายตามความเหมาะสม เช่น ทราย เพอร์ไรท์ ฟองน้ำ ใช้แทนดินเพื่อค้ำจุนต้นแทนดิน ช่วยรักษาความชื้นให้เหมาะกับการเจริญเติบโต สภาพอากาศในประเทศไทย ค่อนข้างร้อน แสงอาทิตย์ทำให้ภาชนะปลูกร้อน ทำให้ความร้อนเข้าสู่ระบบปลูกทำให้น้ำเลี้ยงพืชมีอุณหภูมิสูงส่งผลทำให้ต้นพืชอ่อนแอ เนื่องจากออกซิเจนละลายได้น้อย การศึกษาธาตุอาหารในหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด สามารถนำไปใช้ในการคำนวณสูตรเบื้องต้นในการเพาะเลี้ยงหญ้าทะเล ในระบบ Hydroponicsได้จากการที่หญ้าทะเลตามธรรมชาติ อยู่ในน้ำส่วนใหญ่ และน้ำมีการหมุนเวียนขึ้นลงตลอดเวลา เพื่อให้หญ้าทะเลได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ควรใช้การปลูกในสารละลายแบบหมุนเวียน DFT แบบท่อ เป็นวิธีที่ให้รากและใบ แช่อยู่ในสารละลายและให้สารละลายไหลผ่านอย่างต่อเนื่อง หญ้าทะเลเป็นพืชน้ำ และดูดธาตุอาหารทางใบได้ จึงควรให้ใบมีความชุ่มชื้นตลอดเวลา มณีรัตน์ หวังวิบูลกิจและคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของการปลูกพันธ์ไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*C. crispatula* var. balansae) ในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน พบว่าการปลูกพันธุ์ไม้น้ำแบบ DFT แบบท่อ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ ดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย

เพิ่มขึ้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือ 1.31 กรัมต่อต้น นงนุช เลหะวิสุทธิ์ และยุทธนา เกียรติธร (2548)ได้ทำการศึกษาสัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรท และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำชนิดเขาใบพายใหญ่ (*C. crispatula* var. balansae) ที่ปลูกในระบบ DFT โดยเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารที่มีสัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรทต่างกัน พบว่าการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำชนิดเขาใบพายใหญ่ (*C. crispatula* var. balansae) ที่ปลูกด้วยสารละลายธาตุอาหารที่มีสัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรท 10:90 ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งสามารถนำไปประยุคใช้ได้ โดยปริมาณธาตุอาหารที่ใช้มีค่าใกล้เคียงกับธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ในหญ้าทะเล ควรพิจารณาความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ความสมดุลของธาตุอาหาร และระดับธาตุอาหารที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บรรณานุกรม

กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, สุจิน ดีแท้ และวิทยา ศรีมโนภาษ. (2534). *อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของหญ้าทะเลในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณิต ไชยาคำ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. (2537). *แนวทางในการป้องกันเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา*. (อ้างโดย พิเชษฐ อั่งสกุล, 2544)

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐาน การวิเคราะห์ดิน พืช น้ำ และปุ๋ยเคมี. (2536). *วิธีวิเคราะห์ดิน*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตติมา อายุตตะกะ, สันติ สังข์ทอง และกมลพันธ์ อวัยวานนท์. (2535). *แหล่งหญ้าทะเลอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. กรุงเทพฯ: รายงานการประชุมสัมมนาประจำปี 2535. กรม ประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จิตติมา อายุตตะกะ. (2538). *ประชาคมหญ้าทะเล*. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. (2540). *ผลกระทบของน้ำทิ้งจากนากุ้งต่อคุณภาพดินและตะกอนในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดุสิต ตันวิลัย, คณิต ไชยาคำ, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และเชาว์ ศรีวิชัย. (2537). *การตรวจและติดตามคุณภาพน้ำและดินจากฟาร์เลี้ยงกุ้งกุลาดำ จังหวัดปัตตานี*. (อ้างโดย พิเชษฐ อั่งสกุล, 2544).

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และยุทธนา เกียรติธร. (2548).*สัดส่วนของแอมโมเนียต่อไนเตรท และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำชนิดเขาใบพายใหญ่ (C. crispatula var. balansae).*ดิน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

นพดล ค้าขาย. (2547). *โครงสร้างสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นิยม บุญพิคำ. (2543). *ปฐพีวิทยา*. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล. (2548). *วิเคราะห์น้ำ. เอกสารการสอนวิชาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. จันทบุรี มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี.

ปรีดา พากเพียร, พิชิต พงษ์สกุล และวิศิษฐ์ โชสิตกุล. (2536). *การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

รัตนา จินดาพล, กิตติมา ศิวะอาทิตย์กุล, รุ่งกานต์ กฤษณามระ และจุไร ทองมาก. (2544) *การศึกษาการพัดพาตะกอน ธาตุอาหารพืช และการทำนายน้ำท่าจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน*. วันที่ค้นข้อมูล 7 กุมภาพันธ์ 2549, เข้าถึงได้จาก http://www.ldd.go.th/new-hp/subweb/scd-web/new.html # new5 # new5.

มณีรัตน์ หวังวิบูลกิจ, นงนุช เหล่าหะวิสุทธิ์, อิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียติธร. (2548) *การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (C. crispatula var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2543). *ธาตุอาหารพืช*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ. (2538). *หญ้าทะเล*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมบัติ ภู่วชิรานนท์. (2537). *สถานภาพแหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : เอกสารเสนอในการประชุมเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการจัดการทรัพยากรชีวภาพชายฝั่งทะเลตามโครงการASEAN- Australia: Coastal Living Resources. จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 17-18 มิถุนายน 2537 สำนักงานนโยบายและสิ่งแวดล้อม.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. (2544). *การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช* . กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. (2532). *การศึกษาอัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลชนิดและ ที่ย้ายไปปลูกใหม่ ในสภาพท้องทะเลที่แตกต่างกัน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Den Hartog, C. (1964). *An approach to the taxonomy of the seagrass genus Halodule endl.* (Potamogetonaceae) Blumea 12 : 289 – 312.

Epstein, E. (1972). *Mineral Nutrition of Plants*. Principles and Perspective. Wiley, New York.

Gardner, F.P., B.R. Pearce and R.L. Mitchell. (1985). *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. U.S.A.

KiKuchi, T. and Peres, J.M. (1977). *Consumer ecology of seagrass bads*. New York. p. 147 – 194.

Lewmanomont, K. and Ogawa, H. (1995). *Common Seaweeds and Seagrasses of Thailand*. Faculty of Fisheries : Kasetsart University. p. 142 - 161.

Linnaens, C. (1753). *Species Plantarum*. Vol. 1. p.127.

Poovachiranon, S. and H. Chansang. (1994). *Community structure and biomass of Seagrass beds in the Andaman Sea*. I. Mangrove-associated Seagrass beds. Phuket mar. biol. Cent Res. Bull. 59: 53-64.

Poovachiranon, S. and Adulyanukosol. K. (1999). *Seagrass Community and Marine Algae in Thailand in: Proceeding of the 1th Korea – Thailand Joint Workshop on Comparison of*. Coast Environment; Korea – Thailand, (9-10 Sept 1994).

Sasaki, T. and H. Inone. (1985). *Studies on Fundamental Environment in Kung kaban Bay*. (pp 77 – 89). In Mangrove Estuarine Ecology in Thailand. Thailand – Japanese Cooperation Resouse Projection Mangrove Productivity and Development.

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1972). *A praetical handbook of seawater analysis*.Fieheries Researeh Board of Cauada Bull. (อ้างโดย เบี๊ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, 2548)

Sudara, S. Nateekanjanalarp, T. Thamrongravawat, S. and Satumcnatpan, S. (1989). *Site selection Surrey Report. The Gulf of Thailand*: Seagrass Community, ASEAN-Australia Cooperation Program on marine Science (pp 68.)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในหญ้าทะเล

ปรีดา พากเพียร และคณะ (2536)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์หาไนโตรเจน ตามวิธีของ Kjeldehl method

1. หลักการ

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การย่อยตัวอย่างพืช (digestion) เปลี่ยน N ในตัวอย่างให้เป็น NH_4^+ โดยการย่อยด้วย H_2SO_4 ที่เข้มข้น และ K_2SO_4 จะช่วยให้อุณหภูมิสูงขึ้น และใส่สารเร่ง catalyst ช่วยทำให้อินทรีย์วัตถุย่อยสลายเร็วขึ้นปกติใช้ประมาณ 1 กรัม

2. การกลั่น (distillation) กลั่น NH_3 ในของเหลวที่ย่อยด้วยด่างแล้วเก็บ NH_3ใน boric acid

3. การไทเทรต (titretion) ไทเทรต NH_3 ที่เก็บใน boric acid ด้วยกรดที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน

ปฏิกิริยาในข้อ 2 และ 3 คือ

$$NH_3 + H_3BO_3 \text{----------} > NH_4^+ + H_2BO_3^-$$

$$H^+ + H_2BO^- \text{----------} > H_3BO_3$$

2. อุปกรณ์

1. Analytical balance 4 ตำแหน่ง
2. Digestion apparatus
3. Digestion flask
4. Nitrogen distillation apparatus
5. Volumetric flask ขนาด 100 , 1000 ml
6. Cylinder
7. Volumetric pipet 10 , 25 ml
8. Buret

3. สารเคมี

1. Sulfuric acid (H_2SO_4)
2. Catalyst mixture : ผสม K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se อัตราส่วน 100 : 10 : 1
3. Sodium hydroxide (NaOH) 40 % : ละลาย NaOH 400 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เก็บในภาชนะไม่ให้ CO_2 เข้าได้
4. Mixed indicator : ละลาย bromcresol green 0.033 กรัม และ methyl 0.0165 กรัม ใน ethanal 50 ml
5. Boric acid-indicater solution 2 % ละลาย boric acid (H_3BO_3) ในน้ำร้อน ประมาณ 700 ml ทิ้งไว้ให้เย็นใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1000 ml (บรรจุ ethanal 200 ml แล้วเท Mixed

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

indicator 20 ml ลงไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วใช้ 0.05 N NaOH ค่อย ๆ หยดลงไปในสารละลาย ปรับ pH ประมาณ 5 แล้วทดสอบโดยการนำ สารละลายมา 1 ml ผสมกับ น้ำกลั่น 1 ml ทดสอบเรื่อย ๆ พร้อมกับปรับ pH ทดสอบสารละลายจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน แสดงว่าสารละลายมี pH เท่ากับ 5 แล้ว) ให้เติมน้ำกลั่น ให้ได้ 1 ลิตร

6. Standred sulfuric acid (H_2SO_4) 0.02-0.05 N

4. วิธีการ

1. การย่อยพืช : ชั่งตัวอย่างหญ้าทะเล หนัก 0.2000 กรัม ใส่ในหลอด เทลงไปอย่าให้หก ทำblank 2 หลอด เติม Catalyst ประมาณ 1 กรัม เติม conc. H_2SO_4 4 ml หมุนคอขวดรอบ ๆ แล้วนำไปวางบนเตา digest ค่อย ๆ ปรับเพิ่มอุณหภูมิที่ละ 50 °C ต่อ 1/2 ชั่วโมง จนถึง 300°C จนเป็นสารละลายใส ยกออกจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 10-20 ml ไปรอบ ๆ คอ หลอด ของเหลวจะร้อนขึ้น เมื่อของเหลวเย็น ปรับปริมาตร ให้ได้ 100 ml เขย่าให้เท่ากันทิ้งไว้จนดินตกตะกอน นำของเหลวใสข้างบนไปกลั่น ในการวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องทำ blank ด้วยทุกครั้ง

2. การกลั่น ริน H_2BO_4 ใส่ flask ขนาด 50 ml 5 ml วางรองรับของเหลวที่กลั่นได้ และดูดตัวอย่างที่กลั่นได้ใส่ distillation flask 25 ml เติมสารละลายด่าง Sodium hydroxide (NaOH) 40 % 10 ml ได้ของเหลวที่มีสีเขียว

3. การไทเทรต ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วย standard H_2SO_4 (0.02 N)สีเขียวกลับเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาณกรดที่ใช้ไทเทรต blank และตัวอย่าง

หมายเหตุ ก่อนกลั่น blank ให้ล้างเครื่องกลั่นให้สะอาดเสียก่อนโดยกลั่นน้ำกลั่นให้ได้ของเหลวประมาณ 50 ml

5. วิธีคำนวณ

$$\% N = (T-B) \times N\ (0.02) \times 14\ /1000 \times 1000\ /\text{wt. of sample} \times 100/25 \times 100$$

$$= (T-B) \times 0.56$$

T = ml กรดที่ใช้ titrate ตัวอย่าง

B = ml กรดที่ใช้ titrate blank

N = normality กรด

14 = equivalent weight ของไนโตรเจน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

1. หลักการ

สาเหตุที่รวมเอาวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในการวิเคราะห์เพราะว่าใช้วิธีการย่อยสลายจากตัวอย่างพืชวิธีเดียวกัน โดยการย่อยสลายด้วยกรดผสมไนตรนิกและเปอร์คลอริค

2. อุปกรณ์

1. Atomic absorbance spectrophotometer (AAS)
2. Spectophotometer
3. Beaker 100 ml
4. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
5. Erlenmeyer flask 50 ml
6. Cylinder 100 ml
7. Pipet 1 ,2 ,3 ,4 ,5 ,10 ml
8. เครื่องชั่ง (analytical balance)
9. Digestion apparatus
10. Digestion flask

3. สารเคมี

1.กรดผสม (mix acid) อัตราส่วน 5: 1 : 2

1.1 Nitric acid (65 %) NHO_3 1500 ml

1.2 Sulfuric acid (1 N) H_2SO_4 300 ml

1.3 Perchloric acid (70-75 %) $HClO_4$ 600 ml

2. Vanado-Molybdate free acid reagent

2.1 Amonium vanadate (NH_4VO_3) 1 กรัม

2.2 Pro- analysis ($(NH_4)6\ MO_7O_{27}.4\ H_2O$)

ละลายสารข้อที่ 2.1 กับน้ำร้อนประมาณ 200 ml และละลายสารในข้อ 2.2 ในน้ำกลั่น ผสมสารในข้อ 2.1และ2.2 เข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรให้ได้ 2000 ml

3. Strontiom (2%) Strontiom chloride hexahydrate ($SrCl_2.6H_2O$) 20 กรัม ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) pH 7 ละลาย NH_4OAc 77.08 กรัม ในน้ำกลั่น 900 ml ปรับ pH โดยใช้ Ammonium solution (NH_3) และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

4. วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างพืช 0.25 กรัม เติมกรดผสม 5 ml เข้าเครื่องย่อยปรับอุณหภูมิ

50 °C ประมาณ 1 ชั่วโมง

150 °C ประมาณ 1 ชั่วโมง

200 °C ประมาณ 2 ชั่วโมง หรือมากกว่าจนตัวอย่างใส

2. ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่นล้างพืชที่อยู่ข้างขวด ประมาณ 5- 10 ml ปล่อยให้เย็น (ทิ้งค้างคืน)

3. ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml (เก็บใส่ขวดพลาสติก)

4.1 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

1. ทำให้เกิดสีโดยเติม Vanado-Molybdate free acid reagent 5 ml : ตัวอย่าง 5 ml เขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 2000/นาที 30 นาที แล้วทำการวัดด้วยเครื่อง Spectophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 µm

2. เตรียม Standard 100 ppm P

Pipet Stock standard solution 100 ppm P จำนวน 0, 5, 10, 15, และ 20 ml ใส่ใน Volumetric flask 100 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml

Pipet standard solution 5 ml + Vanado-Molybdate free acid reagent 5 ml ได้ standard (0, 2.5, 5, 7.5, 10 ppm P)

4.2 การวิเคราะห์โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

1. ใช้ตัวอย่างจากการย่อยเหมือนฟอสฟอรัสโดยนำมาหาปริมาณโพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมโดยใช้ Atomic absorbance spectrophotometer (AAS)

2. วัดโพแตสเซียม และแมกนีเซียม ใช้น้ำตัวอย่าง 1 ml : Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) 4 ml วัดด้วยเครื่อง AAS ส่วน แคลเซียมเติม Strontiom (2%) ในอัตราส่วน 1:4 โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ml : Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) 7 ml : Strontiom (2%) 2 ml

5. วิธีคำนวน

$$\%P = \text{ppm for reading} \times 100/0.25 \times 1/10000 \times 3$$

$$= \text{ppm for reading} \times 0.12$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐาน การวิเคราะห์ดิน พืช น้ำ และปุ๋ยเคมี (2536)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวัดหา pH โดยใช้ pH meter

1. หลักการ

เป็นการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (potential) ที่เกิดขึ้นระหว่าง glass electrode กับ reference electrode โดยที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลาย แต่ความต่างศักย์ไฟฟ้าของ reference electrode จะคงที่

2. อุปกรณ์

1. pH meter
2. Beaker 100 ml
3. แท่งแก้ว

3. สารเคมี

1. pH 4 buffer solution : ละลาย 10.12 g enhydrous potassium biphthelate ($KHC_5H_4O_4$) ในน้ำกลั่นแล้วทำเป็น 1 ลิตร เก็บในตู้เย็น

2. pH 7 buffer solution : ละลาย 1.420 g enhydrous potassium dihydrogen phosplate (KH_2PO_4) และ enhydrous disodium hydrogen phosplate (NA_2HPO_4) สารเคมีทั้งสองตัวนี้ต้องอบที่ 110 - 130°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนละลายสารเคมีด้วยน้ำกลั่นที่ต้มเป็นเวลา 15 นาที และทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ Buffer solution pH 4 และ pH 7 อาจเตรียมจาก empule โดยตรงก็ได้

4. วิธีการ

ใช้ดิน : น้ำ 1:1 โดยใช้ดินผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5 มม. หนัก 20 กรัม ใส่ beaker ขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่น 20 ml ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ขณะทิ้งไว้ให้คนเป็นครั้งคราว ก่อนวัดต้องปรับ pH ด้วย pH 4 และ pH 7 ก่อนแล้วจึงดำเนินการวัด pH ของดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์หาไนโตรเจน ตามวิธีของ Kjeldehl method

1. หลักการ

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การย่อยตัวอย่างดิน (digestion) เปลี่ยน N ในตัวอย่างให้เป็น NH_4^+ โดยการย่อยด้วย H_2SO_4 ที่เข้มข้น และ K_2SO_4 จะช่วยให้อุณหภูมิสูงขึ้น และใส่สารเร่ง catalyst ช่วยทำให้อินทรียวัตถุย่อยสลายเร็วขึ้นปกติใช้ประมาณ 1 กรัม

การกลั่น

2. การกลั่น (distillation) กลั่น NH_3 ในของเหลวที่ย่อยด้วยด่างแล้วเก็บ NH_3 ใน boric acid

3. การไทเทรต (titretion) ไทเทรต NH_3 ที่เก็บใน boric acid ด้วยกรดที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน

ปฏิกิริยาในข้อ 2 และ 3 คือ

$$NH_3 + H_3BO_3 \text{ ----------> } NH_4^+ + H_2BO_3^-$$

$$H^+ + H_2BO^- \text{ ----------> } H_3BO_3$$

2. อุปกรณ์

1. Analytical balance
2. Digestion apparatus
3. Digestion flask
4. Nitrogen distillation apparatus
5. Volumetric flask ขนาด 100 , 1000 ml
6. Cylinder
7. Volumetric pipet 10 , 25 ml
8. Buret

3. สารเคมี

1. Sulfuric acid (H_2SO_4)
2. Catalyst mixture : ผสม K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se อัตราส่วน 100 : 10 : 1
3. Sodium hydroxide (NaOH) 40 % : ละลาย NaOH 400 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เก็บในภาชนะไม่ให้ CO_2 เข้าได้
4. Mixed indicator : ละลาย bromcresol green 0.033 กรัม และ methyl 0.0165 กรัม ใน ethanal 50 ml

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. Boric acid-indicater solution 2 % ละลาย boric acid (H_3BO_3) ในน้ำร้อน ประมาณ 700 ml ทิ้งไว้ให้เย็นใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1000 ml (บรรจุ ethanal 200 ml แล้วเท Mixed indicator 20 ml ลงไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วใช้ 0.05 N NaOH ค่อย ๆ หยดลงไปในสารละลาย ปรับ pH ประมาณ 5 แล้วทดสอบโดยการนำ สารละลายมา 1 ml ผสมกับ น้ำกลั่น 1ml ทดสอบเรื่อย ๆ พร้อมกับปรับ pH ทดสอบสารละลายจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน แสดงว่าสารละลายมี pH เท่ากับ 5 แล้ว) ให้เติมน้ำกลั่น ให้ได้ 1 ลิตร

6. Standred sulfuric acid (H_2SO_4) 0.02-0.05 N

4 วิธีการ

1. การย่อยดิน : ชั่งตัวอย่างดินซึ่งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.05 มม. หนัก 1.0 กรัม ใส่ในหลอด เทดินลงไปอย่าให้ดินหก เติม Catalyst ประมาณ 1 กรัม เติม conc. H_2SO_4 5 ml เขย่าเบา ๆ แล้วนำไปวางบนเตา digest ค่อย ๆ ปรับเพิ่มอุณหภูมิที่ละ 50 °C ต่อ 1/2 ชั่วโมง จนถึง 350°C จนดินเป็นสารละลายใสสีเขียวอ่อน ยกออกจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 10-20 ml ไปรอบ ๆ คอหลอด ของเหลวจะร้อนขึ้น เมื่อของเหลวเย็น ปรับปริมาตร ให้ได้ 100 ml เขย่าให้เท่ากันทิ้งไว้จนดินตกตะกอน นำของเหลวใสข้างบนไปกลั่น ในการวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องทำ blank ด้วยทุกครั้ง

2. การกลั่น รีน H_2BO_4 ใส่ flask ขนาด 50 ml วางรองรับของเหลวที่กลั่นได้ และดูดตัวอย่างที่กลั่นได้ใส่ distillation flask 25 ml เติมสารละลายด่าง Sodium hydroxide (NaOH) 40 % 10 ml ได้ของเหลวที่มีสีเขียว

3. การไทเทรต ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วย standard H_2SO_4 สีเขียวกลับเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาณกรดที่ใช้ไทเทรต blank และตัวอย่าง

หมายเหตุ ก่อนกลั่น blank ให้ล้างเครื่องกลั่นให้สะอาดเสียก่อน โดยกลั่นน้ำกลั่นให้ได้ของเหลวประมาณ 50 ml

5. วิธีคำนวณ

$$\% N = (T-B) \times N(0.02) \times 14 / 1000 \times 1000 / \text{wt. ของดิน} \times 100/25 \times 100$$

$$= (T-B) \times 0.0112$$

T = ml กรดที่ใช้ titrate ตัวอย่าง

B = ml กรดที่ใช้ titrate blank

N = normality กรด

14 = equivalent weight ของไนโตรเจน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส โดย Bray II

1. หลักการ

สกัดฟอสฟอรัสที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืชด้วยน้ำยาสกัด Bray II ซึ่งเป็นส่วนผสมของกรด HCl และ NH_4F จะสกัดอนินทรีย์ที่ละลายได้ง่ายในกรด ให้อยู่ในรูปของสารละลาย แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีทำให้เกิดสี

2. อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Analytical balance)
2. Beaker 100 , 250 , 1000 ml
3. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
4. Erlenmeyer flask 50 ml
5. Cylinder 100 ml
6. Pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml
7. Spectophotometer

3. สารเคมี

1. Ammonium fluoride (NH_4F) solution, 1 N :ละลาย NH_4F 37 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร เก็บในขวด polyethylene

2. Hydrochloric acid (HCl), 0.5 N : dilute conc. HCl 20.2 ml ด้วย น้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 500 ml

3. น้ำยาสกัด (extercting solution) 0.03 N NH_4F + 0.1 N HCl : ผสม 1 N NH_4F 30 ml กับ 0.5 N HCl 200 ml แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4. น้ำยา develop สี

4.1 ชั่ง Ammonium heptamolybdate ($(NH_4)_5.Mo_7O_{24}.4\ H_2O$) 12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 ml

4.2 ชั่ง Potassium antimony tartrate ($KSbO.C_4H_4O_5$) 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ml

4.3 H_2SO_4 5 N : dilute conc. H_2SO_4 (ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 96 %) 139 ml ในน้ำกลั่น 100 ml

4.4 เทน้ำยาในข้อ 4.1 และ 4.2 ในน้ำยาข้อที่ 4.3 แล้วทำให้เป็น 1ลิตร

5. Ascobic acid solution

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ละลาย Ascobic acid 1.056 กรัม ในน้ำยา develop สี 250 ml (สีเหลือง) สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง เก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

6. Stock standard solution, 50 ppm P

ละลาย KH_3PO_4 (GR อบที่ 105 °C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร

7. Standard solution, 5 ppm P

Pipet Stock standard solution 50 ppm P จำนวน 10 ml ใส่ใน volumetric flask 100 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml

4. วิธีการ

1. ชั่งดิน 3 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 50 ml เติมน้ำยาสกัด Bray II 30 ml เขย่า 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1

2. pipet Standard solution, 5 ppm P จำนวน 1, 2, 3, 4, และ 5 ml ใส่ใน Volumetric flask 25 ml เติม Ascobic acid solution 5 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 25 ml ได้ Standard solution ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 1 ppm P

3. pipet สารละลายที่กรองได้ 5 ml ใส่ใน Volumetric flask 25 ml เติม Ascobic acid solution 5 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 25 ml เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาทีจะได้สารละลายสีน้ำเงิน สีจะคงที่ 24 ชั่วโมง ถ้าสีมีความเข้มข้นมากหรือน้อยกว่าสารละลายมาตรฐานให้ลดหรือเพิ่มสารละลายตัวอย่าง

4. นำสารละลายไปวัดเทียบสีกับ Standard solution ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 1 ppm P ด้วยเครื่อง Spectophotometer ที่ ความยาวคลื่น 882

5. วิธีคำนวณ

$$\text{ppm P} = \text{ppm จาก curve} \times \frac{\text{Total volume}}{\text{ml of aliquot}} \times \frac{\text{ml ของน้ำยาสกัด}}{\text{wt. of soil}}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ โพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

1. หลักการ

สกัดโพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน ด้วยน้ำยาสกัด Ammonium acetate ซึ่งจะ ให้อยู่ในรูปของสารละลายและวัดโดยใช้เครื่อง Atomic absorbance spectrophotometer ที่ใช้หลักการใช้ความร้อนทำให้เกิดการแตกตัวเป็นอะตอมโดยใช้แก๊ส Air acetylene โดยมี Lame เป็นตัววัดโพแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

2. อุปกรณ์

1. Atomic absorbance spectrophotometer (AAS)
2. เครื่องชั่ง (Analytical balance)
3. Beaker 100 ml
4. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
5. Erlenmeyer flask 50 ml
6. Cylinder 100 ml
7. Pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml

3. สารเคมี

1. Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) pH 7 ละลาย NH_4OAc 77.08 กรัม ในน้ำกลั่น 900 ml ปรับ pH โดยใช้ Ammonium solution (NH_3) และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

2. Strontiom (2%) Strontiom chloride hexahydrate ($SrCl_2.6H_2O$) 20 กรัม ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

4. วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่าง 2.0 กรัม เติม Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) 20 ml

2. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 หรือเบอร์ 5 ใส่หลอดทดลอง

3. วัดโพแตสเซียม และแมกนีเซียม ใช้น้ำตัวอย่าง 1 ml : Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) 4 ml วัดด้วยเครื่อง AAS ส่วน แคลเซียมเติม Strontiom (2%) ในอัตราส่วน 1:4 โดยใช้น้ำตัวอย่าง 1 ml : Ammonium acetate (NH_4OAc (1 N)) 7 ml : Strontiom (2%) 2 ml

5. การคำนวน

$$\text{ppm K, Ca, Mg} = \text{ค่าที่ได้จากเครื่อง AAS} \times \text{dilution factor} \times \frac{\text{ml. สารสกัด}}{\text{wt. ตัวอย่าง}}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำ

Strickland and Parsons (1972) อ้างถึงใน เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล (2548)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ไนไตรท์ วิธี NED หรือการวัดสี

1. หลักการ

ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ไอออนของไนไตรท์จะทำปฏิกิริยากับกลุ่ม อะมิโนของ sulfanilamide ให้เกลือ ไดอะโซเดียม ซึ่งจะรวมตัวกับ NED [N-(1-Naphthyl)-Ethylenediamine Dihydrochloride]ที่ pH 2.0-2.5 เกิดสีเอโซ (Azo dye) ที่มีสีม่วงแดงสีที่ปรากฏเป็นไปตามกฎของเบียร์ วัดการดูดกลืนแสงที่ 543 nm

2. อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (analytical balance)
2. Beaker 100 , 250 , 1000 ml
3. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
4. Erlenmeyer flask 50 ml
5. Cylinder 100 ml
6. Pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml
7. Spectophotometer

3. สารเคมี

1. Sulfanilamide solution ละลาย 2.5 g Sulfanilamide ใน 25 ml ของกรดไฮโดรคลอริก และ น้ำกลั่น 150 ml จากนั้นเติมน้ำ จนได้ปริมาตร 250 ml (เก็บไว้ได้หลายเดือน)

2. N-(1-napthyl)-ethylenedramine dihydrochloride solution ละลาย 0.25 g (NNED)ในน้ำกลั่น 250 ml เก็บในขวดทึบ (เก็บไว้ได้เพียง 1 เดือน เตรียมใหม่เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล)

4. วิธีการ

1. นำน้ำตัวอย่าง 5 ml ใส่ Sulfanilamide solution 100 ml ทิ้งไว้ 2 นาที แต่ไม่เกิน 10 นาที จากนั้นเติม NNED 100 ml ทิ้งน้ำตัวอย่างไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

2. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 nm (นำค่าที่ได้ลบ blank ทุกครั้ง)

หมายเหตุ *การทำ blank ใช้น้ำกลั่นแทนสารเคมี*

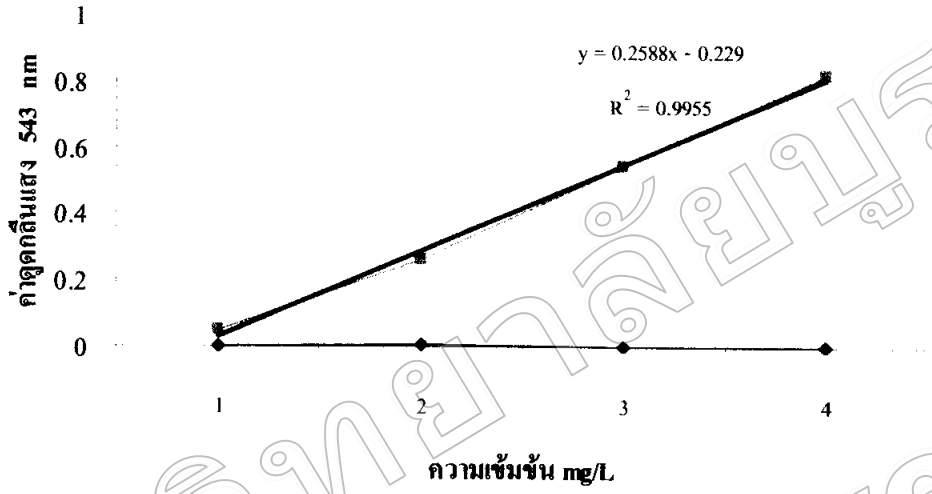
5. การทำกราฟมาตรฐาน

สารเคมี

1. nitrite standard stock solution นำโซเดียมไนไตรท์ อบแห้งที่ 110 องศาเซลเซียส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจากนั้นชั่ง โซเดียมไนไตรท์ 0.3450 g ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 ml จะได้ standard Ammonia ความเข้มข้น 100 mg/l NH4-N

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. nitrite working solution นำ nitrite standard stock solution 10 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml จะได้ nitrite working solution ความเข้มข้น 10 mg/l NH4-N



ภาพที่ 23 กราฟมาตรฐาน ไนไตรท์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์แอมโมเนีย ตามวิธีของ phenol-hypochlorite method

1. หลักการ

สารละลายด่างอ่อน (แอมโมเนีย) จะทำปฏิกิริยากับ hypochlorite ได้ monochloramine โดยเติม phenol และ nitroprusside ion (ทำตัวเป็น catalyze) และปริมาณ hypochlorite ที่เหลือจะเกิดสารพวก indophenol ซึ่งเป็นสีน้ำเงิน

2. อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Analytical balance)
2. Beaker 100 , 250 , 1000 ml
3. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
4. Erlenmeyer flask 50 ml
5. Cylinder 100 ml
6. Pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml
7. Spectophotometer

3. สารเคมี

1. phenol solution (เตรียมในตู้ควัน)ละลาย phenol 20 g ในเอทานอล 95 % จนได้ปริมาตร 200 ml

2. Sodium nitroprusside solution ละลาย Sodium nitroprusside 1 g ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 ml

3. Alkaline reagentละลาย 100 g sodium citrat และ sodium hydroxide 5 g ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 ml

4. Sodium hypochlorite Solution

5. Oxidizing Solution นำ Alkaline reagent 100 ml มาผสมกับ Sodium hypochlorite Solution 25 ml

4. วิธีการ

1. นำน้ำตัวอย่าง 12.5 ml ใส่ 1 ml phenol และ 1 ml nitroprusside Solution และ1.25 ml Oxidizing Solution ผสมให้เข้ากันจากนั้นปิดด้วยพาราฟิล์ม ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

2. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 nm (นำค่าที่ได้ลบ blank ทุกครั้ง)

หมายเหตุ การทำ blank ใช้น้ำกลั่นแทนสารเคมี

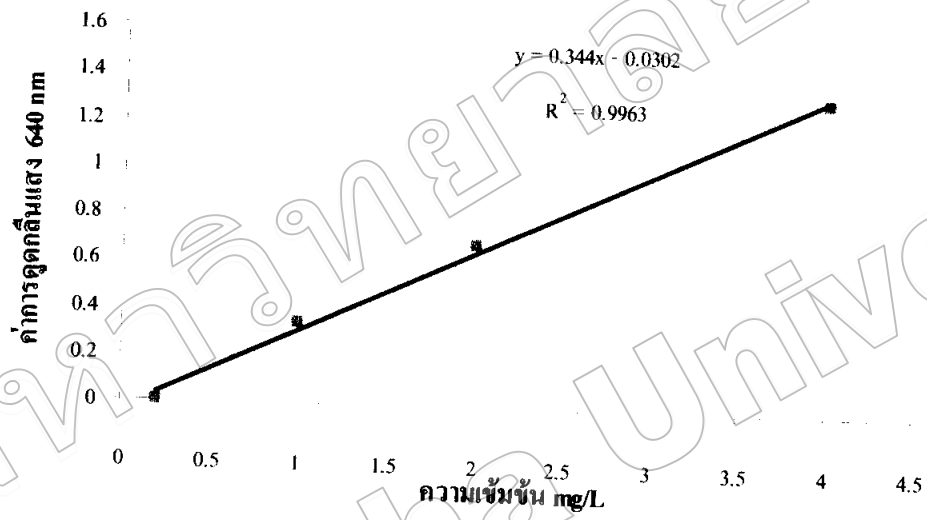
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. การทำกราฟมาตรฐาน

สารเคมี

1. Ammonia standard stock solution นำแอมโมเนียมคลอไรด์ อบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจากนั้นชั่งแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.3821 g ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 ml จะได้ standard Ammonia ความเข้มข้น 100 mg/l NH4-N

2. Ammonia working solution นำ Ammonia standard stock solution 10 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml จะได้Ammonia working solution ความเข้มข้น 10 mg/l NH4-N



ภาพที่ 24 กราฟมาตรฐาน แอมโมเนีย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ฟอสเฟต โดยวิเคราะห์ปริมาณ Reactive phosphorus

1. หลักการ

ฟอสเฟตรวมตัวกับแอมโมเนียมโมลิบเดท ภายใต้สภาวะเป็นกรด เกิดเป็นแอมโมเนียมฟอสโฟโมลิบเดท จะได้ตะกอนสีเหลือง

2. อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (Analytical balance)
2. Beaker 100, 250, 1000 ml
3. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
4. Erlenmeyer flask 50 ml
5. Cylinder 100 ml
6. Pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml
7. Spectophotometer

3. สารเคมี

1. Ammonium molybdate solution ชั่ง 7.5 g Ammonium molybdate solution ละลายในน้ำจนได้ปริมาตร 250 เก็บในขวดพลาสติกและไว้ในที่มืด

2. Sulfuric acid ใส่กรดซัลฟูริกเข้มข้นลงในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 400 ml เก็บไว้ในที่เย็นและในขวดแก้ว

3. Ascorbic acid ละลาย 13.5 g และ Ascorbic acid ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 250 ml เก็บในขวดพลาสติก

4. Potassium antimonyl-tartrate Solution ละลาย 0.34 g Potassium antimonyl-tartrate 0.34 g ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 250 ml

5. Mix reagent

-mix 100 ml Ammonium molybdate solution

250 ml Sulfuric acid

100 ml Ascorbic acid

50 ml Potassium antimonyl-tartrate Solution

เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทดลอง

4. วิธีการ

1.นำน้ำตัวอย่าง 25 ml ใส่ Mix reagent 2.5 ml ทิ้งไว้ 5 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 nm (นำค่าที่ได้ลบ blank ทุกครั้ง)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

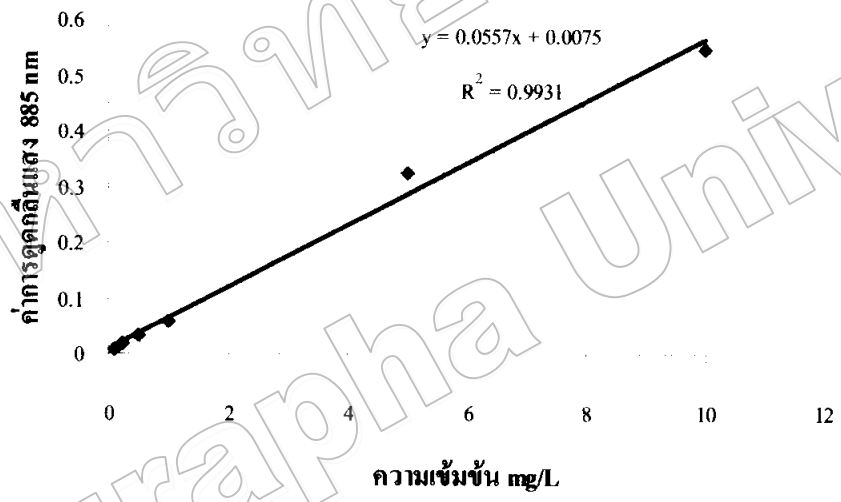
หมายเหตุ การทำ blank ใช้น้ำกลั่นแทนสารเคมี

5. การทำกราฟมาตรฐาน

สารเคมี

1. phosphate standard stock solution ชั่งโปแตสเซียมไดไฮโดรฟอสเฟต 0.4387 g ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 ml จะได้ standard phosphate ความเข้มข้น 100 mg/l PO4-P

2. phosphate working solution นำ phosphate standard stock solution 10 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml จะได้ phosphate working solution ความเข้มข้น 10 mg/l PO4-P



ภาพที่ 25 กราฟมาตรฐาน ฟอสเฟต

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1 / 5 1

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวศิริพร จวบบุญ
วัน เดือน ปี เกิด	13 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	จ. จันทบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	18/5 หมู่ 4 ต.สนามไชย อ.นายายอาม จ.จันทบุรี 22170
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนมัธยมท่าแคลง
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีทางทะเล) มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จันทบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University