การปลูกโกงกางใบใหญ่บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

PLANTING *Rhizophora mucronata* WITH THE BIOLOGICAL PELLETS BEHIND BAMBOO WAVE ATTENUATORS IN THA CHIN ESTUARY, SAMUT SAKHON PROVINCE

บุญรุ่ง ศรีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การปลูกโกงกางใบใหญ่บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

บุญรุ่ง ศรีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปลูกโกงกางใบใหญ่บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร Planting *Rhizophora mucronata* with the Biological Pellets behind Bamboo Wave Attenuators in Tha Chin Estuary, Samut Sakhon Province
ชื่อ-นามสกุล	นายบุญรุ่ง ศรีสุข
สาขาวิชา	ชีววิทยาประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, วท.ด.
ปีการศึกษา	2559

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ดลนภา แก้วภา, ปร.ด.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สราวุธ สังข์แก้ว, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์สายัณห์ สมฤทธิ์ผล, วท.ด.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, วท.ด.)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริแข พงษ์สวัสดิ์, วท.ด.)
วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปลูกโกงกางใบใหญ่บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร
ชื่อ – นามสกุล	นายบุญรุ่ง ศรีสุข
สาขาวิชา	ชีววิทยาประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, วท.ด.
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) ด้วยหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ระยะปลูกห่าง กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ผลการวิจัยพบว่าการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ที่ปลูกด้วยหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้นและจำนวนใบ เพิ่มมากกว่าการปลูกต้นโกงกางใบใหญ่ที่ไม่ใส่หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เท่ากับ 18.72, 18.68 และ 62.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การปรากฏรากค้ำยันของต้นโกงกางใบใหญ่ที่ปลูกด้วยหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดพบภายใน 8 เดือน และอัตราการรอดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณปลายรากของต้นโกงกางใบใหญ่ที่ปลูกด้วยหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีเส้นใยเชื้อราปฏิปักษ์เกาะอยู่ ซึ่งจะช่วยเร่งการย่อยสลายอินทรีย์สารในดินตะกอนเลน ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารหลักในดินตะกอนเลน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 57.62, 1.80 และ 15.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้โลหะหนักปนเปื้อนมีปริมาณลดลง 83.21 เปอร์เซ็นต์ และดินตะกอนเลนมีสภาพเป็นกลาง

ดังนั้น การปลูกต้นโกงกางใบใหญ่ด้วยหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นจึงควรได้รับการพัฒนาเพื่อทดแทนการปลูกแบบเดิมที่ไม่ใส่หัวเชื้อชีวภาพและเพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลนให้รวดเร็วขึ้น

คำสำคัญ: หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อัตราการรอด การเจริญเติบโต โกงกางใบใหญ่

Thesis Title	Planting *Rhizophora mucronata* with the Biological Pellets behind Bamboo Wave Attenuators in Tha Chin Estuary, Samut Sakhon Province
Name – Surname	Mr. Bunrung Srisuk
Program	Applied Biology
Thesis Advisor	Assistant Professor Sukhan Rattanaloeadnusorn, Ph.D.
Academic Year	2016

ABSTRACT

In this research, growth of *Rhizophora mucronata* with the biological pellets behind bamboo wave attenuators, a planting space of 1 meter length x 1 meter width in Tha Chin estuary, Khok Kham Sub-district, Muang District, Samut Sakhon Province was investigated.

The results indicated that the growth of *Rhizophora mucronata* grown with the biological pellets including plant height, growth at breast height (GBH), and the number of leaves were higher increased than that without the biological pellets, which were 18.72 %, 18.68 %, and 62.44 %, respectively. The prop roots of *Rhizophora mucronata* grown with the biological pellets were found within 8 months and their survival rates were 100 %. This is because the root tips *Rhizophora mucronata* grown with the biological pellets contained the mycelium of antagonistic fungi, accelerating decomposition of organic matters in the sediment which resulted in increase of macronutrients that were found in the sediment, namely nitrogen, phosphorus, and potassium to 57.62 %, 1.80 %, and 15.39 %, respectively. In addition, the contaminants of heavy metals were decreased to 83.21 %, and the sediment had neutral pH.

Therefore, planting *Rhizophora mucronata* with the biological pellets behind bamboo wave attenuators should be developed in order to replace the traditional method, which was not added with the biological pellets, and to fast increase the number of mangrove areas.

Keywords: biological pellets, survival rate, growth, *Rhizophora mucronata*

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จด้วยความกรุณาและอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ ที่ปรึกษาที่คอยให้ความรู้คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ดลนภา แก้วภา ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สราวุธ สังข์แก้ว และดร.สายัณต์ สมฤทธิ์ผล กรรมการสอบ ที่ให้ความกรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่ได้สนับสนุนสถานที่เก็บตัวอย่าง สถานที่รวมข้อมูลทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา คุณพ่อสันติและคุณแม่สำเริง ศรีสุข ผู้คอยอบรมสั่งสอนในสิ่งที่ดี คอยช่วยเหลือห่วงใย และเป็นกำลังใจที่ดีอย่างยิ่งตลอดเวลาจนทำให้การวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจและสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป และถ้าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

บุญรุ่ง ศรีสุข

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….. (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……. (4)

กิตติกรรมประกาศ…….. (5)

สารบัญ……... (6)

สารบัญตาราง…….. (8)

สารบัญภาพ……..…… (10)

บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์……...……. 12

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……...……. 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….....……. 15

2.1 ความรู้ทั่วไปและความหมายของป่าชายเลน…….……...…... 15

2.2 การกระจายของพื้นที่ป่าชายเลนของโลก…….……...…..……. 15

2.3 การกระจายของพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย…….……...…..…….. 15

2.4 พันธุ์ไม้ป่าชายเลน ……..…….. 16

2.5 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลน…….……...…..……. 16

2.6 การเจริญเติบโตกล้าไม้ป่าชายเลน…….....….....…. 20

2.7 วิธีและการจัดการป่าชายเลน…….……. 21

2.8 การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าชายเลน…….....….. 22

2.9 การตรวจติดตามทางชีวภาพ……..…….. 23

2.10 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลน (Mangrove Soil Fungi Biodiversity) ……...……...……...…… 23

2.11 การฟื้นฟูป่าชายเลนด้วยการบูรณาการเทคโนโลยี……...……. 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย……..…….…… 27

3.1 การศึกษาสภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด……..…… 27

3.2 การปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด.....…..... 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การตรวจติดตามทางชีวภาพและทางกายภาพหลังการปลูก
โกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด..... 31

3.4 การวิเคราะห์การเติบโตและเปรียบเทียบกับชุดควบคุม..... 33

3.5 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิความน่าเชื่อถือ (R2) 34

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล..... 35

4.1 สภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการ
ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด..... 35

4.2 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม
อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร..... 35

4.3 สภาพพื้นที่ศึกษาหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้
หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด. 48

บทที่5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 54

บรรณานุกรม..... 57

ภาคผนวก..... 63

ภาคผนวก ก 64

ภาคผนวก ข 76

ภาคผนวก ค 81

ประวัติผู้เขียน..... 90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 Model summery coefficient of Determination ของโกงกางใบใหญ่
ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด……..... 39

ตารางภาคผนวก

ตารางที่ 1 สภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด… 65

ตารางที่ 2 ตารางที่ 2 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม
จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2, 4 และ6 เดือน……... 66

ตารางที่ 3 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร
อายุ 2, 4 และ 6 เดือน…….…… 67

ตารางที่ 4 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น อายุ 12, 14 และ16 เดือน……... 68

ตารางที่ 5 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม
จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 24, 26 และ 28 เดือน……. 69

ตารางที่ 6 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม
จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 12, 14 และ 16 เดือน……..……... 70

ตารางที่ 7 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม
จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 24, 26 และ 28 เดือน…….…….. 71

ตารางที่ 8 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด
หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม
จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 24, 26 และ 28 เดือน…….…….... 72

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจการเติบโตโคกกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร..... 73

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินเลนหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร..... 74

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปริมาณธาตุอาหารหลักและปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินตะกอนเลน บริเวณดินตะกอนเลนแนวไม้ไผ่นาน 2 ปี..... 75

ตารางที่ 12 ค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน..... 77

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 พื้นที่ป่าชายเลน หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร…… 14

ภาพที่ 2.1 ลักษณะใบโกงกางใบใหญ่……..……...……..... 17

ภาพที่ 2.2 ลักษณะดอกโกงกางใบใหญ่…….……..…. 18

ภาพที่ 2.3 ลักษณะผลโกงกางใบใหญ่……...……...…….. 18

ภาพที่ 2.4 ลักษณะรากโกงกางใบใหญ่……...……...…. 19

ภาพที่ 3.1 นวัตกรรมหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดตามสิทธิบัตรสุกาญจน์ 2555 และหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด……..…… 27

ภาพที่ 3.2 การแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลนด้วย Dilution plate method ตามวิธีของ Prescott, 2002……..…… 28

ภาพที่ 3.3 การแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราด้วยวิธี Dilution plate method……..… 29

ภาพที่ 3.4 การทดสอบ Antagonistic test ด้วยวิธี Dual culture method (Muniaraj, 2008)..…….. 30

ภาพที่ 3.5 การติดหมายเลขต้น และวัดขนาดของลำต้น…… 32

ภาพที่ 3.6 วัดความสูง และนับจำนวนใบของโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด……..…..… 32

ภาพที่ 3.7 การวัดความเค็มของน้ำกร่อยพื้นที่แปลงศึกษา……... 33

ภาพที่ 4.1 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 6, 12 และ 24 เดือน……..…….... 39

ภาพที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด และไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม) บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6 , 12 และ 24 เดือน……... 41

ภาพที่ 4.3 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6 , 12 และ 24 เดือน…… 42

ภาพที่ 4.4 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด และไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม) บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น รูปสามเหลี่ยม อายุ 6 , 12 และ 24 เดือน……..….. 42

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.5 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ไม่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม) หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 24 เดือน…… 43

ภาพที่ 4.6 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6,12 และ 24 เดือน……..……..……..… 43

ภาพที่ 4.7 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น รูปสามเหลี่ยม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2 ปี……..……..……..… 44

ภาพที่ 4.8 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 1 ปี…… 45

ภาพที่ 4.9 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดบริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2 ปี…….. 45

ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณชุมชน และปากแม่น้ำท่าจีน อายุ 2 ปี……. 46

ภาพที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด และไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น…….. 46

ภาพที่ 4.12 อุณหภูมิ pH ของดินและน้ำกร่อยหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร……..……..…….. 50

ภาพที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร……..…….. 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่ป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ถูกกัดเซาะด้วยกระแสลมและกระแสคลื่นเป็นระยะทางประมาณ 17 เมตรต่อปี (ประสาร, 2554) ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดน้อยลงเรื่อยๆ ประกอบกับโรงงานอุตสาหกรรมมีการปล่อยมลสารประเภทโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และอินทรีย์สารจำพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน อื่นๆทำให้คุณภาพของน้ำกร่อยต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ของพันธุ์พืช สัตว์น้ำ และจุลินทรีย์ลดน้อยลง ปริมาณธาตุอาหารหลักธาตุรองและธาตุเสริมในรูปที่เหมาะสมต่ำ (Nutrients) สัตว์น้ำไม่มีแหล่งที่อยู่อาศัย (Habitat) ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ น้ำ ดิน อากาศ อื่นๆเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อมสูง (Pollution) (สุกาญจน์และคณะ, 2555) ประกอบกับในระบบนิเวศป่าชายเลนของประเทศไทยมีจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (Antagonistic microorganism) ได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย แอกติโนมัยซิส สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Trichoderma, Bacillus, Streptococcus,Cretonium* อื่นๆ ที่มีคุณสมบัติควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเร่งการย่อยสลายอินทรียสารจากวัสดุเหลือใช้และอินทรียสาร การชักนำการเจริญเติบโตของพืช การกำจัดโลหะหนัก การปรับสภาพความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์กับพืช ต่อมา สุกาญจน์และคณะ 2555 ศึกษาการทำงานของจุลินทรีย์ร่วมกับพืชแบบพึ่งพากัน การหลั่งเอนไซม์ celluase, peroxidase, Lactase, Ligase เพื่อย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน โปรตีน สารสกัดชีวนะ ฮอร์โมน การกำจัดโลหะหนัก การเพิ่มสารประกอบธาตุหลักธาตุรองและธาตุเสริมในรูปที่เหมาะสม การผลิตนวัตกรรมหัวเชื้อจุลินทรีย์บนสารอินทรีย์ ที่ผ่านกระบวนการทางชีวภาพ ในสภาวะที่เหมาะสม คือ หัวเชื้อราอัดเม็ด (Fungal Pellets) ตามสิทธิบัตรปี 2555 กล้าเชื้อรา (Inoculants Fungi) และหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (Biological Pellets) ตามสิทธิบัตรปี 2557 และนำนวัตกรรมหัวเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์นี้ไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปวัสดุป่าชายเลนสำหรับการเพาะ และปลูกพืชป่าชายเลนด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Bl.) แสมขาว (*Avicennia alba* Bl.) แสมทะเล (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) โดยการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ใส่ที่โคนต้นและรดน้ำพอชุ่มหรือวางต้นกล้าในที่มีน้ำท่วมถึง นาน 6 เดือน สามารถเพิ่มอัตราการรอด (ตาย) หลังจากปลูกในดินเลน บริเวณนากุ้งร้าง จังหวัดสมุทรสาครและบริเวณนากุ้งร้าง จังหวัดนครศรีธรรมราชได้สูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มการเติบโตของรากค้ำยัน ความ

สูง ขนาดลำต้น (GBH) และจำนวนใบที่กว้างและจำนวนมากขึ้น ลดระยะเวลาการปลูกป่าชายเลนบริเวณนากุ้งร้างจากปกติต้องใช้เวลานานถึง 10-15 ปี เหลือระยะเวลาเพียง 5 ปี (Lacambra, 2013, Rattanaloeadnusorn, 2015) ช่วยแก้ปัญหาและผลกระทบและเพิ่มการอนุรักษ์ป่าชายเลน หลังจากนั้น สุกาญจน์และคณะ (2558) นำนวัตกรรมหัวเชื้อจุลินทรีย์ไปเพาะต้นกล้าและปลูกพืชป่าชายเลน 8 ชนิด ได้แก่ พังกาหัวสุ่มดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Savig) ถั่วขาว (*Bruguiera cy*lindrica Bl.) โปรงแดง (*Ceriops tagal*s (Perr.) (C.B. Rob.) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koen.) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Bl.) แสมขาว (*Avicennia alba* Bl.) แสมทะเล(*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) บริเวณนากุ้งร้าง ตำบลขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าต้นกล้าที่เพาะและปลูกร่วมกับนวัตกรรมหัวเชื้อจุลินทรีย์ มีการเติบโตความสูง ขนาดลำต้น จำนวนใบ ดีกว่าไม่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ 2-3 เท่า การรอดตายมากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้พื้นที่ป่าชายเลนคืนสู่สมดุลธรรมชาติใช้ระยะเวลาการปลูกลดน้อยลง ต่อมาหลังการปลูกป่าชายเลนบริเวณนากุ้งร้าง จังหวัดสมุทรสาครนาน 5 ปี คณะนักวิจัยได้ทำการตรวจติดตามระบบนิเวศ (Monitoring) ปรากฏว่าความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราบนดินเลนและใบไม้ป่าชายเลน บริเวณนากุ้งร้าง ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราจากเดิม 8 ชนิดเพิ่มเป็น 43 ชนิด จำแนกจำนวนเชื้อราปฏิปักษ์ได้ 3 สกุลได้แก่ *Acremonium, Trichoderma, Gliocladium, Aspergillus, Mucor* ซึ่งเชื้อราปฏิปักษ์เหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ช่วยชักนำในการเจริญเติบโต เพิ่มการเติบโตของรากค้ำยัน เพิ่มขนาดลำต้น (GBH) จำนวนใบ ความสูง (Height) เพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ช่วยยับยั้งเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรค ช่วยปรับสภาพดินให้เป็นกลาง กำจัดโลหะหนักลด เพิ่มอัตราการรอดสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ทำให้พื้นที่นากุ้งร้างกลายเป็นระบบนิเวศป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติใช้เวลาประมาณ 5-6 ปี (Frank, 2005 สุกาญจน์, 2552 สุกาญจน์และคณะ, 2555 สุกาญจน์และคณะ, 2557) ซึ่งปกติการปลูกพืชป่าชายเลนโดยไม่ใช้นวัตกรรม ได้แก่ หัวเชื้อราอัดเม็ดและกล้าเชื้อราและหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปากแม่น้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช 6-7 ปี (อรวรรณ, 2546) และจากการศึกษาของ Lacambra, (2013) ต้องใช้เวลาฟื้นฟูป่าชายเลนบริเวณนากุ้งร้างนานถึง 10-15 ปี ความหลากหลายทางชีวภาพพืช สัตว์และเชื้อราเพิ่มขึ้น (สุกาญจน์และคณะ, 2559)

ประกอบกับใน ปี 2550 เครือข่ายชุมชน ได้แก่ ศูนย์เรียนรู้และปฏิบัติการฯ สถานีป่าชายเลนที่ 2 สมุทรสาคร กรมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและชายฝั่ง ได้ดำเนินการปักไม้ไผ่รูปสามเหลี่ยม ฝั่งตะวันออก ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ถูกกัดเซาะชายฝั่งทะเลทุกๆปีและชะลอความรุนแรงของกระแสคลื่น และช่วยเร่งให้เกิดการตกตะกอนของดินเลน ในระยะต่อมา

เครือข่ายได้ทำการปลูกต้นโกงกางใบใหญ่ที่ไม่ใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดและหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าการรอดต้นไม้โกงกางใบใหญ่บริเวณไม่มีแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น มีค่าการรอดต้นไม้โกงกางใบใหญ่เพียง 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในขณะที่การปลูกโกงกางใบใหญ่ด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ดและหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีค่าการรอดมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ (สุกาญจน์และคณะ, 2557 สุกาญจน์และคณะ, 2558) ดังนั้น นักวิจัยจึงทำการศึกษาการปลูกโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและการตรวจติดตามการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารหลัก และปริมาณโลหะหนักที่ปรากฏในดินเลน อุณหภูมิ ความเค็ม และค่า pH ของดินเลน บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ดังภาพที่ 1.1

วัตถุประสงค์

1.) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการปลูกโกงกางใบใหญ่ ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

2.) เพื่อตรวจติดตามทางชีวภาพและทางกายภาพ ก่อนและหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ภาพที่ 1.1 พื้นที่ป่าชายเลน หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปและความหมายของป่าชายเลน

สนิท (2542) ได้ให้ความหมายของป่าชายเลนป่าชายเลน (Mangrove forest หรือ Intertidal forest) หมายถึง สังคมพืชที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด (species) หลายสกุล (genera) และเป็นพืชที่มีใบเขียวตลอดปี กลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณปากแม่น้ำ ชายฝั่งทะเลหรืออ่าว บริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด ปัจจุบันพบว่าพันธุ์ไม้ป่าชายเลนประกอบด้วยพันธุ์ไม้สกุลโกงกางเป็นไม้สำคัญหลักและมีไม้สกุลอื่นปะปนอยู่ด้วย 81 ชนิด (สรายุทธและรุ่งสริยา, 2554) แต่ในอดีตพบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนเพียง 75 ชนิด (สนิท, 2542) การที่ความหลากหลายทางชีวภาพพืชป่าชายเลนแตกต่างกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณป่าชายเลนนั้นเอง

2.2 การกระจายของพื้นที่ป่าชายเลนของโลก

สนิท (2542) พื้นที่ป่าชายเลนของโลกทั้งหมดมีประมาณ 113,428,089 ไร่ ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในเขตร้อน 3 เขตใหญ่ คือ เขตร้อนแถบเอเชียพื้นที่ประมาณ 52,559,339 ไร่ หรือร้อยละ 46.4 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งโลก ประเทศที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในเขตร้อนเอเชีย และมากที่สุดของโลกด้วยคือประเทศอินโดนีเซียซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนถึง 26,568,818 ไร่ เขตร้อนอเมริกามีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดประมาณ 39,606,250 ไร่ หรือร้อยละ 34.9 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ในเขตร้อนอเมริกาประเทศที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุด และเป็นประเทศที่ป่าชายเลนมากเป็นที่สองของโลกซึ่งรองจากประเทศอินโดนีเซีย ได้แก่ ประเทศบราซิล โดยมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 15,625,000 ไร่ เขตร้อนอัฟริกามีพื้นที่ ป่าชายเลนน้อยที่สุดประมาณ 21,262,500 ไร่หรือร้อยละ 18.7 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ประเทศที่มีป่าชายเลนมากที่สุดในเขตร้อนอัฟริกา คือประเทศไนจิเรีย ซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลน 6,062,500 ไร่(สนิท (2542)

2.3 การกระจายของพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย

สนิท (2542) รายงานว่าพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทยซึ่งขึ้นอยู่กระจัดกระจายตามชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ รวม 23 จังหวัด โดยการแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม

Landsat-5(TM) มาตราส่วน1:50,000 เมื่อปี พ.ศ. 2539 พบว่าประเทศไทยมีป่าชายเลนรวมทั้งสิ้น 1,047,390 ไร่ จำแนกเป็นภาคตะวันออก 79,112.5 ไร่ ภาคกลาง 34,056.75 ไร่ และภาคใต้ ฝั่งอ่าวไทย 103,570.5 ไร่ ฝั่งอันดามัน 830,650.25 ไร่จังหวัดที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดของประเทศไทยได้แก่ จังหวัดพังงา 190,265.25 ไร่ รองลงมาได้แก่ สตูล 183,402.00 ไร่และกระบี่ 176,709.25 ไร่ (ธงชัย, 2539)

2.4 พันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ในประเทศไทยมีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลายชนิด ทั้งไม้ยืนต้นพวกกาฝาก เถาวัลย์และสาหร่าย ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีลักษณะทางกายวิภาคและสรีระคล้ายคลึงกัน และมีพันธุ์ไม้อยู่ถึง 35 วงศ์ 53 สกุล และ 74 ชนิด(สนิท, 2542) พันธุ์ไม้ที่เด่นและสำคัญส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Rhizophoraceaeโดยเฉพาะในสกุลไม้โกงกาง (*Rhizophora*) สกุลไม้โปรง (*Ceriops*) สกุลไม้ถั่ว Rhizophoracea สำหรับพันธุ์ไม้ในวงศ์ Sonneratia ได้แก่ ไม้ในสกุลลำพูและลำแพน(*Sonneratia*) พันธุ์ไม้ในวงศ์ Verbenaceae ได้แก่ สกุลไม้แสม (*Ayicennia*) นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ไม้ในวงศ์ Meliaceaeได้แก่ สกุลตะบูนและตะบัน (*Xylocarpus*) เป็นต้น (สนิท, 2542)

2.5 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลน

สังคมพืชในป่าชายเลนมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างไปจากสังคมพืชในป่าบกอื่นๆ อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมเป็นตัวการจำกัดที่สำคัญซึ่งทำให้พืชที่มีการปรับตัวมาโดยเฉพาะเท่านั้นจึงจะดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยพืชพวกนี้จำเป็นต้องมีการปรับตัวทั้งทางด้านสรีระและโครงสร้างโดยเฉพาะเมื่อต้องอยู่ในสภาพที่เป็นดินเลนลึกและจมอยู่ในน้ำเค็มที่ท่วมถึงเป็นประจำ พืชพวกนี้มีรากค้ำจุนจำนวนมากแตกออกบริเวณโคนต้น ทำหน้าที่พยุงลำต้นและยังทำหน้าที่หายใจด้วย เนื่องจากใต้ผิวดินลงไปมีออกซิเจนน้อยมาก ดังเห็นได้ชัดในพืชสกุลโกงกาง มีลักษณะรากค้ำจุนและทำหน้าที่หายใจ หรืออาจมีลักษณะรากความแตกต่างกันออกไป เช่น แทงขึ้นจากรากใต้ดินเป็นแท่งตรงซึ่งเห็นบริเวณรอบๆโคนต้น พบพืชสกุลแสม ลำพูและลำแพน แทงขึ้นมาบนพื้นดิน ลักษณะรากเป็นรูปหักงอคล้ายเข่า เช่น ถั่วขาว พังกาหัวสุม ฝาด และโปรงหรือมีลักษณะเป็นสันแบนบริเวณโคนต้นและทอดยาวคดเคี้ยวออกไปซึ่งเรียกว่า พูพอน (buttress) ซึ่งพบพืชสกุลตะบูน และโปรง พันธุ์ไม้ดังกล่าวพวกนี้มักมีผลที่เมล็ดงอกตั้งแต่อยู่บนต้นแม่ (vivipary) มีลักษณะแหลมยาวคล้ายฝัก เมื่อหล่นจากต้นแม่สามารถปักลงในดินเลน และพร้อมที่จะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

ลักษณะที่ปรับตัวเพื่อเจริญอยู่ได้ในน้ำเค็ม มีลักษณะคล้ายพืชทะเลทราย เนื่องจากไม่สามารถดูดน้ำกร่อยไปใช้ได้สะดวกอย่างน้ำจืด จึงต้องเก็บกักน้ำที่ดูดขึ้นไปได้ไว้ในลำต้นให้ได้มากที่สุด เห็นได้จากลักษณะของใบซึ่งมักมีคิวตินเคลือบหนา มีปากใบแบบจม และมักมีขนปกคลุมผิวใบทั้งนี้เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ บางชนิดมีการเก็บกักน้ำไว้ในเซลล์พิเศษของใบ ซึ่งทำให้ใบมีลักษณะอวบน้ำ เซลล์ของพืชในป่าชายเลนยังมีความเข้มข้นของเกลือแร่สูงกว่าเซลล์ปกติทั่วไป จึงมีต่อมขับน้ำเกลือทำหน้าที่ควบคุมความเข้มข้นของเกลือแร่ในเซลล์ พันธุ์ไม้ป่าชายเลน ได้แก่

2.5.1 โกงกางใบใหญ่ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์โกงกางใบใหญ่ เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางเหนือคอ ราก เมื่อโตเต็มที่ประมาณ 30 ซม. สูงประมาณ 20 - 30 เมตร เปลือกค่อนข้างเรียบ สีน้ำตาลเทา เปลือกในส้ม กระพี้สีเหลืองอ่อน แก่นสีน้ำตาล ลำต้นเปลาตรง ด้านรับแสงมีกิ่งก้านมาก

ใบ : เป็นชนิดใบเดี่ยว เรียงตัวแบบตรงข้ามกัน ใบแต่ละคู่จะออกสลับทิศทางกัน (Opposite decussate) รูปใบมน (elliptic) ค่อนไปทางรูปหอก ขนาดกว้าง 5 - 13 ซม. ยาว 8 - 18 ซม. ปลายใบแหลม (Acute) หรือเป็นติ่งแข็ง (Apiculate) ฐานใบสอบเข้าหากันคล้ายรูปลิ่ม (Cuneate) ก้านใบยาว 2.5 - 5.5 ซม. หูใบสีแดงเข้ม ยาว 5 - 9 ซม. หุ้มใบอ่อนไว้ หน้าใบมัน หลังใบเรียบเกลี้ยง หน้าใบสีเขียวอ่อน หลังใบสีเขียวอมเหลือง หลังใบมีจุดสีน้ำตาลเห็นได้ชัด

ภาพที่ 2.1 ลักษณะใบโกงกางใบใหญ่
ที่มา : http://www.biogang.net/biodiversity

ดอก : เป็นดอกช่อแบบ Cymes แต่ละช่อประกอบด้วยดอก 2 - 12 ดอก สีขาวอมเหลือง กลีบรอบกลีบดอกมี 4 กลีบ รูปไข่ โคนติดกัน กลีบดอกรูปใบหอก ยาวประมาณ 1 ซม. ขอบกลีบดอกมีขนยาวขึ้นปกคลุม เกสรตัวผู้มี 8 อัน ยาว 0.5 - 0.8 ซม.

ภาพที่ 2.2 ลักษณะดอกโกงกางใบใหญ่

ที่มา : http://www.biogang.net/biodiversity

ผล : เป็นผลแบบ Drupe baceous มีลักษณะเป็นทรงกลมคล้ายไข่ (conical ovoid) เป็นผลแบบที่งอกก่อนผลร่วง (Viviparous) โดยส่วนใต้ใบเลี้ยงในเมล็ด (Hypocotyl) จะงอกยื่นยาวออกมาคล้ายฝัก เมื่อผลแก่ส่วนคล้ายฝักนี้จะยาวประมาณ 36 - 90 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางส่วนที่โตที่สุดประมาณ 1.5 - 3 ซม.

ภาพที่ 2.3 ลักษณะผลโกงกางใบใหญ่

ที่มา : http://www.biogang.net/biodiversity

ราก : โกงกางใบใหญ่มีรากค้ำจุนขนาดใหญ่งอกจากลำต้นเป็นจำนวนมาก

ภาพที่ 2.4 ลักษณะรากโกงกางใบใหญ่

ที่มา : http://www.biogang.net/biodiversity

ลักษณะเนื้อไม้ : เนื้อไม้มีสีแดงถึงแดงแก่ เสี้ยนตรง สม่ำเสมอ เนื้อหยาบ แข็งและหนัก เลื่อยผ่าได้ง่าย ความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.20 มีความทนทานตามธรรมชาติ ตั้งแต่ 2 - 3 ปี (ในลักษณะไม้เสารั้ว) (สมาคมป่าไม้แห่งประเทศไทย, 2526)

การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ สรายุทธ และรุ่งสริยา บัวสาลี (2554) สนิท (2542)โกงกางใบใหญ่ พบมากทั่วไปตามริมคลอง หรือริมชายฝั่งทะเลที่มีน้ำเค็มท่วมถึงเป็นระยะเวลายาวนาน ชอบขึ้นในดินเลนปนทราย โดยโกงกางใบใหญ่มักขึ้นอยู่ในบริเวณชิดติดแม่น้ำ

การขยายพันธุ์ สรายุทธ และรุ่งสริยา (2554) สนิท (2542) การขยายพันธุ์ไม้ในสกุลโกงกาง ได้แก่ โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ มีการขยายพันธุ์ไม้โกงกางด้วยฝักโกงกาง โดยนำฝักไปปักในดินเลน แต่ในปัจจุบันทำการขยายพันธุ์ไม้สกุลโกงกางด้วยต้นกล้า โดยการเพาะต้นกล้าโกงกางในถุงพลาสติก ขนาด 5 - 8 เซนติเมตร ดินที่ใช้เพาะชำก็ใช้ดินบกผสมปุ๋ยคอก แต่ไม่ควรเป็นดินร่วนเกินไป เพราะหากดินร่วนเกินไปแล้วเวลานำต้นกล้าลงแปลงดินเลน จะทำให้รากขาดและได้รับการกระทบกระเทือนส่งผลให้ต้นกล้าตายได้ง่าย ต่อมาได้พัฒนาการขยายพันธุ์ไม้โกงกางด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนฝักโกงกางและพันธุ์ไม้ชนิดอื่น เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ก็ยังอยู่ในขั้นของการทดลองเท่านั้น ยังมิได้มีการนำมาใช้กันในการปฏิบัติแต่อย่างใด ต่อมาสุกาญจน์ (2559) ได้พัฒนาการขยายพันธุ์ไม้สกุลป่าชายเลน ได้แก่ สกุลโกงกาง สกุลแสม สกุลลำพู สกุลตะบูน สกุลโปรง สกุลถั่ว อื่นโดยการนำฝักหรือเมล็ดมาทำการเพาะต้นกล้าด้วยเทคนิคชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ด หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน พบว่าต้นกล้ามีการเติบโตของรากค้ำยัน ขนาดลำต้น จำนวนใบ ความสูง ดีกว่าการเพาะต้นกล้าโดยไม่ใช้เทคนิคชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ด หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน 2-3 เท่า และเมื่อนำต้นกล้าที่เพาะด้วยเทคนิค

ชีวภาพไปปลูกในดินเลนบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ บริเวณนากุ้งร้าง บริเวณดินเลนงอกใหม่ บริเวณดินเลนหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น อื่นๆ พบว่าต้นไม้ป่าชายเลนมีการเติบโตดีกว่าไม่ใช้เทคนิคชีวภาพ 2-6 เท่าและมีอัตราการรอด (ตาย) สูงถึง 95-100 เปอร์เซ็นต์ (สุกาญจน์และคณะ, 2558)

การเลือกเก็บฝักโกงกาง ควรเก็บฝักที่แก่และสมบูรณ์ไม่มีโรคหรือแมลงเข้าทำลาย ซึ่งฝักแก่สังเกตได้จากบริเวณรอยต่อของฝักกับผลจะมีปลอกสีขาวอมเหลืองหุ้มอยู่ หากมีขนาดยาวประมาณ 1 ซม. และเป็นสีเหลืองแสดงว่าฝักแก่สมบูรณ์แล้ว หรือการเก็บฝักที่ร่วงหล่นในน้ำ หากฝักแก่สมบูรณ์จะลอยน้ำ โดยปกติเมื่อเก็บฝักมาแล้วควรนำไปปลูกทันที แต่หากยังไม่พร้อมที่จะนำไปปลูกก็จะต้องเก็บรักษาฝัก ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ฝักที่เก็บไว้นานจะมีความสามารถในการงอกลดลงตามระยะเวลาที่เก็บและหากเก็บไว้นานจะมียอดและหนอนผีเสื้อเข้าทำลายฝัก

การเก็บรักษาฝักโกงกาง ควรเก็บไว้ในที่ร่มอย่าให้ถูกแสงแดดโดยตรง เพราะบริเวณที่โดยแสงแดดผิวของฝักจะแห้งเกรียม แมลงจะเข้าเจาะทำลายได้ ทำการรดน้ำทุกวันเช้า-เย็น หรือทำสถานที่เก็บฝักบริเวณที่น้ำท่วมถึงมีการขึ้นลงของน้ำตามธรรมชาติซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการรดน้ำ สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการเก็บรักษาคือ การเรียงฝักให้อยู่ในลักษณะตั้งตรงเสมอจะช่วยลดจำนวนฝักที่เสียหายลงได้ หากเรียงฝักในลักษณะซ้อนทับกัน ฝักที่อยู่ด้านล่างจะถูกน้ำหนักของฝักด้านบนทับทำให้การระบายอากาศและน้ำไม่ดี เป็นผลให้โรคหรือแมลงเข้าทำลายได้ หรือยอดอ่อนของฝักที่จะเจริญเติบโตเป็นลำต้นหักและตายได้

2.6 การเจริญเติบโตกล้าไม้ป่าชายเลน

บรรดิษฐ์ (2533) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตกล้าไม้โกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็ก พบว่าโกงกางใบใหญ่จะมีอัตราการเจริญเติบโตในระยะแรกดีกว่ากล้าไม้โกงกางใบเล็ก เนื่องจากมีขนาดฝักที่โตกว่า ทำให้กล้าไม้แข็งแรง สามารถแข่งขันกับวัชพืชและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้ดีกว่ากล้าไม้โกงกางใบเล็ก

นอกจากนี้ทนุวงศ์ (2536) ได้ทดลองนำฝักโกงกางใบใหญ่ จากจังหวัดระนอง ตรัง ตราด เพชรบุรี และนครศรีธรรมราช มาศึกษาการเจริญเติบโตทางความสูงในระยะ 3 เดือนแรก พบกล้าไม้จากจังหวัดระนอง เพชรบุรี นครศรีธรรมราช ตรัง และตราด มีความสูง 19.51, 17.20, 16.47, 15.03 และ 12.32 ซม. ตามลำดับ

การปรับปรุงพันธุ์ สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ของไม้ป่าชายเลนยังไม่ได้เริ่มทำกันอย่างจริงจัง ทั้งนี้เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตต่อเนื้อที่ของป่าชายเลนในอดีตมีค่อนข้างสูง จึงยังไม่เห็นความสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ แต่ในปัจจุบันผลผลิตต่อเนื้อที่ของป่าชายเลนเริ่มลดลง growing

stock ของป่าธรรมชาติลดลง สภาพป่าชายเลนเสื่อมโทรมลง รวมถึงเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน เพราะต้องการผลตอบแทนในระยะสั้น การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าชายเลนโดยเฉพาะพันธุ์ไม้โกงกางจึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ

จากการสัมปทานทำไม้ที่ผ่านมา แสดงให้เห็นถึงความล้มเหลวของการจัดการป่าชายเลนในอดีต แม้ว่าจะมีการจัดระบบการตัดฟันแบบตัดหมดในแนวสลับ (Clear cutting with alternate strip) จึงยังผลให้ป่าชายเลนสัมปทานเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วไม้ที่เหลือในป่าหลังการสัมปทาน จึงเป็นไม้ที่ลักษณะไม่ดี มีการเจริญเติบโตช้า เนื่องจากมีความจำเป็นต้องปลูกป่าชายเลน (โดยเฉพาะโกงกาง) เพื่อฟื้นฟูสภาพแวดล้อมชายฝั่งทุกปี จึงจำเป็นต้องใช้ฝักโกงกางที่หาได้ในท้องที่ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่การเจริญเติบโตของป่าชายเลนธรรมชาติไม่ดีนัก ฉะนั้นจึงควรมีการทบทวนและให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าชายเลน เพื่อปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของสวนป่าชายเลนในอนาคต

2.7 วิธีและการจัดการป่าชายเลน

สรายุทธและรุ่งสริยา (2554)) สนิท (2542) ความรู้เกี่ยวกับวิธี และการจัดการเป็นขั้นตอนที่จำเป็นต่อการปลูกไม้โกงกางใบใหญ่ ทั้งนี้เพื่อให้กล้าไม้ที่ปลูกมีอัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตดี รวมทั้งเพิ่มผลผลิตของสวนป่าให้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีที่ควรปฏิบัติดังนี้

2.7.1 การกำจัดวัชพืช วัชพืชที่สำคัญที่ทำอันตรายให้สวนป่าโกงกางใบใหญ่ชะงักการเจริญเติบโต ได้แก่ เหงือกปลาหมอ ปรงทะเลและเป้ง การกำจัดก็อาจทำได้โดยการถางหรือตัดออก ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดและให้ผลมากที่สุด แต่อาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ

2.7.2 การปลูกซ่อม การปลูกซ่อมจะกระทำเมื่อกล้าไม้ที่นำไปปลูกเกิดมีอัตราการรอดตายต่ำกว่าร้อยละ 80 หลังจากการแผ้วถางวัชพืชต้องรีบดำเนินการปลูกซ่อมต้นที่ตายให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อให้กล้าไม้ที่นำไปปลูกซ่อมใหม่สามารถเจริญเติบโตทันต้นไม้ที่ปลูกครั้งแรก

2.7.3 การขุดแพรก ถือเป็นเรื่องสำคัญในกรณีที่ปลูกสร้างสวนป่าชายเลนในบริเวณที่น้ำทะเลท่วมไม่ถึง หรือท่วมถึงบ้างบางครั้งเมื่อช่วงน้ำทะเลขึ้นสูงสุดเท่านั้นในบริเวณดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการขุดแพรก ขนาดและความลึกของแพรกขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ สภาพพื้นที่และระดับน้ำขึ้นลงในพื้นที่แต่ละแห่งนั้น ๆ การขุดแพรกก็เพื่อให้น้ำทะเลได้มีโอกาสท่วมพื้นที่ปลูกไม้โกงกางนั่นเอง ทั้งนี้เพราะว่าการเจริญเติบโตของไม้โกงกางหรือไม้ป่าชายเลนส่วนใหญ่จะต้องอาศัยน้ำทะเลช่วยในการเติบโต

2.7.4 การลิดกิ่งและการตัดสางขยายระยะ เป็นเรื่องสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตสวนป่าไม้โกงกาง การลิดกิ่งควรจะดำเนินการได้เมื่อสวนป่าโกงกางมีอายุได้ 5 - 6 ปี และการตัดสางขยายระยะควรจะกระทำเมื่ออายุ
9 - 10 ปี

2.7.5 แมลงและศัตรูธรรมชาติ สัตว์ที่เป็นศัตรูกับสวนป่าไม้โกงกางที่สำคัญ ได้แก่ ปูแสม ซึ่งทำอันตรายให้กับไม้โกงกางมาก โดยเฉพาะในระยะที่ต้นโกงกางอยู่ในระยะต้นอ่อน วิธีการกำจัดนั้นอาจจะทำได้โดยการคอยตรวจดูแต่ต้องเสียเวลามาก วิธีการป้องกันปูแสมโดยใช้ถุงพลาสติกห่อโคนฝักโกงกางก่อนปลูก ซึ่งพบว่า สามารถลดอันตรายจากการทำลายจากปูแสมลงถึง 50% แต่ทั้งนี้ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้จะมีพวกมอดและแมลงกัดฝักไม้โกงกางและทำอันตรายต้นอ่อนด้วย

2.7.6 ลิง เป็นสัตว์อีกประเภทหนึ่งที่พบว่าทำอันตรายสวนป่าโกงกางมากในท้องที่บางแห่ง โดยการถอนต้นหรือฝักโกงกางหมด ซึ่งเรื่องนี้ก็ต้องคอยตรวจตราอยู่เป็นประจำเช่นเดียวกัน

2.8 การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าชายเลน

ประโยชน์ของไม้โกงกางใบใหญ่ อาจจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

2.8.1 การใช้ทำฟืนและถ่าน ผลผลิตไม้จากป่าชายเลนส่วนใหญ่ (80 - 90%) นำไปผลิตฟืนและถ่าน โดยเฉพาะไม้โกงกางทั้งโกงกางใบใหญ่ และโกงกางใบเล็ก เนื่องจากให้ความร้อนสูงและนาน โดยให้ค่าความร้อนประมาณ 6,600 - 7,200 แคลอรี่/กรัม มีขี้เถ้าน้อย และไม่มีสะเก็ดไฟเวลาใช้ถ่านไม้โกงกางเป็นถ่านที่มีคุณภาพดีเป็นที่นิยมของผู้ใช้โดยทั่วไป

2.8.2 การทำไม้เสาเข็ม และไม้ค้ำยันเพื่อกิจกรรมต่างๆ นอกจากเนื้อไม้จะใช้เผาถ่านแล้ว ยังใช้ทำเสาเข็ม และไม้ค้ำยันเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดี เนื่องจากไม้โกงกางมีลักษณะเปลาตรง มีความแข็งและความเหนียว

2.8.3 การสกัดแทนนินเปลือกของไม้โกงกางทั้งโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่เป็นแหล่งของแทนนิน และฟีนอลธรรมชาติที่มีราคาถูกที่สุด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ทำหมึก ทำสี ยา ใช้ในการฟอกหนัง และใช้ทำกาวสำหรับติดไม้

2.8.4 ประโยชน์ด้านสมุนไพร เปลือกใช้ต้มน้ำรับประทานเป็นยาสมาน แก้ท้องร่วง คลื่นเหียนอาเจียน แก้บิดเรื้อรัง ใช้เป็นยารักษาภายนอก โดยใช้เปลือกต้มน้ำล้างบาดแผลเรื้อรัง เปลือกตำพอกห้ามโลหิตในบาดแผลได้ดี หรืออาจใช้ใบอ่อนเคี้ยวให้ละเอียดพอกบาดแผลสดได้

2.8.5 การใช้ประโยชน์อื่น ๆ เนื้อไม้โกงกางมีคุณสมบัติที่สามารถนำมาแปรรูปเพื่อใช้ในการก่อสร้าง ทำเฟอร์นิเจอร์และเครื่องมือเครื่องใช้ได้

2.9 การตรวจติดตามทางชีวภาพ

จุลินทรีย์เชื้อราป่าชายเลนจริยาและคณะ (2550) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลน เชื้อราในระบบป่าชายเลนเป็นเชื้อราชั้นสูงที่มีวงจรชีวิตสมบูรณ์ ภายใต้สภาวะที่มีความเค็ม คือ สามารถเจริญเติบโตสร้างเส้นใยและสืบพันธุ์ ภายใต้สภาวะที่มีความเค็ม เรียกว่า ราทะเล (Marine fungi) ราทะเลเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถพิเศษโดดเด่น เนื่องจากลักษณะพิเศษขององค์ประกอบของเซลล์บางประการที่ไม่พบในเชื้อรากลุ่มอื่นๆทั้งยังมีการสังเคราะห์กลีเซอรอล (glycerol) ขึ้นเพื่อให้สามารถย้ายสารประกอบไอออนต่างๆ เข้าออกจากเซลล์ได้อย่างสมดุลทำให้เจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง นอกจากนี้มีการสร้างสารโพลิออล(polyol) ในไซโทพลาสซึมของเซลล์ เพื่อป้องกันเอนไซม์ถูกทำลายในสภาวะความเค็มสูงๆ ด้วยราทะเลมีความใกล้ชิดทางสายสัมพันธ์กับเชื้อราชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่บนบก มีสมมติฐานที่ยืนยันได้ด้วยข้อมูลทางพันธุกรรมว่าราทะเลอาจมีบรรพบุรุษร่วมกับเชื้อราบนบก และเมื่อเวลาผ่านไปราทะเลก็ค่อยๆ ปรับตัวและวิวัฒนาการลงสู้ทะเล ในเวลาต่อมาเราพบราทะเลได้ทั่วไปบนวัสดุธรรมชาติชนิดต่างๆ เช่น ซากกิ่งไม้ ฝัก และ เมล็ดพืช ใบไม้ ราก ไม้ผุ ๆ บนสาหร่ายทะเล หญ้าทะเลหรือแม้กระทั่ง บนเม็ดทรายเล็กๆ ที่อยู่ในบริเวณริมชายฝั่งทะเล ป่าชายเลน และบริเวณปากอ่าว เป็นต้น ราทะเลประกอบด้วยรากลุ่มแอสโคไมโคตา (Ascomycota) เบสิดิไอไมโคตา(Basidiomycota) ที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Anamorphic fungi) โดยพบเชื้อราแอสโคไมโคตามากที่สุดประมาณ 81 เปอร์เซ็นต์ ของราทะเลชั้นสูงทั้งหมด เชื้อราแอสโคไมโคตาส่วนใหญ่มีสปอร์รูปร่างแปลกตาสวยงาม มีรยางค์หรือเมือกหุ้มรอบตัว ราทะเลมีความสำคัญโดยตรงในระบบนิเวศทางทะเล จัดเป็นผู้ย่อยสลายซากอินทรีย์สารตัวสำคัญ เนื่องจากมีความสามารถในการย่อยเซลลูโลส ลิกนิน และลิกโนเซลลูโลสได้หากไม่มีราทะเลกลุ่มนี้ วัสดุทางธรรมชาติที่อยู่ในทะเลก็คงไม่มีการย่อยสลายไป ราทะเลช่วยควบคุมความสมดุลในห่วงโซ่อาหาร เพื่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆจะได้ใช้ประโยชน์จากซากอินทรีย์สารที่ได้จากการย่อยสลายนั้นๆต่อไป

2.10 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลน (Mangrove Soil Fungi Biodiversity)

โสภนา (2544) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลน บริเวณจังหวัดระนอง พบเชื้อราดินเลนทั้งหมด 101 ชนิด เช่น *Penicilliun* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Lulworthia* sp. และ *Dictyosporium* sp.

สุกาญจน์ (2550) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลนที่ช่วยในการย่อยสลายใบโกงกางใบเล็กและแสมขาว และดินเลน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบเชื้อราที่ช่วยในการย่อยสลายใบโกงกางใบเล็กและแสมขาว จำนวน 33 ชนิด เชื้อราดินเลนปฏิปักษ์ 19 ชนิด เช่น *Aspergillus niger*, *Trichoderma* sp. และ *Penicillium* sp.

สุกาญจน์ (2555)ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลนหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่และแสม บริเวณนากุ้งร้าง ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่และแสมจำนวน 43 ชนิด และศึกษาคุณสมบัติเชื้อราเหล่านั้นทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมี เกี่ยวกับคุณสมบัติในการชักนำการเติบโต การเพิ่มภูมิคุ้มกันพืช การเร่งการย่อยสลายอินทรียสาร การกำจัดปริมาณโลหะหนัก การปรับสภาพดินเลน การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักรองและเสริม อื่นๆ นอกจากนี้นักวิจัยได้นำเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพดีไปดำเนินการผลิตเป็นนวัตกรรมหัวเชื้อจุลินทรีย์ในรูปต่างๆ ได้แก่ หัวเชื้อราอัดเม็ด กล้าเชื้อรา หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ที่ได้มาตรฐานกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2556 สำหรับการพัฒนาการเพาะและปลูกพืชป่าชายเลนร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ทดแทนการปลูกพืชป่าชายเลนโดยไม่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ผสมของจุลินทรีย์ราแบคทีเรียและแอกติโนมั้ยซิสมีประสิทธิภาพดีที่สุด ส่วนหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ หัวเชื้อจุลินทรีย์รา หัวเชื้อจุลินทรีย์แบคทีเรีย และแอกติโนมั้ยซิส ตามลำดับ

สุกาญจน์ (2557-2559) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลนหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่และแสมร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ดินตะกอนเลน บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น 7 ปีและ 9 ปี ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร พบความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อรา 13 ชนิด และนำจุลินทรีย์ราแบคทีเรียและแอกติโนมั้ยซิสไปผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนตามมาตรฐานกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2556 สำหรับการนำไปแปรรูปวัสดุป่าชายเลนให้อยู่ในรูปสารประกอบที่เหมาะสมสำหรับรากพืชดูดไปใช้ในเร่งการเติบโตอย่างรวดเร็วขึ้น เหมาะสำหรับการเพาะและปลูกพืชป่าชายเลนร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน ทำให้พืชป่าชายเลนมีการเติบโตของรากขนาดลำต้น ความสูง มวลชีวภาพมากกว่าการปลูกป่าชายเลนโดยไม่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน 6.3 เท่า

Kongkamol Sukhan (2001) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราดินเลนบนซากใบโกงกางใบเล็กและแสมขาว บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบเชื้อราดินเลน 49 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นเชื้อรา Subdivision Deuteromycotina genus เช่น *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. และ *Penicillium* sp.

2.11 การฟื้นฟูป่าชายเลนด้วยการบูรณาการเทคโนโลยี

Roslan Hashim (2010) ศึกษาการฟื้นฟูป่าชายเลนในมาเลเซีย บริเวณหลังแนวเขื่อนหินที่มีการทิ้งหินกันคลื่นและเร่งการตกตะกอนดินเลน แล้วนำต้นกล้าอายุ 6 เดือนที่เพาะชำในใยมะพร้าวลงปลูกในพื้นที่วิจัย พบว่าพืชมีอัตราการรอด 30 และมีค่าใช้จ่ายที่สูงสำหรับการเพาะต้นกล้าไม้ในใยมะพร้าว และเมื่อนำไปลงปลูกในพื้นที่กลับมีอัตราการรอดที่ต่ำไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เสียไป ดังนั้นควรทำการเพาะต้นกล้าพืชสำหรับการฟื้นฟู โดยใช้ดินเลนผสมใยมะพร้าวน่าจะเหมาะสมและดีกว่าเฉพาะใยมะพร้าวอย่างเดียว

Toe Toe Aung (2013) ศึกษาการฟื้นฟูป่าชายเลนในพม่า บริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำอิระวดี ปรากฏว่าพันธุ์ไม้ป่าชายเลนมีการฟื้นตัว พบว่าพืชที่มีระบบรากค้ำจุน(prop root) ในสายพันธุ์ Rhizophoraceae ได้แก่ พังกาหัวสุม (*B. sexangula*) และโกงกางใบเล็ก (*Rhizophoraceae apiculata*) มีความอ่อนไหวต่อการถูกรบกวนของธรรมชาติ ในขณะเดียวกันถ้าทำการฟื้นฟูโดยไม่ใช้พืชสายพันธุ์ Rhizophoraceae ได้แก่ แสมจะพบว่ามีความความยืดหยุ่นและมีความทนทานต่อกระแสคลื่นและกระแสลมได้ดีกว่า

Hai Ren (2009) ศึกษาการฟื้นฟูป่าชายเลนในสาธารรัฐประชาชนจีนด้วยสายพันธุ์พืช *Sonneratia apetala* ที่นำมาจากต่างถิ่น และสายพันธุ์โกงกางในท้องถิ่น *K. candel* พบว่าสายพันธุ์โกงกางในท้องถิ่น *K. candel* จะเจริญเติบโตดีกว่าสายพันธุ์ต่างถิ่น (*S. apetala*) เพราะสายพันธุ์โกงกางมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทนเค็ม ต้นสูง ระบบสืบพันธุ์ที่ดีและการปรับให้เข้ากับโครงสร้างป่าชายเลนและแหล่งที่อยู่อาศัยได้ดีกว่า *S. apetala* นอกจากนี้นักวิจัยได้ศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณ การจัดเก็บคาร์บอนในชีวมวลระหว่างโครงสร้างของการปลูกป่าชายเลนเชิงเดี่ยวและป่าชายเลนผสม โดยใช้พืช 2 ชนิด ได้แก่ *S. caseolaris* และ *S. apetala* พบว่ามีการแข่งขันการเติบโตที่รุนแรงระหว่างพืชสองชนิด โดยที่ *S. apetala* อายุ 25 เดือน มีอัตราการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วกว่า *S. caseolaris* และพบว่าการจัดเก็บคาร์บอนในชีวมวลต่ำกว่าเมื่อทำการปลูกพืชเชิงเดี่ยว แต่จะมีการจัดเก็บคาร์บอนในชีวมวลสูงในการปลูกพืชป่าชายเลนผสม ดังนั้นควรทำการฟื้นฟูด้วยการปลุกพืชป่าชายเลนผสม เพื่อเพิ่มการจัดเก็บคาร์บอนในชีวมวลให้มากขึ้น

สุกาญจน์และคณะ (2555) ศึกษาการพัฒนาการเพาะและปลูกพืชป่าชายเลนเพื่อการฟื้นฟูป่าชายเลนด้วยเทคนิคทางชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ด บริเวณนากุ้งร้าง ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ตั้งแต่ปี 2550 ถึงปัจจุบัน และศึกษาประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันของเชื้อราปฏิปักษ์ในการชักนำการเจริญเติบโตต้นกล้า การควบคุมเชื้อราก่อโรค การเร่งการย่อยสลายสารอินทรียสารและอนินทรียสารให้กลายเป็นธาตุอาหารหลัก อื่นๆ หลังจากนั้นจึงทำการเพาะและปลูกป่าต้นกล้าไม้ด้วยหัวเชื้อรา

อัดเม็ด ได้แก่ ต้นโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) โกงกางใบเล็ก แสมขาว แสมทะเล ตะบูนขาว บริเวณนากุ้งร้าง ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร และศึกษาวิจัยเพื่อตรวจติดตามดัชนีการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและกายภาพ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณธาตุอาหารหลัก การร่วงหล่นเศษซาก การย่อยสลาย และปริมาณโลหะหนักที่ปรากฏในพื้นที่ดินป่าชายเลน บริเวณนากุ้งร้าง ปากแม่น้ำท่าจีน เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตด้วยหัวเชื้อราอัดเม็ด พบว่าการรอดตายของต้นกล้าไม้สกุลโกงกาง สกุลแสม สกุลตะบูน สูงมากกว่า 95 เปอร์เซนต์ ลำต้นและรากของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนสามารถดักจับตะกอนเลน การเจริญเติบโตของรากค้ำยันใช้เวลาเพียง 8 เดือน การเจริญเติบโตความสูง ขนาดลำต้นและจำนวนใบ ดีกว่าการไม่ใช้หัวเชื้อราอัดเม็ด ประมาณ 2-3 เท่า

สุกาญจน์และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัยการเพาะและปลูกป่าชายเลนร่วมกับนวัตกรรมหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณนากุ้งร้าง ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม สมุทรสาคร และตรวจติดตามเกี่ยวกับดัชนีทางชีวภาพและกายภาพและวิเคราะห์ข้อมูลทางคณิตศาสตร์เชิงซ้อน เพื่อสร้างโมเดลการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน (Mangrove of restoration Model) สำหรับการคาดคะเนถึงแนวโน้มการเติบโตและการทำงานของโครงสร้างในระบบนิเวศป่าชายเลน (Structure and Function of Ecosystem) บริเวณนากุ้งร้างร่วมกับหัวเชื้อราอัดเม็ด ซึ่งการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อราอัดเม็ดตามโมเดลการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน มีประโยชน์คือลดระยะเวลาในการฟื้นฟูป่าชายเลนให้เหลือเพียง 5-6 ปี และลดจำนวนครั้งการตรวจติดตามป่าชายเลน จากที่ต้องตรวจติดตามป่าชายเลนตลอดทั้งปีให้เหลือเพียง 2-3 ครั้ง โดยนักวิจัยเพียงนำค่าดัชนีความสูง(H) ของพืชที่วัดได้ ไปแทนค่าในสมการหามวลชีวภาพ ก็จะทำให้ทราบข้อมูลการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ และคาดคะเนช่วงระยะเวลาการเข้าสู่สถานภาพสมดุลธรรมชาติ สำหรับนำพื้นที่ป่าชายเลนหลังการฟื้นฟูเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของความหลากหลายพืชสัตว์น้ำและจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เพิ่มการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ในการดำรงชีพของมนุษย์ และการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล อื่นๆ

สุกาญจน์และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยการเพาะและปลูกป่าชายเลนร่วมกับนวัตกรรมหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณนากุ้งร้าง อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ต้นโกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก แสมทะเล พังกาหัวสุ่มดอกแดง ถั่ว โปรงแดง ตะบูนขาว ตะบูนดำ อื่นๆ สามารถเติบโตดีกว่าไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด 4.3 เท่า อัตราการรอดตายมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับสภาพดินเลนให้เหมาะสมต่อการเติบโต ลดปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเลนหลังการปลูกพืชร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด 30-50 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) พื้นที่ศึกษา ขนาด 10 x 10 เมตร เพื่อศึกษาการปลูกโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) ที่เพาะและปลูกร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ดังภาพที่ 3.1 และการตรวจติดตามทางชีวภาพ การเจริญเติบโต ได้แก่ การเติบโต ปริมาณธาตุอาหารหลัก และปริมาณโลหะหนักที่ปรากฏในดินเลน บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ภาพที่ 3.1 นวัตกรรมหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดตามสิทธิบัตรสุกาญจน์ 2555 และหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

3.1 การศึกษาสภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

3.1.1 การเก็บตัวอย่างดินเลนและการแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลน

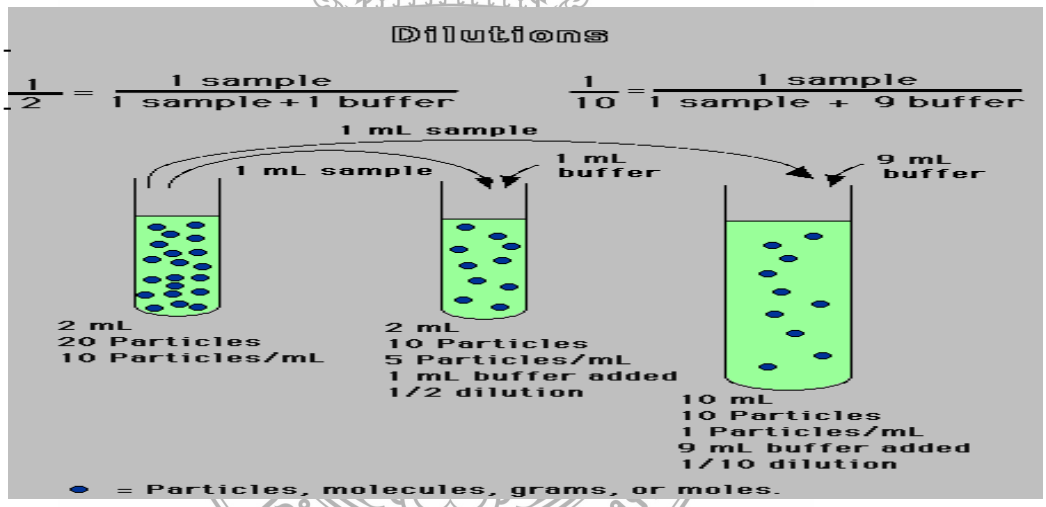
การแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลน ด้วยวิธีทางอ้อม (Indirect method) ด้วยวิธี Dilution plate method ตามวิธีของ Prescott, 2002 ดังนี้ ดังภาพที่ 3.2, 3.3

- ชั่งตัวอย่างดินเลนปริมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 9 มิลลิลิตร ทำการผสมดินเลนและน้ำกลั่นให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า Vortex
- ทำการเจือจางหรือลดความเข้มข้นของตัวอย่างดินเลน โดยค่าการเจือจางเป็นสัดส่วนของตัวอย่างต่อปริมาตรทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ค่าการเจือจาง 9 ส่วน รวมกับตัวอย่าง 1 ส่วน ดังนั้นค่า Dilution Factor และ ค่า Total dilution factor ดังสูตร

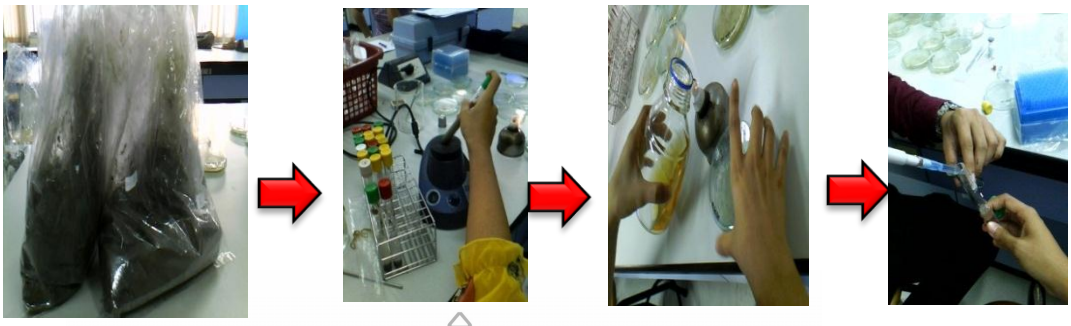
$$\text{Dilution Factor} = \frac{\text{Volume of sample}}{\text{Total Volume of (sample + diluent)}}$$

Total dilution factor = previous dilution of tube X dilution of next Container

- ทำการเจือจางน้ำดินเลนด้วยไมโครปิเปตดูด 1 มิลลิลิตร โดยทำการเจือจางตั้งแต่ 10^{-1} ถึง 10^{-7}
- ดูดน้ำตัวอย่างดินเลนที่ระดับความเจือจาง 10^{-7} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ในจานเพาะเชื้อ
- เททับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) แกว่งและเขย่าเบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 ซ้ำ
- บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ถ่ายรูปและแยกเชื้อราบริสุทธิ์ เพื่อศึกษารายละเอียดต่อไป



ภาพที่ 3.2 การแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลนด้วย Dilution plate method ตามวิธีของ Prescott, 2002



ภาพที่ 3.3 การแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราด้วยวิธี Dilution plate method

3.1.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของของเชื้อรา

- ทำ wet slide เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของเชื้อรา โดยเขี่ยเส้นใยเชื้อราบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน วางบนสไลด์ที่หยด Lacto phenol
- ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
- บันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา ได้แก่ สปอร์ ก้านชูสปอร์ ศึกษาลักษณะเส้นใย หรือสี ผนังกั้นระหว่างเส้นใยมีผนังกั้นหรือไม่มี ผนังกั้น เพื่อการจำแนกสกุลเชื้อราตามหนังสือ Dichotomous key ดร. วิจัย รักวิทยาศาสตร์

3.1.3 การเก็บรักษาเชื้อราบริสุทธิ์

1. เขี่ยเส้นใยเชื้อราที่บริสุทธิ์บนอาหาร ย้ายใส่ในขวด vial ที่มีบนอาหาร PDA 2-3 ขวด/ชนิด
2. บ่มเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเชื้อราสร้างสปอร์เต็มที่ เททับด้วยพาราฟินเหลวที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว หนาประมาณ 2 เซนติเมตร
3. บันทึกสกุล ชนิดเชื้อรา วันที่เก็บ ชื่อผู้เก็บที่ข้างขวด
4. เก็บรักษาเชื้อราบริสุทธิ์ ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.1.4 การทดสอบ Antagonistic test ด้วยวิธี Dual culture method (Muniaraj, 2008)

วางแผนการทดลองแบบ RBC (Randomized Completed Block Design) ศึกษาประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์สกุล *Trichoderma* ในการยับยั้งเชื้อราบริเวณป่าชายเลน ด้วยวิธี dual culture ตามวิธีของ Muniaraj, 2008 ภาพที่ 3.4

- เขี่ยเชื้อราป่าชายเลน(Pathogen (P) วางให้ห่างขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร วางเชื้อราปฏิปักษ์(Antagonistic fungi (A) แนวตรงกันข้ามกับเชื้อรา ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน
- วัดความยาวรัศมี (R) ของโคโลนีในชุดทดสอบ(R2)และชุดควบคุม(R1)
- นำข้อมูลที่ได้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต (Percent Inhibition of Radial : %PIRG) โดยสูตร

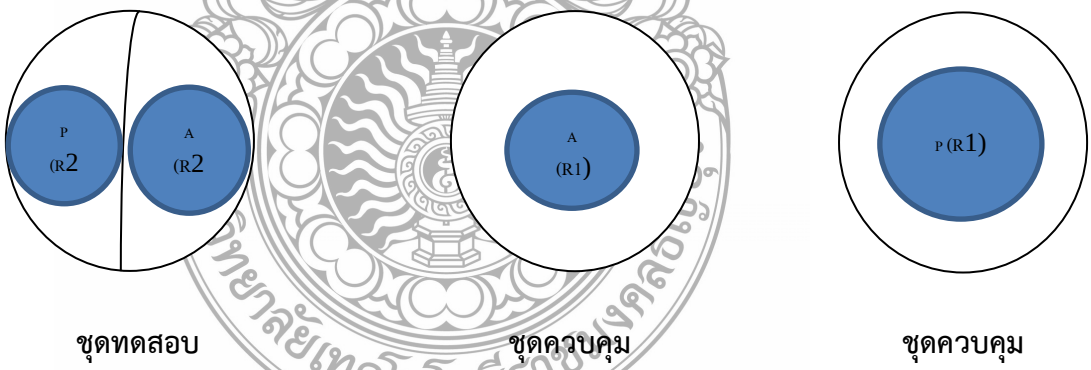
%PIRG = (R1-R2) / R1 x 100

R1 = ความยาวรัศมีของโคโลนีของเชื้อราปฏิปักษ์ (A) ในจานชุดควบคุม

R2 = ความยาวรัศมีของโคโลนีของเชื้อรา (P) หรือเชื้อราปฏิปักษ์ (A) ในจานชุดทดสอบ

การแปรผลการประมาณค่าการยับยั้ง

มากกว่า 75%	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงมาก
61-75%	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง
51-60%	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปานกลาง
น้อยกว่า 50%	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำ



ภาพที่ 3.4 การทดสอบ Antagonistic test ด้วยวิธี Dual culture method (Muniaraj, 2008)

3.2 การปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

3.2.1 การวางแปลงขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 8 แปลง บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สำหรับนำกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ที่

เพาะร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ตามวิธีของสุกาญจน์และคณะ ปี 2555 อายุ 6 เดือน นำไปปลูกระยะห่าง 1 x 1 เมตร ติดหมายเลขทุกต้น วัดความสูง วัดขนาดของลำต้น และนับจำนวนใบ บันทึกผลทางชีวภาพและกายภาพก่อนการปลุกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ปริมาณโลหะหนักในดินเลน ความหนาแน่นต้นไม้ หลากหลายทางชีวภาพเชื้อรา

3.1.2 วิธีการปลูก บีบดินในถุงเพาะต้นกล้าโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดให้แน่น ค่อยๆดึงถุงที่เพาะต้นกล้าออกอย่างระมัดระวังอย่าให้ดินเลนแตก ระบบรากเกิดการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด

3.1.3 นำต้นกล้าโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดลงปลูกในดินเลนโดยใช้เท้าย่ำนำลงในดินเลนลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วนำต้นกล้าลงปลูกในหลุม กลบหลุมให้แน่นหลังจากนั้นทำการผูกลำต้นกล้าติดกับหลักไม้ไผ่ที่เตรียมไว้เพื่อป้องกันการพัดพาโดยกระแสน้ำและกระแสคลื่นก่อนที่รากพืชเติบโตยึดดินเลน

3.3 การตรวจติดตามทางชีวภาพและทางกายภาพหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

การตรวจติดตามทางชีวภาพและทางกายภาพหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณมีแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร โดยวัดการเจริญเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ได้แก่ จำนวนใบ ขนาดลำต้น ความสูง และการรอดจำนวนของต้นกล้าไม้เปรียบเทียบกับต้นกางใบใหญ่ที่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ชุดควบคุม) ทุกๆ 2 เดือน บันทึกผลการศึกษาและวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเค็ม และค่า pH ของดินเลน ปริมาณธาตุอาหารหลัก และปริมาณโลหะหนักที่ปรากฏในดินเลน ดังนี้ ภาพที่ 3.5 - 3.7

3.3.1 การวัดขนาดของลำต้น (Size stems)

การวัดขนาดของลำต้นด้วยสายวัด ต้องวัดตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง โดยอ่านจากสเกลหลักในระดับเซนติเมตรก่อน แล้วค่อยอ่านให้ละเอียดขึ้นในระดับมิลลิเมตรหรือระดับจุดทศนิยม ดังภาพที่ 3.5

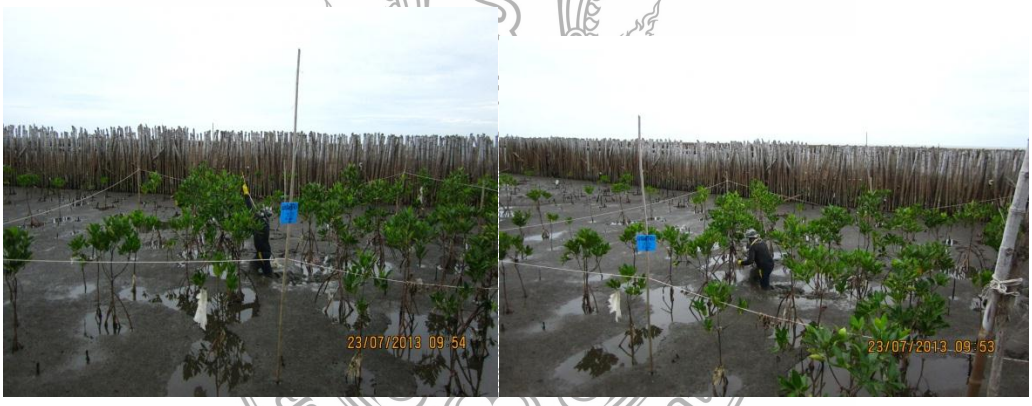
ภาพที่ 3.5 การติดหมายเลขต้น และวัดขนาดของลำต้น

3.3.2 การวัดความสูงลำต้น (Height)

การวัดความสูงลำต้นโดยใช้สายวัด วัดความสูงจากโคนต้นกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณที่โผล่พ้นพื้นดินจนถึงปลายยอดสุดท้าย ดังภาพที่ 3.6

3.3.3 การนับจำนวนใบ (Number of leaves)

นับจำนวนใบทั้งหมดที่ปรากฏบนโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดแต่ละต้น บันทึกจำนวนใบทั้งหมด และสังเกตลักษณะใบที่เพาะร่วมกับการใช้หัวเชื้ออัดเม็ด และไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม)



ภาพที่ 3.6 วัดความสูง และนับจำนวนใบของโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

3.5.4 การวัดค่าความเค็มของดินเลน

- เก็บตัวอย่างดินเลนจากแปลงทั้ง 8 แปลง
- ชั่งตัวอย่างดินเลนหนัก 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
- นำไปวัดความเค็มของดินเลนด้วยเครื่อง Salino meter บันทึกผลการศึกษาทุก ๆ 2 เดือน ดังภาพที่ 3.7

3.3.5 การวัดค่าความเค็มของน้ำ

- เก็บตัวอย่างน้ำจากแปลงทั้ง 8 แปลง
- นำไปวัดความเค็มของดินเลนด้วยเครื่อง Salino meter บันทึกผลการศึกษาทุก ๆ 2 เดือน

ภาพที่ 3.7 การวัดความเค็มของน้ำกร่อยพื้นที่แปลงศึกษา

3.3.6 การวัดค่า pH ของดินเลน

- เก็บตัวอย่างดินเลนจากแปลงทั้ง 8 แปลง
- ชั่งตัวอย่างดินเลนหนัก 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
- นำไปวัดค่า pH ของดินเลนด้วยเครื่อง pH meter บันทึกผลการศึกษา ทุก ๆ 2 เดือน

3.3.7 วัดค่า pH ของน้ำ

- เก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณแปลงทั้ง 8 แปลง
- นำตัวอย่างน้ำไปวัดค่า pH

3.4 การวิเคราะห์การเติบโตและเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

$$\% \text{ การชักนำการเจริญเติบโต} = \frac{(L - F) \times 100}{\text{ระยะเวลา(อายุ)}}$$

$$\% \text{ การเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับชุดควบคุม} = \frac{(T - C) \times 100}{C}$$

หมายเหตุ L = การเจริญเติบโตต้นกล้าอายุ 2 เดือน

F = การเจริญเติบโตเริ่มต้น

T = ชุดทดลอง

C = ชุดควบคุม

3.5 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิความน่าเชื่อถือ (R^2)

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิความน่าเชื่อถือ (R^2) เกี่ยวกับการเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ได้แก่ จำนวนใบ ความสูง ขนาดลำต้น เปรียบเทียบกับการเติบโตโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เพื่อคาดคะเนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

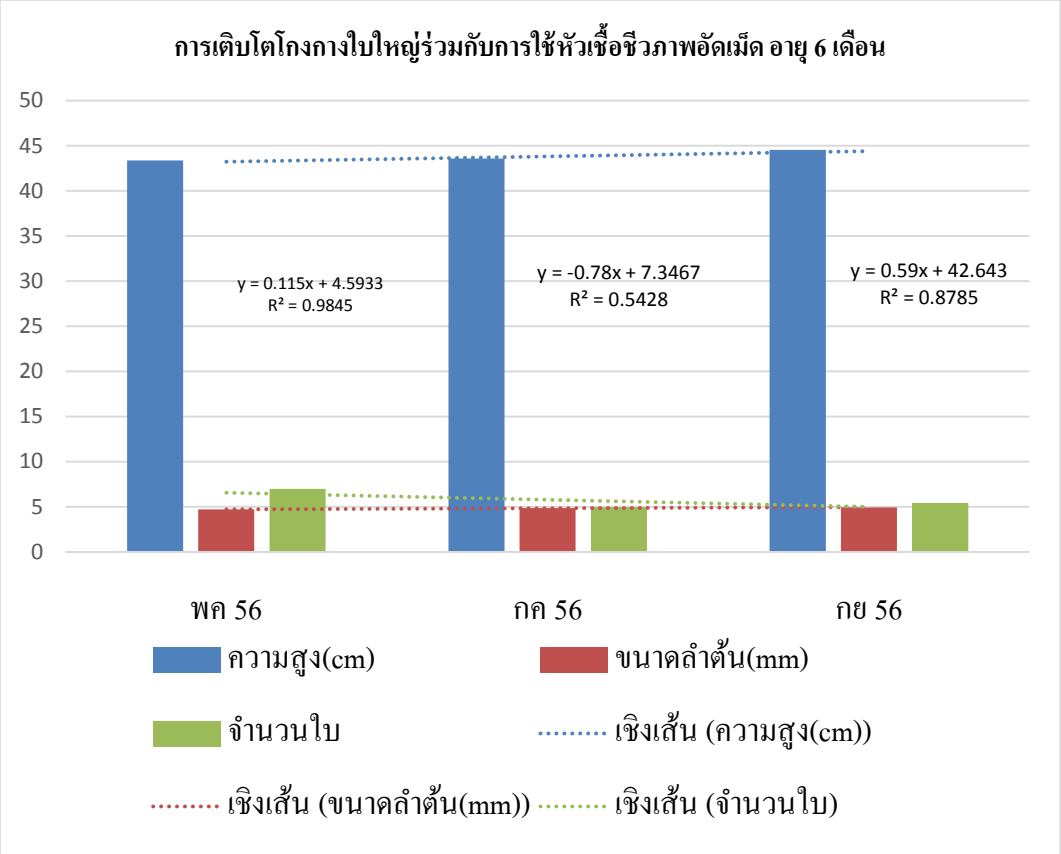
4.1 สภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

การศึกษาสภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่ ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลน ประสิทธิภาพการควบคุมเชื้อรา (Percent Inhibition of Radial : % PIRG) ปริมาณธาตุอาหารหลัก ปริมาณโลหะหนักที่ปรากฏในดินเลน ความเค็ม ค่า pH ของดินเลน พบความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลนจำนวน 4 สกุล ได้แก่ *Acremomium, Aspergillus, Penicillium*, *Trichoderma* เมื่อนำเชื้อราสกุล *Trichoderma* ไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราที่พบในดินเลนเพื่อหาค่า % PIRG พบว่าเชื้อราสกุล *Trichoderma* มี % PIRG ในการควบคุมเชื้อราดินเลน 60-95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเค็มเฉลี่ย 5.5 การตรวจสอบปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนในดินเลนด้วยวิธี Atomic Absorption พบว่าดินเลนปริมาณโลหะหนักตะกั่ว (Pb) เฉลี่ย 25.31 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานตะกั่วของกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดไว้ไม่เกิน 55 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนปริมาณโลหะหนักแคดเมียม (Cd) เฉลี่ย 3.24 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเกินค่ามาตรฐานแคดเมียมของกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดไว้ไม่เกิน **0**.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสภาพความเป็นกรดด่าง(pH) มีค่าเท่ากับ 7.2 ดังตารางที่ 2

4.2 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

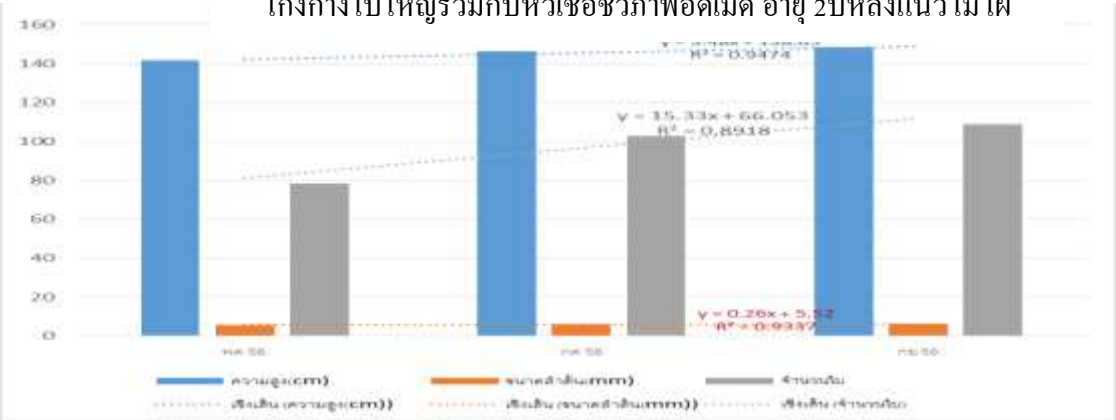
การปลูกโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้น (GBH) และนับจำนวนใบ พบว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูงที่สุด ซึ่งบ่งบอกความสามารถในการทำนายผลถูกต้องของการเจริญเติบโตเชิงเส้น (Linear growth) ให้ค่าความสามารถในการทำนายผลถูกต้องเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้น (GBH) และนับจำนวนใบมากกว่า 90% ดังตารางที่ 4.1 ภาพที่ 4.1 ในทางกลับกลับกัน การปลูกโกงกางใบใหญ่แต่ไม่ได้ใช้

หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ให้ค่าความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง เกี่ยวกับความสูง 76.83% ขนาดลำต้น (GBH) 75.00% และนับจำนวนใบ 80% เท่านั้น จึงทำให้การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาครได้พื้นที่ป่าชายเลนคืนสู่สมดุลธรรมชาติรวดเร็วขึ้นและลดระยะเวลาการปลูกต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดน้อยลงกว่าปกติ 2-3 เท่า คือ ซึ่งปกติการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดจะคืนสู่สมดุลธรรมชาติภายใน 10-15 ปี (Lacambra *et al*., 2013 สนิท, 2542) แต่ถ้าปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดจะคืนสู่สมดุลธรรมชาติภายใน 5-6 ปี สอดคล้องกับโมเดลการเติบโตกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อราอัดเม็ด พ.ศ. 2555 (สุกาญจน์และคณะ, 2557 Rattanaloeadusorn *et al*., 2012) เนื่องจากการเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สอดคล้องกับการเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณนากุ้งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร คือ การเติบโตของความสูง ขนาดลำต้น และจำนวนใบเพิ่มมากกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด 2.3-2.6 เท่า (สุกาญจน์และคณะ, 2555, สุกาญจน์และคณะ, 2557 Rattanaloeadusorn *et al*., 2012) ตารางที่ 4.1



โกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 1ปีหลังแนวไม้ไผ่

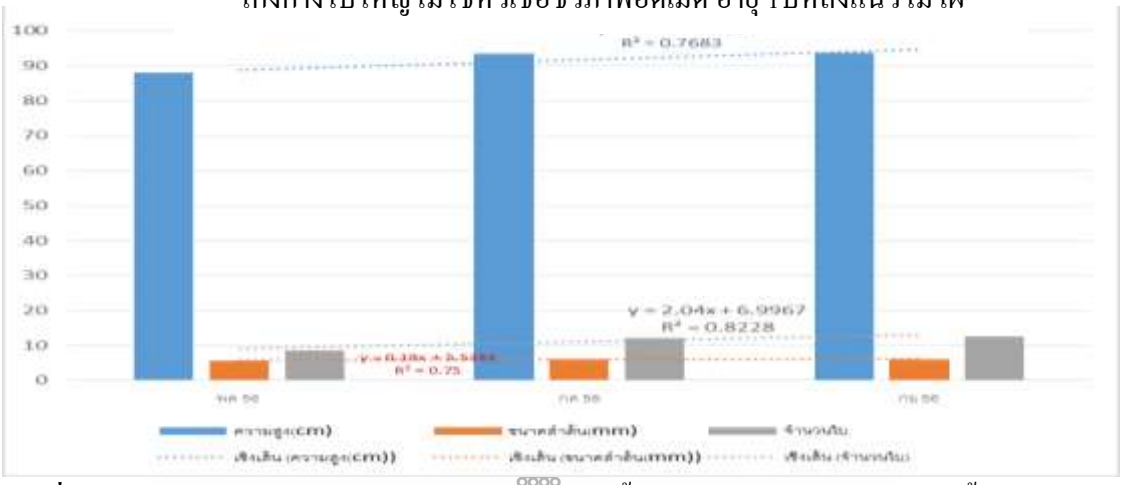
โคงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 2ปีหลังแนวไม้ไผ่



โคงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 6 เดือนหลังแนว

โคงกางใบใหญ่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 2ปีหลังแนวไม้ไผ่

โกงกางใบใหญ่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 1ปีหลังแนวไม้ใผ่



ภาพที่ 4.1 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 6, 12 และ 24 เดือน

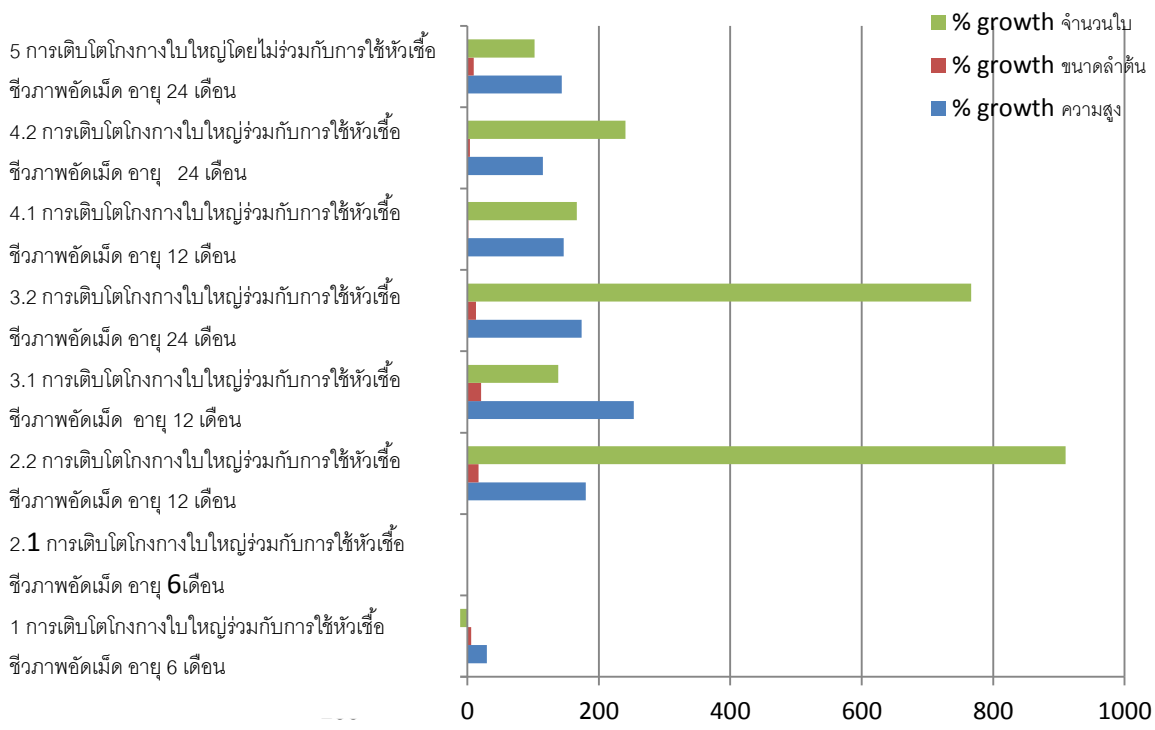
ตารางที่ 4.1 Model summery coefficient of Determination ของโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

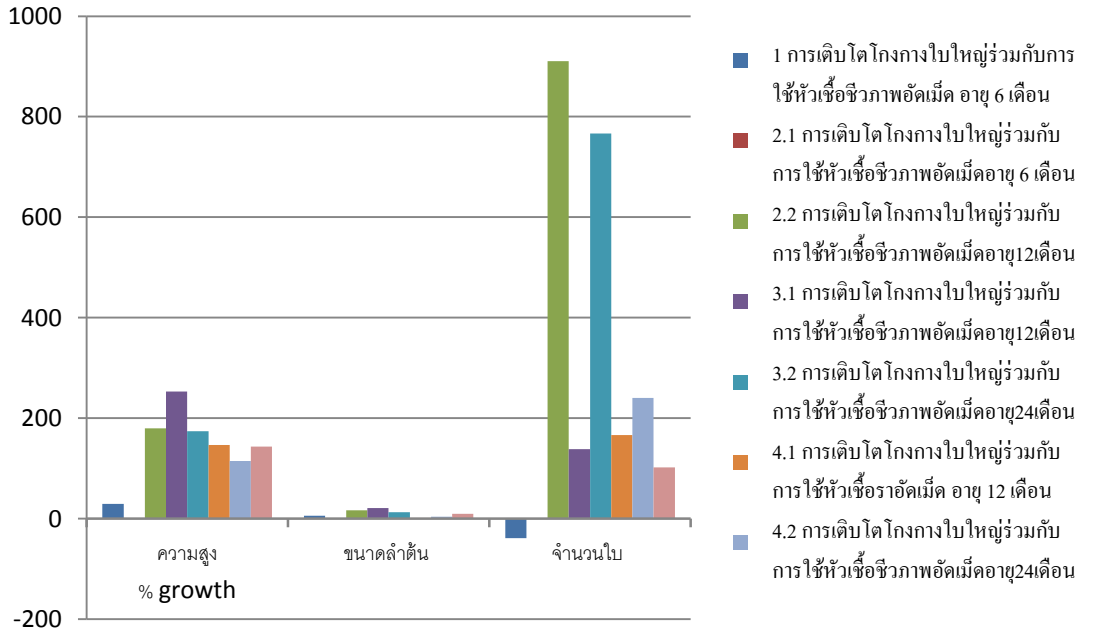
การเติบโตพืชป่าชายเลน	**สัมประสิทธิ์ค่าตัดสินใจ(R^2)**	**ความสามารถในการทำนายผลความถูกต้อง(%)**
โกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพ		
ความสูง	0.9167	91.67
ขนาดลำต้น	0.9819	98.19
จำนวนใบ	0.9552	95.52
โกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพ		
ความสูง	0.7683	76.83
ขนาดลำต้น	0.7500	75
จำนวนใบ	0.8000	80

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

จากผลการวิเคราะห์การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) หลังการปลูกร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่อายุ 6, 12 และ 24 เดือน โดยสำรวจทุกๆ 2 เดือนนาน 6 เดือน พบว่าการเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) การเจริญเติบโตเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้น(GBH) และนับจำนวนใบ มากที่สุด และจากผลการวิเคราะห์บ่งบอกความสามารถในการทำนายผลถูกต้องของการเจริญเติบโตเชิงเส้น (Linear growth) ให้ค่าความสามารถในการทำนายผลการเจริญเติบโตถูกต้องเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้นและจำนวนใบมากกว่า 91% ดังตารางที่ 1 ภาพที่ 13 ในทางกลับกันการเติบโตโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) การเจริญเติบโตน้อยสุด ให้ค่าความสามารถในการทำนายผลถูกต้องของการเจริญเติบโตเชิงเส้นด้านจำนวนใบถูกต้องน้อยกว่า 80% ด้านความสูงเพียง 76.83% และขนาดลำต้น 75.00% เท่านั้น ดังตารางที่ 3-10

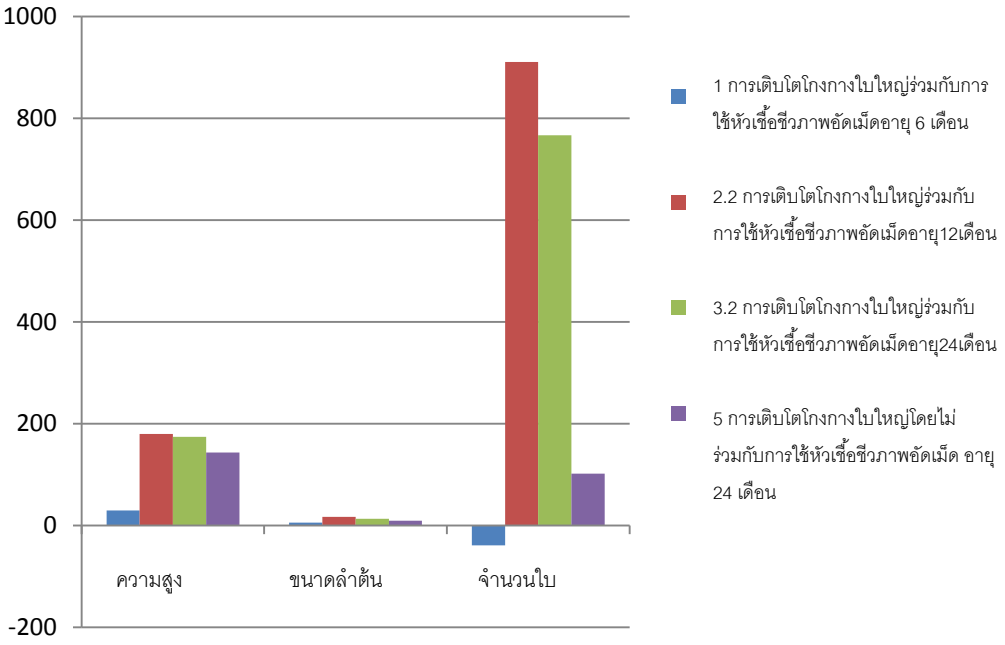
การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังการปลูก 6, 12 และ 24 เดือน มีการเติบโตความสูง ขนาดลำต้น(GBH) และจำนวนใบดีกว่าการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดร่วมด้วย บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ตารางที่ 10 ภาพที่ 4.2-4.9



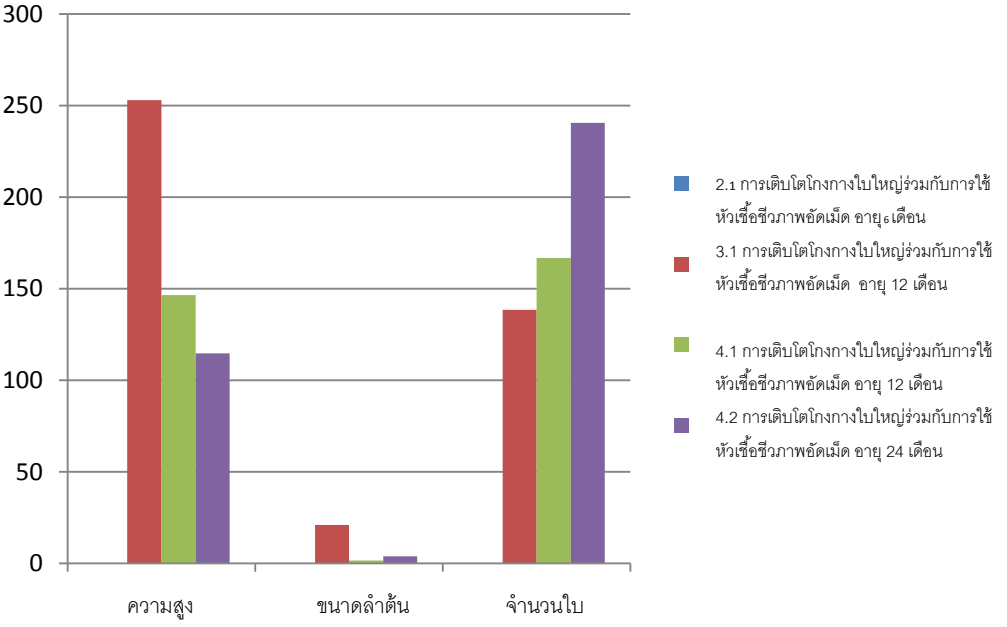


ภาพที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม) บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6 , 12 และ 24 เดือน

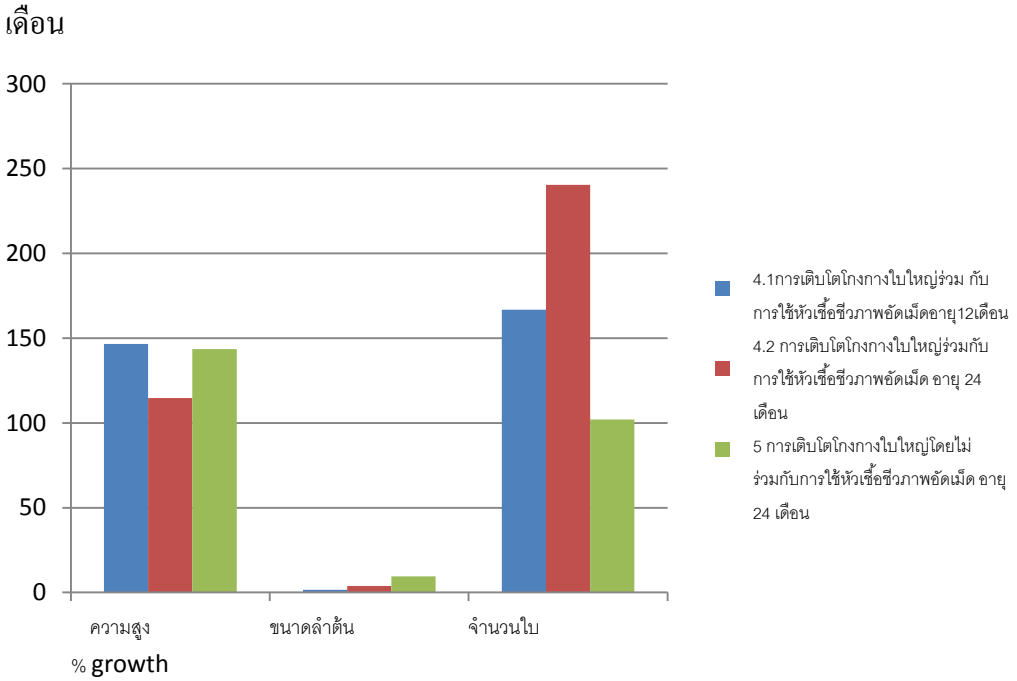
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



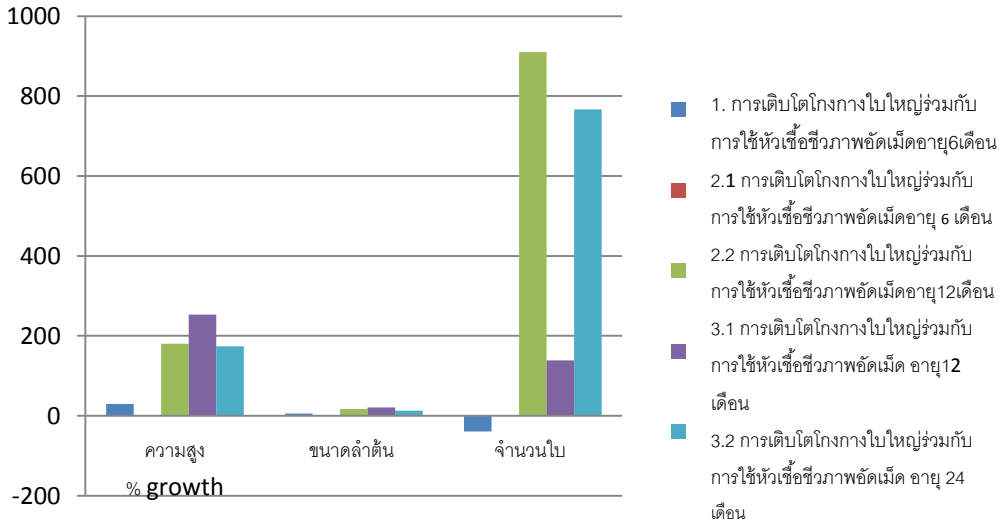
ภาพที่ 4.3 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6 , 12 และ 24 เดือน



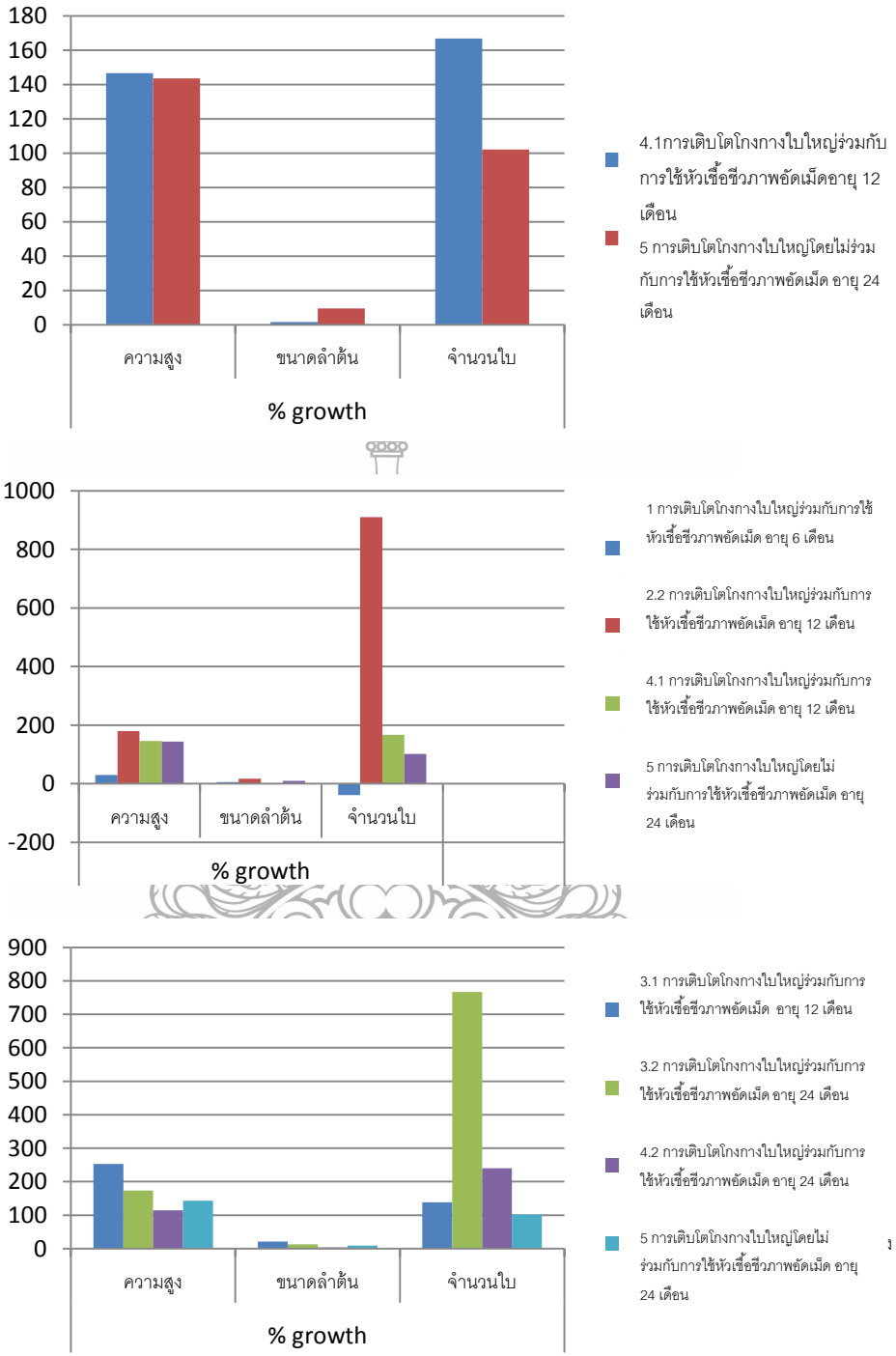
ภาพที่ 4.4 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด และไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม) บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6 , 12 และ 24 เดือน



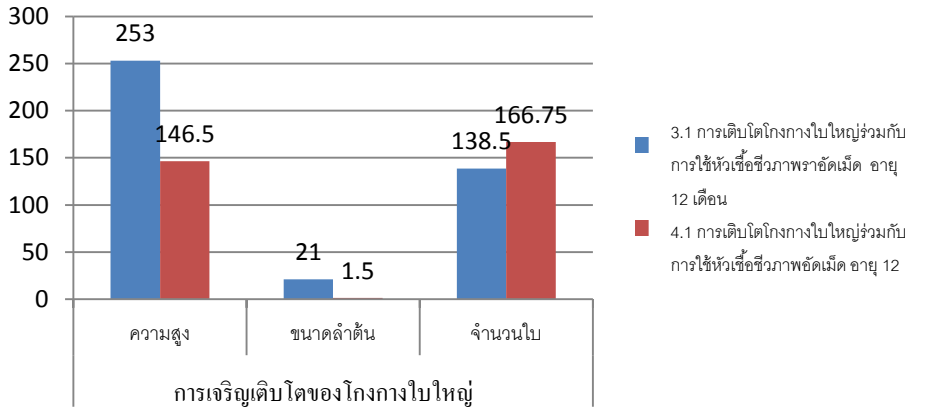
ภาพที่ 4.5 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ไม่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (ควบคุม) หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 24 เดือน



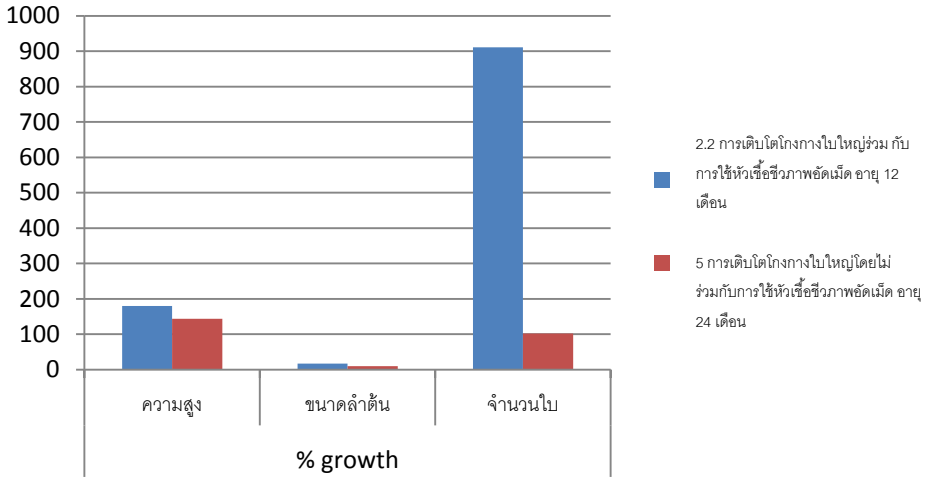
ภาพที่ 4.6 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม อายุ 6,12 และ 24 เดือน



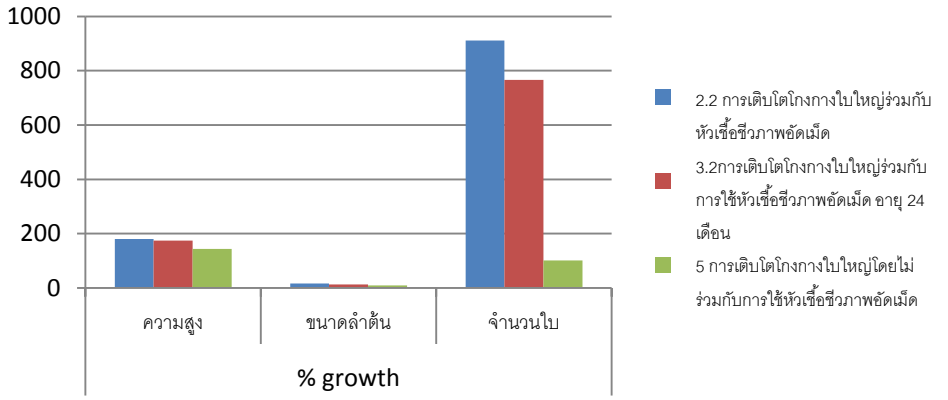
ภาพที่ 4.7 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น รูปสามเหลี่ยม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2 ปี



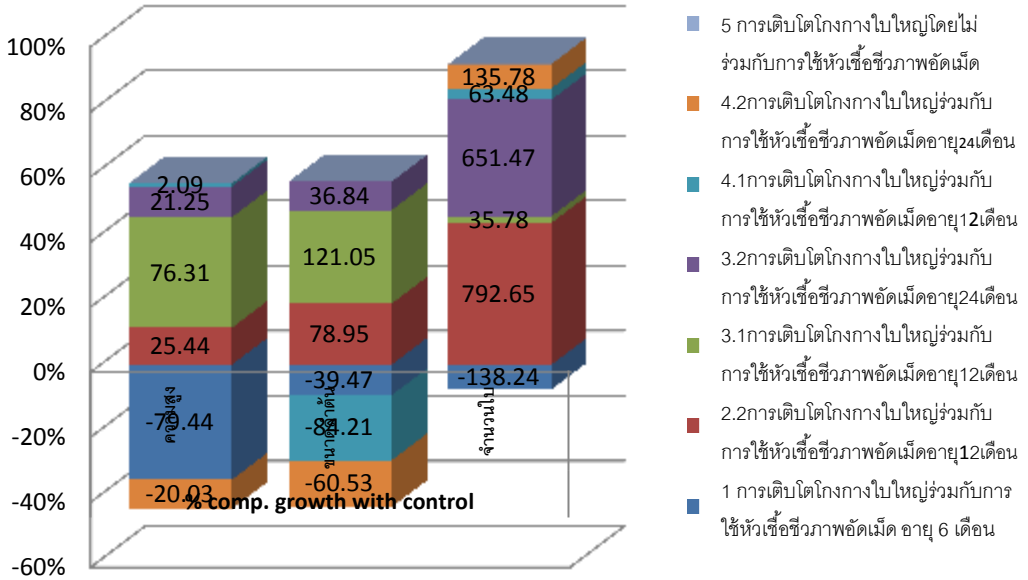
ภาพที่ 4.8 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 1 ปี



ภาพที่ 4.9 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2 ปี



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณชุมชน และปากแม่น้ำท่าจีน อายุ 2 ปี



ภาพที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น

จากการศึกษาการเปรียบเทียบการเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปากแม่น้ำท่าจีน บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ระหว่างอายุ 6 เดือนกับอายุ 1 และ 2 ปี พบว่าการเจริญเติบโตโกงกางใบใหญ่ ได้แก่ จำนวนใบ ความสูงและขนาดลำต้นร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 6 เดือนมีการเติบโตใกล้เคียงกับต้นโกงกางใบใหญ่ที่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 1 ปี นั้นแสดงว่าต้นปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีการเติบโตรวดเร็วกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่โตไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

การเปรียบเทียบการเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 2 ปี บริเวณที่หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น พบว่าการเติบโตบริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยมต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด มีการเติบโต จำนวนใบ ความสูงและขนาดลำต้น ดีกว่าไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ดังภาพที่ 4.10 การปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าระบบรากค้ำยันแบบ Prop root ของการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด มีการเติบโตดีกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด 6-7 เท่า กระจุกรากค้ำยันแบบ Prop root มีการแผ่พื้นที่กว้าง ภายใน 7-8 เดือนหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด การรอดต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีค่ามากกว่า 90-100 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ พบว่าแปลงปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดที่อยู่ใกล้ชุมชนมีการเจริญเติบโตดีกว่าแปลงที่ใกล้ปากแม่น้ำท่าจีน ที่มีอายุเท่ากัน ดังภาพที่ 4.10 เหตุผลที่การเจริญเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นดีกว่า เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่เกาะตรงปลายรากสามารถดักจับสารอาหารและดูดธาตุอาหารได้ดีกว่ามีแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น มากกว่า 2 เท่า (Rattanaloeadnusorn, 2015) ดังภาพที่ 4.11 ประกอบกับต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีการเติบโตของระบบรากดีกว่าและมีเชื้อราปฏิปักษ์เกาะที่ปลายราก (สังเกตจากการย้อมสีเส้นใยราก และตัดตามขวางราก x-section) ดังนั้นจึงทำให้รากค้ำยันสามารถดูดสารประกอบธาตุหลักรองและเสริมในรูปที่เหมาะสมผ่านระบบราก ส่งผลให้พืชมีการเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่มีจำนวนใบ ความสูง ขนาดลำต้นมากว่าต้นโกงกางใบใหญ่ที่

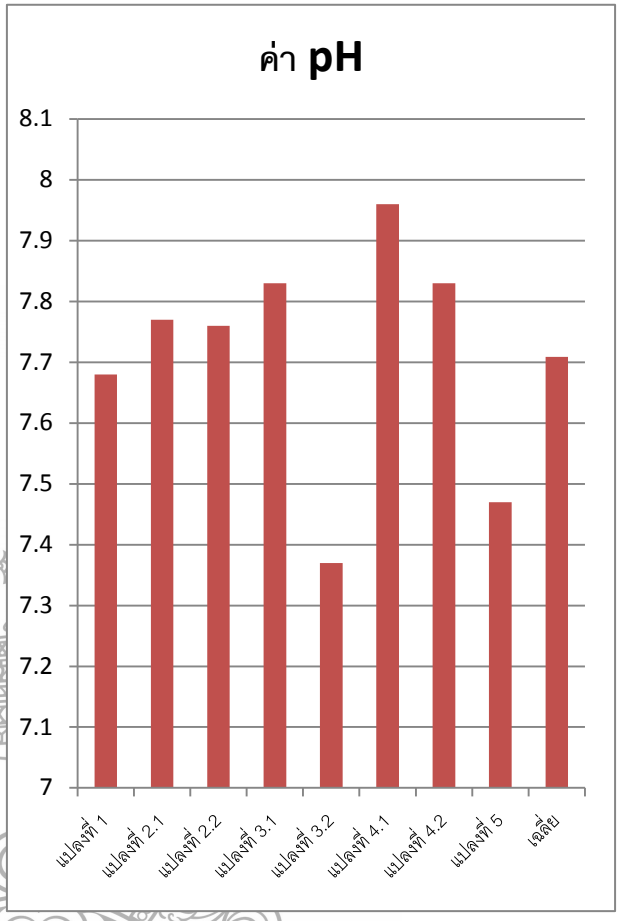
ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดร่วมด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rattanaloeadnusorn, 2016 และ Park, *et al*. 2016 ที่พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ผสมในหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีประสิทธิภาพในการเร่งการย่อยสลายอินทรียสารให้กลายเป็นสารประกอบที่เหมาะสมสำหรับพืช ช่วยชักนำการเติบโตและสร้างภูมิคุ้มกัน และปรับสภาพดินและน้ำให้เหมาะสมต่อการเติบโต ลดปริมาณโลหะหนักปนเปื้อน

4.3 สภาพพื้นที่ศึกษาหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพหลังการโกงกางใบใหญ่ ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แปลงใกล้ชุมชนมีค่าปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K มากกว่าแปลงที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จึงทำให้การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดเกี่ยวกับจำนวนใบ ความสูง ขนาดลำต้น บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม แปลงใกล้ชุมชนดีกว่าแปลงที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร นอกจากนี้พบว่าหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สามารถลดปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินเลนมีค่า -183.21 โดยบริเวณใกล้ชุมชนมีประสิทธิภาพการลดตะกั่วดีกว่าบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และช่วยปรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาพ pH ที่เหมาะสมต่อการเติบโตหลังจากการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ดังตารางที่ 10-11 ภาพที่ 4.13 ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลนเพิ่มขึ้นจาก 4 สกุลเป็น 6 สกุล ได้แก่ *Acremomium, Aspergillus, Chetomiun, Gliocladium, Penicillium, Trichoderma* นั้นแสดงว่า เชื้อราปฏิปักษ์ในหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดสามารถเติบโตและสามารถทำงานร่วมกับรากค้ำจุนโกงกางใบใหญ่ได้ดี โดยการหลั่งเอนไซม์ สารปฏิชีวนะ กรดอะมิโน ฮอร์โมนอื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตพืช จึงทำให้โกงกางใบใหญ่ที่ปลูกร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด มีการเติบโตดีกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ดังผลการศึกษาการเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพ

อัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ตารางที่ 11-12 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Park, et al. 2016 และRattanaloeadnusorn, 2016

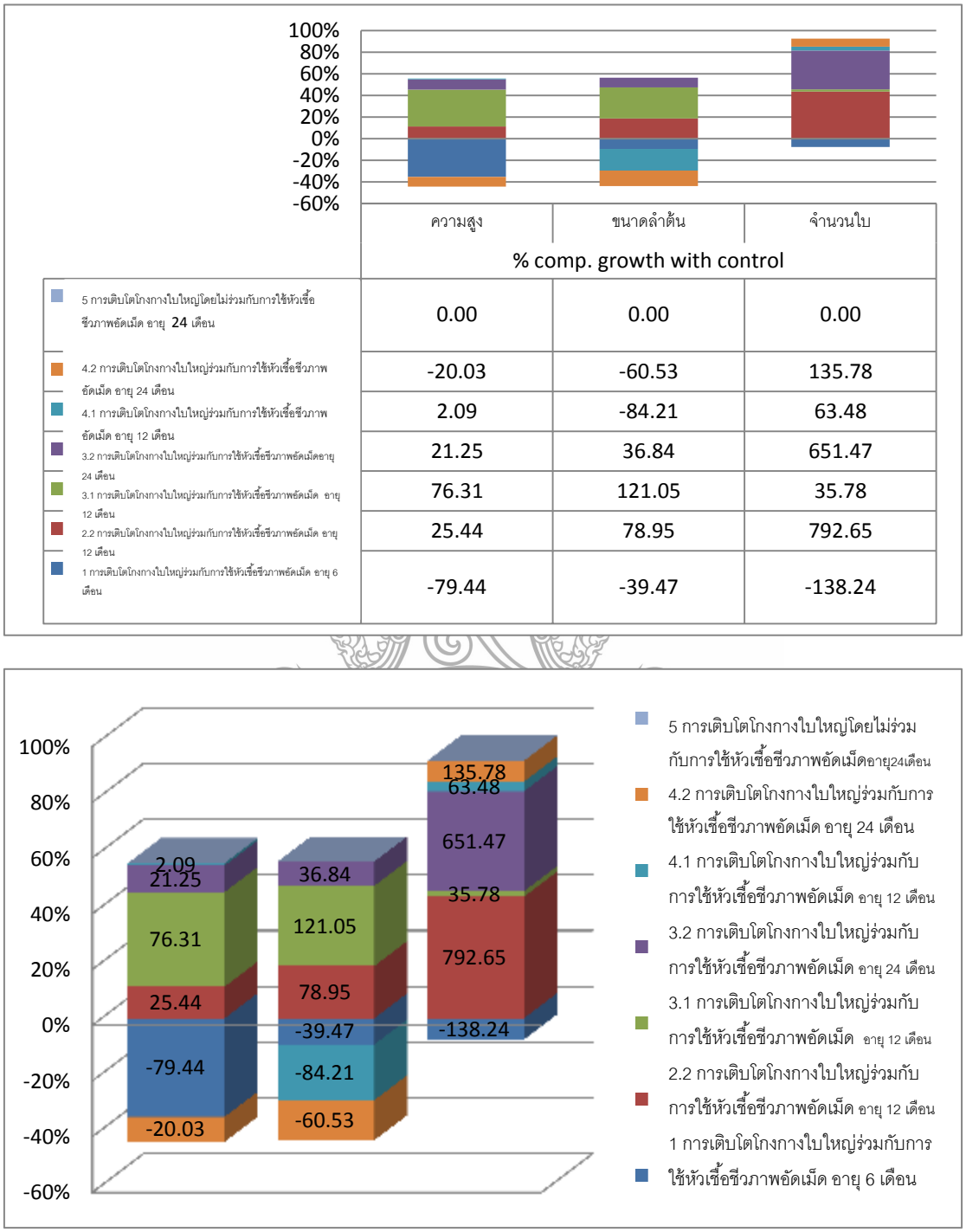
แปลง	อุณหภูมิ	ค่า pH
แปลงที่ 1	30	7.68
แปลงที่ 2.1	30	7.77
แปลงที่ 2.2	30	7.76
แปลงที่ 3.1	30	7.83
แปลงที่ 3.2	30	7.37
แปลงที่ 4.1	30	7.96
แปลงที่ 4.2	30	7.83
แปลงที่ 5	30	7.47
เฉลี่ย	30	7.70



ภาพที่ 4.12 อุณหภูมิ pH ของดินและน้ำก่อยหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

% comp. growth with control



ภาพที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ใผ่ชะลอคลื่นปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

การเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดตามสิทธิบัตร 2555 และ 2557 หลังดักตะกอนดินตะกอนเลนด้วยแนวไม้ไผ่ ระยะปลูกห่าง 1 x 1 เมตร บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าเปอร์เซ็นต์การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ที่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดตามสิทธิบัตร 2557 ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้น (GBH) และจำนวนใบ อายุ 1 ปี เติบโตดีกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่ที่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดร่วมด้วย มีค่า 18.72, 18.68 และ 62.44 ตามลำดับ รากค้ำยันปรากฏภายใน 8 เดือน อัตราการรอดเพิ่มจาก 33 เปอร์เซ็นต์เป็น 100 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากเส้นใยเชื้อราปฏิปักษ์ ที่เกาะบริเวณปลายรากเร่งการย่อยสลายอินทรีย์สารในดินตะกอนเลนส่งผลให้ดิน ตะกอนเลนมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น มีค่า 57.62, 1.80 และ 15.39 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์โลหะหนักปนเปื้อนลดลงมีค่า 83.21 ดิน ตะกอนเลนมีสภาพเป็นกลาง ตารางที่ 12 ดังนั้นจึงควรพัฒนาการปลูกต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังดักตะกอนดินตะกอนเลนด้วยแนวไม้ไผ่ทดแทนพัฒนาการปลูกต้นโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดร่วมด้วย ภาพที่ 21 เนื่องจากเชื้อราปฏิปักษ์ที่เกาะปลายรากค้ำยัน จะช่วยเร่งการย่อยสลายอินทรียสารในดินเลนให้กลายเป็นธาตุอาหารหลักรองและเสริมในรูปที่เหมาะสมต่อการเร่งการเติบโตของกระจุกรากค้ำยันและการเติบโตเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้นและจำนวนใบ ได้มากกว่าปกติ 30-80 เปอร์เซ็นต์ (Rattanaloeadnusorn, 2015) การรอดต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีค่ามากกว่า 90-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าการเติบโตโกงกางใบใหญ่ ร่วมกับการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดหลังการดักตะกอนดินตะกอนเลนด้วยแนวไม้ไผ่ ระยะปลูก 1x1 เมตร บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีการเติบโตเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้นและจำนวนใบดีกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ได้ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด (สุกาญจน์, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการปลูกโกงกางใบใหญ่ บริเวณหลังเขื่อนที่กั้นด้วยก้อนหิน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (Roslan, 2010) และการศึกษาการปลูกโกงกางใบใหญ่แต่ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าการเติบโตโกงกางใบใหญ่และการรอดต้นโกงกางใบใหญ่มีค่าเพียง 33 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (สุกาญจน์, 2557)

ดังนั้นจึงควรพัฒนาการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ระยะปลูก 1x1 เมตร หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ทดแทนการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลน เพิ่มการอนุรักษ์และการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเลและการนำทรัพยากรธรรมชาติจากป่าชายเลนไปใช้ประโยชน์แบบยั่งยืน บริเวณดินตะกอนเลน หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การปลูกโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด และไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) บ่งบอกความสามารถในการทำนายผลถูกต้องของการเจริญเติบโตเชิงเส้น (Linear growth) ให้ค่าความสามารถในการทำนายผลถูกต้องเกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้น (GBH) และนับจำนวนใบมากกว่า 90% ในทางกลับกัน การปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ให้ค่าความสามารถในการทำนายผลถูกต้องเกี่ยวกับความสูง 76.83% ขนาดลำต้น (GBH) 75.00% และนับจำนวนใบ 80% เท่านั้น

การปลูกโกงกางใบใหญ่ ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าระบบรากค้ำยันแบบ Prop root เติบโตดีกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด 6-7 เท่า กระจุกรากค้ำยันแบบ Prop root ที่แผ่พื้นที่กว้างจะปรากฏภายใน 7-8 เดือนหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด การรอดต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดมีค่ามากกว่า 90-100 เปอร์เซ็นต์

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แปลงใกล้ชุมชนมีค่าปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K มากกว่าแปลงใกล้ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จึงทำให้การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เกี่ยวกับจำนวนใบ ความสูง ขนาดลำต้น บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม แปลงใกล้ชุมชนดีกว่าแปลงใกล้ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร นอกจากนี้พบว่าหลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สามารถลด

ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินเลน บริเวณใกล้ชุมชนได้ดีกว่าบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และช่วยปรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาพ pH ที่เหมาะสมต่อการเติบโต หลังจากการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดทดแทนการปลูกโกงกางใบใหญ่ โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

การปลูกโกงกางใบใหญ่ ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดตามสิทธิบัตร 2555 และ 2557 หลังดักตะกอนดินตะกอนเลนด้วยแนวไม้ไผ่ ระยะปลูก 1x1 เมตร บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าเปอร์เซ็นต์การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เกี่ยวกับความสูง ขนาดลำต้น (GBH) และจำนวนใบ อายุ 1 ปี ดีกว่าการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด มีค่า 18.72, 18.68 และ 62.44 ตามลำดับ รากค้ำยันปรากฏภายใน 8 เดือน อัตราการรอดเพิ่มจาก 33 เปอร์เซ็นต์เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ตะกอนเลนมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีค่า 57.62, 1.80 และ 15.39 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การลดโลหะหนักปนเปื้อนมีค่า 83.21 ดิน ตะกอนเลนมีสภาพ pH ที่เหมาะสมต่อการเติบโต

ดังนั้นจึงควรพัฒนาการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ระยะปลูก 1x1 เมตร เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลน ลดระยะเวลาการปลูกป่าชายเลน เร่งการเติบโต เพิ่มปริมาณธาตุอาหาร ลดปริมาณโลหะหนักปนเปื้อน ปรับสภาพดินตะกอนเลน หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นปากแม่น้ำท่าจีน ฝั่งตะวันออก ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ทดแทนการปลูกโกงกางใบใหญ่โดยไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ข้อเสนอแนะ

1. การปลูกโกงกางใบใหญ่ ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ควรทำการเพาะต้นกล้า และปลูกโกงกางใบใหญ่ก่อนฤดูมรสุม เพื่อเร่งและเพิ่มการเติบโตของกระจุกรากค้ำยันให้แข็งแรง เพิ่มอัตราการรอดของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ที่มักถูกทำลายจากกระแสคลื่นกระแสลมที่มีความรุนแรงในฤดูมรสุม
2. จากการศึกษาวิจัยพบว่าการปลูกต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นมีอัตราการเติบโตที่ดี แต่จะประสบกับปัญหามีเศษวัชพืชและผักตบชวาลอยมาติดต้นโกงกางใบใหญ่ในช่วงน้ำขึ้น และเมื่อน้ำลงเศษวัชพืชและผักตบชวาจะดึงต้นโกงกางใบใหญ่ทำให้รากค้ำยันเกิดความเสียหายยึดติดดินเลนได้ไม่ดี ส่งผลให้อัตราการรอดต้นโกงกางใบใหญ่ ลดลง ดังนั้นจึงควรสร้างตาข่ายบริเวณแนวไม้ไผ่ด้วย เพื่อกั้นเศษวัชพืชและผักตบชวาที่จะมาทำลายการเติบโตและการรอดตรงบริเวณแนวไม้ไผ่
3. ควรศึกษาวิจัยต่อยอดและตรวจติดตามดัชนีทางชีวภาพตามโมเดลการปลูกป่าชายเลนร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด โดยการเพาะและปลูกพืชป่าชายเลนสกุลต่างๆที่มีระบบรากแตกต่างกัน เช่น การปลูกพืชสกุลแสมผสมกับสกุลโกงกาง อื่นๆ ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เพื่อลดระยะเวลาการฟื้นฟูป่าชายเลนคืนสู่สมดุลธรรมชาติ (Toe, 2013 Hai, 2009 สุกาญจน์และคณะ, 2558) เนื่องจากระบบรากของพืชสกุลแสมสามารถดักตะกอนเลนได้ดีกว่าระบบรากสกุลโกงกาง หลังจากนั้นตรวจติดตามการเติบโต ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้น(GBH) จำนวนใบ และตรวจติดตามระบบป่าชายเลน 1-2 ครั้งต่อปี นอกจากนี้ควรตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์หลังการปลูกพืชผสมร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาโมเดลการปลูกป่าชายเลนร่วมกับการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน สำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาการเพาะและปลุกป่าชายเลนร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน อันทำให้ประเทศไทยได้พื้นที่ป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติรวดเร็วขึ้นกว่าปกติ

บรรณานุกรม

[1] จริยา สากยโรจน, 2549. “ ราทะเล” ผู้ย่อยสลายในความเค็ม. คอลัมน์ "นวัตกรรม" นสพ. โพสต์ทูเดย์ฉบับ วันที่ 8 ตุลาคม 2549)

[2] ประสาร เอี่ยมวิจารณ์. 2554. การขับเคลื่อนและการมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง จากโรงเรียนสู่ชุมชนชายฝั่งมหาชัยฝั่งตะวันออก (หมู่ 3 ต.โคกขาม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร)โรงเรียนพันท้ายนรสิงห์วิทยา จ. สมุทรสาคร. ประมวลผลงานวิจัยการประชุมวิชาการการประชุมป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 7-8 กันยายน 2554 โรงแรมมิราเคลแกรนด์ กรุงเทพฯ หน้า 445-454.

[3] บรรดิษฐ์ หงส์ทอง. 2533. ระยะที่เหมาะสมของไม้โกงกางใบเล็กและไม้โกงกางใบใหญ่ ที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยานิพนธ์. วท.ม.(วนศาสตร์).ประมูล รักษาแก้ว. สวนป่าในสวนยาง (ภาค 2) . วนสาร 57,2 (ฉบับพิเศษ 2542) 145 – 146.

[4] พิชิต แก้วศรีวงษ์ นพรัตน์ บำรุงรักษ์ และ สนิท อักษรแก้ว. 2540. การศึกษาการเติบโตและอัตราการรอดตายของต้นแสมที่ใช้เป็นไม้ เบิกนำบนหาดเลนงอกใหม่ของอ่าวปัตตานี. วารสารวนศาสตร์ 16,1 – 2 (มกราคม – ธันวาคม 2540) 34 – 42.

[5] นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2550. การฟื้นฟูพื้นที่นากุ้งต่างระดับ โดยการคัดเลือกพันธุ์ไม้ชายเลนที่เหมาะสม, ประมวลผลงานวิจัยการประชุมวิชาการระบบป่าชายเลนแห่งชาติ. “ป่าชายเลน: รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง.” วันที่ 12 – 14 กันยายน 2550 จังหวัดเพชรบุรี กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[6] สนิท อักษรแก้ว. 2542. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.278 หน้า.

[7] สรายุทธ บุณยะเวชชีวินและรุ่งสุริยา บัวสาลี. 2554. ป่าชายเลน : นิเวศวิทยาและพรรณไม้. กรุงเทพฯ: มูลนิธิกระต่ายในดวงจันทร์. 690 หน้า.

[8] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. 2554. การชักนำการเจริญเติบโตโกงกางใบเล็กด้วยเทคนิคทางชีวภาพบริเวณนากุ้ง จ.สมุทรสาคร. ประมวลผลงานวิจัยการประชุมวิชาการการประชุมป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 7-8 กันยายน 2554 โรงแรมมิราเคลแกรนด์ กรุงเทพฯ หน้า 159-168.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[9] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ ฐิตยา ศรขวัญ และสุจยา ฤทธิศร, 2555. หัวเชื้อราปฏิปักษ์*อัดเม็ด Trichoderma* และการใช้ประโยชน์แบบยั่งยืน (การใช้ประโยชน์จากหัวเชื้อราปฏิปักษ์อัดเม็ด *Trichoderma*) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 127 หน้า

[10] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. 2555. สิทธิบัตรหัวเชื้อราอัดเม็ด เลขที่คำขอ 1201000319

[11] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ ฐิตยา ศรขวัญ และอัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์ . 2557. เทคโนโลยีทางชีวภาพ “หัวเชื้ออัดเม็ดราชมงคลธัญบุรี” เพื่อการพัฒนาชุมชนตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สภาวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ 92 หน้า

[12] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. 2557 สิทธิบัตรหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด เลขที่คำขอ 1401007158 วันยื่นคำขอ 28 พฤศจิกายน 2557

[13] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ สายัณต์ สมฤทธิ์ผล อัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์และจริยา สากยโรจน์. 2558. รายงานสมบูรณ์ การฟื้นฟูป่าชายเลนอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยเทคนิคทางชีวภาพหัวเชื้อราอัดเม็ด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย (CPM) ประเทศไทย 108 หน้า.

[14] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, 2557. การฟื้นฟูป่าชายเลนด้วยเทคนิคทางชีวภาพ อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช (Mangrove Restoration Biological techniques in Khanom, Nakhon Si Thammarat) การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8 วันที่ 2-4 เมษายน 2557 ณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[15] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ และอัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์ 2558. หัวเชื้อราอัดเม็ด 2in1 เพื่อการพัฒนาการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข. 47 แบบนาหว่าน การประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ครั้งที่ 3 The Third Higher Education Research Promotion Congress (HERP CONGRESS III) ระหว่างวันที่ 9 – 11 มีนาคม 2558 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[16] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ และ อัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์ 2558. หัวเชื้อชีวภาพ *Trichoderma* เพื่อการพัฒนาการปลูกโกงกางใบใหญ่ บริเวณนากุ้งร้าง อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช การประชุมวิชาการ “การบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 10 – 12 มิถุนายน 2558 ณ โรงแรมธรรมรินทร์ ธนา จ. ตรัง

บรรณานุกรม (ต่อ)

[17] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ และเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2558. โครงการวิจัยเชิงพื้นที่นำสู่การผลิตภัณฑ์สูตรสารชีวภาพอัดเม็ดจากวัสดุเหลือใช้ชุมชนเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์วิถีชีวิตการปลูกข้าวอินทรีย์ชุมชนบึงกาสาม จังหวัดปทุมธานี วันที่ 29 พฤศจิกายน 2558-2 ธันวาคม 2558, 60 ชุมชนยกระดับคุณภาพชีวิตหมู่บ้านชุมชนแบบมีส่วนร่วมเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุครบ 60 พรรษา จังหวัดเชียงใหม่ หน้า 103-106

[18] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ และ อัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์ 2558. การพัฒนาการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข. 47 ด้วยนวัตกรรมหัวเชื้อราอัดเม็ด 2 in1 วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรนครินทรวิโรฒ 1-11หน้า (in process)

[19] สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์ 2559. การเพาะและปลูกป่าชายเลนด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนยุคไทยแลนด์ 4.0 Seeding and planting mangrove by Nano-microorganisms In Thailand 4.0 การประชุมชมป่าชายเลนประจำปี 2559 “การบริหารจัดการป่าชายเลนเชิงบูรณาการ” ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ คอนเวนชั่น กทม. 19-21 กันยายน 2559.

[20] โสภนา วงศ์ทอง. 2544. ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราชั้นสูงในป่าชายเลน ณ สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

[21] ทนุวงศ์ แสงเทียน. 2536. ผลของสารออกซินสังเคราะห์บางชนิดต่อการงอกและการเจริญเติบโตของกล้าไม้โกงกางใบเล็กที่ตัดออกเป็นส่วนๆ. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กทม.

[22] Anees, M., Tronsmo, A., Edel-Hermann, V., Hjeljord, L., Heraud, C., and Steinberg, C. 2010. Characterization of field isolates of *Trichoderma* antagonistic against *Rhizactonia solani*. Fungal Biology 114: 691-701.

[23] Campos, J.A., Tejera, N.A., & Sanchez, C.J. 2009 Substrate role in the accumulation of heavy metals in sporpcarps of wild fungi Biometals. 22: 835-841.

[24] Frank, A.B. 2005. Mycorrhizae the challenge to evolutionary and ecology theory Mycorrhizae15(4) : 277 - 81.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[25] Hai Ren 2009. *Sonneratia apetala* Buch.Ham in the mangrove ecosystems of China: An invasive species or restoration species Ecological Engineering 35: 1243–1248

[26] Kongamol Sukhan, K. 2001. Decomposition Rates and Associated Degradation Fungi on mangrove Leaf Litters of Rhizophora apiculata and A. alba at Thachine estuary Samut Sakhon Province. Ph.D. thesis. Kasatsart University, Bangkok Thailand.

[27] Luzhen Chen 2012. Comparing carbon sequestration and stand structure of monoculture and mixed mangrove plantations of *Sonneratia caseolaris* and *S. apitala* in Southern China Forest Ecology and Management 284: 222–229

[28] Martinez-Medina A., Roldan A. and Pascual A.J. 2011. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* under conventional and low input fertilization field condition in melon crops: Growth response and *Fusarium* with biocontrol. Applied Soil Ecology, 47 : 98-105.

[29] Muniaraj, 2008. Leishmania donovani promastigotes on 'chocolate' agar, Annals of Tropical Medicine & Parasitology, Vol. 102, No. 5, 451–453 (2008)

[30] Park Youngjin, Mohammad Moniruzzaman, Seunghan Lee, Jeongwhui Hong, Seonghun Won, Jong Min Lee, Hyeonho Yun, Kang-Woong Kim, Daegyun Ko, Sungchul C. Bai, 2016. Comparison of the effects of dietary single and multi-probiotics on growth, non-specific immune responses and disease resistance in starry flounder, *Platichthys stellatus* วารสาร Fish & Shellfish Immunology, 59 .หน้า 351-357

[31] Rattanaloeadnusorn S. 2015. Inoculants Fungal *Trichoderma* and Bacillus for Improving Acidic Soils and Community Development Based on Philosophy of Sufficiency Economy , proceeding 2015 International Conference on Science and Technology TICST 2015, November 4 - November 6, 2015 Faculty of Science and Technology,Rajamagala University of Technology Thanyaburi Pathumtani, Thailand p 24. (Poster presentation)

บรรณานุกรม (ต่อ)

[32] Rattanaloeadnusorn Sukhan, Sronkwan Thitaya, Ritthisorn Sujaya and Pongswat Sirikhae. 2012. Biofertilizerrom Stock Fungus and Natural Material for Sufficiency Economy Philosophy Community Development, *1 st International Symposium on Local Wisdom and Improving Quality of Life*, in 8-11 August 2012 Chai mai, Thailand. page 49-56

[33] Rattanaloeadnusorn S., Sirikhae P. and Rattanaloeadnusorn A. 2014. Antagonistic Fungal Pellets for Community Development based Sufficiency Economy Philosophy. The 2 nd AsiaEngage Regional Conference 2014 : Innovation and Creativity: collaboration with communities to tackle problems across ASEAN, Asia and Beyond, 17 - 20 November 2014 at Hotel Grand Nikko, Nusa Dua Bali Indonesia. (Poster presentation)

[34] Rattanaloeadnusorn S. and Rattanaloeadnusorn A. 2015. Planting Developments *Rhizophora mucronata* Poir. Using mixed Antagonistic Fungal Pellets Bio-Innovative at abandoned Shrimp Farm, Songklanakarin Journal of Science and Technology (SJST) 1-8 p (in process)

[35] Rattanaloeadnusorn S. 2015. Inoculants Fungal *Trichoderma* and Bacillus for Improving Acidic Soils and Community Development Based on Philosophy of Sufficiency Economy , proceeding 2015 International Conference on Science and Technology TICST 2015, November 4 - November 6, 2015 Faculty of Science and Technology,Rajamagala University of Technology Thanyaburi Pathumtani, Thailand p 24. (Poster presentation)

[36] Rattanaloeadnusorn S 2016. Inoculants Fungal *Trichoderma, Mucor* and Bacillus for Community Development Based on sufficiency economy philosophy. Second International Conference on Science, Engineering & Environment, Osaka City, Japan, Nov.21-23, 2016. Page 608-613

[37] Prescott Harley, 2002. Laboratory Exercises in Microbiology, Fifth Edition, © The McGraw‾Hill Companies,449 pages.

[38] Roslan Hashim. 2010. An integrated approach to coastal rehabilitation: Mangrove restoration Estuarine, Coastal and Shelf Science, 86: 118–124

บรรณานุกรม (ต่อ)

[39] Toe Aung. 2013. An integrated approach to coastal rehabilitation: Mangrove restoration Forest Ecology and Management 293: 103–113

[40] Lacambra, C., Friess, D., Spencer, T., & Moller, I. Bioshields: mangrove ecosystems as resilient natural coastal defences. In F. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, &M. Estrella (Eds.), The role of ecosystems 2013.

[41] “เชื้อราไตรโคเดอร์มา”, [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://web.ku.ac.th [สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2554].

[42] http://www.biogang.net/biodiversity

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลภาคสนาม

ตารางที่ 1 สภาพพื้นที่ศึกษาก่อนการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลน	% PIRG	ปริมาณธาตุอาหารหลัก(%)			โลหะหนักตะกั่ว(Pb) (mg/kg)	โลหะหนักแคดเมียม (Cd) (mg/kg)	ความเค็ม (ppt)	pH
		N	P	K				
Acremomium	85	0.25	0.14	0.70	25.31	3.24	5.5	7.2
Aspergillus	62	0.25	0.14	0.70	25.31	3.24	5.5	7.2
Penicillium	95	0.25	0.14	0.70	25.31	3.24	5.5	7.2
Trichoderma	60	0.25	0.14	0.70	25.31	3.24	5.5	7.2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 2 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2, 4 และ6 เดือน

	อายุ 2 เดือน			อายุ 4 เดือน			อายุ 6 เดือน		
ชนิดพืช	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาด ลำต้น (cm)	จำนวน ใบ
โกงกางใบใหญ่	43.36	4.70	6.98	43.57	4.84	4.96	44.54	4.93	5.42

Model Summary Coefficient of Determination การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

การเจริญเติบโต	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)	ความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง
ความสูง	0.8785	87.85%
ขนาดลำต้น	0.9845	98.45%
จำนวนใบ	0.5428	54.28%

ตารางที่ 3 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 2, 4 และ 6 เดือน

ชนิดพืช	อายุ 2 เดือน			อายุ 4 เดือน			อายุ 6 เดือน		
	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ
โกงกางใบใหญ่	85	2.22	4.67	92.18	2.57	7.51	95.12	3.06	10.21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 4 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น อายุ 12, 14 และ16 เดือน

	อายุ 12 เดือน			อายุ 14 เดือน			อายุ 16 เดือน		
ชนิดพืช	ความสูง (cm)	ขนาดลำต้น (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (cm)	ขนาดลำต้น (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (cm)	ขนาดลำต้น (mm)	จำนวนใบ
โกงกางใบใหญ่	139.4	6.06	59.96	144.8	6.32	93.08	146.5	6.74	96.38

Model Summary Coefficient of Determination

การเจริญเติบโต	**สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)**	**ความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง**
ความสูง	0.9447	94.47%
ขนาดลำต้น	0.9908	99.08%
จำนวนใบ	0.9998	99.98%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 5 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 24, 26 และ 28 เดือน

	อายุ 24 เดือน			อายุ 26 เดือน			อายุ 28 เดือน		
ชนิดพืช	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ
โกงกางใบใหญ่	141.66	5.82	78.3	146.56	5.96	102.88	148.62	6.34	108.96

Model Summary Coefficient of Determination

การเจริญเติบโต	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)	ความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง
ความสูง	0.9447	94.47%
ขนาดลำต้น	0.9337	93.37%
จำนวนใบ	0.8918	89.18%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 6 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 12, 14 และ 16 เดือน

	อายุ 12 เดือน			**อายุ 14 เดือน**			**อายุ 16 เดือน**		
ชนิดพืช	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น	จำนวนใบ
โกงกางใบใหญ่	94.06	4.98	12.87	97.68	4.95	17.45	99.92	19.54	5.04

Model Summary Coefficient of Determination

การเจริญเติบโต	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)	ความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง
ความสูง	0.9818	98.18%
ขนาดลำต้น	0.4286	42.86%
จำนวนใบ	0.9556	95.56%

ตารางที่ 7 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 24, 26 และ 28 เดือน

	อายุ 24 เดือน			**อายุ 26 เดือน**			**อายุ 28 เดือน**		
ชนิดพืช	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ
โกงกางใบใหญ่	131.20	6.28	31.48	135.28	6.37	39.06	135.79	6.43	41.10

Model Summary Coefficient of Determination

การเจริญเติบโต	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)	ความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง
ความสูง	0.8322	83.22%
ขนาดลำต้น	0.9868	98.68%
จำนวนใบ	0.9005	90.05%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 8 การเติบโตต้นโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 24, 26 และ 28 เดือน

	อายุ 24 เดือน			**อายุ 26 เดือน**			**อายุ 28 เดือน**		
ชนิดพืช	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น(mm)	จำนวนใบ
โกงกางใบใหญ่	87.87	5.66	8.49	93.47	6.04	12.17	93.61	6.04	12.57

Model Summary Coefficient of Determination

ชนิดพืช	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)	ความสามารถในการทำนายผลถูกต้อง
ความสูง	0.7683	76.83%
ขนาดลำต้น	0.7500	75.00%
จำนวนใบ	0.8228	82.28%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจการเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น ปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

แปลงปลูก	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)		
	ความสูง(M)	ขนาดลำต้น(GBH)	จำนวนใบ
1 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 6 เดือน	0.8785	0.9845	0.5428
2.2 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 12 เดือน	0.9167	0.9819	0.9552
3.1 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 12 เดือน	0.9447	0.9908	0.9998
3.2การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 24 เดือน	0.9447	0.9337	0.8918
4.1 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 12 เดือน	0.9818	0.4286	0.9556
4.2 การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 24 เดือน	0.8322	0.9868	0.9005
5 การเติบโตโกงกางใบใหญ่โดยไม่ร่วมกับการใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด อายุ 24 เดือน	0.7683	0.7500	0.8228

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินเลน หลังการปลูกโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด บริเวณแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นรูปสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำท่าจีนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	รายละเอียดตัวอย่าง	Total N (%)	Total P (mg /kg)	Total K (%)	Total Pb (%)	Total Cd (%)
1	S56-6274	แปลงที่ 1	0.254	1421.18	0.70	25.075	3.24
2	S56-6275	แปลงที่ 2.1	0.257	1011.65	0.73	26.947	3.24
3	S56-6276	แปลงที่ 2.2	0.244	1090.81	0.74	24.357	3.24
4	S56-6277	แปลงที่ 3.1	0.216	671.03	0.58	22.428	3.24
5	S56-6278	แปลงที่ 3.2	0.208	670.48	0.49	21.407	3.24
6	S56-6279	แปลงที่ 4.1	0.216	755.47	0.53	21.341	3.24
7	S56-6280	แปลงที่ 4.2	0.241	1422.52	0.57	21.560	3.24
8	S56-6273	แปลงที่ 5	0.216	922.63	0.54	21.710	3.24

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์การเติบโตโกงกางใบใหญ่ร่วมกับหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด ปริมาณธาตุอาหารหลักและปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดินตะกอนเลน บริเวณดินตะกอนเลนแนวไม้ไผ่นาน 2 ปี

ลำดับ	พื้นที่ศึกษา	% การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน				**%** การเติบโตหลังปลูกด้วยหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด		
		N (%)	P (%)	K (%)	Pb (mg /kg)	ความสูง(cm)	ขนาดลำต้น (cm)	จำนวนใบ
1	ดินตะกอนแนวไม้ไผ่ ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด	14.28	33.33	948.15	+27.81	14.09	1.59	17.92
2	ดินตะกอนแนวไม้ไผ่ ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด	0	20.0	752.05	+1.14	94.12	80.18	349.68
เฉลี่ยชุดควบคุม (ไม่ใช้หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด)		7.15	26.67	850.1	+14.48	54.11	40.88	183.8
3	ดินตะกอนแนวไม้ไผ่ ใส่หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด	10.53	14.29	1,133.3	-1.41	37.19	33.20	166.98
4	ดินตะกอนแนวไม้ไผ่ ใส่หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด	12.0	40.0	828.57	-10.64	91.28	63.83	797.78
เฉลี่ยชุดใส่หัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ด		11.27	27.15	980.94	-12.05	64.24	48.52	482.38
% การเติบโตเปรียบเทียบกับชุดควบคุม		+57.62	+1.80	+15.39	-183.21	+18.72	+18.68	+162.44

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ข
มาตรฐานคุณภาพน้ำและดิน

ตารางที่ 12 ค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท				
				1	2	3	4	5
1	สี กลิ่น และรส		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2	อุณหภูมิ		องศาเซลเซียส	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรด - ด่าง (pH)		-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.1	5.0-9.2	-
4	ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	P 20	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	≮6.0	≮4.0	≮2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P 80	"	ธ	≯ 1.5	≯ 2.0	≯ 4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น.ต่อ 100 มิลลิลิตร	ธ	≯5,000	≯20,000	-	-
7	แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform bacteria)	P 80	"	ธ	≯ 1,000	≯ 4,000	-	-
8	ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	มีค่าไม่เกิน	5.0		-
9	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน		"	ธ	"	0.5		-
10	ฟีนอล (Phenol)		"	ธ	"	0.005		-
11	ทองแดง (Cu)		"	ธ	"	0.1		-
12	นิคเกิล (Ni)		"	ธ	"	0.1		-
13	แมงกานีส (Mn)		"	ธ	"	1.0		-
14	สังกะสี (Zn)		"	ธ	"	1.0		-
15	แคดเมียม (Cd)		"	ธ	"	0.005*		-
					"	0.05**		-
16	โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr.Hexavalant)		"	ธ	"	0.05		-
17	ตะกั่ว (Pb)		"	ธ	"	0.05		-
18	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	ธ	"	0.05		-
19	สารหนู (As)		"	ธ	"	0.05		-

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ประเภท				
				1	2	3	4	5
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)		มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	มีค่าไม่เกิน		0.005	-
21	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							-
	ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)			ธ		"	0.1	
	ค่ารังสีเบตา (Beta)			ธ		"	1.0	
22	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ		"	0.05	-
23	ดีดีที (DDT)		มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ		"	1.0	-
24	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha BHC)			ธ		"	0.02	-
25	ดิลดริน (Dieldrin)			ธ		"	0.1	-
26	อัลดริน (Aldrin)			ธ		"	0.1	-
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlorepoxide)			ธ		"	0.2	-
28	เอนดริน (Endrin)			ธ	ไม่สามารถตรวจสอบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

หมายเหตุ (สำหรับค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน)

1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 ^{0}C

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCo_3$ ไม่เกินกว่า 100 mg/l

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCo_3$ เกินกว่า 100 mg/l

$\geq$ ไม่มากกว่า

$\leq$ ไม่น้อยกว่า

– ไม่ได้กำหนด

^0C องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

MPN เอ็ม. พี. เอ็น. หรือ Most Probable Number

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 ให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆที่อยู่ในพื้นแผ่นดินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินได้แบ่งประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน
เป็น 5 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3. การประมง
4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
2. การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1 การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

1.1.1 การเก็บและการรักษาตัวอย่าง

1.1.1.1 ในการวัดค่าการนำไฟฟ้า โดยวิธีไฟฟ้าควรจะรีบวัดทันที ในภาคสนาม

1.1.2 วิธีวิเคราะห์

1.1.2.1 เปิดเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (conductivity/ TDS meter) เพื่ออุ่นเครื่องอย่างน้อย 30 นาที ก่อนใช้งาน

1.1.2.2 เลือก conductivity measurement mode

1.1.2.3 Calibration เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยการเทียบกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมคลอไรด์

1.1.2.4 ล้าง probe ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้ง

1.1.2.5 จุ่ม probe ลงในตัวอย่างน้ำ วัดอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำ

1.1.2.6 ขณะวัดควรจะมีการกวนเบาๆ บันทึกค่าการนำไฟฟ้า เมื่อตัวเลขแสดงค่าหยุดนิ่ง หรือเมื่อเครื่องแสดง READY

1.1.2.7 ล้าง probe ด้วยน้ำกลั่น และเช็ดให้แห้ง แล้วจึงวัดค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างถัดไป

1.2 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)

1.2.1 การเก็บและการรักษาตัวอย่าง

1.2.1.1 ในการวัดค่าการนำไฟฟ้า โดยวิธีไฟฟ้าควรจะรีบวัดทันที ในภาคสนาม

1.2.2 วิธีวิเคราะห์

1.2.2.1 เปิดเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (conductivity/ TDS meter) เพื่ออุ่นเครื่องอย่างน้อย 30 นาที ก่อนใช้งาน

1.2.2.2 เลือก TDS measurement mode

1.2.2.3 Calibration เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยการเทียบกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมคลอไรด์

1.2.2.4 ล้าง probe ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้ง

1.2.2.5 จุ่ม probe ลงในตัวอย่างน้ำ วัดอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำ

1.2.2.6 ขณะวัดควรจะมีการกวนเบาๆ บันทึกค่าการนำไฟฟ้า เมื่อตัวเลขแสดงค่าหยุดนิ่ง หรือเมื่อเครื่องแสดง READY

1.2.2.7 ล้าง probe ด้วยน้ำกลั่น และเช็ดให้แห้ง แล้วจึงวัดค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างถัดไป

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยวิธีไฟฟ้า (electrometric method)

2.1.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

2.1.1.1 ในการวัดค่าความกรด-ด่าง (pH) โดยวิธีไฟฟ้าควรจะรีบวัดทันที ในภาคสนาม

2.1.2 วิธีวิเคราะห์

2.1.2.1 เปิดเครื่องวัดค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH meter) เพื่ออุ่นเครื่องอย่างน้อย 30 นาที ก่อนใช้งาน

2.1.2.2 Calibration เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยการเทียบมาตรฐานความเป็นกรด-ด่างแบบ 2 จุด

2.1.2.3 ปรับอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำให้คงที่ ก่อนวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง

2.1.2.4 ขณะวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ควรจะกวนตัวอย่างน้ำเบาๆ บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อตัวเลขแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างหยุดนิ่ง หรือเมื่อเครื่องแสดง READY

2.1.2.5 ล้าง electrode ด้วยน้ำกลั่น และเช็ดให้แห้ง แล้วจึงวัด pH ของตัวอย่างถัดไป

2.2 ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) (APHA, AWWA and WPCF, 1992) โดยวิธีอินดิเคเตอร์ (Indicator method)

2.2.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

2.2.1.1 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดโพลีเอธิลีน หรือขวดแก้วโบโรซิลิเคต โดยเก็บตัวอย่างให้เต็มขวดปิดฝาจุกให้แน่น เก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ และควรจะวิเคราะห์ให้เสร็จภายใน 24 ชั่วโมง

2.2.2 สารเคมี

2.2.2.1 ฟีนอล์ฟธาลีน : ละลายฟีนอล์ฟธาลีน 500 มิลลิกรัม ใน 95% เอธิลแอลกอฮอล์ 50 มิลลิลิตรและเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

2.2.2.2 เมธิลออร์เรนจ์ : ละลายเมธิลออร์เรนจ์ 500 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.2.3 สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล : ละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่ปราศจากน้ำ 1.060 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.2.4 สารละลายกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.0 นอร์มัล : เจือจางกรดซัลฟูริกเข้มข้น 30 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.2.5 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล : เจือจางกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1 นอมร์มัล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ปรับมาตรฐาน ด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล

2.2.3 วิธีวิเคราะห์

2.2.3.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ เติมฟีนอล์ฟธาลีน 2 หยด

2.2.3.2 ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้น ไตเตรตด้วยกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งสีชมพูหายไป บันทึกปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้

2.2.3.3 จากนั้นหยดเมธิลออร์เรนจ์ 2 หยดจะเกิดสีเหลือง ไตเตรตด้วยกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งสีเหลืองของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้ม

2.2.3.4 บันทึกปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้

2.2.4 การคำนวณ

alkalinity = (A+B)N(50000)/V

A = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรตจนถึง phenolphthalein end point

B = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรตจนถึง methylorange end point

N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้

2.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) (APHA, AWWA and WPCF, 1992) โดยใช้วิธี Azide modification of the Winkler method

2.3.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

2.3.1.1 ในการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำควรจะรีบทำทันที ในภาคสนาม

2.3.2 สารเคมี

2.3.2.1 สารละลายแมงกานีสซัลเฟต : ละลายแมงกานีสซัลเฟต 480 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟต 400 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟต 364 กรัม ในน้ำกลั่น กรองและเจือจางเป็น 1 ลิตร

2.3.2.2 สารละลายอัลคาไลไอโอไดด์เอไซด์ : ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ 135 กรัม หรือโพแทสเซียมไอโอไดด์ 150 กรัม ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 1 ลิตร และละลายโซเดียมไนเตรต 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

2.3.2.3 กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 36 นอร์มัล

2.3.2.4 น้ำแป้ง : ละลายแป้ง 5 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือด 2-3 นาที ตั้งค้างคืน ใช้แต่น้ำใส เติมกรดซาลิไซลิก 1.25 กรัม ต่อน้ำแป้ง 1 ลิตร

2.3.2.5 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้นความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล : ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 24.82 กรัม ในน้ำต้มที่เย็นแล้วจนได้ปริมาตร 1 1 เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตรหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร

2.3.2.6 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล : เจือจางโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร

2.3.2.7 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.025 นอร์มัล : ละลายในโพแทสเซียมไดโครเมต 1.226 กรัม ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.3.2.8 ปรับมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล : ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัม ในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ เติมกรดซัลฟูริก 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 0.025 นอร์มัล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตั้งในที่มืด 5 นาที ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล

2.3.3 วิธีวิเคราะห์

2.3.3.1 เติมตัวอย่างน้ำลงในขวดบีโอดีให้เต็ม ถ้าเป็นบริเวณผิวน้ำให้คว่ำขวดบีโอดีแล้วกดให้จมลงใต้น้ำ ค่อยๆ เอียงขวดขึ้นให้น้ำไหลเข้าแทนที่จนเต็มขวด ปิดจุกแล้วยกขึ้นเหนือน้ำ ถ้าเก็บบริเวณใต้น้ำลึกๆ จะต้องใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำพิเศษโดยเฉพาะ แล้วปิดจุก

2.3.3.2 เทน้ำที่หล่อจุกขวดตัวอย่างออก

2.3.3.3 เปิดจุกเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มิลลิลิตร ขณะเติมให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวน้ำ

2.3.3.4 เติมสารละลายอัลคาไลไอโอไดด์เอไซด์ 1 มิลลิลิตร ขณะเติมให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวน้ำ

2.3.3.5 ปิดจุกขวด โดยระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าขวดอย่างแรงโดยกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง เพื่อให้สารผสมกัน

2.3.3.6 ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ปริมานน้ำใสเกินครึ่งหนึ่งของขวด

2.3.3.7 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยให้กรดค่อยๆไหลลงไปข้างๆ คอขวด ปิดจุกแล้วเขย่าขวดขึ้นลง จนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

2.3.3.8 ตวงปริมาตร 100 มิลลิลิตรใส่ขวดรูปชมพู่ ไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.025 นอร์มัล จนได้สีเหลืองอ่อน

2.3.3.9 เติมน้ำแป้ง 2-3 หยด จะได้สีน้ำเงินเข้ม ไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานซัลเฟตไธโอซัลเฟตที่ใช้ จะเทียบเท่ากับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของตัวอย่างน้ำ โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand) (APHA,AWWA and WPCF, 1992) วิเคราะห์โดย 5 Days incubation and azide modification of the Winkler method

2.4.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

2.4.1.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ควรจะทำการวิเคราะห์ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่าง ถ้าไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ภายใน 2 ชั่วโมง ให้เก็บรักษาตัวอย่าง โดยการแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง

2.4.2 สารเคมี

2.4.2.1 เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

2.4.2.2 สารละลายฟอสเฟต : ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 8.5 กรัม ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 21.75 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 33.4 กรัม และแอมโมเนียมคลอ-ไรด์ 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร และเจือจางเป็น 1 ลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายนี้ควรจะประมาณ 7.2 โดยไม่ต้องปรับ

2.4.2.3 สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต : ละลายแมกนีเซียมซัลเฟต 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น และเจือจางเป็น 1 ลิตร

2.4.2.4 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ : ละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ปราศจากน้ำ 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 1 ลิตร

2.4.2.5 สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ : ละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 1000 มิลลิลิตร

2.4.3 วิธีวิเคราะห์

2.4.3.1 ปรับอุณหภูมิตัวอย่างให้ได้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส

2.4.3.2 เติมอากาศให้ตัวอย่างมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำใกล้จุดอิ่มตัว

2.4.3.3 เติมตัวอย่างในขวด บีโอดี จำนวน 3 ขวด

2.4.3.4 วิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในขวดที่ 1 ทันที

2.4.3.5 นำขวดที่ 2, 3 เข้าเก็บในตู้บ่มที่ 20±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

2.4.3.6 หลังจาก 5 วัน นำมาวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหลืออยู่

2.4.4.7 การคำนวณ โดยสูตร

$$BOD\ (\text{มิลลิกรัมต่อลิตร}) = DO_0 - DO_5$$

DO_0 = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในวันแรก

DO_5 = ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในวันที่ 5

2.5 วิธีวิเคราะห์ความเป็นด่างของน้ำโดยวิธี phenolphthalein methyl orange indicator

2.5.1 ตวงน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.5.2 เติม phenolphthalein indicator 3 หยด ลงใน flask เขย่าให้เข้ากัน

2.5.3 เติม methyl orange indicator 3 หยดลงใน flask เขย่าให้เข้ากันไตเตรทด้วย 0.02 นอร์มัล H_2SO_4 จนได้จุดยุติเป็นสีส้มแดง จดปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้

2.5.4 คำนวณตามสูตร

$$\text{total alkalinity} = \frac{A \times N \times 50 \times 1000}{B}$$

A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรด H_2SO_4 (นอร์มัล)

B = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

2.6 วิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร โดยเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่มีความจำเพาะกับ spectrophotometer ของ Hach company รุ่น DR 2010 ตามวิธีของ APHA, AWWA and WEF (2005)

2.6.1 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (ammonium- nitrogen)

2.6.1.1 กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองแล้วแต่ละจุดปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ที่สะอาดขนาด 150 มิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นเป็น Blank

2.6.1.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/2010 กด Hach Programs และเลือกโปรแกรม 380 N, Ammonia,Ness และกด Start ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองแล้วแต่ละจุดปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่จากนั้นเติม Mineral stabilizer จำนวน 3 หยดลงในขวดรูปชมพู่ที่มีน้ำตัวอย่างและเขย่า

2.6.1.3 เติม 3 หยดของ Polyvinyl Alcohol Dispersing และเขย่าทำการปิเปต 1.0 มิลลิลิตร ของ Nesser Reagent ลงในขวดรูปชมพู่และเขย่า

2.6.1.4 กดที่ Timer และกด OK รอเวลาให้สารทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 1 นาทีเมื่อเครื่องร้องเตือน เทสารละลายที่ทำปฏิกิริยาเสร็จแล้วลงใน cell และวัดค่าโดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank กดที่ zero เครื่องจะแสดงที่ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร NH_3-N จากนั้นใส่น้ำตัวอย่างแต่ละจุดที่ทำปฏิกิริยาแล้ววัดค่าโดยใส่ลงไปใน cell และกด Read บันทึกผลค่าที่ได้

2.6.2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (nitrate-nitrogen)

2.6.2.1 กรองน้ำตัวอย่างด้วย GF/C แล้วตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน flask 50 มิลลิลิตร

2.6.2.2 เปิด spectrophotometer DR/2010 กด Hach Programs และเลือกโปรแกรม 351 N, Nitrate LR. กดที่ Start

2.6.2.3 เติมผงสาร Pillow ของ Nitra Ver 6 ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละจุด

2.6.2.4 กดที่ Timer และกด OK บนเครื่อง Spectrophotometer และเขย่าเป็นเวลา 1 นาที

เมื่อหมดเวลาเครื่องจะร้องเตือน จากนั้นกดที่รูปนาฬิกาอีกครั้ง และกด OK เพื่อรอให้สารทำปฏิกิริยากับน้ำตัวอย่างเป็นเวลา 5 นาที

2.6.2.5 เมื่อเครื่องเตือนทำการวัด Blank โดยเติมน้ำกรอง 10 มิลลิลิตร ลงใน cell และกดที่ zero เครื่องจะแสดงที่ 0.00 มิลลิลิตร NO_3 –N ทำการวัด Blank ของแหล่งน้ำแต่ละจุดทุกครั้ง

2.6.2.6 นำน้ำตัวอย่างที่ผสมด้วยผงสาร Pillow ของ Nitra Ver 6 มาวัดค่าโดยเทลงใน cell และกด Read บันทึกค่าที่ได้

2.6.3 วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Soluble reactive phosphorus (SRP)

2.6.3.1 ก่อนทำการวิเคราะห์ phosphorus ทุกครั้ง ควรล้างเครื่องแก้วด้วย 10% HCl

2.6.3.2 กรองน้ำตัวอย่างด้วย GF/C แล้วตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.6.3.3 เปิด spectrophotometer DR/2010 กด Hach Programs และเลือกโปรแกรม 490 P React.PV และกด Start

2.6.3.4 นำน้ำตัวอย่างแต่ละจุดที่กรองแล้วปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ที่สะอาดเติมผงสาร Pillow ของ PhosVer 3 Phosphate ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละจุดโดยใช้น้ำตัวอย่างเป็น Blank กด และ OK

2.6.3.5 เขย่าขวดรูปชมพู่ จากนั้นกด Time รอให้สารทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 2 นาที จนกว่าเครื่องจะร้องเตือน

2.6.3.6 ใช้น้ำตัวอย่างเป็น Blank ใส่ลงไปใน cell กด zero โดยเครื่องจะแสดงหน้าจอเป็น 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร PO_4^{3-}

2.6.3.7 จากนั้นวัดค่าสารอาหารแต่ละจุดโดยใส่ลงใน cell กด Read และบันทึกผล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายบุญรุ่ง ศรีสุข
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤษภาคม พ.ศ. 2519
ที่อยู่	55/3 หมู่ 9 ต.ลำไทร อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ประวัติการทำงาน	ตำแหน่งหัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพระวิสุทธิวงส์ พ.ศ. 2538 - ปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	09-2553-7153
อีเมล์	bunrung01@hotmail.co.th

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี