

(ร่าง)

ต้นฉบับ

รายงานฉบับสมบูรณ์

ความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ในป่าชายเลน

• Biodiversity of Microorganisms in Mangrove Forest

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และคณะ

พฤษภาคม 2546

(ร่าง)

รายงานฉบับสมบูรณ์

ความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ในป่าชายเลน Biodiversity of Microorganisms in Mangrove Forest

คณะผู้วิจัย

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. ผศ. พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ | คณะวิทยาศาสตร์ มก. |
| 2. ดร. วิเชียร ยงมานิตชัย | คณะวิทยาศาสตร์ มก. |
| 3. รศ. ดร. สาวิตรี ลิ้มทอง | คณะวิทยาศาสตร์ มก. |
| 4. ดร. มณี ตันติรุ่งกิจ | สถาบันวิจัยและพัฒนา มก. |
| 5. ผศ. ดร. กัญจนา วีระกุล | คณะวิทยาศาสตร์ มก. |
| 6. อ. ไพรมา ยงมานิตชัย | สถาบันอาหาร มก. |
| 7. ดร. นันทนา สีสุข | คณะวิทยาศาสตร์ มก. |
| 8. อ. เยวภา ตาปราบ | คณะวิทยาศาสตร์ มก. |

สนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้
และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพ
ในประเทศไทย (โครงการ BRT)

ที่ปรึกษาโครงการ

1. ศาสตราจารย์ ดร. สนิท อักษรแก้ว
ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ศาสตราจารย์ (กิตติคุณ) นภา โล่ห์ทอง
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. นายโสภณ หะวานนท์
ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยป่าชายเลน
สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้
4. รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพรธร นพรัตน์
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมก.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. นายอนิวัตร เฉลิมพงษ์
กลุ่มวิจัยโรควิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้
กรมป่าไม้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนางานรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141021

บทคัดย่อ

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์จากตัวอย่างดิน น้ำ ใบไม้ กิ่งไม้จากจุดเก็บตัวอย่างต่างกัน 5 จุด ในบริเวณศูนย์วิจัยป้าชายเลน อ.หวาง จ.ระนอง ในเดือน กรกฎาคม 2543 กุมภาพันธ์ เมษายนและกรกฎาคม 2544 พบว่าความเค็มของน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามจุดเก็บตัวอย่าง โดยจุดที่ 5 ซึ่งอยู่ติดกับคลองมีความเค็มน้อยที่สุด pH ของน้ำจะไม่แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิของน้ำสูงในเดือนเมษายน

พบว่าแบคทีเรียทั้งหมดจากตัวอย่างน้ำทะเลที่ผิวน้ำและที่น้ำลึก 1 เมตรมีจำนวนประมาณ $5.05 \times 10^2 - 2.58 \times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร และ $4.10 \times 10^2 - 1.68 \times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างตะกอนดินชายฝั่งเหนือผิวน้ำและตะกอนดินใต้น้ำ มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดประมาณ $4.10 \times 10^2 - 2.58 \times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร และ $1.3 \times 10^5 - 1.6 \times 10^8$ CFU/g ตามลำดับ และได้คัดเลือกแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินไว้ 172 และ 288 ไอโซเลต ตามลำดับ จากการศึกษารูปร่าง ลักษณะเซลล์ การย้อมติดสีแบบแกรม สมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี เช่น การเคลื่อนที่ การสร้างอินโดล ความสามารถในการใช้น้ำตาลและสารต่างๆรวมทั้งการจำแนกโดยใช้ชุดน้ำยาลำเร็จรูป API20NE พบว่าแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำทะเลจำนวน 117 ไอโซเลต (68%) ย้อมติดสีแบบแกรมลบ และ 55 ไอโซเลต (32%) ย้อมติดสีแบบแกรมบวก สำหรับรูปร่างของแบคทีเรียส่วนใหญ่ 159 ไอโซเลต (92.4%) มีรูปร่างเป็นท่อน ส่วน 13 ไอโซเลต (7.6%) มีรูปร่างเป็นทรงกลม ซึ่งในจำนวนนี้ 42 ไอโซเลตที่มีรูปร่างเป็นท่อนย้อมติดสีแกรมบวก ได้ถูกจัดจำแนกเป็น *Bacillus* ส่วน 13 ไอโซเลตที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม ย้อมติดสีแกรมบวก ได้ถูกจัดจำแนกเป็น *Staphylococcus* สำหรับ 117 ไอโซเลตที่เหลือ นำมาแบ่งกลุ่มโดยอาศัย oxidative-fermentative catabolism ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีทั้ง oxidative และ fermentative catabolism ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* และ *Vibrio* ส่วนกลุ่มที่มีเฉพาะ oxidative catabolism ซึ่งสามารถจำแนกเป็น *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Chryseobacterium*, *Brevundimonas*, *Burkholderia* และ *Sphingomonas* ส่วนอีก 59 ไอโซเลตยังไม่สามารถจัดจำแนกได้ นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อส่วนใหญ่มีการเจริญดีที่สุดในการที่มี NaCl 0-2% และทุกไอโซเลตสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี NaCl 0-5% โดยประมาณ 68% ของเชื้อสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี NaCl ความเข้มข้น 10%

ส่วนแบคทีเรียจากตะกอนดินจำนวน 288 ไอโซเลต และเมื่อศึกษารูปร่างลักษณะของเซลล์ และการติดสี แกรมของแบคทีเรียเหล่านั้น พบว่า เป็นแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมลบ 192 ไอโซเลต (67%) รองลงมาเป็นแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมบวก สร้างสปอร์ 79 ไอโซเลต (27%) ส่วนแบคทีเรียรูปร่างกลมพบเพียง 17 ไอโซเลต (6%) และเมื่อนำแบคทีเรียจากตะกอนดินจำนวน 213 ไอโซเลต มาจัดจำแนกด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี สามารถจำแนกแบคทีเรียรูปท่อน

ติดสีแกรมบวก สร้าง สปอร์ จำนวน 60 ไอโซเลต เป็นแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* ส่วนแบคทีเรียรูปร่างกลมติดสีแกรมบวก จำนวน 12 ไอโซเลต จัดเป็นแบคทีเรียใน จีนัส *Staphylococcus* และ *Micrococcus* และแบคทีเรีย รูปท่อนติดสีแกรมลบ จำนวน 141 ไอโซเลต จัดเป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่มีทั้ง oxidative และ fermentative catabolism 78 ไอโซเลต ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็นแบคทีเรียในจีนัส *Enterobacter Serratia Klebsiella Aeromonas* และ *Vibrio* และแบคทีเรียในกลุ่มที่มีเฉพาะ oxidative catabolism จำนวน 63 ไอโซเลต

จำนวนยีสต์ในน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด และจากการเก็บใน 3 ฤดู รวม 4 ครั้ง นั้นมีจำนวนน้อยจนไม่สามารถนับได้โดยวิธีทำ dilution plate count ดังนั้นจึงต้องทำการนับจำนวนโดยใช้วิธี membrane filtration และพบว่าตัวอย่างน้ำที่เก็บในฤดูฝน มียีสต์จำนวนมากกว่าตัวอย่างที่เก็บในฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยน้ำที่เก็บฤดูฝนพบยีสต์ 38->300 CFU/ 100 มิลลิลิตร น้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในฤดูหนาว มียีสต์ 0-9.6 CFU/ 100 มิลลิลิตร และน้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในฤดูร้อนมียีสต์ต่ำใกล้เคียงกัน คือ 0.7-8.7 CFU/ 100 มิลลิลิตร สำหรับจำนวนยีสต์ในดินพบว่ามีความน้อยเช่นกันและต้องนับด้วยวิธี membrane filtration โดยพบว่าตัวอย่างดินที่เก็บในฤดูร้อนมียีสต์เพียง 1.5-23 CFU/กรัม ในขณะที่ตัวอย่างดินซึ่งเก็บในฤดูหนาวพบยีสต์จำนวนมากกว่า คือ 3.0-148.5 CFU/กรัม ส่วนการแยกยีสต์จากดอกไม้ในป่าชายเลน 9 ชนิด ได้จำนวน 12 ไอโซเลต

สำหรับราพบว่าปริมาณราในดินผิวยู่ระหว่าง 1.0×10^2 - 6.3×10^3 CFU/กรัม ส่วนดินตะกอนใต้น้ำมีปริมาณ 2.8×10 - 1.6×10^3 CFU/กรัม ปริมาณของราที่ผิวน้ำมีปริมาณ 1- 4×10 CFU/มิลลิลิตร ส่วนปริมาณราที่น้ำลึกมี 1- 5.6×10 CFU/มิลลิลิตร ปริมาณราจากใบไม้คือ 2×10^2 - 8.3×10^3 และจากกิ่งไม้คือ 3.0×10^2 - 2.1×10^4 เมื่อราที่แยกได้มาจัดจำแนกพบราจำนวน 92 ชนิด (species) จัดอยู่ในกลุ่ม Zygomycetes 3 ชนิดได้แก่ *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Syncephalastum* sp. ราในกลุ่ม Ascomycetes 1 ชนิดได้แก่ *Ascotricha guamensis* และราในกลุ่ม Deuteromycetes 70 ชนิดได้แก่ *Acremonium* spp., *Aspergillus candidus* gr., *A. flavus-oryzae* gr., *A. fumigatus* gr., *A. niger* gr., *A. terreus* gr., *A. ustus* gr. *A. versicolor* gr. *Aspergillus* spp., *Cladosporium elatum*, *Conidiocarpus* sp., *Curvularia brachyspora*, *C. clavata*, *C. lunata*, *C. harveyi*, *C. pallescens*, *C. trifolii*, *C. tuberculata*, *Fusarium heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *Fusarium* sp., *Humicola* sp., *Monilia* sp., *Paecilomyces carneus*, *Pae. variotii*, *Paecilomyces* sp., *Penicillium atrovenetum*, *P. deleae*, *P. fellutanum*, *P. lanosum*, *P. steckii*, *Pestalotiopsis* spp., *Phoma* spp., *Trichoderma atroviride*, *T. aureoviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, *T. konigii*, *T. longibrachiratum*, *T. parceramosum*, *T. viride*, *Trichoderma* spp. และ sterile hypha 15 ชนิด และยังไม่ได้จัดจำแนก 3 ชนิด ราส่วนใหญ่จะพบทุกฤดูกาล ส่วนความหลากหลายของราบนใบไม้สีเขียวจะมีสูงสุด รองลงมาเป็นดินและใบไม้สีเหลือง สีนํ้าตาลและกิ่งไม้ ในน้ำจะมีความหลากหลายน้อยที่สุด ความหลากหลายของราที่ความเค็มสูงมีแนวโน้มจะสูงกว่าจุดที่มีความเค็ม

ต่ำ การวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางสถิติโดยใช้ดัชนีของ Shannon และ Simpson และจากการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงโดย WARD's method พบว่าในฤดูฝนมีความหลากหลายของชนิดและปริมาณของเชื้อราสูงที่สุดรองลงมาเป็นฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับ ชนิดของเชื้อราในฤดูฝนและฤดูหนาวมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด ในป่าธรรมชาติมีความหลากหลายของเชื้อรามากที่สุด และในจุดที่ 2 และจุดที่ 4 ซึ่งเป็นป่าปลูกมีชนิดของเชื้อราคล้ายคลึงกันมากที่สุด ดินที่ผิวใบโก่งกางสีเขียว สีเหลืองและกิ่งโก่งกางมีความหลากหลายของเชื้อราสูงที่สุด ใบเหลืองและใบเขียวจะมีชนิดของเชื้อราคล้ายคลึงกันที่สุด

ในการสำรวจตัวอย่างน้ำและดินพบสาหร่ายใน Division Cyanophyta 7 สกุล ได้แก่ *Anabaena*, *Chroococcus*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* และ *Spirulina* สาหร่ายใน Division Chlorophyta 11 สกุล ได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xanthidium* ใน Division Chrysophyta 15 สกุล ได้แก่ *Amphiprora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhizosolenia*, *Surirella* และ *Triceratium* และใน Division Euglenophyta 2 สกุล ได้แก่ *Euglena* และ *Phacus*

นอกจากนี้ยังพบว่าในแหล่งน้ำจะพบสาหร่ายมากชนิดกว่าในดิน เนื่องจากสาหร่ายที่สำรวจพบนั้นส่วนใหญ่เป็นพวกแพลงก์ตอนที่ลอยลอยอยู่ในกระแสน้ำ และยังพบอีกว่าสาหร่ายแต่ละสกุลสามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ซึ่งจากผลการสำรวจครั้งนี้พบว่าสาหร่ายส่วนใหญ่อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม แต่มีสาหร่ายสีเขียวบางสกุล เช่น *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xanthidium* ที่สำรวจพบเฉพาะในน้ำจืดเท่านั้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Spirulina* ใต้อะตอมสกุล *Melosira*, *Rhizosolenia* และ *Triceretium* ซึ่งสำรวจพบเฉพาะชนิดที่เจริญในน้ำกร่อยและน้ำเค็มเท่านั้น

Abstract

Samples of soils, water, leaves and twigs were collected from 5 different areas in mangrove forest at Mangrove Research Center, Amphur Ngoa, Ranong Province in July 2000 and February, April and July 2001. The salinity of water varied among different areas and season, whereas pH of water did not. The temperature of water were highest in April.

Study on bacterial population from water and soil samples revealed that total bacterial count from surface and 1 meter-depth water samples were 5.05×10^2 – 2.58×10^4 CFU/ml and 4.10×10^2 – 1.68×10^4 CFU/ml, respectively. Whereas total bacterial count from the soil samples collected from the river banks and sediment under water, were 4.10×10^2 – 2.58×10^4 CFU/ml and 1.30×10^5 – 1.60×10^8 CFU/ml, respectively. From those bacterial isolates, 172 and 288 isolates from water and soil sample were collected for further studies including cell morphology, gram stain, physiological and biochemical characteristics, as well as identification kit API20NE. From 172 isolates from water sample 117 (68%) of them were Gram's Negative and 55 (32%) were Gram's Positive. Most of them (159 isolates or 92.4%) were bacilli while 13 (7.6%) isolates were cocci. Among these bacteria, 42 isolates were identified as *Bacillus* and 13 were *Staphylococcus*. The remaining 117 strains were grouped according to their oxidative-fermentative catabolism into 2 groups. Those with oxidative and fermentative catabolism were distributed in genera *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* and *Vibrio* and those with only oxidative catabolism were *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Chryseobacterium*, *Brevundimonas*, *Burkholderia* and *Sphingomonas*. There were 59 isolates remained unknown. Most of the bacteria grew well in medium containing 0-2% NaCl. All of them could grow in medium varied in NaCl concentrations from 0-5% while 68% of the isolates were able to grow in 10% NaCl medium.

From 288 bacterial isolates from soil samples, 192 (67%) were rod shape and Gram's Negative. Rod shape and Gram's Positive were accounted for 27% (79 isolates) and 6% (17 isolates) were cocci Gram's Positive. Identification of these bacteria revealed 60 cultures belonged to the genus *Bacillus*, 12 were either *Staphylococcus* or *Micrococcus*. Grouping of Gram's Negative bacilli based on oxidative and fermentative catabolism showed that 78 isolates were in the genera *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Aeromonas* and *Vibrio*. There were 63 isolates exhibited only oxidative catabolism.

The numbers of yeast in all samples collected from 5 sites in 3 seasons were so little that they could not estimate by dilution plate count. Hence, membrane filtration technique was applied. It was found that water sample collected in rainy season contained larger amounts of yeast as compared to samples obtained in winter and summer. Water samples in rainy season contain 38->300 CFU of yeast/100 ml, while those collected in winter and summer contained 0-9.6 CFU/100 ml and 0.7-8.7 CFU/100 ml, respectively. Amounts of yeast in soil samples were also low and required the same technique. Soil samples collected in summer had only 1.5-23 CFU/g, while sample from winter contained 3.0-148.5 CFU/g. Isolation of yeast from 9 kinds of flower gathered from mangrove forests resulted in 12 isolates.

• The number of fungi at surface layer of the soils close to the water were 1.0×10^2 - 6.3×10^3 CFU/g and of submerged soils were 2.8×10 - 1.6×10^3 CFU/g. The number of fungi in surface water were 1-4x10 CFU/ml and that at 1 meter below water surface were 1-5.6x10 CFU/ml. The number of fungi from leaves were 2×10^2 - 8.3×10^3 CFU/ml whereas that from twigs were 3.0×10^2 - 2.1×10^4 CFU/g. The number of fungi from twigs were higher than those of leaves soils and water. The amounts of fungi in water were lowest. Isolation of fungi were carried out by serial dilutions and 92 identified species were obtained. Three species, namely *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Syncephalastum* sp. were in the Phylum Zygomycota; 1 isolate, namely *Ascotricha guamensis* was in Ascomycota; 70 isolates, namely *Acremonium* spp., *Aspergillus candidus* gr., *A. flavus-oryzae* gr., *A. fumigatus* gr., *A. niger* gr., *A. terreus* gr., *A. ustus* gr. *A. versicolor* gr. *Aspergillus* spp., *Cladosporium elatum*, *Conidiocarpus* sp., *Curvularia brachyspora*, *C. clavata*, *C. lunata*, *C. harveyi*, *C. pallens*, *C. trifolii*, *C. tuberculata*, *Fusarium heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *Fusarium* sp., *Humicola* sp., *Monilia* sp., *Pae. carneus*, *Pae. variotii*, *Paecilomyces* sp., *P. atrovenetum*, *P. deleae*, *P. fellutanum*, *P. lanosum*, *P. steckii*, *Pestalotiopsis* spp., *Phoma* spp., *Trichoderma atroviride*, *T. aureoviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, *T. konigii*, *T. longibrachiratum*, *T. parceramosum*, *T. viride*, *Trichoderma* spp. were in Deuteromycetes and 15 isolates were steriles hypha and could not be unidentified. Most of the fungi were found in all seasons. Diversity of the fungi in soil, yellow leaves, brown leaves, and twigs were lower than that of green leaves, however those in water samples were the lowest. Diversity of fungi in high salinity water tended to be higher than that in low salinity water. Statistical analysis on biodiversity of fungi were calculated by Shannon index and Simpson index. The similarity of fungi from samples were also

analyzed by WARD's method, The results showed that diversity of fungi were highest in the rainy season followed by those of cold season and hot season, respectively. Species of fungi in the rainy season were more similar to those of cold season than hot season. Diversity of fungi in natural mangrove forest were higher than that of restoration forests. Similarity of fungi were highest in two different areas of mangrove plantation. Diversity of fungi were highest in soil, green leaf, yellow leaf and twig while similarity of fungi were highest in green leaf and yellow leaf.

Observation of water and soil samples resulted in 7 genera belonging to the Division Cyanophyta, i.e., *Anabaena*, *Chroococcus*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* and *Spirulina*, 11 genera from Chlorophyta, namely *Ankistrodesmus*, *Chloroclla*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* and *Xanthidium*, 15 genera in the Division Chrysophyta, *Amphiprora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhizosolenia*, *Surirella* and *Triceratium* and 2 genera from Euglenophyta, *Euglena* and *Phacus*. In addition diversity of algae in water samples were higher than soil samples These algae were mostly phytoplankton that resided in water. Many of them were found in various habitat such as freshwater, brackish water and sea water. Some of them, however, were found only in fresh water, for example *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* and *Xantidium* while some species were found mainly in brackish water such as *Spirulina*, *Melosira*, *Rhizosolenia* and *Triceretium*.

บทสรุปผู้บริหาร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ แบคทีเรีย ยีสต์ ราเส้นใย และสาหร่ายขนาดเล็ก ในระบบนิเวศป่าชายเลนที่ยังคงความสมบูรณ์ รวมทั้งผลของการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครงสร้างของระบบนิเวศที่ไม่มีชีวิตต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ อีกทั้งทำการรวบรวมและเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่แยกได้จากป่าชายเลน อย่างมีระบบ และนำไปสู่การจัดทำฐานข้อมูลงานวิจัยจุลินทรีย์ในป่าชายเลนในประเทศไทย

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์จากตัวอย่างดิน น้ำ ใบไม้ กิ่งไม้จากจุดเก็บตัวอย่างต่างกัน 5 จุด ในบริเวณศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.ห่าว จ.ระนอง ในเดือนกรกฎาคม 2543 กุมภาพันธ์ เมษายนและกรกฎาคม 2544 พบว่าความเค็มของน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามจุดเก็บตัวอย่าง โดยจุดที่ 5 ซึ่งอยู่ติดกับคลองมีความเค็มน้อยที่สุด pH ของน้ำจะไม่แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิของน้ำสูงในเดือนเมษายน

พบว่าแบคทีเรียทั้งหมดจากตัวอย่างน้ำทะเลที่ผิวน้ำและที่น้ำลึก 1 เมตรมีจำนวนใกล้เคียงกันประมาณ $4.10 \times 10^2 - 2.58 \times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร ในขณะที่ตะกอนดินชายฝั่งเหนือผิวน้ำและตะกอนดินใต้น้ำ มีจำนวนแบคทีเรียแตกต่างกันมาก คือ $4.10 \times 10^2 - 2.58 \times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร และ $1.3 \times 10^5 - 1.6 \times 10^8$ CFU/g ตามลำดับ ได้ทำการคัดแยกแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำทะเล 172 ไอโซเลต และ จากตะกอนดิน 288 ไอโซเลต จากการศึกษารูปร่าง ลักษณะเซลล์ การย้อมติดสีแบบแกรม สมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี รวมทั้งการจำแนกโดยใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป API20NE พบว่าแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำทะเลจำนวน 117 ไอโซเลต จำแนกเป็น *Bacillus* 42 ไอโซเลต, *Staphylococcus* 13 ไอโซเลต นอกนั้นกระจายอยู่ใน oxidative และ fermentative catabolism ได้แก่ *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* และ *Vibrio* และกลุ่ม oxidative catabolism ได้แก่ *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Chryseobacterium*, *Brevundimonas*, *Burkholderia* และ *Sphingomonas* ส่วนอีก 59 ไอโซเลตยังไม่สามารถจัดจำแนกได้ นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อส่วนใหญ่มีการเจริญได้ดีที่สุดในอาหารที่มี NaCl 0-2%

ส่วนแบคทีเรียจากตะกอนดินจำนวน 288 ไอโซเลต สามารถจัดจำแนกเป็น *Bacillus* จำนวน 60 ไอโซเลต *Staphylococcus* 12 ไอโซเลต ประมาณครึ่งหนึ่งเป็น *Micrococcus* และแบคทีเรียรูปท่อนติดสีแกรมลบ จำนวน 141 ไอโซเลต ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีทั้ง oxidative และ fermentative catabolism 78 ไอโซเลต ได้แก่ *Enterobacter* *Serratia* *Klebsiella* *Aeromonas* และ *Vibrio* และกลุ่มที่มีเฉพาะ oxidative catabolism จำนวน 63 ไอโซเลต

สำหรับจำนวนยีสต์ตัวอย่างทั้งน้ำและดินมีน้อยมากต้องใช้วิธี membrane filtration ในการนับและพบว่าตัวอย่างน้ำที่เก็บในฤดูฝน มียีสต์จำนวนมากกว่าตัวอย่างที่เก็บในฤดูแล้ง

และฤดูร้อน โดยน้ำที่เก็บฤดูฝนพบยีสต์ 38->300 CFU/ 100 มิลลิลิตร น้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในฤดูหนาว มียีสต์ 0-9.6 CFU/ 100 มิลลิลิตร และน้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในฤดูร้อนมียีสต์ต่ำใกล้เคียงกัน คือ 0.7-8.7 CFU/ 100 มิลลิลิตร สำหรับจำนวนยีสต์ในดินพบว่าตัวอย่างดินที่เก็บในฤดูร้อนมียีสต์เพียง 1.5-23 CFU/กรัม ในขณะที่ตัวอย่างดินซึ่งเก็บในฤดูหนาวพบยีสต์จำนวนมากว่าเล็กน้อย คือ 3.0-148.5 CFU/กรัม ส่วนการแยกยีสต์จากดอกไม้ในป่าชายเลน 9 ชนิด ได้จำนวน 12 ไอโซเลต

สำหรับราพบว่าปริมาณราในดินผิวอยู่ระหว่าง 1.0×10^2 - 6.3×10^3 CFU/กรัม ส่วนดินตะกอนใต้น้ำมีปริมาณ 2.8×10 - 1.6×10^3 CFU/กรัม ปริมาณของราที่ผิวน้ำมีปริมาณ 1-4x10 CFU/มิลลิลิตร ส่วนปริมาณราที่น้ำลึกมี 1-5.6x10 CFU/มิลลิลิตร ปริมาณราจากใบไม้คือ 2×10^2 - 8.3×10^3 และจากกิ่งไม้คือ 3.0×10^2 - 2.1×10^4 เมื่อราที่แยกได้มาจัดจำแนกพบราจำนวน 92 ชนิด (species) จัดอยู่ในกลุ่ม Zygomycetes 3 ชนิด ได้แก่ *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Syncephalastum* sp. ราในกลุ่ม Ascomycetes 1 ชนิด ได้แก่ *Ascotricha guamensis* และราในกลุ่ม Deuteromycetes 70 ชนิด เช่น *Acremonium* spp., *Aspergillus candidus* gr., *Cladosporium elatum*, *Conidiocarpus* sp., *Curvularia brachyspora*, *Fusarium heterosporum*, *Humicola* sp., *Monilia* sp., *Paecilomyces carneus*, *Penicillium atrovenetum*, *Pestalotiopsis* spp., *Phoma* spp., *Trichoderma atroviride*, และ sterile hypha 15 ชนิด รวมทั้งยังไม่ได้จัดจำแนก 3 ชนิด ราส่วนใหญ่จะพบทุกฤดูกาล ส่วนความหลากหลายของรบบนใบไม้สีเขียวจะมีสูงสุด รองลงมาเป็นดินและใบไม้สีเหลือง สีนํ้าตาลและกิ่งไม้ ในน้ำจะมีความหลากหลายน้อยที่สุด ความหลากหลายของราที่ความเค็มสูงมีแนวโน้มจะสูงกว่าจุดที่มีความเค็มต่ำ การวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางสถิติ พบว่าในฤดูฝนมีความหลากหลายของชนิดและปริมาณของเชื้อราสูงที่สุดรองลงมาเป็นฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับ ชนิดของเชื้อราในฤดูฝนและฤดูหนาวมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด ในป่าธรรมชาติมีความหลากหลายของเชื้อรามากที่สุด และในจุดที่ 2 และจุดที่ 4 ซึ่งเป็นป่าปลูกมีชนิดของเชื้อราคล้ายคลึงกันมากที่สุด ดินที่ผิว ใบโกงกางสีเขียว สีเหลืองและกิ่งโกงกางมีความหลากหลายของเชื้อราสูงที่สุด ใบเหลืองและใบเขียวจะมีชนิดของเชื้อราคล้ายคลึงกันที่สุด

ในการสำรวจตัวอย่างน้ำและดินพบสาหร่ายใน Division Cyanophyta 7 สกุล ได้แก่ *Anabaena*, *Chroococcus*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* และ *Spirulina* สาหร่ายใน Division Chlorophyta 11 สกุล ได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xanthidium* ใน Division Chrysophyta 15 สกุล ได้แก่ *Amphiprora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhizosolenia*, *Surirella* และ *Triceratium* และใน Division Euglenophyta 2 สกุล ได้แก่ *Euglena* และ *Phacus*

นอกจากนี้ยังพบว่าในแหล่งน้ำจะพบสาหร่ายมากชนิดกว่าในดิน และสาหร่ายแต่ละสกุลสามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ซึ่งจากผลการสำรวจครั้งนี้พบว่าสาหร่ายส่วนใหญ่อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม แต่มีสาหร่ายสีเขียวบางสกุล เช่น *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Staurostrum*, *Stigeoclonium* และ *Xantidium* ที่สำรวจพบเฉพาะในน้ำจืดเท่านั้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Spirulina* ไดอะตอมสกุล *Melosira*, *Rhizosolenia* และ *Triceretium* ซึ่งสำรวจพบเฉพาะชนิดที่เจริญในน้ำกร่อยและน้ำเค็มเท่านั้น

โครงการนี้ได้ใช้เป็นหัวข้องานวิจัยและผลิตมหาบัณฑิต 2 คน คือ นส. ภัทรพร ยุคแผน เรื่อง "Study of Bacterial Diversity on Mangrove Forest in Thailand and Their Characteristics by Conventional and Molecular Techniques" และ นส.วัชรินทร์ ศรีสวัสดิ์ สกุลมีเรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราในป่าชายเลน ณ พื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง"

Executive Summary

This research project aimed at study on the distribution of microorganisms including bacteria, yeast, filamentous fungi and microalgae in the ecosystem of natural mangrove forest. Effects of non-living ecological structural characteristics on population and diversity of microorganisms were also recorded. Collection of microbial cultures were preserved for further studies. Information obtained from this project will assist in establishment of research database on microorganisms in mangrove forest of Thailand.

Samples of soils, water, leaves and twigs were collected from 5 different areas in mangrove forest at Mangrove Research Center, Amphur Ngoa, Ranong Province in July 2000 and February, April and July 2001. The salinity of water varied among different areas and season, whereas pH of water did not. The temperature of water were highest in April.

Study on bacterial population from water and soil samples revealed that total bacterial count from surface and 1 meter-depth water samples were 5.05×10^2 – 2.58×10^4 CFU/ml and 4.10×10^2 – 1.68×10^4 CFU/ml, respectively. Whereas total bacterial count from the soil samples collected from the river banks and sediment under water were 4.10×10^2 – 2.58×10^4 CFU/ml and 1.30×10^5 – 1.60×10^8 CFU/ml, respectively. From those bacterial isolates, 172 and 288 isolates from water and soil sample were collected for further studies including cell morphology, gram stain, physiological and biochemical characteristics, as well as identification kit API20NE. From 172 isolates from water sample 117 (68%) of them were Gram's Negative and 55 (32%) were Gram's Positive. Most of them (159 isolates or 92.4%) were bacilli while 13 (7.6%) isolates were cocci. Among these bacteria, 42 isolates were identified as *Bacillus* and 13 were *Staphylococcus*. The remaining 117 strains were grouped according to their oxidative-fermentative catabolism into 2 groups. Those with oxidative and fermentative catabolism were distributed in genera *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* and *Vibrio* and those with only oxidative catabolism were *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Chryseobacterium*, *Brevundimonas*, *Burkholderia* and *Sphingomonas*. There were 59 isolates remained unknown. Most of the bacteria grew well in medium containing 0-2% NaCl. All of them could grow in medium varied in NaCl concentrations from 0-5% while 68% of the isolates were able to grow in 10% NaCl medium.

From 288 bacterial isolates from soil samples, 192 (67%) were rod shape and Gram's Negative. Rod shape and Gram's Positive were accounted for 27% (79 isolates) and 6% (17 isolates) were cocci Gram's Positive. Identification of these

bacteria revealed 60 cultures belonged to the genus *Bacillus*, 12 were either *Staphylococcus* or *Micrococcus*. Grouping of Gram's Negative bacilli based on oxidative and fermentative catabolism showed that 78 isolates were in the genera *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Aeromonas* and *Vibrio*. There were 63 isolates exhibited only oxidative catabolism.

The numbers of yeast in all samples collected from 5 sites in 3 seasons were so little that they could not estimate by dilution plate count. Hence, membrane filtration technique was applied. It was found that water sample collected in rainy season contained larger amounts of yeast as compared to samples obtained in winter and summer. Water samples in rainy season contain 38->300 CFU of yeast/100 ml, while those collected in winter and summer contained 0-9.6 CFU/100 ml and 0.7-8.7 CFU/100 ml, respectively. Amounts of yeast in soil samples were also low and required the same technique. Soil samples collected in summer had only 1.5-23 CFU/g, while sample from winter contained 3.0-148.5 CFU/g. Isolation of yeast from 9 kinds of flower gathered from mangrove forests resulted in 12 isolates.

The number of fungi at surface layer of the soils close to the water were 1.0×10^2 - 6.3×10^3 CFU/g and of submerged soils were 2.8×10 - 1.6×10^3 CFU/g. The number of fungi in surface water were $1-4 \times 10$ CFU/ml and that at 1 meter below water surface were $1-5.6 \times 10$ CFU/ml. The number of fungi from leaves were 2×10^2 - 8.3×10^3 CFU/ml whereas that from twigs were 3.0×10^2 - 2.1×10^4 CFU/g. The number of fungi from twigs were higher than those of leaves soils and water. The amounts of fungi in water were lowest. Isolation of fungi were carried out by serial dilutions and 92 identified species were obtained. Three species, namely *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Syncephalastum* sp. were in the Phylum Zygomycota; 1 isolate, namely *Ascotricha guamensis* was in Ascomycota; 70 isolates, namely *Acremonium* spp., *Aspergillus candidus* gr., *A. flavus-oryzae* gr., *A. fumigatus* gr., *A. niger* gr., *A. terreus* gr., *A. ustus* gr. *A. versicolor* gr. *Aspergillus* spp., *Cladosporium elatum*, *Conidiocarpus* sp., *Curvularia brachyspora*, *C. clavata*, *C. lunata*, *C. harveyi*, *C. pallescens*, *C. trifolii*, *C. tuberculata*, *Fusarium heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *Fusarium* sp., *Humicola* sp., *Monilia* sp., *Pae. carneus*, *Pae. variotii*, *Paecilomyces* sp., *P. atrovenetum*, *P. deleae*, *P. fellutanum*, *P. lanosum*, *P. steckii*, *Pestalotiopsis* spp., *Phoma* spp., *Trichoderma atroviride*, *T. aureoviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, *T. konigii*, *T. longibrachiratum*, *T. parceramosum*, *T. viride*, *Trichoderma* spp. were in Deuteromycetes and 15 isolates were steriles hypha and could not be unidentified.

Most of the fungi were found in all seasons. Diversity of the fungi in soil, yellow leaves, brown leaves, and twigs were lower than that of green leaves, however those in water samples were the lowest. Diversity of fungi in high salinity water tended to be higher than that in low salinity water. Statistical analysis on biodiversity of fungi were calculated by Shannon index and Simpson index. The similarity of fungi from samples were also analyzed by WARD's method, The results showed that diversity of fungi were highest in the rainy season followed by those of cold season and hot season, respectively. Species of fungi in the rainy season were more similar to those of cold season than hot season. Diversity of fungi in natural mangrove forest were higher than that of restoration forests. Similarity of fungi were highest in two different areas of mangrove plantation. Diversity of fungi were highest in soil, green leaf, yellow leaf and twig while similarity of fungi were highest in green leaf and yellow leaf.

Observation of water and soil samples resulted in 7 genera of algae belonging to the Division Cyanophyta, *i.e.*, *Anabaena*, *Chroococcus*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* and *Spirulina*, 11 genera from Chlorophyta, namely *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xanthidium*, 15 genera in the Division Chrysophyta, *Amphiprora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhizosolenia*, *Surirella* and *Triceratium* and 2 genera from Euglenophyta, *Euglena* and *Phacus*.

In addition diversity of algae in water samples were higher than soil samples. These algae were mostly phytoplankton that resided in water. Many of them were found in various habitat such as freshwater, brackish water and sea water. Some of them, however, were found only in fresh water, for example *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* and *Xanthidium* while some species were found mainly in brackish water such as *Spirulina*, *Melosira*, *Rhizosolenia* and *Triceretium*.

This research project was used research titles for thesis and produced two Master Degree students, namely, Ms. Pattaraporn Yukpan on "Study of Bacterial Diversity on Mangrove Forest in Thailand and Their Characteristics by Conventional and Molecular Techniques" and Ms. Watcharin Srisawadskulmee on "Biodiversity of Fungi in Mangrove Forest at Ranong Biosphere Reserve".

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	การบันทึกผลของปฏิกิริยาในชุดทดสอบ API 20NE	34
ภาพที่ 2	การใช้ membrane filtration techniques ในการนับจำนวนยีสต์ในตัวอย่างน้ำ	36
ภาพที่ 3	การใช้วัสดุหล่อเหี่ยว	40
ภาพที่ 4	แผนที่แสดงที่ตั้งศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จังหวัดระนอง และจุดเก็บตัวอย่าง	44
ภาพที่ 5	แสดงจุดเก็บตัวอย่าง.....	45
ภาพที่ 6	แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณน้ำลึก.....	46
ภาพที่ 7	แสดงความเค็มของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ).....	50
ภาพที่ 8	แสดงอุณหภูมิของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ)	50
ภาพที่ 9	แสดง pH ของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ)	51
ภาพที่ 10	จำนวนแบคทีเรียในตะกอนดินที่จุดเก็บตัวอย่างในฤดูฝน (กค. 2542 และ กค. 2543) ฤดูหนาว (กพ. 2543) และฤดูร้อน (เมย. 2543)	54
ภาพที่ 11	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่คัดแยกจากตะกอนดินในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง (A) และ ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดที่คัดแยกจากตะกอนดิน (B) โดยแบ่งตามรูปร่างลักษณะของเซลล์ และการติดสีแกรมของแบคทีเรีย ..	55
ภาพที่ 12	สัณฐานวิทยาของโคไลนีและเซลล์ของแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำและตะกอนดินจากป่าชายเลน	56
ภาพที่ 13	แสดงจำนวนยีสต์ในน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ).....	90

ภาพที่ 14	<i>Syncephalastrum</i> sp. Schröt. 1986.....	104
ภาพที่ 15	<i>Rhizopus</i> sp. Ehrenb.	105
ภาพที่ 16	<i>Ascotricha guamensis</i> Ames.	106
ภาพที่ 17	<i>Acermonium</i> sp. Link ex Fr.	107
ภาพที่ 18	<i>Aspergillus fumigatus</i> group.	108
ภาพที่ 19	<i>Penicillium lanosum</i> Westing.....	109
ภาพที่ 20	<i>Conidiocarpus</i> sp. Woron.....	110
ภาพที่ 21	<i>Humicola</i> sp. Traaen	111
ภาพที่ 22	<i>Pestalotiopsis</i> sp. De Not.	112
ภาพที่ 23	<i>Phoma</i> sp. Sacc.	113
ภาพที่ 24	ดัชนีความเหมือนของฤดู โดยการวัดระยะทาง.....	127
ภาพที่ 25	ดัชนีความเหมือนของจุดเก็บตัวอย่าง โดยการวัดระยะทาง.....	128
ภาพที่ 26	ดัชนีความเหมือนของตัวอย่าง โดยการวัดระยะทาง	130
ภาพที่ 27	ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง (ก) <i>Anabena</i> sp., 140 (ข) <i>Chlorococcus</i> sp., (ค) <i>Hapalosiphon</i> sp., (ง) <i>Oscillatoria</i> sp., (จ) <i>Phormidium</i> sp. และ (ฉ) <i>Spirulina</i> sp.	140
ภาพที่ 28	ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง (ก) <i>Ankistrodesmus</i> sp., (ข) <i>Chlorella</i> sp., (ค) <i>Closterium</i> sp., (ง) <i>Cosmarium</i> sp., (จ) <i>Oedogonium</i> sp. และ (ฉ) <i>Pediastrum</i> sp.....	143
ภาพที่ 29	ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง (ก) <i>Scenedesmus</i> sp. , (ข) <i>Straulastrum</i> sp., (ค) <i>Stigeoclonium</i> sp. และ (ง) <i>Xanthidium</i> sp.....	144
ภาพที่ 30	ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง (ก) <i>Amphipora</i> sp. หรือ <i>Entomoneis</i> sp., (ข) <i>Amphora</i> sp., (ค) <i>Bacillaria</i> sp., (ง) <i>Coscinodiscus</i> sp., (จ) <i>Fragilaria</i> sp. และ (ฉ) <i>Gomphonema</i> sp.....	148
ภาพที่ 31	ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง (ก) <i>Melosira</i> sp., (ข) <i>Navicula</i> sp., (ค) <i>Nitzschia</i> sp., (ง) <i>Pinnularia</i> sp., (จ) <i>Surirella</i> sp. และ (ฉ) <i>Triceratium</i> sp.....	149
ภาพที่ 32	ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง (ก) <i>Euglena</i> sp. และ (ข) <i>Phacus</i> sp.....	154

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ราทะเลบนชิ้นส่วนที่อยู่ใต้น้ำในป่าชายเลน บนไม้ และพุ่มไม้ชายฝั่งทะเลในแถบร้อน.....	27
ตารางที่ 2	การอ่านผลการทดสอบจากชุดทดสอบ API 20NE.....	34
ตารางที่ 3	ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542 ...	48
ตารางที่ 4	ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543...	48
ตารางที่ 5	ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543	49
ตารางที่ 6	ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543 ...	49
ตารางที่ 7	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินที่จุ่มเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง.....	53
ตารางที่ 8	แสดงจำนวนตัวอย่างที่คัดเลือกจากตัวอย่างน้ำที่เก็บจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด	54
ตารางที่ 9	ลักษณะและคุณสมบัติของโคโลนีแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำในป่าชายเลน.....	57
ตารางที่ 10	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมบวก ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น <i>Bacillus</i> และจีโนมใกล้เคียงเปรียบเทียบกับ <i>B. subtilis</i> ATCC6051.....	69
ตารางที่ 11	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมบวก ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น <i>Staphylococcus</i> และจีโนมใกล้เคียง โดยเปรียบเทียบกับ <i>S. aureus</i> ATCC25923.....	71
ตารางที่ 12	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น <i>Klebsiella</i> และจีโนมใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism.....	71
ตารางที่ 13	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น <i>Enterobacter</i> และจีโนมใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism	72
ตารางที่ 14	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น <i>Serratia</i> และจีโนมใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism.....	73
ตารางที่ 15	คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น <i>Vibrio</i> และจีโนมใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism.....	74
ตารางที่ 16	คุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ที่มีเฉพาะ oxidative catabolism และนำมาจัดจำแนกโดยใช้ระบบ API20NE	75

ตารางที่ 17	การเจริญของแบคทีเรีย 172 ไอโซเลต บนอาหาร marine agar ที่มี NaCl ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	77
ตารางที่ 18	การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ดิดส์แกรมบวก สร้างสปอร์ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี.....	84
ตารางที่ 19	การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างทรงกลม ดิดส์แกรมบวก ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี	85
ตารางที่ 20	การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ดิดส์แกรมลบ ใน Family Enterobacteriaceae ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี.....	86
ตารางที่ 21	การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ดิดส์แกรมลบ ใน Family Vibrionaceae ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี	87
ตารางที่ 22	จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542	91
ตารางที่ 23	จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543	91
ตารางที่ 24	จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543.....	92
ตารางที่ 25	จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543.....	93
ตารางที่ 26	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542	95
ตารางที่ 27	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543.....	96
ตารางที่ 28	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543	97
ตารางที่ 29	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543	98
ตารางที่ 30	จำนวนยีสต์ที่แยกได้โดย enrichment technique จากดอกและผลของต้นไม้ ในบริเวณป่าชายเลน.....	99
ตารางที่ 31	ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างดิน (CFU/g).....	100
ตารางที่ 32	ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างน้ำ (CFU/มิลลิลิตร).....	101
ตารางที่ 33	ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างใบไม้และกิ่งโกก้าง (CFU/g)	102
ตารางที่ 34	แสดงชนิดและแหล่งที่พบเชื้อราในแต่ละฤดูกาล	114
ตารางที่ 35	แสดงชนิดและแหล่งที่พบเชื้อราจากตัวอย่างดิน น้ำใบไม้และกิ่งไม้	117
ตารางที่ 36	แสดงชนิดของเชื้อราที่พบในระดับความเค็มแตกต่างกัน.....	120
ตารางที่ 37	แสดงชนิดของเชื้อราที่พบตามจุดเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน.....	123
ตารางที่ 38	การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากการเก็บตัวอย่าง 3 ฤดูกาล.....	127
ตารางที่ 39	การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด	128
ตารางที่ 40	การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างต่าง ๆ.....	130
ตารางที่ 41	แสดงสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบ*ในตัวอย่างน้ำจากป่าชายเลน บริเวณ ศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.ห่าว จ. ระนอง จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง	133

ตารางที่ 42	แสดงสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบ*ในตัวอย่างดินจากป่าชายเลน บริเวณ ศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จ. ระนอง จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง 136
ตารางที่ 43	แสดงปริมาณสาหร่ายที่พบในตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จ. ระนอง (- หมายถึง ไม่พบ, + หมายถึง พบใน ปริมาณน้อย 1-10 เซลล์ต่อมิลลิลิตร, ++ หมายถึง พบในปริมาณปานกลาง 10-10 ² เซลล์ต่อมิลลิลิตร, +++ หมายถึง พบในปริมาณมากกว่า 10 ² เซลล์ ต่อมิลลิลิตร)..... 138
ตารางที่ 44	แสดงปริมาณสาหร่ายที่พบในตัวอย่างดินจากพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จ. ระนอง (- หมายถึง ไม่พบ, + หมายถึง พบใน ปริมาณน้อย 1-10 เซลล์ต่อมิลลิลิตร, ++ หมายถึง พบในปริมาณปานกลาง 10-10 ² เซลล์ต่อมิลลิลิตร, +++ หมายถึง พบในปริมาณมากกว่า 10 ² เซลล์ ต่อมิลลิลิตร)..... 139

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่เป็นเอกภาพ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมากทั้งชนิดของจุลินทรีย์ ชนิดของพืช และชนิดของสัตว์ เป็นระบบนิเวศซึ่งเชื่อมต่อระหว่างระบบนิเวศบนบกและนิเวศทางทะเล จากการที่มีน้ำขึ้นและน้ำลงอยู่ตลอดเวลาทำให้เกิดการทับถมของตะกอนดิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในระบบนิเวศป่าชายเลนนั้นคือจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกในห่วงโซ่อาหาร เช่น สาหร่ายและแบคทีเรีย สำหรับแบคทีเรียซึ่งมีอยู่ประมาณ 10^5 - 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ของตะกอนดิน ยังทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย โดยมีบทบาทสำคัญในวงจรอาหาร ไม่ว่าจะเป็นวัฏจักรคาร์บอน วงจรไนโตรเจน และวงจรกำมะถัน (Laanbroek and Veldkamp, 1982) รมามีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายซากพืชและสัตว์ โดยย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น เซลลูโลส ลิกนิน และไคติน ที่เป็นองค์ประกอบ นอกจากนั้นจุลินทรีย์ยังมามีบทบาทในการก่อให้เกิดโรคกับพืช สาหร่าย และสัตว์น้ำบางชนิด จึงมีส่วนควบคุมประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอีกด้วย

จุลินทรีย์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสภาวะแวดล้อมของโลกและความเป็นอยู่ของมนุษย์ จุลินทรีย์เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ และเป็นตัวการที่สำคัญในการรักษาสมดุลธรรมชาติ จุลินทรีย์ยังมีความสามารถในการสร้างสารบางชนิดที่มีประโยชน์ต่อมนุษยชาติ อย่างไรก็ตามประมาณกันว่ามนุษย์เรารู้จักจุลินทรีย์เพียงประมาณ 10% ของชนิดของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ ส่วนที่เหลือที่กระจายอยู่ในระบบนิเวศต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชื้น เช่นประเทศไทย จะเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ธรรมชาติที่ยังไม่ได้มีการศึกษากันเป็นจำนวนมาก ดังนั้นโครงการนี้จึงเป็นความพยายามที่จะศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา และสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อที่จะรวบรวมและจัดจำแนกให้เป็นระบบ ในการที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอนาคต

การศึกษาถึงความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศป่าชายเลนจะช่วยให้เราทราบถึงชนิด ปริมาณ และ บทบาทของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศ ซึ่งจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของป่าชายเลนซึ่งยังคงความอุดมสมบูรณ์ ปัจจุบันนี้มีพื้นที่ป่าชายเลนจำนวนมากที่ถูกทำลายหรือทำให้เสื่อมสภาพเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การขยายพื้นที่ทำนา กุ้ง การปล่อยน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัดจากนาุ้ง บ้านเรือนและอุตสาหกรรม (เช่นอุตสาหกรรมเหมืองแร่) และ การปนเปื้อนของน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตชายฝั่ง มีผลให้ระบบนิเวศเดิมถูกทำลาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย รา ยีสต์ และสาหร่าย การทำลายทรัพยากรชายฝั่งนี้จะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนหมดไป ปัจจุบันรัฐบาลเริ่มตระหนักถึงความสูญเสียนี้ และเริ่มมีความพยายามที่จะฟื้นฟูสภาพ รวมทั้งมีการปลูกป่าชายเลนขึ้นมาทดแทน การศึกษาชนิดของจุลินทรีย์ในป่าชายเลนที่ยังคงความสมบูรณ์จะช่วยให้ทราบถึงชนิดของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศป่าชายเลน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการฟื้นฟูสภาพป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติต่อไป

นอกจากนั้นความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศป่าชายเลนของประเทศไทยยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างจริงจัง งานวิจัยที่เสนอขอรับทุนสนับสนุนนี้เป็นการศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์อย่างมีระบบและจริงจัง นอกจากนั้นจากงานวิจัยนี้น่าจะมีโอกาสได้พบจุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ๆในประเทศไทย โดยจุลินทรีย์บางสายพันธุ์ที่รวบรวมได้อาจจะเป็นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ผลิตเอนไซม์บางชนิด (เช่น เซลลูเลส และ ไคติเนส) ผลิต active compound บางชนิด (เช่น สารปฏิชีวนะ ไวตามิน และกรดไขมัน) และผลิตสารให้ความหวาน (เช่น erythritol)

ความสำคัญของป่าชายเลน

ป่าชายเลน หรือป่าโกงกาง หรือที่เรียกในภาษาอังกฤษว่า mangrove หรือ tidal forest มีความหมายตามที่ ศ.ดร. สนิท อักษรแก้ว (2532) รวบรวมไว้ว่า ในปี ค.ศ. 1903 A.F.W. Schiomer ให้ความหมายว่าเป็นสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ หรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด และในปี ค.ศ. 1962 L.V. Du ให้ความหมายไว้ 2 ประการ ประการแรก หมายถึงสังคมพืชที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิดหลายตระกูลและเป็นพวกที่มีใบเขียวตลอดปี ซึ่งมีลักษณะทางสรีรวิทยาและสิ่งแวดล้อมคล้ายกัน ประการที่สอง หมายถึงสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณปากอ่าว ชายฝั่งทะเลบริเวณเขตร้อน (tropical region) ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ในสกุล โกงกาง และมีไม้ตระกูลอื่นปะปนอยู่บ้าง

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ดังนั้นป่าชายเลนจึงถือเป็นเขตเปลี่ยนสังคมพืชระหว่างระบบนิเวศบนบก (terrestrial ecosystem) และระบบนิเวศทางทะเล (marine ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะ พันธุ์ไม้ป่าชายเลน ซึ่งเป็นพืชทนเค็ม (facultative halophyte) มีรากหายใจ (pneumatophore หรือ breathing root) และรากค้ำยัน ป่าชายเลนมีพันธุ์ไม้หลายชนิด เช่น โกงกาง แสมทะเล พังกาหัวสุม ถั่วขาว และเฟิร์นทะเลจำพวกปรง เป็นต้น (สนิท, 2532) พืชแต่ละชนิดจะขึ้นเป็นแนวเขตหรือโซนที่ค่อนข้างแน่นอน คือจากบริเวณชายฝั่งจนลึกเข้าไปในป่าด้านใน(zonation) ทั้งนี้ปัจจัยที่สำคัญต่อชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน ประกอบด้วย ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดิน ความเค็มของน้ำในดิน การระบายน้ำและกระแสน้ำ ความชื้นของดิน และความถี่ที่น้ำทะเลท่วมถึง

ป่าชายเลนมีความสำคัญและประโยชน์หลายด้าน ทั้งด้านป่าไม้ โดยไม้ในป่าชายเลนนำมาเผาถ่าน ใช้เป็นไม้ฟืน ไม้เสาเข็ม ใช้ผลิตเครื่องมือทางด้านประมง และเฟอร์นิเจอร์ นอกจากนั้นป่าชายเลนยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำโดยเฉพาะ สัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ ปลากระบอก ปลากระพง ปูแสม และ ปูทะเล โดยสัตว์น้ำเหล่านี้จะหาอาหารและหลบหนีศัตรูใหญ่อยู่ในป่าชายเลน นอกจากนั้นป่าชายเลนยังเป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์น้ำ เนื่องจากในป่าชายเลนจะมีการหมุนเวียนของธาตุอาหาร โดยเมื่อ ใบ ก้าน ดอก และผลของพืชร่วงหล่นลงทับถมลงสู่พื้นที่มีสภาพเป็นดินเลนและมีน้ำทะเลท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ จะย่อยสลาย กลายเป็นอาหารปฐมภูมิของระบบนิเวศในป่าชายเลน การย่อยสลายของสิ่งเหล่านี้เกิดจากผู้บริโภคปฐม

ภูมิ ซึ่งเป็นพวก หอย ปู และหนอนปล้อง รวมทั้งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ และธาตุอาหารที่ได้จากการสลายของเศษชิ้นส่วนของพืช จุลินทรีย์และแพลงตอนพืช (phytoplankton) จะนำไปใช้ในการเจริญเพิ่มจำนวน โดยจุลินทรีย์และแพลงตอนพืชที่เพิ่มจำนวนขึ้นมาถูกใช้เป็นอาหารสำหรับแพลงตอนสัตว์ (zooplankton) และสัตว์น้ำขนาดใหญ่ต่อไป (สนิท, 2532 และ โสภณ, 2538) ดังนั้นป่าชายเลนจึงเป็นแหล่งประมงชายฝั่ง นอกจากนั้นป่าชายเลนยังมีหน้าที่รักษาสมดุลของระบบนิเวศด้วย (สนิท, 2532)

ป่าชายเลนในประเทศไทย

ประเทศไทยมีป่าชายเลนกระจายตามชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ โดยจะมีมากทางภาคใต้ ทั้งด้านฝั่งตะวันออกติดกับอ่าวไทย และฝั่งตะวันตกด้านทะเลอันดามัน ในปี 2538 สนิตและคณะ รายงานว่า ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนอยู่ประมาณ 1,679,335 ไร่ ขึ้นอยู่การจัดกระจายตามชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยและด้านทะเลอันดามัน โดยจำแนกเป็นภาคได้ดังนี้ คือ ด้านตะวันออก รวมจังหวัด ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และ ตราด มีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดประมาณ 253,708 ไร่ หรือ 15% ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ทางด้านภาคกลางหรือทางกันอ่าวไทย รวมจังหวัดต่างๆ คือ ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์ มีเนื้อที่ป่าชายเลนประมาณ 208,615 ไร่ หรือ 12% ของพื้นที่ป่าชายเลนทั่วประเทศ และภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีป่าชายเลนมากที่สุดประมาณ 1,217,012 ไร่ หรือ 73% ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด โดยอยู่ในจังหวัดต่างๆ คือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และ สตูล เป็นต้น สภาพป่าชายเลนโดยทั่วๆ ไปพบว่าป่าชายเลนทางภาคใต้ของประเทศ โดยเฉพาะทางฝั่งทะเลอันดามันมีสภาพค่อนข้างอุดมสมบูรณ์มากกว่าที่ภาคอื่น ประกอบด้วยไม้ขนาดใหญ่ ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยและภาคกลางบริเวณกันอ่าวไทยมีสภาพค่อนข้างเสื่อมโทรม ประกอบด้วยไม้ขนาดเล็กและได้ถูกรบกวนจากมนุษย์ เพื่อเปลี่ยนสภาพป่าชายเลนเป็นนาเกลือ และแหล่งอุตสาหกรรม ส่วนทางภาคตะวันออก ป่าชายเลนประกอบด้วยต้นไม้ขนาดเล็ก และถูกบุกรุกอย่างมากเพื่อเปลี่ยนมาเป็นนาเกลือ ดังเห็นได้ในจังหวัดจันทบุรี เป็นต้น

เนื่องจากระนองเป็นจังหวัดที่มีป่าชายเลนซึ่งยังมีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่นเดียวกับจังหวัดอื่นในภาคใต้ จึงเหมาะที่จะเลือกเป็นพื้นที่สำหรับการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับระบบนิเวศ รวมทั้งองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตที่เป็นจุลินทรีย์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาเปรียบเทียบกับป่าชายเลนที่เสื่อมสภาพเพื่อวางแผนทางในการอนุรักษ์ต่อไป ปัจจุบันจังหวัดระนอง มีหน่วยงานที่ตั้งขึ้นเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับป่าชายเลน เพื่อการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลนให้มีประสิทธิภาพอยู่ถึง 2 หน่วยงาน คือ ศูนย์วิจัยป่าชายเลนจังหวัดระนอง ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และ สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิจัยป่าชายเลนจังหวัดระนอง ตั้งอยู่ที่หมู่ 4 บ้านล่าง ตำบลหงาว อำเภอเมือง จังหวัดระนอง อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $10^{\circ} 57' - 10^{\circ} 58'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $78^{\circ} 32' - 98^{\circ} 58'$ ตะวันออก ที่ทำการศูนย์วิจัยอยู่ห่างจากตัวจังหวัดประมาณ 20 กิโลเมตร มีพื้นที่เป็นสวนรุกขชาติป่าชายเลนคลองหงาว 150 ไร่ และสวนรุกขชาติป่าชายเลนคลองละอุ่นประมาณ 500 ไร่ และมีพื้นที่ทำการศึกษาวิจัยที่ตำบลหงาว ห่างจากศูนย์วิจัยประมาณ 8 กิโลเมตร (โดยทางเรือ) ประมาณ 3,664 ไร่ จังหวัดระนองเป็นจังหวัดที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ ฤดูฝน เริ่มต้นแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม จะมีฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม และฤดูแล้งจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ฝนตกน้อยที่สุดเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม ประมาณ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม ประมาณ 20 องศาเซลเซียส (เอกสารการวิจัย ศูนย์วิจัยป่าชายเลน เล่ม 1, 2538)

สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อยู่ที่ตำบลกำพวน กิ่งอำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระนอง สถานีวิจัยฯ ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรและสภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่ง คุณสมบัติของน้ำบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลน มีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน การจัดเส้นทาง การศึกษาธรรมชาติในป่าชายเลน เพื่อจัดตั้งอุทยานทรัพยากรชายฝั่งและพิพิธภัณฑธรรมชาติ (เอกสารประชาสัมพันธ์สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง) แต่ยังไม่มีการศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ในบริเวณดังกล่าว

จุลินทรีย์ในระบบนิเวศป่าชายเลน

สำหรับสิ่งแวดล้อมป่าชายเลนที่มีน่าจะมีความสัมพันธ์ต่อสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลนนั้น คือ ภูมิประเทศชายฝั่ง (coastal physiograph) ภูมิอากาศ (climate) น้ำขึ้นน้ำลง (tide) คลื่นและกระแสน้ำ (waves and currents) ความเค็มของน้ำ (water salinity) ออกซิเจนละลาย (dissoved oxygen) ดิน (soill) และธาตุอาหาร (nutrient) โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเหล่านี้น่าจะมีบทบาทสำคัญต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ ในขณะที่เดียวกันจุลินทรีย์ที่พบในระบบนิเวศป่าชายเลนนั้นๆ ก็น่าจะมีอิทธิพลต่อสภาวะแวดล้อมด้วยเช่นกัน สิ่งมีชีวิตที่พบในป่าชายเลนมีตั้งแต่ ไวรัส แบคทีเรีย รา สาหร่าย พืชชั้นสูง สัตว์ รวมทั้งมนุษย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จัดเป็นสิ่งแวดล้อมของป่าเลนด้วยเช่นกัน

ป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่ค่อนข้างจะเป็นเอกภาพ เนื่องจากพบเฉพาะในแถบร้อน และอยู่ตามชายฝั่งทะเล ระหว่างบริเวณที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุดและต่ำสุด องค์ประกอบและกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลนทุกแห่งทั่วโลกมีลักษณะคล้ายกัน ระบบนิเวศของป่าชายเลนประกอบด้วย องค์ประกอบที่เป็นโครงสร้างของระบบนิเวศ (ecosystem structure) และส่วนที่เป็นหน้าที่หรือกิจกรรมของระบบนิเวศ (ecosytem functions) เช่นเดียวกับระบบนิเวศอื่นๆ โครงสร้างระบบนิเวศส่วนที่เป็นองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ ผู้

ผลิต (producers) ซึ่งหมายถึงพวกที่สร้างสารอินทรีย์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ แพลงตอนพืช สาหร่าย และพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ โดยเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร องค์ประกอบสิ่งมีชีวิตอีกประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญคือ ผู้บริโภค (consumers) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์ประเภทต่างๆ แบ่งย่อยออกเป็นกลุ่มที่กินอินทรีย์สาร กลุ่มกินพืชโดยตรง กลุ่มกินสัตว์ กลุ่มกินทั้งพืชและสัตว์ ส่วนองค์ประกอบประเภทที่สาม คือผู้ย่อยสลาย (decomposers) ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย รา และ crustacean พวกปู และหอยเจาะไม้ โดยใบไม้ที่ร่วงหล่นจะถูกทำลายเป็นชิ้นเล็กๆ อย่างรวดเร็วโดยปู และ amphipods หลังจากนั้นแบคทีเรีย และรา จะย่อยสลายต่อ (สนิท, 2532)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบสิ่งมีชีวิตส่วนที่เป็นโครงสร้างของระบบนิเวศป่าชายเลนที่เป็นจุลินทรีย์นั้นมีการศึกษากันไม่มากนัก และการศึกษาส่วนใหญ่ยังไม่ลึกลงไปถึงบทบาทที่ชัดเจนของจุลินทรีย์เหล่านั้นในระบบนิเวศป่าชายเลน สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในป่าชายเลน เช่น Agate *et al.* (1986) ศึกษาแบคทีเรียในน้ำและดิน ในป่าชายเลน จังหวัดระนอง พบว่าจำนวนแบคทีเรียที่นับโดยตรงจากกล้องจุลทรรศน์อยู่ในช่วง $1.5 \times 10^6 - 1.9 \times 10^7$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และแบคทีเรียที่พบมากกว่า 30% ของประชากรทั้งหมดมี 3 ยีนส์ คือ *Bacillus*, *Micrococcus* และ *Planococcus* นอกจากนั้นยังพบ *Cellulomonas*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Micrococcus* และ *Pseudomonas* นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาราท้ายบนชิ้นส่วนของไม้โกงกางในป่าชายเลน จังหวัดระนองพบว่ามีราถึง 59 สปีชีส์โดย 50 สปีชีส์ อยู่ใน subdivision Ascomycotina 2 สปีชีส์ อยู่ใน subdivision Basidiomycotina และ 7 สปีชีส์ อยู่ใน subdivision Deuteromycotina เช่น *Aigialus grandis*, *Aniptodera mangrovii*, *Caryospora rhizophorae*, *Dactylospora haliotrepha*, *Didymosphaeria enalia* และ *Halosarpheia abonnis* นอกจากนั้นยังพบว่าราในดินป่าชายเลนมีจำนวนน้อยกว่าที่พบในดินบนบก จากการสำรวจแบคทีเรียที่ต้องการอากาศในบริเวณป่าเลนและป่าพลูที่จังหวัดจันทบุรี พบว่ามีแบคทีเรียอยู่ประมาณ $10^4 - 10^6$ เซลล์ต่อกรัมต่อเซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยแบคทีเรียที่พบอยู่ในสกุล *Bacillus*, *Sparocytophaga*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium* และ *Vibrio* (คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2522) นอกจากนี้ Agate *et al.* (1986) ยังสามารถแยก *Thiobacillus ferrooxidans* ซึ่งสามารถออกซิไดส์เหล็กได้จากดินป่าชายเลนทางภาคใต้ของประเทศไทยได้ โดยทั่วไปขบวนการออกซิไดส์เหล็กจะถูกยับยั้งในสภาพที่มีเกลือ จึงถือว่าไอโซเลตที่แยกได้จากป่าชายเลนเป็นสายพันธุ์ใหม่

Marine bacteria ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียรูปแท่งที่ติดสีแกรมลบ เคลื่อนที่ได้ดีโดยอาศัย flagella และมีทั้งพวกที่เป็น autotroph (Agate *et al.*, 1986; Bale *et al.*, 1997; Magot *et al.*, 1997) และ heterotroph (Austin *et al.*, 1979; Buckley *et al.*, 1976; Pinhassi *et al.*, 1997) การกระจายตัวของแบคทีเรียในระบบนิเวศหนึ่งๆ จะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม ดังจะ

เห็นได้จากผลการศึกษาวิจัยต่างๆ เช่น จากการสำรวจชนิดและปริมาณของแบคทีเรียในน้ำ บริเวณ Chesapeake Bay พบว่า มีแบคทีเรียกลุ่ม oligotroph ซึ่งเจริญค่อนข้างช้า ได้แก่ *Alcaligenes*, *Corynebacterium*, *Hyphomicrobium*, *Hyphomonas*, *Listeria*, *Nocardia*, *Pedomicrobium*, *Planococcus*, *Sphaerotilus*, *Streptotrix*, *Streptomyces* และ unidentified sheathed bacteria แผ่กระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณที่สารอาหารต่ำ (Mallory *et al.*, 1977) นอกจากนี้ยังพบ *Vibrio*, *Pseudomonas* และ *Acinetobacter* ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันดิบได้ในตะกอนดินบริเวณทั้งที่มีและไม่มี การปนเปื้อน รวมทั้งแบคทีเรียที่ทนต่อโลหะหนักจากน้ำและตะกอนดินซึ่งจัดจำแนกได้เป็น *Bacillus*, *Erwinia*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas* และ coryneforms (Austin *et al.*, 1977) และเมื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของแบคทีเรียในกลุ่ม aerobic heterotroph ในน้ำบริเวณ Chesapeake Bay และ Tokyo Bay ซึ่งมีสภาวะแวดล้อมคล้ายคลึงกัน แม้ว่าจะอยู่ห่างกันคนละซีกโลก พบว่า แบคทีเรียส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม *Acinetobacter-Moraxella*, *Caulobacter*, coryneforms, *Pseudomonas* และ *Vibrio* โดยมี *Vibrio* และ *Acinetobacter* เป็นประชากรส่วนใหญ่ที่พบใน Chesapeake Bay ในขณะที่พบ *Acinetobacter-Moraxella* และ *Caulobacter* มากในน้ำจาก Tokyo Bay (Austin *et al.*, 1979)

Nair และ Simidu (1987) แยกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของ *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 และ *Staphylococcus aureus* P209 จากน้ำทะเล ตะกอนดิน แพลงตอนพืชและแพลงตอนสัตว์ ในบริเวณอ่าวซุรุเกะ อ่าวชะกะมิ และอ่าวโตเกียวได้ 37 ไอโซเลต จากทั้งหมด 726 ไอโซเลต ซึ่งส่วนใหญ่เป็น *Pseudomonas/Alteromonas* และประมาณ 30% ของแบคทีเรียเหล่านี้เป็นชนิดที่สร้างรงควัตถุ พบว่า ไอโซเลตที่แยกได้จากแพลงตอนมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญได้ดีกว่าไอโซเลตที่เป็น free-living แต่อย่างไรก็ตามในตะกอนดินมีปริมาณของแบคทีเรียเหล่านี้ต่ำกว่าในตัวอย่างอื่นๆ และไม่พบแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติดังกล่าวในบริเวณอ่าวโตเกียวเลย ทั้งนี้เนื่องมาจากการปนเปื้อนของมลพิษ

Maugeri *et al.* (1996) ได้ศึกษาถึงความหนาแน่นของแบคทีเรียบริเวณแอนตาร์กติกในฤดูร้อน และพบว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง ดิดส์แกรมลบ และไม่สามารถหมักน้ำตาลได้ในสภาพที่มีอากาศจำกัด ซึ่งมีอยู่ประมาณ $0-7.9 \times 10^2$ CFUต่อมิลลิลิตร และอยู่ในสกุล *Pseudomonas/Alcaligenes* และ *Flavobacterium/Cytophaga* นอกจากนี้บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างยังมีผลให้สังคมแบคทีเรียแตกต่างกันด้วย

Simon *et al.* (1994) พบว่าปริมาณของแบคทีเรียบริเวณใบของ *Atriplex halimus* ในป่าชายเลนอยู่ระหว่าง 10^4-10^5 เซลล์ต่อพื้นที่ใบ 1 ตารางเซนติเมตร กว่า 90% ของแบคทีเรียที่พบเป็นแบคทีเรียรูปแท่ง ดิดส์แกรมลบ ที่สร้างรงควัตถุสีส้ม โดยแบคทีเรียที่พบมากที่สุดอยู่ในสกุล *Pseudomonas* เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเกลือเข้มข้น 5 % และสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีเกลือเข้มข้นถึง 20%

Pseudomonas spp. เป็นแบคทีเรียที่มีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในระบบนิเวศวิทยาทางทะเล (Austin *et al.*, 1979; Simon *et al.*, 1994; Maugeri *et al.*, 1996) สามารถปรับตัวให้เข้า

กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ดี (Walker *et al.*, 1976; Bourquin and Przybyszewski, 1977) และมีบทบาทสำคัญในขบวนการ bioremediation และ xenobiotics ซึ่งจะช่วยย่อยสลายมลพิษที่ปนเปื้อนในสภาพแวดล้อม ทำให้สภาพแวดล้อมกลับคืนสู่สมดุลย์ เช่น การย่อยสลายคราบน้ำมันดิบ (Bukley *et al.*, 1976; Atlas, 1988; Swannell *et al.*, 1996; Whyte *et al.*, 1997) การย่อยสลาย nitrotriacetic acid (Bourquin & Przybyszewski, 1977) การดูดซับโลหะหนัก (Austin *et al.*, 1977) เป็นต้น

จากรายงานการศึกษาอีสต์ในทะเลและมหาสมุทร พบว่าอีสต์ส่วนใหญ่ที่พบในทะเลและมหาสมุทรเป็นอีสต์ที่พบบนบกและถูกล้าง ลงไปในทะเลหรือมหาสมุทรทางแม่น้ำ น้ำเสีย ที่ปล่อยทิ้งลงไป หรือติดไปกับฝุ่นละอองที่ปลิวไปในทะเลโดยลม ดังนั้นอีสต์ที่พบในทะเล หรือแม้กระทั่งพื้นที่มีน้ำกร่อยเป็นชนิดเดียวกับอีสต์ที่พบบนบกไม่ว่าจะเป็นชนิดที่พบในดิน บนผลไม้ สัตว์เลี้ยงหรือแม้แต่มนุษย์ ดังนั้นป่าชายเลนซึ่งเป็นพื้นที่ติดต่อยาวระหว่างทะเลกับพื้นดินน่าจะมีอีสต์เหล่านี้ด้วยเช่นกัน โดยน่าจะมีในปริมาณที่มากกว่าในทะเล จากรายงานการสำรวจของ Kohmeyer และ Kolmeyer, 1979 พบ marine occurring yeasts โดยแยกอีสต์จากตัวอย่างต่างๆ คือน้ำ ตะกอนดิน พืช สัตว์ และ organic matter อื่น ๆ ใน marine habitat ถึง 177 สปีชีส์ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น obligate marine yeasts ที่พบเฉพาะใน marine environment เช่น *Debaryomyces hansenii*, *Candida parasilosis*, *Metschnikowia bicuspidata*, *Kluyveromyces aestuarii*, *Candida glabrosa*, *C. marina*, *Rhodospiridium bisporidii* และ *Leucosporidium antarcticum* ส่วนอีสต์ที่เป็น facultative marine ซึ่งพบบนบกด้วย เช่น *Metschnikowia zobellii*, *Debaryomyces globosus*, *Hanseniaspora uvarum*, *Hansenula anomala*, *Pichia bovis* และ *Saccharomyces cerevisiae*

Hagler *et al.* (1993) รายงานการแยกอีสต์จากน้ำที่สะสมที่ต้น *Ouesnelia quesneliana* ในป่าชายเลน บริเวณเมือง Rio de Janeiro ประเทศบราซิล พบพวก ascomycetous yeasts และ imperfect stage ของอีสต์เหล่านั้น รวมทั้งอาจมี new biotype ของ *Saccharomyces unisporus* ส่วน Araujo *et al.* (1995) ศึกษา ascomycetous yeast ที่อยู่กับ marine invertebrates ในระบบนิเวศป่าชายเลนทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศบราซิล และรายงานว่าพบ *Kluyveromyces aestuarii* ในปู 2 ชนิด และอีสต์ที่พบบ่อยๆ ในหอยและปู คือ *Pichia membranaefaciens*, *Candida valida*-like, *C. krusei*, *C. sorbosa*, *C. colliculosa*-like, *C. famata*-like, *Kloeckera* spp. *C. guilliermondii*, *C. albicans*, *C. silvae*, *Rhodotolerula* spp., *Cryptococcus* spp. และ methylotrophic yeast *C. boidinii*

ราในป่าชายเลนมักจะเป็นพวก saprophyte และอยู่ใน class Ascomycetes (23 สปีชีส์) Deuteromycetes (17 สปีชีส์) และ Basidiomycetes (2 สปีชีส์) ราซึ่งพบบ่อยที่สุดในป่าชายเลนคือ *Lulworthia* spp. ซึ่งจะพบมากถึง 20% และก็มี *Leptosphaeria australiensis* 15% และ *Phoma* sp. (10%)

ราที่อยู่ในน้ำทะเลนั้น จะพบอยู่มากบริเวณป่าชายเลนโดยส่วนใหญ่จะพบอยู่บริเวณรากของ แสมทะเล บนเมล็ดหรือ รากค้ำยัน ของโกงกาง นอกจากนั้นยังพบราบนเสา ไม้ซึ่งแช่ในน้ำหรือบนฟองเหื่อน้ำตามชายฝั่ง ราที่พบจะเป็นราในกลุ่ม Ascomycetes เช่น *Corollospora*, *Didymosphaeria*, *Haligena*, *Halosphaeria*, *Keissleriella*, *Leptosphaeria*, *Luworthia*, *Mycosphaerella*, *Paraliomyces*, *Remispora* และ *Torpedospora* พบในกลุ่ม Deuteromycetes อยู่ 7 ชนิด คือ *Cirrenalia*, *Clavariopsis*, *Culcitalna*, *Humicola*, *Phoma* (Kohlmyer 1968) โดยพบราใหม่ 2 สปีชีส์ ใน ยีนัส *Cirrenalia*

นอกจากนั้นยังพบราซึ่งจะเจริญอย่าง obligate ในส่วนของพืชซึ่งจมอยู่ใต้น้ำในป่าชายเลน ดังตารางที่ 1 (Kohlmeier and Kohlmeier 1979)

พืชที่พบในป่าชายเลนนั้นเป็นแหล่งอาศัยที่น่าสนใจมาก เพราะว่าที่ฐานของต้นและรากอากาศจะอยู่พ้นน้ำหรือแช่อยู่ในน้ำเป็นบางช่วง ขณะที่ส่วนบนของต้นไม้จะไม่พบน้ำทะเลเลย ทำให้พบราซึ่งเป็นราบก Terrestrial fungi เจริญอยู่ กลุ่มของราบกซึ่งพบในป่าชายเลนนั้น รวบรวมโดย Kohlmeier (1969) พืชในป่าชายเลนในเขตร้อนนั้นมีเป็น 100 ชนิด แต่จะมีเพียง 8 ชนิด เท่านั้นที่มีการศึกษากันมากคือ แสม *A.vicennia africana*, *A. germinans* และ *A. marina* var. *resinifera* พืชในตระกูล Combretaceae เช่น *Conocarpus erecta* ตระกูล Compositae เช่น *Pluchea Fosbergii*, ตระกูล Malvaceae. เช่น *Hibiscus tibiaceus* และตระกูล Rhizophoraceae พาก *Rhizophora mangle* (Kohlmeier and Kohlmeier 1979)

รากลุ่มใหญ่ที่พบในป่าชายเลนจะไม่เลือกอาหารมักจะพบส่วนใหญ่บนสับสเตรทประเภทเซลลูโลส มีราซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยบ้าง เช่น *Didymosphaeria rhizophorae*, *Keissleriella blepharospora* และ *Robillarda rhizophorae* จะพบอยู่เฉพาะในต้นโกงกาง *Rhizophora mangle* เชื้อ *Trematosphaeria mangrovis* พบเฉพาะใน *R. racemosa* และ *Cytospora rhizophorae* พบทั้งใน *R. mangle* และ *R. racemosa* นอกจากนั้นยังพบ *Leptosphaeria avicenniae*, *Mycosphaerella pneumatophorae* และ *Rhabdospora avicenniae* พบในต้นแสม *Avicennia africana* และ *A. germinans* (Kohlmeier, 1969)

ราในป่าชายเลนส่วนใหญ่มักจะพบอาศัยอยู่ที่เปลือกไม้หรือเนื้อไม้ของพืชในป่าชายเลน เปลือกไม้ของต้นไม้ในป่าชายเลนมักมีปริมาณแทนนิน (tannin) สูง ซึ่งจะป้องกันต้นไม้จากการเสื่อมสลายทางชีวภาพ แต่ไม่ได้ป้องกันต้นไม้จากการทำลายของราหรือพวกสัตว์เจาะไม้ ในต้นไม้ซึ่งเปลือกไม้ยังไม่สมบูรณ์ จะไม่ทนการเข้าอยู่อาศัยของรา มีราบางชนิดซึ่งพบอยู่บริเวณผิวหน้าของเปลือกไม้ไม่ได้เจริญเข้าไปข้างใน ได้แก่ *Keissleriella blepharospora* และ *Mycosphaerella pneumatophorae* ใน Ascomycetes และ *Rhabdospora avicenniae* ใน Deuteromycetes จะเป็นราซึ่งเป็น saprophyte เจริญอยู่บนผิวหน้าของไม้ซึ่งตายแล้วโดยไม่เจริญเข้าไปในเซลล์ซึ่งยังมีชีวิต ไม้ซึ่งอยู่ใต้น้ำของพืชป่าชายเลน รวมทั้งกิ่งแขนง ลำต้นและรากจะถูกทำลายโดยราหลายๆ ชนิดดังแสดงในตารางที่ 1 ราพวกนี้ทำให้เกิดโรค soft rot กับพืชโดยจะเจริญเข้าสู่พืชได้หลังจากเปลือกไม้ถูกทำลายหรือฉีกขาด ซึ่งอาจจะเกิดจากสัตว์น้ำไป

ตารางที่ 1 ราทะเลบนชิ้นส่วนที่อยู่ใต้น้ำในป่าชายเลน บนไม้ และพุ่มไม้ชายฝั่งทะเลในแถบร้อน

พืช/subdivision	ชนิดของรา	
<i>Avicennia africana</i>		
Ascomycotina:	<i>Didymosphaeria enalia</i>	<i>Leptosphaeria avicenniae</i>
	<i>Lulworthia</i> spp.	<i>Mycosphaerella</i> <i>pneumatophorae</i>
Deuteromycotina:	<i>Phoma</i> and <i>Macrophoma</i> sp.	<i>Rhabdospora avicenniae</i>
<i>A. germinas</i>		
Ascomycotina:	<i>Didymosphaeria enalia</i>	<i>Gnomonia longirostris</i>
	<i>Halosarpheia fibrosa</i>	<i>Hydronectria tethys</i>
	<i>Kymadiscus haliotrephus</i>	<i>Leptosphaeria australiensis</i>
	<i>Leptosphaeria avicenniae</i>	<i>Lulworthia</i> spp.
	<i>Mycosphaerella pneumatophorae</i>	<i>Paraliomyces lentiferus</i>
	<i>Torpedospora radiata</i>	
Deuteromycotina:	<i>Phoma</i> spp.	<i>Rhabdospora avicenniae</i>
	<i>Trichocladium achrasporum</i>	
<i>A. marina</i> var. <i>resinifera</i>		
Ascomycotina:	<i>Gnomonia longirostris</i>	<i>Gnomonia marina</i>
	<i>Halosphaeria quadricornuta</i>	<i>Leptosphaeria australiensis</i>
	<i>Lulworthia</i> spp.	<i>Ophiobolus australiensis</i>
Deuteromycotina:	<i>Phialophorophoma litoralis</i>	
<i>Casuarina</i> sp.		
Ascomycotina:	<i>Corollospora maritima</i>	<i>Leptosphaeria australiensis</i>
	<i>Lulworthia grandispora</i>	
<i>Conocarpus erecta</i>		
Ascomycotina:	<i>Halosphaeria quadricornuta</i>	<i>Hydronectria tethys</i>
	<i>Leptosphaeria australiensis</i>	<i>Lulworthia</i> spp.
Basidiomycotina:	<i>Halocyphina villosa</i>	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

พืช/subdivision		ชนิดของรา
<i>Hibiscus tiliaceus</i>		
Ascomycotina:	<i>Halosphaeria quadricornuta</i>	<i>Hydronectria tethys</i>
	<i>Kymadiscus hatiotrephus</i>	<i>Leptosphaeria australiensis</i>
	<i>Lignincola laevis</i>	<i>Lulworthia</i> spp.
Deuteromycotina:	<i>Phoma</i> spp.	
<i>Pachira aquatica</i>		
Ascomycotina:	<i>Lignincola laevis</i>	<i>Lulworthia</i> spp.
Deuteromycotina:	<i>Macrophoma</i> spp.	
<i>Pluchea x</i>		
<i>Fosbergii</i>		
Ascomycotina:	<i>Halosphaeria cucullata</i>	<i>Lignincola laevis</i>
Deuteromycotina:	<i>Humicola alopallonella</i>	<i>Periconia prolifica</i>
<i>Rhizophora mangle</i>		
Ascomycotina:	<i>Didymosphaeria enallia</i>	<i>D. Rhizophorae</i>
	<i>Halosarpheia fibrosa</i>	<i>Halosphaeria quadricornuta</i>
	<i>Helicascus Kanaloanus</i>	<i>Hydronectria tethys</i>
	<i>Keisslieriella blepharospora</i>	<i>Kymadiscus haliotrephus</i>
	<i>Leptosphaeria australiensis</i>	<i>Leptosphaeria neomaritima</i>
	<i>Lignincola laevis</i>	<i>Lulworthia</i> spp.
	<i>Manglicola guatemalensis</i>	<i>Paraliomyces lentiferus</i>
	<i>Torpedospora radiata</i>	
Deuteromycotina:	<i>Cirrenalia macrocephala</i>	<i>Cirrenalia pseudomacrocephala</i>
	<i>Cirrenalia pygmea</i>	<i>Cytospora rhizophorae</i> ^a
	<i>Dendryphiella salina</i>	<i>Dictyosporium pelagicum</i>
	<i>Humicola alopallonella</i>	<i>Papulaspora halima</i>
	<i>periconia prolifica</i>	<i>Phoma and Macrophoma</i> spp.
	<i>Robillarda rhizophorae</i> ^a	<i>Trichocladium achrasporum</i>
	<i>Varicosporina ramulosa</i>	<i>Zalerion varium</i>
Basidiomycotina:	<i>Halocyphina villosa</i>	<i>Nia vibrissa</i>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

พืช/subdivision		ชนิดของรา
<i>R. racemosa</i>		
Ascomycotina:	<i>Didymosphaeria enalia</i>	<i>Haligena viscidula</i>
	<i>Leptosphaeria australiensis</i>	<i>Lulworthia</i> spp.
	<i>Trematosphaeria mangrovis</i>	
Deuteromycotina:	<i>Cirrenalia pygmea</i>	<i>Cirrenalia tropicalis</i>
	<i>Cytospora rhizophorae</i>	<i>Phoma</i> and <i>Macrophoma</i> spp.
	<i>Trichocladium achrasporum</i>	
<i>Tamarix gallica</i>		
Ascomycotina:	<i>Halosarpheia fibrosa</i>	<i>Hydronectria tethys</i>
	<i>Leptosphaeria australiensis</i>	
Basidiomycotina:	<i>Halocyphina villosa</i>	

ทำลายก่อนหรือจากพายุ หรือจากมนุษย์ นอกจากนั้นยังอาจพบราอยู่กับเมล็ดของพืช เช่นพบเชื้อ *Keissleriella blepharospora* และ *Lulworthia* บนเมล็ดของไม้โกงกาง ซึ่งจะสามารถพาราเคลื่อนที่ไปได้ไกลๆ ได้มีรายงานการพบราบนใบโกงกางในป่าชายเลนซึ่งจะเป็นราซึ่งสำคัญในการย่อยสลายใบไม้ Fell และ Master (1975) พบราชั้นต่ำบางชนิด เช่น *Phytophthora* spp. และ *Pythium* sp. เจริญบนใบโกงกางที่ย่อยสลายแล้ว Kohlmeyer (1969) พบรา *Pestalotia* อยู่บนใบพืชหลังจากร่วงลงสู่พื้นแล้ว ในสัปดาห์แรกหลังจากใบร่วงลงน้ำแล้ว จะพบราชั้นต่ำมีการเจริญ และมีราพวก Hyphomycetes บ้างเล็กน้อย ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 จะพบราน้ำทะเล (obligate marine fungi) *Lubworthia* sp. และ *Zalerion varium* เจริญ ในช่วงท้ายๆ มักจะไม่พบพวกราชั้นต่ำ (Fell and Master 1973)

ในดินของป่าชายเลนจะมีรายงานการพบราหลายชนิด เช่น Stolk (1955) พบ *Emericellopsis* และ *Westerdykella ornata* จากแอฟริกา Swart (1970) พบ *Penicillium* จากออสเตรเลีย Rai และ Tewari (1963) พบ *Preussia* และ Pawer et al. (1967) พบ *Phoma* ราในน้ำทะเลบางชนิดพบว่ามีสร้างสารพวก docosaehexaenoic acid (DHA) ในปริมาณมากคือ *Thraustochytrium aureum* (Ellenbogen et al., 1969) เชื้อนี้สามารถเพาะเลี้ยงได้และสร้าง fatty acid พวก DHA ในห้องปฏิบัติการมีศักยภาพสูงในการนำไปผลิต DHA (Bajpai et al. 1991)

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยและเจริญอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นจำนวนมาก จึงย่อมมีความสำคัญต่อระบบนิเวศโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อคุณภาพของน้ำ กิจกรรมของสาหร่ายมีความสำคัญต่อการปกป้องสภาวะแวดล้อมของน้ำในโลก และประมาณกันว่าสาหร่ายเป็นแหล่งผลิตชีว

มวลถึงครึ่งหนึ่งของผลผลิตโลก สาหร่ายหลายชนิดมีเมตาบอลิซึมพิเศษในการตรึงไนโตรเจนอิสระจากบรรยากาศ สามารถผลิตก๊าซไฮโดรเจน สะสมน้ำมันในเซลล์เป็นจำนวนมาก มีปริมาณโปรตีนในเซลล์สูงมาก (Payer and Truelzstch, 1972) รวมทั้งมีความสามารถในการสังเคราะห์สารจำเพาะที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้ (Borowitzka and Borowitzka, 1988; Yongmanitchai and Ward, 1989) ปัจจุบันนี้นักวิจัยต่างๆทั่วโลกได้เริ่มหันมาศึกษาสาหร่ายเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ (Cohen, 1986; Yongmanitchai and Ward, 1992)

การศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายขนาดเล็กในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายน้ำจืดที่หน่วยงานต่างๆ ของรัฐ เช่น กรมชลประทาน, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย และกรมประมง ศึกษาตามแหล่งน้ำจืดและแม่น้ำหลายสาย เช่นบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา (โสภณา, 2521) ในบึงบอระเพ็ด (วรภารณ์, 2526) ลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบน (เฉลิมศรี, 2532) ลุ่มน้ำแม่กลอง (สุพิมาลย์, 2535) แม่น้ำสะแกกรังและห้วยทับเสลา (ลัดดา, 2530) ลุ่มน้ำปิง-วัง (กรรณิการ์, 2529) ลำน้ำแม่กลางและแม่กวง (กุตยา, 2529) เป็นต้น ซึ่ง Lewmanomont *et al.* (1995) ได้สรุปเอาไว้ว่า มีอยู่ทั้งหมด 53 รายงาน สํารวจพบสาหร่ายทั้งหมด 161 สกุล 1001 ชนิด 287 varieties แยกเป็น Cyanophyta 39 สกุล 209 ชนิด 2 varieties 63 forms เป็น Chlorophyta 75 สกุล 406 ชนิด 141 varieties 19 forms เป็น Chromophyta 46 สกุล 385 ชนิด 144 varieties 44 forms และเป็น Rhodophyta 1 สกุล 1 ชนิด 1 variety

การศึกษาสาหร่ายในบริเวณป่าชายเลน มีอยู่ค่อนข้างน้อย โดยกาญจนภาชน์ (2519) ได้รายงานว่าสาหร่ายในป่าชายเลนแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือพวกที่อยู่ตามดินหรือรากของต้นไม้ และ อีกพวกอยู่ตามโคลนหรือเลน สาหร่ายในป่าชายเลนที่รายงานโดย กาญจนภาชน์ (2519) มีทั้งอยู่ 16 วงศ์ 28 สกุล 48 ชนิด ซึ่งมีทั้งสาหร่ายสีแดง เช่น *Catenella* spp. และ *Hypnia* spp. สาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Dictyota* spp. และ *Padina* spp. สาหร่ายสีเขียว เช่น *Bryopsis* spp. และ *Caulerpa* spp. และ cyanobacterium บางชนิด เช่น *Lyngbya* spp., *Symploca* spp., *Phormidium* spp. และ *Calotrise* spp. ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ (macro-algae) จึงน่าจะมีสาหร่ายขนาดเล็ก (micro-algae) ที่เป็นแพลงตอนพืชอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่มีรายงาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา เส้นใย และสาหร่ายขนาดเล็ก ในระบบนิเวศป่าชายเลนที่ยังคงความสมบูรณ์
2. เพื่อให้รู้ถึงผลของการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครงสร้างของระบบนิเวศที่ไม่มีชีวิตต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในป่าชายเลนที่ยังคงความสมบูรณ์
3. เพื่อรวบรวมและเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่แยกได้จากป่าชายเลน อย่างมีระบบ พร้อมทั้งทำ catalogue สายพันธุ์
4. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลงานวิจัยจุลินทรีย์ในป่าชายเลนในประเทศไทย

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1. การสำรวจและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ป่าชายเลนที่เป็นพื้นที่เป้าหมาย

ได้กำหนดไว้ในข้อเสนอโครงการว่าพื้นที่เป้าหมายที่จะทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาศึกษา เป็นพื้นที่ของศูนย์วิจัยป่าชายเลนจังหวัดระนอง อยู่ที่ตำบลหงาว อำเภอเมือง จังหวัดระนอง ทางฝั่งทะเลด้านตะวันตกติดกับทะเลอันดามัน ตำบลหงาว อำเภอเมือง จังหวัดระนอง อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $10^{\circ} 57' 57''$ ถึง $10^{\circ} 58'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $78^{\circ} 32'$ ถึง $98^{\circ} 58'$ ตะวันออก (เอกสารวิจัยศูนย์วิจัยป่าชายเลน จังหวัดระนอง เล่มที่ 1, 2538) ดังนั้นจึงได้ออกสำรวจพื้นที่พร้อมขอคำแนะนำ จาก ศ.ดร. สนิท อักษรแก้ว ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาโครงการ รวมทั้งที่ปรึกษาโครงการท่านอื่นๆ เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

2. การเก็บตัวอย่าง

2.1 เวลาเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างที่จุดที่กำหนด ใน 3 จุด

2.2 ชนิดของตัวอย่าง

ชนิดของตัวอย่าง ตัวอย่างที่เก็บประกอบด้วย น้ำ (เก็บที่ผิวน้ำ และน้ำลึก 1.5 เมตร) ตะกอนดิน (เก็บตะกอนดินชายฝั่งเหนือผิวน้ำ และตะกอนดินใต้น้ำ) อินทรีย์วัตถุบางชนิดในบริเวณป่า เช่น ใบไม้ และเศษกิ่งไม้ร่วง รวมทั้งดอกไม้และผลไม้จากต้นไม้ในบริเวณป่า

2.3 การเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งทำการเก็บที่ 5 จุดเก็บตัวอย่างดังนี้

2.3.1 ตัวอย่างน้ำ : เก็บน้ำที่ผิวและน้ำลึกโดยการเก็บที่แต่ละจุดเก็บตัวอย่างหลาย ๆ จุด และนำตัวอย่างมารวมกัน ก่อนนำไปแยกนับจำนวนและแยกเชื้อ

2.3.2 ตัวอย่างตะกอนดิน: เก็บตะกอนดินที่ชายฝั่งเหนือผิวน้ำและตะกอนดินใต้น้ำ โดยการเก็บที่แต่ละจุดเก็บตัวอย่างหลาย ๆ จุด และนำตัวอย่างมารวมกัน ก่อนนำไปแยกนับจำนวนและแยกเชื้อ

2.3.3 ตัวอย่างอื่น ๆ ทำการเก็บเท่าที่พบและสามารถเก็บได้

3. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างที่ไม่มีชีวิตที่มีผลต่อความหลากหลายของจุลินทรีย์

โดยทำการตรวจวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น ฤดูกาล pH ของน้ำ ความเค็มของน้ำและ อุณหภูมิของน้ำ ทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ผลร่วมกับชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์

4. การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุชื่อ (identification)

จุลินทรีย์

4.1 การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุชื่อแบคทีเรีย

4.1.1 นับจำนวนแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินโดยวิธี dilution plate count หลังจากการทำเจือจางด้วย 0.85% normal saline บนอาหาร modified marine agar (peptone 5.0 กรัม, yeast extract 1.0 กรัม, NaCl 19.45 กรัม, MgCl₂ 8.8 กรัม, Na₂SO₄ 3.24 กรัม, CaCl₂ 1.8 กรัม, KCl 0.55 กรัม, Na₂CO₃ 0.16 กรัม, agar 15 กรัม และน้ำกลั่น 1 ลิตร) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 วัน

4.1.2 คัดเลือกและแยกเชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียที่มีลักษณะและสีของโคโลนีต่างจากจานอาหารที่ใช้ นับจำนวนแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินที่เก็บจากจุดต่างๆ และเก็บ stock culture ของเชื้อดังกล่าวในอาหารเหลวที่มีกลีเซอรอล 50% ที่อุณหภูมิ -80°C

4.1.3 นำแบคทีเรียที่แยกได้บริสุทธิ์แล้ว มาศึกษารูปร่าง ลักษณะของเซลล์ การติดสีแกรม สมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี เช่น การเคลื่อน การสร้างอินโดล การสร้างสาร acetyl methyl carbinol การสร้างเอนไซม์ชนิดต่างๆ การสร้าง H₂S การทดสอบความไวต่อ O/129 ความสามารถในการหมัก และการใช้สารต่างๆ เป็นต้น และจำแนกชนิดของแบคทีเรียเหล่านั้น ตามการจัดหมวดหมู่ในหนังสือ Bergey's Manual of Determinative Bacteriology เปรียบเทียบกับ type strains ได้แก่ *Bacillus subtilis* ATCC6051, *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Enterobacter cloacae* DMST3557, *Serratia marcescens* ATCC8100, *Vibrio cholerae* DMST2873 และ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC10145

4.1.4 การจำแนกเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ที่อยู่ในกลุ่ม non-enteric bacteria โดยชุดทดสอบ API 20NE ซึ่งเป็นชุดทดสอบที่ประกอบด้วย การทดสอบพื้นฐาน 8 การทดสอบ และการทดสอบการใช้แหล่งคาร์บอนต่างๆ 12 ชนิด สำหรับจำแนกแบคทีเรียแกรมลบ ที่อยู่ในกลุ่ม non-enteric bacteria และไม่ต้องทดสอบอาหารที่จำเพาะสำหรับการเจริญ ฉะนั้นจึงควรคัดเลือกแบคทีเรียที่จะนำมาทดสอบโดยการทดสอบการสร้างเอนไซม์ออกซิเดสก่อน

วิธีการใช้ชุดทดสอบ

1. เตรียมถาดทดสอบโดยใส่น้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อประมาณ 5 มิลลิลิตร ในส่วนล่างของถาดเพื่อสร้างความชื้นภายในถาดทดสอบ นำแผ่นทดสอบวางบนถาดทดสอบ

2. เตรียม suspension ของเชื้อที่จะทดสอบใน 0.85% NaCl ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ให้มีความข้นเท่ากับ 0.5 McFarland แบ่ง suspension ของเชื้อให้เต็มส่วนหลอดของช่องทดสอบ NO₃ ถึง PNPG จากนั้นแบ่ง suspension ของเชื้อใน 0.85% NaCl 200 ไมโครลิตร ใส่ในหลอด AUX medium ผสมให้เข้ากันด้วยปิเปต โดยระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นแบ่งสารละลาย AUX medium ใส่ในช่องทดสอบ IGLUI ถึง IPACI ให้เต็มทั้งส่วนหลอด (tube) และถ้วย (cupule) ของช่องทดสอบ ควรเติมสารละลาย AUX medium อยู่ระดับเดียวกับขอบของช่องทดสอบ หรือมีส่วนโค้งเพียงเล็กน้อย จากนั้นเติม mineral oil ในส่วนถ้วยของช่องทดสอบ GLU

ADH และ URE จนกระทั่งโค้งหนูจากขอบของช่องทดสอบ ปิดฝาภาดทดสอบและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การอ่านและแปลผลการทดสอบ

อ่านผลการทดสอบหลังจากบ่มชุดทดสอบที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตามตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1 จากนั้นจำแนกแบคทีเรียโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ “API LAB”

1. การทดสอบการสร้างไนเตรต (NO₃ test) เติมสารละลาย NIT1 จำนวน 1 หยด และ NIT2 จำนวน 1 หยดในช่องทดสอบ NO₃ ตามลำดับ อ่านผลการทดสอบหลังจาก 5 นาที หากปรากฏสีแดงให้ผลการทดสอบเป็นบวก ถ้าผลการทดสอบไม่ปรากฏสีแดงในช่องทดสอบ อาจเกิดจากการเปลี่ยนไนเตรตเป็นไนโตรเจน ซึ่งสามารถทดสอบโดยเติม Zn powder ปริมาณ เล็กน้อย (2-3 มิลลิกรัม) ลงในช่องทดสอบ NO₃ ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่เปลี่ยนสี แสดงว่ามีการ เปลี่ยนไนเตรตเป็นไนโตรเจน ให้ผลการทดสอบเป็นบวก และถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีสีชมพู-แดง แสดงว่าไม่มีการสร้างไนเตรต ให้ผลการทดสอบเป็นลบ

2. การทดสอบการสร้างอินโดล (TRP test) เติมสารละลาย JAMES reagent 1 หยดในช่องทดสอบ TRP สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทันที ถ้าปฏิกิริยาที่ได้ปรากฏสีชมพูแสดงว่า ให้ผลการทดสอบเป็นบวก

3. การทดสอบการใช้แหล่งคาร์บอน (Assimilation test) สังเกตการเจริญของ แบคทีเรียในช่องทดสอบ IGLU ถึง IPACI ถ้ามีการเจริญของแบคทีเรียแสดงว่าให้ผลการ ทดสอบเป็นบวก



ภาพที่ 1 การบันทึกผลของปฏิกิริยาในชุดทดสอบ API 20NE

ตารางที่ 2 การอ่านผลการทดสอบจากชุดทดสอบ API 20NE

การทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	ผลลบ	ผลบวก
Nitrate reduction	NIT1+NIT2/ 5 min	
	ไม่มีสี	ชมพู-แดง
Indole Production	Zn/ 5 min	
	ชมพู	ไม่มีสี
Glucose acidification	James/ ทันที	
	ไม่มีสี/เหลือง	ชมพู
Arginine dihydrolase	น้ำเงิน ถึงเขียว	เหลือง
Urease	เหลือง	ส้ม/ ชมพู/ แดง
Esculin hydrolysis	เหลือง	ส้ม/ ชมพู/ แดง
Gelatin hydrolysis	ไม่มีการแพร่กระจายของสี	เทา/ น้ำตาล/ ดำ
β -galactosidase	ไม่มีการแพร่กระจายของสี	มีการแพร่กระจายของสี
Glucose assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Arabinose assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Mannose assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Mannitol assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
N-acetyl-glucosamine assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Maltose assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Gluconate assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Caprate assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Adipate assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Malate assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Citrate assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Phenyl-acetate assimilation	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย	ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย
Cytochrome oxidase	ไม่มีสี	ม่วง

4.2 การนับจำนวน และการแยกยีสต์

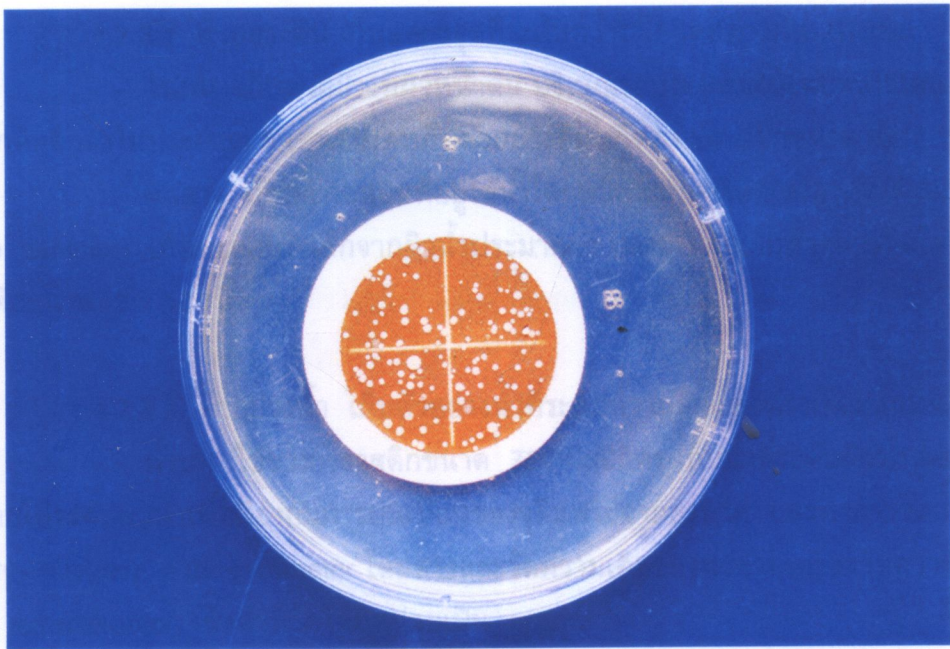
4.2.1 การนับจำนวนยีสต์ที่มีชีวิต

ตัวอย่างตะกอนดินและน้ำ นับจำนวนโดยวิธี dilution plate count หลังจากเจือจางด้วย 0.85% normal saline แบบ spread plate technique และ/หรือ pour plate technique

บนอาหาร selective yeast extract peptone dextrose (selective YPD) agar คือ YPD agar ที่เตรียมโดยใช้น้ำจากบริเวณป่าชายเลนที่เก็บตัวอย่างแทนน้ำกลั่นปรับ pH เป็น 4.5 ด้วย 0.1 N HCl เติมสารปฏิชีวนะ 3 ชนิด คือ streptomycin 0.04 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร, chloramphenical 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และ tetracycline 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และเติม โซเดียมโพรปีโอเนต 0.025% โดยใช้ 3 ความเจือจาง และความเจือจางละ 3 ซ้ำ

ตัวอย่างน้ำในกรณีที่มียีสต์ในตัวอย่างจำนวนน้อย นับจำนวนยีสต์โดยใช้ membrane filtration technique โดยการกรองน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผ่าน membrane filter ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 47 มม. pore size 0.8 ไมโครเมตร ที่ปราศจากเชื้อ นำ membrane filter ไปวางลงบนบน selective YPD agar ในจานเพาะเชื้อ และนับจำนวนหลังจากโคโลนีปรากฏบนแผ่นกรอง ภาพที่ 2 โดยทำ 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง

สำหรับตัวอย่างดินในกรณีที่มียีสต์จำนวนน้อย ทำการนับจำนวน โดยทำซัสเพนชันของดินที่ความเจือจาง 10^{-1} และเขย่าอย่างแรงบนเครื่องเขย่าประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นนำซัสเพนชันของดินปริมาตร 20 มิลลิลิตร ไปกรองเช่นเดียวกับการกรองน้ำ



ภาพที่ 2 การใช้ membrane filtration techniques ในการนับจำนวนยีสต์ในตัวอย่างน้ำ

4.2.2 การแยกยีสต์เพื่อนำมาศึกษา

4.2.2.1 ตัวอย่างตะกอนดินและน้ำ

4.2.2.1.1 เก็บโคลนของยีสต์จากงานเลี้ยงเชื้อที่นับจำนวนโคโลนีแล้ว โดยอาศัยความแตกต่างของลักษณะของโคโลนีเป็นหลัก

4.2.2.1.2 ถ้าตัวอย่างนั้นมียีสต์จำนวนน้อยใช้วิธี enrichment technique โดยใช้อาหาร selective YPD broth บ่มใน incubator shaker ที่อุณหภูมิห้อง ความเร็ว 150-200 รอบต่อนาที นาน 3-7 วัน นำ enrichment culture มา spread/streak บน selective YPD agar บ่มที่อุณหภูมิเดียวกับที่ใช้ในช่วง enrichment เมื่อ ปรากฏโคโลนี เลือกเก็บโคโลนีที่มีลักษณะวิยาของโคโลนีต่างกัน แยกให้บริสุทธิ์

4.2.2.2 ตัวอย่างดอกและผลไม้ การแยกใช้วิธี enrichment technique เช่นเดียวกับวิธีในข้อ 4.2.2.1.2

4.2.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างดิน น้ำ ใบไม้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ

4.2.3.1 ตัวอย่างดิน เก็บแต่ละจุดที่ระดับความลึกแตกต่างกัน แบ่งเป็น

- ดินบน เก็บตัวอย่างที่ผิวหน้าดิน บริเวณรอบโคนต้นไม้ในป่าชายเลน โดยใช้พลั่วตักดินลึกลงไปประมาณ 5 เซนติเมตรเก็บตัวอย่างดินใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8x12 นิ้ว
- ดินล่าง เก็บตะกอนดินที่อยู่ใต้น้ำโดยหย่อนเชือกที่ติดเครื่องเก็บตัวอย่างดิน (Grab sampler) เก็บตะกอนดินลึกจากผิวน้ำประมาณ 1 เมตร และเก็บตัวอย่างดินใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8 x 12 นิ้ว

4.2.3.2 ตัวอย่างน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกแตกต่างกันแบ่งเป็น

- น้ำบน ใช้ขวดพลาสติกขนาด 750 มิลลิลิตร เก็บน้ำที่ระดับผิวน้ำแต่ควรเก็บภายใต้ระดับผิวน้ำเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอากาศ และทำการวัดความเป็นกรด-ด่าง(pH) ด้วย pH meter โดยตรงและวัดความเค็มของน้ำด้วยเครื่องวัดความเค็ม (Hand refractometer) ซึ่งค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น ppt.
- น้ำล่าง หย่อนเชือกที่ติดเครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler) เก็บน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 1 เมตร บันทึกอุณหภูมิของน้ำ และเก็บใส่ขวดพลาสติกขนาด 750 มิลลิลิตร และทำการวัด pH และวัดความเค็ม เหมือนตัวอย่างน้ำที่ระดับลึก 1 เมตร

4.2.3.3 ตัวอย่างใบไม้ เก็บตัวอย่างใบไม้จากแต่ละจุดเก็บตัวอย่างโดยเก็บใบซึ่งมีลักษณะสีและชนิดของพืชแตกต่างกัน แบ่งเป็น

- ใบเขียว เป็นใบไม้ที่ยังอยู่บนต้นที่ใบยังเป็นสีเขียว จดละประมาณ 20 – 30 ใบ ใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8 x 12 นิ้ว

- ใบเหลือง เป็นใบไม้สีเหลืองที่ติดอยู่บนต้นและที่หล่นอยู่โคน จุติละประมาณ 20 – 30 ใบ ใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8 x 12 นิ้ว
- ใบน้ำตาล เป็นใบไม้สีน้ำตาลที่อยู่โคนต้น จุติละประมาณ 20 – 30 ใบ ใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8 x 12 นิ้ว

4.2.3.4 ตัวอย่างกิ่งไม้ ทำการเก็บกิ่งไม้ซึ่งใบร่วงหล่นหมดแล้วและยังอยู่บนต้นไม้ จุติละประมาณ 5 – 6 กิ่ง ใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8 x 12 นิ้ว

4.2.3.5 การใช้วัสดุสื่อเหี่ยว นำดาข่ายพลาสติกใส่กิ่งประมาณ 8 – 10 กิ่งจำนวน 1 ถุงและถุงดาข่ายใส่ใบของโกกทางใบใหญ่ประมาณ 10 – 15 ใบจำนวน 1 ถุง แล้วผูกไว้โคนต้นไม้ในแต่ละจุด เก็บตัวอย่างด้วยเชือกพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ในแต่ละจุดจะผูกถุงดาข่ายพลาสติกไว้ 3 ชุดซึ่งแต่ละชุดจะประกอบด้วยถุงดาข่ายพลาสติกที่ใส่ใบและใส่กิ่งโดยทำพร้อมกันในครั้งแรกของการเก็บตัวอย่าง เมื่อครบช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะเก็บมาครั้งละ 1 ชุด ใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8 x 12 นิ้ว

4.3 การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุเชื้อรา

4.3.1 การนับจำนวนรา

4.3.1.1 ตัวอย่างดิน

ชั่งตัวอย่างดิน 5 กรัม ละลายใน normal saline 0.85 % ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 45 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixture นานประมาณ 5 นาที นาที จะได้สารละลายเจือจาง 10^{-1} นำสารละลายไปเจือจางต่อให้ได้ 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ แต่ละความเจือจางนำมาเพาะเลี้ยงในจานเลี้ยงเชื้อซึ่งมีอาหาร yeast extract glucose seawater agar ซึ่งใช้สารปฏิชีวนะ chloramphenicol 0.2 กรัม/อาหาร 1 ลิตร ทั้งแบบ dilution plate และ spread plate ทำ 3 ซ้ำ นำจานเลี้ยงเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน นับจำนวน โคโลนี และเก็บจานเลี้ยงเชื้อต่ออีจนครบ 14 วัน เพื่อสังเกตเชื้อราบางชนิดที่โตช้า

4.3.1.2 ตัวอย่างน้ำ

ปิเปิดตัวอย่างน้ำ 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วย normal saline 0.85 % ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 45 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixture นานประมาณ 5 นาที นาที จะได้สารละลายเจือจาง 10^{-1} และนำสารละลายไปเจือจางต่อให้ได้ 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการนับจำนวนเชื้อราในตัวอย่างน้ำด้วยวิธีเดียวกับที่กล่าวไว้แล้วในตัวอย่างดิน

4.3.1.3 ตัวอย่างใบไม้

แบ่งเป็นการศึกษาเชื้อราที่ผิวใบของใบไม้สีเขียว ใบสีเหลือง และใบสีน้ำตาล และการศึกษาเชื้อราภายในใบไม้

4.3.1.3.1 การศึกษาเชื้อราที่ผิวใบ

เจาะใบไม้ด้วย cork borer ใน 1 ใบเจาะ 4 จุดที่ห่างกันประมาณ 3 เซนติเมตร ชั่งตัวอย่างใบไม้ที่เจาะแล้ว 1 กรัม ใส่ใน normal saline 0.85 % ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixture นานประมาณ 5 นาทีจะได้สารละลายเชื้อจาก 10^{-1} และนำสารละลายไปเจือจางต่อให้ได้ 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการนับจำนวนเชื้อราในตัวอย่างน้ำด้วยวิธีเดียวกับที่กล่าวไว้แล้วในตัวอย่างดิน

4.3.1.3.2 การศึกษารายภายในใบ

เจาะใบไม้ด้วย cork borer ใน 1 ใบเจาะ 4 จุดที่ห่างกันประมาณ 3 เซนติเมตร ประมาณ 15 ใบ แช่น้ำยา Clorox 10 % นาน 10 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำกลั่น sterile 10 นาที นำมาวางบนกระดาษกรอง sterile ที่อยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (ไม่มีอาหารวัน) ทิ้งไว้ข้ามคืน นำใบไม้มาวางบนอาหาร yeast extract glucose seawater agar ที่มีสารปฏิชีวนะ chloramphenical 0.2 กรัมต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร โดยแต่ละจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้วาง 4 จุด ทำซ้ำ 3 ซ้ำ ทั้งใบสีเขียว ใบสีเหลือง ใบสีน้ำตาล

4.3.1.4 ตัวอย่างกิ่งไม้

แบ่งการศึกษาเป็นเชื้อราที่ผิวกิ่ง และเชื้อภายในกิ่ง

4.3.1.4.1 การศึกษาเชื้อราที่ผิวกิ่ง

ชั่งตัวอย่างกิ่งไม้ 1 กรัม (โดยใช้มีดฆ่าเชื้อผ่านเอาเฉพาะผิวกิ่งโดยแต่ละกิ่งผ่านมาประมาณ 5-8 ชิ้น ใส่ในละลายน้ำเกลือเจือจาง (Normal saline 0.85%) ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixture จะได้สารละลายเชื้อจาก 10^{-1} และนำสารละลายไปเจือจางต่อให้ได้ 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการนับจำนวนเชื้อราในตัวอย่างน้ำด้วยวิธีเดียวกับที่กล่าวไว้แล้วในตัวอย่างดิน

4.3.1.4.2 การศึกษารายภายในกิ่ง

ตัดกิ่งไม้เป็นท่อน ๆ ละประมาณ 2 เซนติเมตร ประมาณ 10 - 15 กิ่ง ในแต่ละจุด แช่น้ำยา Clorox 10 % นาน 10 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำกลั่น sterile 10 นาที นำมาวางบนกระดาษกรอง sterile ที่อยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (ไม่มีอาหารวัน) ทิ้งไว้ข้ามคืน นำใบไม้มาวางบนอาหาร Yeast extract glucose seawater agar ที่มีสารปฏิชีวนะ chloramphenical 0.2 กรัมต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร โดยแต่ละจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้วาง 4 จุด ทำซ้ำ 3 ซ้ำ

4.3.1.5 การใช้วัสดุหล่อเหี่ยว

นำตัวอย่างจากถุงตาข่ายที่ผูกไว้หล่อเหี่ยวในแต่ละครั้งตรวจดูลักษณะภายนอกการหายไปของใบไม้และกิ่งไม้ในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง บันทึกผล และนำตัวอย่างในแต่ละจุดใส่ในกล่องพลาสติกที่มีสาลีและน้ำที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้วซึ่งรองด้วยจานอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ไว้ในกล่องพลาสติก เมื่อพบเชื้อเจริญก็นำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูลักษณะโครงสร้างภายในด้วยกล้องจุลทรรศน์ และตรวจดูลักษณะทางภายนอกด้วยกล้อง stereomicroscope หากพบเชื้อเจริญบนกิ่งหรือใบนำมาเลี้ยงในอาหาร Yeast extract , glucose seawater agar ที่มีสารปฏิชีวนะ chloramphenical 0.2 กรัมต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร โดยการ cấyโครงสร้างที่พบโดยตรงลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยเข็มเย็บเชื้อลงไฟฆ่าเชื้อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ตรวจดูลักษณะเชื้อ บันทึกผล



ภาพที่ 3 การใช้วัสดุหล่อเหี่ยว

4.3.2 การจำแนกชนิดของเชื้อรา

นำตัวอย่างที่แยกได้มาทำการจัดจำแนกตามลักษณะโครงสร้างตาม key ของ Barnett และ Barry Hunter. 1998 , Domsch และ Gams. 1993 , Ellis 1971 , Raper และ Fennell. 1965 , Raper และ Thom. 1949 , Richard . 1990 และ Von Arx. 1981

4.3.3 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อรา

นำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกชนิดของเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างต่าง ๆ ทั้ง 5 จุด รวมกับข้อมูลความถี่ของการพบเชื้อแต่ละเชื้อในประชากร 1 กลุ่ม(จานเลี้ยงเชื้อ)แหล่งอาศัย (substrate) 8 แหล่ง และฤดูกาลในการเก็บตัวอย่าง 3 ฤดูกาลมาวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อรา วิเคราะห์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PC-ORD Version 4.17 โดยคำนวณความร่ำรวยของชนิด (species richness) ความสม่ำเสมอของชนิด (species evenness) ดัชนีความหลากหลายของ Shannon (Shannon's diversity index) ดัชนีความหลากหลายของ Simpson (Simpson's diversity index) และดัชนีความเหมือน (Similarity index) จากการคำนวณ

ความร่ำรวยของชนิด (species richness) = จำนวนชนิดของเชื้อราที่พบจากการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ 1 ขึ้นไป

ความสม่ำเสมอของชนิด (species evenness) =
$$\frac{\text{ดัชนีความหลากหลายของ Shannon}}{\ln (\text{ความร่ำรวยของชนิด})}$$

ดัชนีความหลากหลายของ Shannon (Shannon's diversity index) =
$$-\sum_{i=1}^S (P_i \cdot \ln P_i)$$

ดัชนีความหลากหลายของ Simpson (Simpson's diversity index) =
$$1 - \sum_{i=1}^S (P_i \cdot P_i)$$

ดัชนีความเหมือน (Similarity index) =
$$2 W / A + B$$

เมื่อ P_i = การเปลี่ยนแปลงแต่ละ species ของเชื้อรา

W = จำนวนของเชื้อราจากแหล่งทั้ง 2 แหล่ง

A = จำนวนของเชื้อราจากแหล่ง A

B = จำนวนของเชื้อราจากแหล่ง B

4.4 การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุเชื้อสาหร่าย

4.4.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่าย

ในบริเวณที่มีสาหร่ายขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น เช่นสามารถเห็นน้ำเป็นสีเขียว จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำโดยตรง หรือสีเขียวบนพื้นผิวจะใช้วัสดุมีคมขูดเอาสาหร่ายมาได้โดยตรง แต่ในกรณีที่มีสาหร่ายขึ้นอยู่น้อยจะใช้ plankton net ขนาดรู ประมาณ 20 ไมโครเมตร โดยใช้ตัวอย่างน้ำ 40 ลิตร กรองผ่าน plankton net แล้วปรับปริมาตรตัวอย่างเป็น 100 มิลลิลิตร ตัวอย่างที่เก็บได้มาส่วนหนึ่งย้ายลงในขวดเก็บตัวอย่างที่มีอาหารเสริม (enriched medium) แล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในตู้แสง อีกส่วนหนึ่งจะเก็บรักษาด้วยฟอร์มาลิน เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาสำหรับการพิสูจน์ความเหมือนและนับจำนวนในห้องปฏิบัติการ

4.4.2 การนับจำนวนสาหร่าย

นำตัวอย่างจากขวดเก็บสาหร่าย เทใส่กระบอกตวงเพื่อวัดปริมาตร แล้วนำมาเขย่าเพื่อให้สาหร่ายกระจายอยู่ในสภาพ homogeneous ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร นำมาใส่สไลด์นับจำนวน เพื่อวิเคราะห์หาสกุลของสาหร่าย พร้อมทั้งนับจำนวนเซลล์ในแต่ละสกุล

โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ทำการศึกษาและนับจำนวน 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยของจำนวนสาหร่ายในตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร

4.4.3 การแยกสาหร่าย (Isolation)

การแยกสาหร่ายด้วยวิธี capillary pipette method (Shaw and Rosowski, 1973) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ inverted ร่วมกับ micro-manipulator สาหร่ายที่แยกได้จะย้ายลงในหลอดเกลียวที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อชนิดของสาหร่าย เช่น NS III (Payer, 1974) BG-11 (Borowitzka and Borowitzka, 1989) อยู่ประมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วบ่มหลอดไว้ในตู้แสง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นประมาณ 2-3 สัปดาห์ สาหร่ายจะเจริญในหลอดอาหาร โดยสังเกตจากตะกอนเขียวกันหลอด ต้องทำการตรวจสอบ และแยกสาหร่ายให้มีความบริสุทธิ์อีกครั้งในห้องปฏิบัติการ ในการกำจัดแบคทีเรียที่เกาะติดอยู่กับผนังเซลล์ของสาหร่าย จะใช้เทคนิค triple antibiotic treatment

4.4.4 การศึกษาเพื่อระบุชื่อและจัดจำแนกสาหร่าย

การระบุชื่อและการจำแนกสาหร่ายตามวิธีการของ Smith (1950) Desikachary (1959) และ Prescott (1978) จะอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา รวมทั้งจำนวนและตำแหน่งของแฟลกเจลล่าเป็นสำคัญ

ผลการวิจัย

1. การสำรวจและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ป่าชายเลนที่เป็นพื้นที่เป้าหมาย

จากการสำรวจ พื้นที่ พร้อมขอคำแนะนำ จาก ศาสตราจารย์ ดร. สนิท อักษรแก้ว ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาโครงการ ได้เลือกพื้นที่ในบริเวณสวนรุกขชาติป่าชายเลนคลองหวางซึ่งเป็นพื้นที่ที่เคยผ่านสัมปทานทำไม้มาก่อนแต่ปัจจุบันมีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยคลองหวางตั้งอยู่ประมาณเส้นรุ้งที่ $9^{\circ} 5'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $98^{\circ} 3'$ ตะวันออก ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำคู่ (semidiurnal tide) ค่าเฉลี่ยของฟิสิกส์ น้ำขึ้นน้ำลงเท่ากับ 1.08 เมตร ในขณะที่น้ำตาย และ 3.5 เมตร ขณะน้ำเกิด ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำขึ้นลงโดยรวมเท่ากับ 2.53 เมตร (โสภณ หะวานนท์, 2538) และ บริเวณบ้านหาดทรายขาวใกล้กับปากคลองหวาง และได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ดังแสดงในภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 แต่ละจุดมีรายละเอียดดังนี้

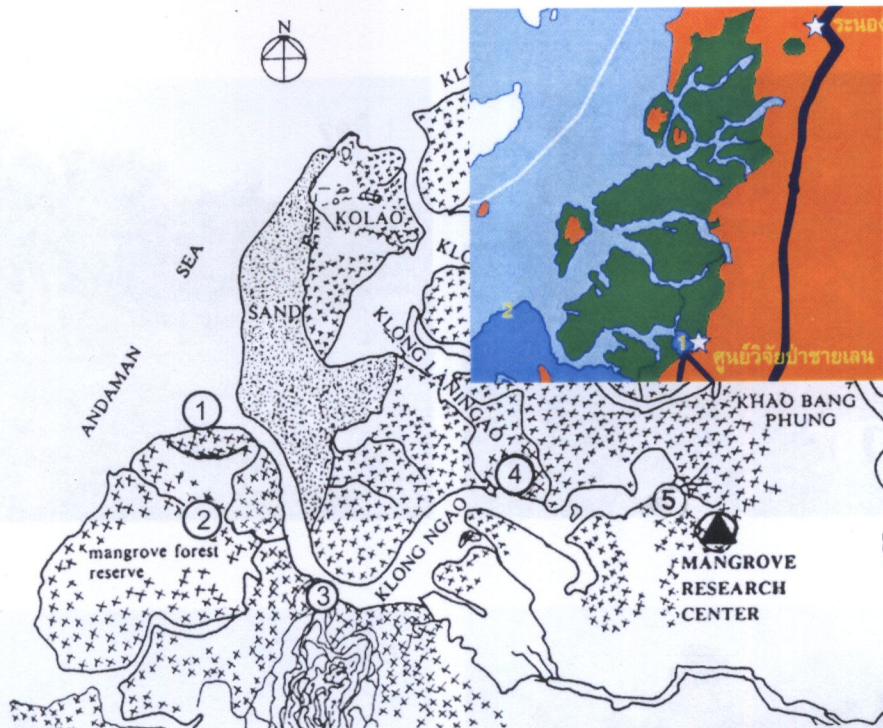
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านหาดทรายขาว อยู่ด้านฝั่งทะเลตะวันตกของแหลมมลายู ติดต่อกับทะเลอันดามัน ระหว่างเส้นรุ้งที่ $9^{\circ} 48'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $98^{\circ} 31'$ ตะวันออก ป่าชายเลนบริเวณนี้มีสภาพป่าค่อนข้างสมบูรณ์ สำหรับลักษณะโครงสร้างของป่าบริเวณนี้ประกอบด้วยพันธุ์ไม้สำคัญ คือ ไม้ลำแพน (*Sonneratia alba*) ไม้โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ไม้โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) ถั่วดำ (*B. parviflora*) โปรง (*Ceriops* sp.) และตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) โดยพืชเหล่านี้จะอยู่เป็นเขต (zonation) กล่าวคือด้านนอกติดฝั่งน้ำจะเป็นกลุ่มของไม้ลำแพน ถัดเข้าไปจะเป็นกลุ่มของไม้โกงกาง ตามด้วยไม้ถั่วและไม้โปรง ส่วนในสุดของป่าจะเป็นกลุ่มของไม้ตะบูน (สนิท อักษรแก้ว และคณะ 2538)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณโรงเรียน เป็นบริเวณที่ปลูกป่าชายเลนบนนาทุ้งร้าง โดยปลูกไม้ชนิดต่างๆ แยกแปลงในพื้นที่เดียวกัน พันธุ์ไม้ที่ปลูกในบริเวณนี้ คือ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว และโปรงแดง โดยปลูกมาประมาณ 5-6 ปี

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พื้นที่ป่าปลูกบนพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมของโครงการ ITTO และโครงการทำไม้เขตร้อนของ EU อยู่บริเวณระหว่างโรงเรียนและเหมืองร้าง ประกอบด้วยไม้ลำพูน และไม้แสม

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เป็นบริเวณที่ปลูกป่าชายเลนใกล้เหมืองร้าง ประกอบด้วยไม้ลำแพน ไม้โกงกาง และ ไม้ถั่ว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ริมคลองหวาง ใกล้บริเวณที่ตั้งศูนย์วิจัยป่าชายเลน เป็นบริเวณของป่าอนุรักษ์เคยเป็นป่าสัมปทานแต่ได้หยุดการทำไม้มาแล้ว 12 ปี มีพันธุ์ไม้หลายชนิดผสมผสานกัน อายุประมาณ 30 ปีได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดซึ่งไหลมาจากภูเขา จึงมีความเค็มของน้ำต่ำ



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงที่ตั้งศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จังหวัดระนอง และ จุดเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 5 และ จุดเก็บตัวอย่าง



จุดที่ 1



จุดที่ 3



จุดที่ 4



จุดที่ 5

ภาพที่ 5 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ไม่ชัดเจน

ในระหว่างการศึกษาเก็บตัวอย่างทำการวิเคราะห์... การวิเคราะห์ pH ที่ได้จากการวัดพบว่าการเปลี่ยนแปลง... 4-6 ชั่วโมง



ภาพที่ 6 แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณน้ำลึก

2. การเก็บตัวอย่าง

ได้ออกเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542 (ฤดูฝน)

ครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543 (ฤดูหนาว)

ครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543 (ฤดูร้อน)

ครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543 (ฤดูฝน)

โดยน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ทั้งที่ผิวน้ำ และที่ความลึก 1 เมตร รวมครั้งละ 10 ตัวอย่างต่อการเก็บ 1 ครั้ง ส่วนตัวอย่างเก็บตะกอนดินชายฝั่งที่น้ำไม่ท่วมในขณะที่เก็บ และตะกอนดินใต้น้ำ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด รวมครั้งละ 10 ตัวอย่างต่อการเก็บ 1 ครั้งเช่นกัน

ตัวอย่างทั้งน้ำและดินได้นำไปทำการนับจำนวนและแยกจุลินทรีย์ทันที ที่สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่บริเวณหาดประพาส ตำบลกำพวน กิ่งอำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระนอง

3. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ไม่มีชีวิต

ในระหว่างการเก็บตัวอย่างทำการวิเคราะห์ความเค็ม และอุณหภูมิ ทันทีที่เก็บ และทำการวิเคราะห์ pH ที่ สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง หลังจากเก็บตัวอย่างประมาณ 4-6 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ความเค็ม แสดงว่าน้ำตัวอย่างจากทั้ง 5 จุด รวม ที่เก็บทั้ง 4 ครั้ง นั้น พบว่าน้ำตัวอย่างที่เก็บในครั้งที่ 1 (29 ก.ค. 42) และ ครั้งที่ 4 (16 ก.ค. 43) ซึ่งเก็บในเดือนเดียวกัน แต่คนละปี ซึ่งถือว่าเป็นฤดูฝนนั้น มีค่าความเค็มผันแปรสูง กว่าตัวอย่างน้ำจากการเก็บครั้งที่ 2 (16 ก.พ. 43) ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และครั้งที่ 3 (25 เม.ย. 43) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน โดยน้ำจากการเก็บครั้งที่ 1 ที่จุดต่าง ๆ มีความเค็มอยู่ในช่วง 1.0-2.6% และน้ำจากการเก็บครั้งที่ 4 ที่จุดต่าง ๆ มีความเค็มอยู่ในช่วง 1.7-3.0% ทั้งนี้ความเค็มของน้ำในการเก็บครั้งที่ 1 สูงกว่าครั้งที่ 4 ส่วนค่าความเค็มของน้ำตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่างจาก 5 จุด ที่เก็บครั้งที่ 2 มีค่าในช่วง 2.7-3.0% และความเค็มของตัวอย่างน้ำที่เก็บครั้งที่ 3 มีค่า 2.0-3.0% นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ยังแสดงว่าน้ำตัวอย่างที่เก็บในครั้งที่ 1 และ 4 นั้น ความเค็มของน้ำลึกที่จุดที่ 1 ซึ่งอยู่ติดทะเลมีค่าสูงสุด และน้ำที่เก็บจากจุดที่ 5 ซึ่งอยู่ห่างทะเลมากที่สุดมีค่าต่ำสุด เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 ให้ผลในทำนองเดียวกัน แต่ค่าความเค็มของตัวอย่างน้ำจากการเก็บครั้งที่ 2 ไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 3-6 และ ภาพที่ 7)

สำหรับอุณหภูมิของน้ำนั้น พบว่าน้ำที่เก็บครั้งที่ 1 อุณหภูมิ 26.9-29.6 องศาเซลเซียส น้ำที่เก็บครั้งที่ 2 มีอุณหภูมิระหว่าง 27.4-30.7 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำที่เก็บในครั้งที่ 1 ตัวอย่างน้ำที่เก็บในครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นฤดูร้อน มีค่าสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิของน้ำจากการเก็บสองครั้งก่อนเล็กน้อย คือ ระหว่าง 30.5-31.6 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำที่เก็บในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 แต่ละจุดมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน คือ 27.8-28.7 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิของน้ำที่เก็บในครั้งที่ 4 นี้ แตกต่างจากครั้งที่ 1 ซึ่งเก็บในเดือนเดียวกันแต่คนละปี แสดงถึงความผันแปรของอุณหภูมิของน้ำในแต่ละปี (ตารางที่ 3-6 และ ภาพที่ 8)

เมื่อวิเคราะห์ค่า pH ของน้ำ พบว่าน้ำตัวอย่างจากทั้ง 5 จุด มี pH เป็นกลางจนถึงเป็นด่างเล็กน้อย โดยผลการวิเคราะห์นั้นแสดงว่าน้ำที่ผิวแต่ละจุดมีค่า pH เท่า ๆ กัน หรือต่ำกว่า pH ของน้ำลึกเล็กน้อย น้ำที่เก็บในครั้งที่ 3 มีช่วง pH ต่ำที่สุด คือ 6.87-7.79 ส่วนน้ำจากการเก็บครั้งที่ 1 มี pH 7.52-8.04 น้ำจากการเก็บครั้งที่ 2 มี pH 7.72- 8.33 และ น้ำจากการเก็บครั้งที่ 4 มี pH 7.0-8.1 (ตารางที่ 3-6 และ ภาพที่ 9)

ตารางที่ 3 ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542

ตัวอย่างน้ำ		ความเค็ม	pH	อุณหภูมิ
จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	(%)		(°C)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	2.4	7.65	29.3
	น้ำลึก	2.6	8.04	28.0
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	2.1	7.87	28.6
	น้ำลึก	2.1	8.04	27.0
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	2.4	8.02	28.3
	น้ำลึก	2.1	8.02	27.4
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	1.5	7.66	28.2
	น้ำลึก	1.3	7.80	27.1
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1.0	7.52	28.2
	น้ำลึก	1.0	7.57	26.9

ตารางที่ 4 ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543

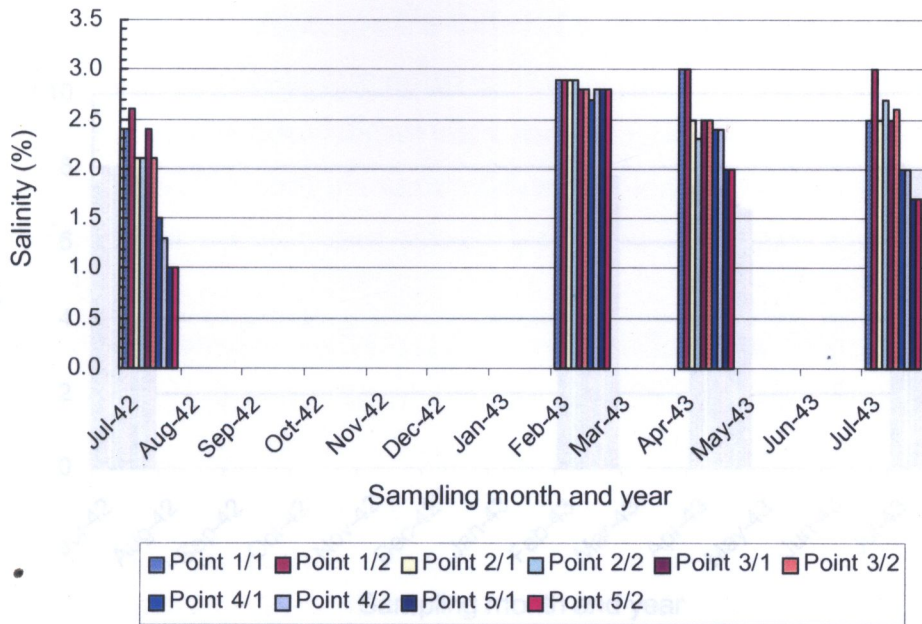
ตัวอย่างน้ำ		ความเค็ม	pH	อุณหภูมิ
จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	(%)		(°C)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	2.9	8.14	28.4
	น้ำลึก	2.9	8.20	28.0
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	2.9	8.33	28.8
	น้ำลึก	2.9	8.15	28.7
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	2.8	7.72	28.4
	น้ำลึก	2.8	8.20	28.9
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	2.7	7.86	30.7
	น้ำลึก	2.8	7.87	29.9
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	2.8	7.85	27.6
	น้ำลึก	2.8	7.80	28.2

ตารางที่ 5 ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543

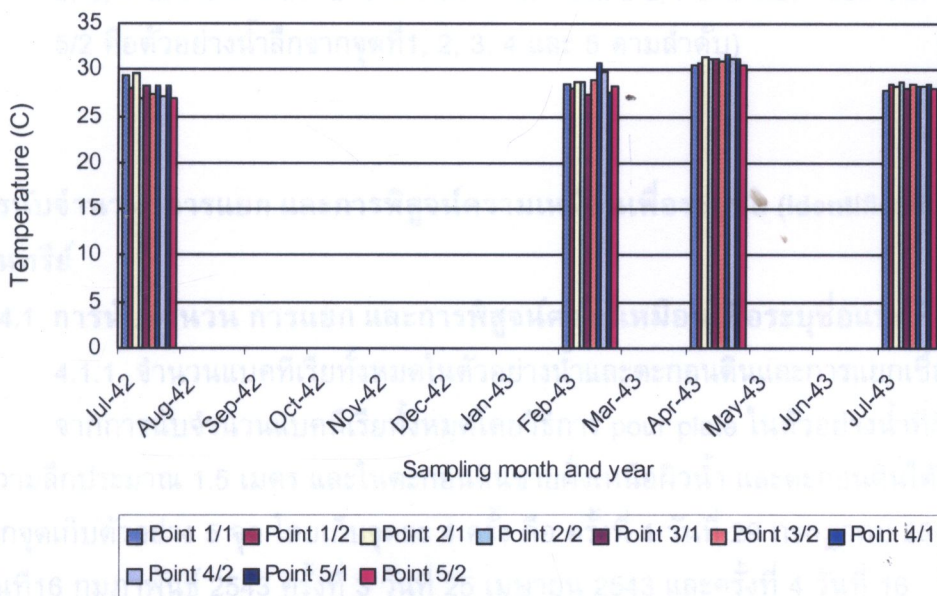
ตัวอย่างน้ำ		ความเค็ม	pH	อุณหภูมิ
จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	(%)		(°C)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	3.0	7.55	30.6
	น้ำลึก	3.0	7.79	30.7
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	2.5	7.42	31.4
	น้ำลึก	2.3	7.62	31.2
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	2.5	7.49	31.2
	น้ำลึก	2.5	7.50	31.0
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	2.4	7.08	31.6
	น้ำลึก	2.4	7.07	31.1
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	2.0	6.91	31.2
	น้ำลึก	2.0	6.87	30.5

ตารางที่ 6 ความเค็ม pH และอุณหภูมิ ของน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543

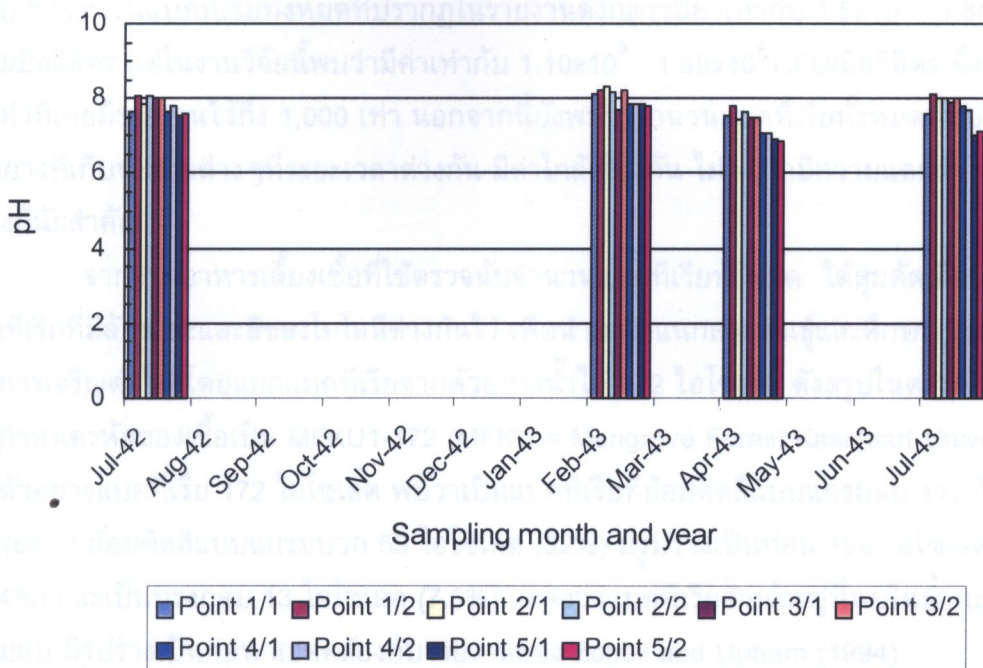
ตัวอย่างน้ำ		ความเค็ม	pH	อุณหภูมิ
จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	(%)		(°C)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	2.5	7.60	27.8
	น้ำลึก	3.0	8.10	28.4
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	2.5	7.90	28.3
	น้ำลึก	2.7	7.85	28.7
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	2.5	7.90	28.0
	น้ำลึก	2.6	8.10	28.4
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	2.0	8.04	28.3
	น้ำลึก	2.0	8.02	28.3
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1.7	7.70	28.4
	น้ำลึก	1.7	7.18	28.1



ภาพที่ 7 แสดงความเค็มของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ)



ภาพที่ 8 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ)



ภาพที่ 9 แสดง pH ของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ)

4. การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุชื่อ (identification) จุลินทรีย์

4.1 การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุชื่อแบคทีเรีย

4.1.1 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินและการแยกเชื้อบริสุทธิ์จากการนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธีการ pour plate ในตัวอย่างน้ำที่ผิวและน้ำที่ความลึกประมาณ 1.5 เมตร และในตะกอนดินชายฝั่งเหนือผิวน้ำ และตะกอนดินใต้น้ำ ซึ่งเก็บจากจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด โดยเก็บจุดละ 4 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542 ครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543 ครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543 และครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543 ปรากฏว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจากตัวอย่างน้ำที่ผิวและน้ำที่ความลึก 1.5 เมตร เท่ากับ 5.05×10^2 - 2.58×10^4 CFU/มิลลิลิตร และ 4.10×10^2 - 1.68×10^4 CFU/มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ

UNDP/UNESCO Regional Project - Research and Its Application to the Management of the Mangroves of Asia and the Pacific ในปี 1991 สำหรับน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างที่ถูกบกรวน

จากการทำเหมือง ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ซึ่งถือว่าเป็นบริเวณที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed area) ซึ่งจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปรากฏในรายงานดังกล่าวมีค่าเท่ากับ $1.5 \times 10^6 - 1.85 \times 10^7$ CFU/มิลลิลิตร แต่ในงานวิจัยนี้พบว่ามีค่าเท่ากับ $1.10 \times 10^3 - 1.39 \times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร ซึ่งน้อยกว่าค่าที่เคยมีรายงานไว้ถึง 1,000 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่นับได้จากตัวอย่างที่เก็บจากจุดต่างๆ ที่ระยะเวลาต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากงานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ได้สุ่มคัดเลือกแบคทีเรียที่มีลักษณะและสีของโคโลนีต่างกันไว้ เพื่อนำมาจำแนกสายพันธุ์และศึกษาคุณสมบัติของการเจริญต่อไป โดยแยกแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำได้ 172 ไอโซเลต ดังสรุปในตารางที่ 8 โดยกำหนดรหัสของเชื้อเป็น MFKU1-172 (MFKU = Mangrove Forest Kasetsart University) จากตัวอย่างแบคทีเรีย 172 ไอโซเลต พบว่าเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแบบแกรมลบ 117 ไอโซเลต (68%) ย้อมติดสีแบบแกรมบวก 55 ไอโซเลต (32%) มีรูปร่างเป็นท่อน 159 ไอโซเลต (92.4%) และเป็นทรงกลม 13 ไอโซเลต (7.6%) แสดงว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบในน้ำทะเลเป็นแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน สอดคล้องกับรายงานของ Zobell and Upham (1994)

ตารางที่ 7 จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด
จากเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง

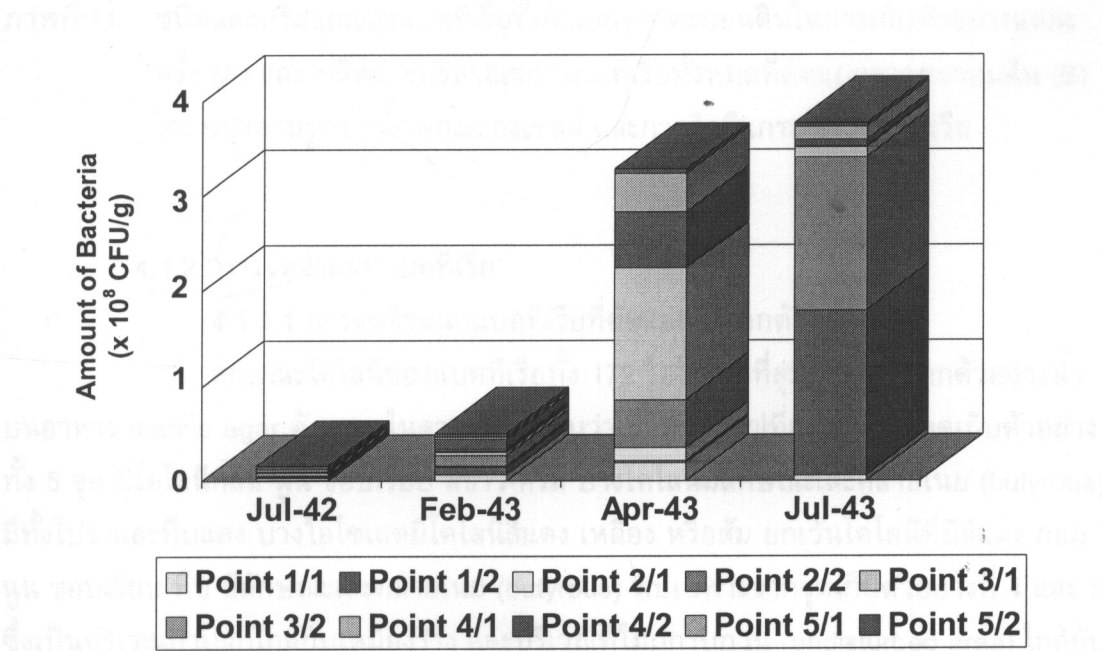
เวลา ที่เก็บ	บริเวณที่เก็บ	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/มิลลิลิตร)				
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
ครั้งที่ 1 29 กค. 2542	น้ำที่ผิว	1.03x10 ⁴	ND	1.95x10 ³	8.80x10 ²	1.39x10 ⁴
	น้ำลึก	6.55x10 ²	6.10x10 ³	2.59x10 ³	4.80x10 ³	9.70x10 ³
	ตะกอนดินชาย	1.35x10 ⁶	2.12x10 ⁶	1.38x10 ⁶	NA	2.07x10 ⁷
	ฝั่งเหนือผิวน้ำ					
	ตะกอนดินใต้น้ำ	NA	1.14x10 ⁶	3.32x10 ⁶	1.06x10 ⁶	3.3x10 ⁶
ครั้งที่ 2 16 กพ. 2543	น้ำที่ผิว	1.97x10 ³	ND	2.02x10 ³	5.05x10 ²	3.80x10 ³
	น้ำลึก	ND	5.25x10 ²	4.10x10 ²	1.68x10 ⁴	1.75x10 ³
	ตะกอนดินชาย	7.20x10 ⁶	1.96x10 ⁶	3.73x10 ⁶	2.62x10 ⁶	2.65x10 ⁶
	ฝั่งเหนือผิวน้ำ					
	ตะกอนดินใต้น้ำ	7.40x10 ⁶	1.07x10 ⁷	1.25x10 ⁶	9.40x10 ⁵	3.30x10 ⁶
ครั้งที่ 3 25 เมย. 2543	น้ำที่ผิว	5.85x10 ³	1.47x10 ³	1.68x10 ³	6.05x10 ³	1.10x10 ³
	น้ำลึก	5.35x10 ³	ND	1.13x10 ³	7.15x10 ³	4.10x10 ³
	ตะกอนดินชาย	1.96x10 ⁷	1.33x10 ⁷	1.38x10 ⁸	NA	4.05x10 ⁷
	ฝั่งเหนือผิวน้ำ					
	ตะกอนดินใต้น้ำ	2.03x10 ⁶	5.10x10 ⁷	7.00x10 ⁵	5.90x10 ⁷	4.10x10 ⁶
ครั้งที่ 4 16 กค. 2543	น้ำที่ผิว	2.58x10 ⁴	7.80x10 ³	4.10x10 ³	2.13x10 ³	1.45x10 ³
	น้ำลึก	8.70x10 ³	7.70x10 ³	4.50x10 ³	1.51x10 ³	2.64x10 ³
	ตะกอนดินชาย	6.20x10 ⁶	1.30x10 ⁵	1.07x10 ⁷	NA	1.42x10 ⁷
	ฝั่งเหนือผิวน้ำ					
	ตะกอนดินใต้น้ำ	1.74x10 ⁸	1.61x10 ⁸	7.80x10 ⁵	6.20x10 ⁶	3.60x10 ⁶

หมายเหตุ: ND= not determined เนื่องจากมีค่า >300 CFU/plate
NA= not applicable เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนตัวอย่างที่คัดเลือกจากตัวอย่างน้ำที่เก็บจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด

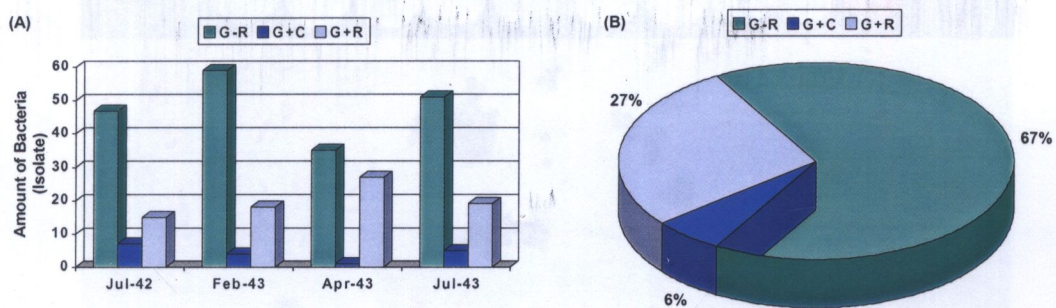
เวลาที่เก็บ	จำนวนแบคทีเรียที่คัดเลือกจากจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด (ไอโซเลต)					รวมทั้งหมด (ไอโซเลต)
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	
ครั้งที่ 1	9	8	6	7	9	39
ครั้งที่ 2	8	7	8	10	10	43
ครั้งที่ 3	7	6	8	10	9	40
ครั้งที่ 4	9	9	11	11	10	50
รวมทั้งหมด	33	30	33	38	38	172

ส่วนจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจากตัวอย่างตะกอนดินชายฝั่งเหนือผิวน้ำ และตะกอนดินใต้ผิวน้ำ เท่ากับ $1.3 \times 10^5 - 1.4 \times 10^8$ CFU/g และ $7.0 \times 10^5 - 1.6 \times 10^8$ CFU/g (ตารางที่ 7) จะเห็นได้ว่าจำนวนแบคทีเรียในตะกอนดินมีมากกว่าในตัวอย่างน้ำประมาณ $10^2 - 10^3$ CFU และมีความผันแปรของประชากรรวมของแบคทีเรียในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าแบคทีเรียในตะกอนดินในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30.5 - 31.6 °ซ มีจำนวนมากกว่าในฤดูหนาวและฤดูฝนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า (อุณหภูมิ 26.9 - 29.9 °ซ) (ภาพที่ 10) แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อประชากรของแบคทีเรียในตะกอนดิน



ภาพที่ 10 จำนวนแบคทีเรียในตะกอนดินที่จุดเก็บตัวอย่างในฤดูฝน (กค. 2542 และ กค. 2543) ฤดูหนาว (กพ. 2543) และฤดูร้อน (เมย. 2543)

สำหรับแบคทีเรียจากตะกอนดิน ได้นำแบคทีเรียที่เจริญบน modified marine agar ซึ่งมีลักษณะโคโลนีแตกต่างกัน มาแยกให้บริสุทธิ์ ซึ่งสามารถแยกได้รวมทั้งสิ้น 288 ไอโซเลต (ครั้งที่ 1 แยกได้ 69 ไอโซเลต ครั้งที่ 2 แยกได้ 81 ไอโซเลต ครั้งที่ 3 แยกได้ 63 ไอโซเลต และ ครั้งที่ 4 แยกได้ 75 ไอโซเลต) โดยกำหนดรหัสของเชื้อเป็น MSRJ1-69 (Mangrove Soil Ranong July42) MSRF1-81 (Mangrove Soil Ranong February43) MSRA1-63 (Mangrove Soil Ranong April43) และ MSRj1-75 (Mangrove Soil Ranong July43) และเมื่อศึกษารูปร่างลักษณะของเซลล์ และการติดสี แกรมของแบคทีเรียเหล่านั้น พบว่า เป็นแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมลบ 192 ไอโซเลต (67%) รองลงมาเป็นแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมบวก สร้างสปอร์ 79 ไอโซเลต (27%) ส่วนแบคทีเรียรูปร่างกลมพบเพียง 17 ไอโซเลต (6%) (ภาพที่ 11)

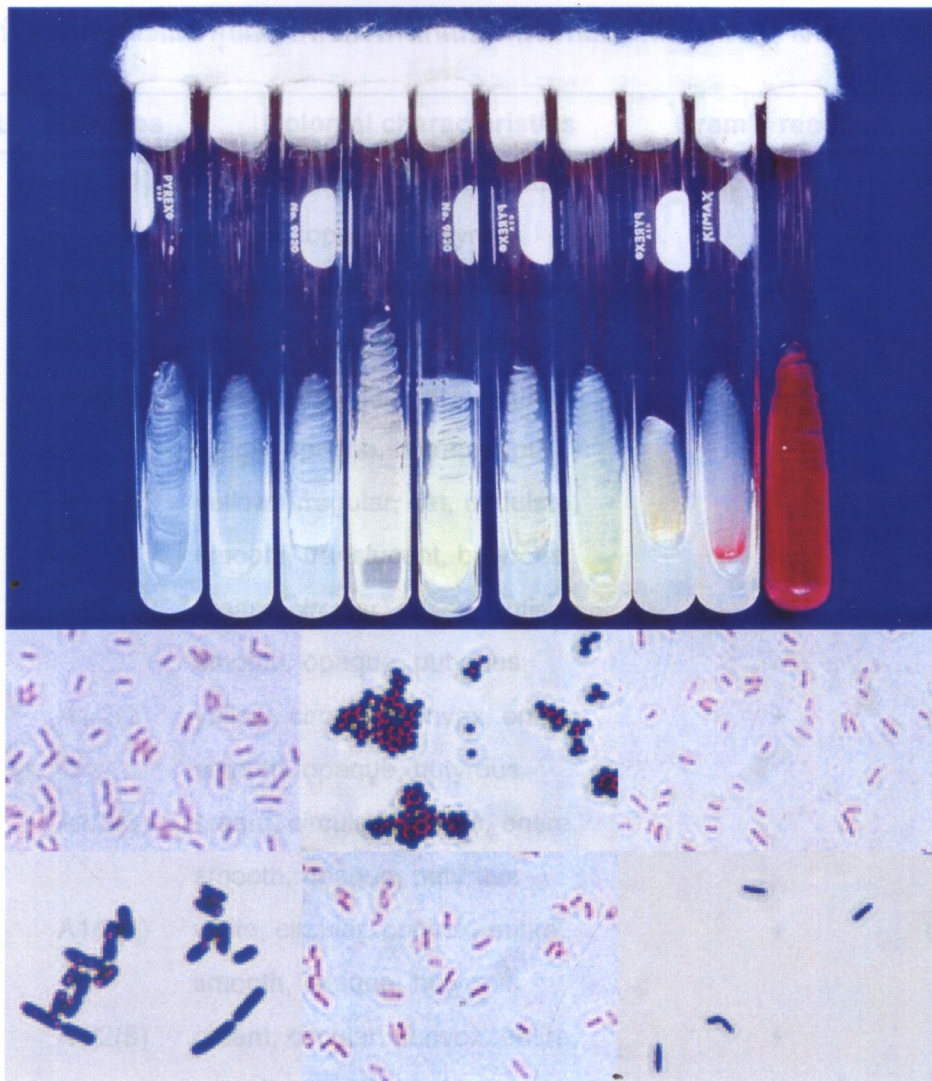


ภาพที่ 11 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่คัดแยกจากตะกอนดินในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง (A) และ ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดที่คัดแยกจากตะกอนดิน (B) โดยแบ่งตามรูปร่างลักษณะของเซลล์ และการติดสีแกรมของแบคทีเรีย

4.1.2 การจัดจำแนกแบคทีเรีย

4.1.2.1 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากตัวอย่างน้ำ

ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียทั้ง 172 ไอโซเลตที่สุ่มคัดเลือกจากตัวอย่างน้ำบนอาหาร marine agar ดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่าเชื้อส่วนใหญ่ที่แยกได้จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด มีโคโลนีกลม นูน ขอบเรียบ สีขาว-ครีม บางโคโลนีมีลักษณะและคล้ายเนย (butyrous) มีทั้งโปร่งและทึบแสง บางไอโซเลตมีโคโลนีสีแดง เหลือง หรือส้ม ยกเว้นโคโลนีที่มีสีแดง กลม นูน ขอบเรียบ ทึบ มีลักษณะและคล้ายเนย (butyrous) พบเฉพาะจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 5 ซึ่งเป็นบริเวณป่าปลูกใกล้กับเหมืองร้าง และบริเวณที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed area) ใกล้กับศูนย์วิจัยป่าชายเลน ทั้งสองบริเวณเป็นบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยของความเค็มของน้ำต่ำกว่าบริเวณอื่น ยกเว้นตัวอย่างน้ำที่เก็บครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543



ภาพที่ 12 สัณฐานวิทยาของโคโลนีและเซลล์ของแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำและตะกอนดินจากป่าชายเลน

ตารางที่ 9 ลักษณะและคุณสมบัติของโคโลนีแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำในป่าชายเลน

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
1	A1/1(1)	orange, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
2	A1/1(2)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
3	A1/1(3)	cream, irregular, flat, undulate, rough, opaque, membranous	+	rod
4	A1/1(4)	yellow, irregular, flat, undulate, smooth, translucent, butyrous	-	rod
5	A1/2(1)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
6	A1/2(2)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
7	A1/2(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
8	A1/2(4)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
9	A1/2(5)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
10	A2/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
11	A2/1(2)	cream, circular, flat, undulate, smooth, opaque, butyrous	-	rod
12	A2/1(3)	yellow-orange, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
13	A2/1(4)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
14	A2/1(5)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
15	A2/2(1)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
16	A2/2(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
17	A2/2(3)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
18	A3/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
19	A3/1(2)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
20	A3/1(3)	cream, irregular, flat, undulate, rough, opaque, membranous	+	rod
21	A3/2(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
22	A3/2(2)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
23	A3/2(3)	cream, irregular, flat, undulate, rough, opaque, membranous	+	rod
24	A4/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
25	A4/1(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, viscid	+	rod
26	A4/1(4)	yellow, circular, convex, undulate, smooth, opaque, butyrous	-	rod
27	A4/2(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
28	A4/2(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, viscid	+	rod
29	A4/2(3)	cream, circular, flat, entire, smooth, opaque, viscid	+	rod
30	A4/2(4)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
31	A5/1(1)	yellow, punciform, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
32	A5/1(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
33	A5/1(3)	white, irregular, flat, undulate, rough, opaque, membranous	+	rod
34	A5/1(4)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
35	A5/1(5)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
36	A5/2(2)	cream, circular, pulvinate, entire, smooth, opaque, viscid	-	rod
37	A5/2(3)	orange, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
38	A5/2(4)	white, irregular, flat, undulate, rough, opaque, membranous	+	rod
39	A5/2(5)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
40	B1/1(1)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
41	B1/1(2)	yellow, irregular, flat, undulate, smooth, translucent, butyrous	+	rod
42	B1/1(3)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
43	B1/2(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
44	B1/2(2)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
45	B1/2(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
46	B1/2(4)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
47	B1/2(5)	cream, circular, flat, entire, smooth, opaque, viscid	+	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
48	B2/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, membranous	-	rod
49	B2/1(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, membranous	-	rod
50	B2/1(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
51	B2/2(1)	white, irregular, convex, undulated, rough, opaque, viscid	-	rod
52	B2/2(2)	yellow, irregular, flat, undulate, smooth, translucent, butyrous	-	rod
53	B2/2(3)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
54	B2/2(4)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
55	B3/1(1)	white, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
56	B3/1(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
57	B3/1(3)	white, irregular, convex, undulated, rough, opaque, viscid	-	rod
58	B3/1(4)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
59	B3/2(1)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
60	B3/2(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
61	B3/2(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
62	B3/2(4)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
63	B4/1(1)	cream, circular, flat, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
64	B4/1(2)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
65	B4/1(3)	yellow, irregular, flat, undulate, smooth, opaque butyrous	+	rod
66	B4/1(4)	white, punciform, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
67	B4/2(1)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
68	B4/2(2)	cream, irregular, raised, undulate, radiately, ridged, opaque, butyrous	+	rod
69	B4/2(3)	cream, circular, convex, undulated, smooth, opaque, butyrous,	-	rod
70	B4/2(4)	cream, circular, pulvinate, entire, smooth, opaque, viscid	-	rod
71	B4/2(5)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
72	B4/2(6)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
73	B5/1(1)	cream, circular, flat, entire, smooth, opaque, viscid	+	rod
74	B5/1(2)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
75	B5/1(3)	cream, irregular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
76	B5/1(4)	white, circular, flat, undulate, smooth, opaque, butyrous	+	rod
77	B5/1(5)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
78	B5/1(6)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
79	B5/1(8)	cream, circular, flat, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
80	B5/2(1)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
81	B5/2(2)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
82	B5/2(4)	white, irregular, convex, undulated, rough, opaque, viscid	-	rod
83	C1/1(1)	cream, circular, pulvinate, entire, smooth, opaque, viscid	-	rod
84	C1/1(2)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
85	C1/1(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
86	C1/1(4)	white, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
87	C1/2(1)	orange, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
88	C1/2(2)	cream, circular, pulvinate, entire, smooth, opaque, viscid	-	rod
89	C1/2(5)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
90	C2/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
91	C2/1(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, membranous	-	rod
92	C2/1(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
93	C2/1(4)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
94	C2/2(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
95	C2/2(2)	cream, circular, flat, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
96	C3/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
97	C3/1(2)	white, circular, convex, undulate, smooth, opaque, butyrous	+	rod
98	C3/1(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
99	C3/2(1)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
100	C3/2(2)	cream, circular, convex, undulate, smooth, opaque, butyrous	-	rod
101	C3/2(3)	orange, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
102	C3/2(4)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
103	C3/2(5)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
104	C4/1(1)	yellow, irregular, flat, undulate, smooth, translucent, butyrous	-	rod
105	C4/1(2)	cream, circular, raise, undulate, smooth, translucent, butyrous	-	rod
106	C4/1(3)	orange, circular, raise, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
107	C4/1(4)	pink, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
108	C4/1(5)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
109	C4/2(1)	cream, irregular, flat, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
110	C4/2(2)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
111	C4/2(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
112	C4/2(4)	white, circular, pulvinate, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
113	C4/2(5)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
114	C5/1(1)	orange, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
115	C5/1(2)	cream, circular, raise entire, rugose, opaque, membranous	-	rod
116	C5/1(3)	orange, punciform, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
117	C5/1(4)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, translucent, butyrous	-	rod
118	C5/2(1)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
119	C5/2(2)	pink, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
120	C5/2(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
121	C5/2(4)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	+	coccus
122	C5/2(6)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
123	D1/1(1)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
124	D1/1(2)	cream, punctiform, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
125	D1/1(3)	white, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
126	D1/1(4)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
127	D1/2(1)	orange, irregular, raised, undulated, smooth, translucent, butyrous	+	rod
128	D1/2(2)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
129	D1/2(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
130	D1/2(4)	white, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
131	D1/2(5)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
132	D2/1(1)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
133	D2/1(2)	cream, circular, raised, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
134	D2/1(3)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
135	D2/1(4)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
136	D2/1(5)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
137	D2/2(1)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
138	D2/2(2)	cream, circular, flat, undulate, rough, opaque, membranous	-	rod
139	D2/2(3)	white, circular, raised, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
140	D2/2(4)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
141	D3/1(1)	yellow, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
142	D3/1(2)	cream, irregular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
143	D3/1(3)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
144	D3/1(4)	pink-red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
145	D3/1(5)	cream, circular, raised, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
146	D3/1(6)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
147	D3/2(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
148	D3/2(2)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
149	D3/2(3)	pink-red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
150	D3/2(4)	yellow, circular, raised, undulated, smooth, opaque, butyrous	-	rod
151	D3/2(5)	orange, circular, raised, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
152	D4/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, viscid	-	rod
153	D4/1(2)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
154	D4/1(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
155	D4/1(4)	red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
156	D4/1(5)	yellow, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
157	D4/1(6)	white, punctiform, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MFKU	Samples	Colonial characteristics	Gram's reaction	Shape
158	D4/2(1)	white, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
159	D4/2(2)	cream, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	+	rod
160	D4/2(3)	cream, circular, convex, undulated, smooth, opaque, butyrous	-	rod
161	D4/2(4)	pink-red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
162	D4/2(5)	orange, circular, flat, undulated, smooth, opaque, butyrous	+	rod
163	D5/1(1)	cream, circular, convex, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
164	D5/1(2)	white, circular, raised, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
165	D5/1(3)	white, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
166	D5/1(4)	Pink-red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
167	D5/1(5)	White, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
168	D5/2(1)	White, irregular, convex, undulated, rough, opaque, viscid	-	rod
169	D5/2(2)	Red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
170	D5/2(3)	Cream, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod
171	D5/2(4)	White, circular, raised, entire, smooth, translucent, butyrous	-	rod
172	D5/2(5)	Red, circular, convex, entire, smooth, opaque, butyrous	-	rod

จากคุณสมบัติของรูปร่างของเซลล์และการย้อมติดสีแบบแกรม สามารถแบ่งแบคทีเรียทั้ง 172 ไอโซเลต เป็น 3 กลุ่ม คือ รูปร่างท่อน ติดสีแบบแกรมบวก จำนวน 42 ไอโซเลต รูปร่างทรงกลม ติดสีแบบแกรมบวก จำนวน 13 ไอโซเลต และรูปร่างท่อน ติดสีแบบแกรมลบ จำนวน 117 ไอโซเลต เมื่อนำกลุ่มที่มีรูปร่างท่อน ติดสีแบบแกรมบวก มาศึกษาคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี สามารถจัดจำแนกทั้ง 42 ไอโซเลต เป็น *Bacillus* โดยเปรียบเทียบกับ *B. subtilis* ATCC6051 (ตารางที่ 10) รูปร่างทรงกลม ติดสีแบบแกรมบวก จำนวน 13 ไอโซเลต สามารถจัดจำแนกเป็น *Staphylococcus* โดยเปรียบเทียบกับ *S. aureus* ATCC25923 (ตารางที่ 11)

สำหรับ 117 ไอโซเลตที่เหลือนำมาแบ่งกลุ่มโดยอาศัย oxidative-fermentative catabolism ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่มีทั้ง oxidative และ fermentative catabolism ได้แก่กลุ่มที่สามารถจัดจำแนกเป็น *Klebsiella* (ตารางที่ 12), *Enterobacter* (ตารางที่ 13), *Serratia* (ตารางที่ 14) and *Vibrio* (ตารางที่ 15) ตามลำดับ

2. กลุ่มที่มีเฉพาะ oxidative catabolism นำมาจัดจำแนกโดยใช้ชุดน้ำยา API20NE (ตารางที่ 16) และพบว่าเชื้อจำนวน 5, 3, 4, 2, 2 และ 2 ไอโซเลต สามารถจัดจำแนกเป็น *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Chryseobacterium*, *Brevundimonas*, *Burkholderia* และ *Sphingomonas* ตามลำดับ ส่วนอีก 59 ไอโซเลตยังไม่สามารถจัดจำแนกได้โดยวิธีการทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบ
 แกรมบวก ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น *Bacillus* และจีสไนส์ใกล้เคียง เปรียบเทียบกับ
B. subtilis ATCC6051

Bacterial isolates	Endospore produced	Strictly anaerobe	Catalase activity	Motility
MFKU1	+	-	+	+
MFKU2	+	-	+	+
MFKU3	+	-	+	+
MFKU5	+	-	+	+
MFKU9	+	-	+	-
MFKU20	+	-	+	+
MFKU23	+	-	+	-
MFKU24	+	-	+	+
MFKU25	+	-	+	-
MFKU27	+	-	+	+
MFKU28	+	-	+	-
MFKU29	+	-	+	+
MFKU32	+	-	+	+
MFKU33	+	-	-	-
MFKU34	+	-	+	+
MFKU38	+	-	-	-
MFKU41	+	-	+	+
MFKU42	+	-	+	+
MFKU46	+	-	+	-
MFKU47	+	-	+	+
MFKU53	+	-	+	+
MFKU62	+	-	+	+
MFKU63	+	-	+	+
MFKU64	+	-	+	+
MFKU65	+	-	+	+
MFKU66	+	-	+	-
MFKU68	+	-	+	+
MFKU71	+	-	+	+
MFKU73	+	-	+	+

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Bacterial isolates	Endospore produced	Strictly anaerobe	Catalase activity	Motility
MFKU76	+	-	+	-
MFKU79	+	-	+	-
MFKU85	+	-	+	-
MFKU94	+	-	+	+
MFKU95	+	-	+	+
MFKU97	+	-	+	-
MFKU107	+	-	+	+
MFKU108	+	-	+	+
MFKU114	+	-	+	+
MFKU119	+	-	+	+
MFKU127	+	-	+	-
MFKU159	+	-	+	-
MFKU162	+	-	+	-
<i>B. subtilis</i> ATCC 6051	+	-	+	+

ตารางที่ 11 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมบวก ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น *Staphylococcus* และจีนัสใกล้เคียง โดยเปรียบเทียบกับ *S. aureus* ATCC25923

Bacterial isolates	Catalase	Motility	10% NaCl growth	Oxidase	Pigment produced	Anaerobic fermentation of glucose
MFKU6	+	-	+	-	+	+
MFKU8	+	-	+	-	-	+
MFKU10	+	-	+	+	-	+
MFKU12	+	-	+	-	+	+
MFKU13	+	-	+	-	+	+
MFKU14	+	-	+	-	-	+
MFKU17	+	-	+	-	+	+
MFKU37	+	-	+	-	+	+
MFKU39	+	-	+	-	+	+
MFKU74	+	-	+	-	+	+
MFKU81	+	-	+	-	+	+
MFKU84	+	-	+	-	+	+
MFKU121	+	-	+	-	+	+
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	+	-	+	-	-	+

ตารางที่ 12 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น *Klebsiella* และจีนัสใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism

Bacterial isolates	Oxidative/ Fermentative test	Motility	VP test	Indole production	Acid from glucose	Gas from glucose	Acid from lactose	Acid from arabinose	Acid from mannitol	Acid from sucrose
MFKU116	F	-	+	-	+	+	+	+	+	+
MFKU167	F	-	+	-	+	+	+	+	+	+

ตารางที่ 13 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบ
 แกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น *Enterobacter* และจิ้นส์ใกล้เคียง โดยใช้
 oxidative-fermentative catabolism

Bacterial isolates	Oxidative/Fermentative test	Oxidase activity	Citrate utilization	Gelatin hydrolysis	Lipase activity	H ₂ S production	Indole production	Acid from glucose	Gas from glucose	Acid from arabinose	Acid from mannitol	Acid from lactose
MFKU7	F	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MFKU26	F	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+
MFKU75	F	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+
MFKU106	F	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
MFKU120	F	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
MFKU142	F	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
MFKU146	F	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
MFKU152	F	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+
MFKU156	F	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>E. cloacae</i>												
DMST 3557	F	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+

Abbreviation: F, fermentative catabolism

ตารางที่ 14 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น *Serratia* และจิ้นส์ใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism

Bacterial isolates	Oxidative/Fermentative test	Oxidase activity	Motility	Pigment production	Citrate utilization	Gelatin hydrolysis	Urease activity	Indole production	Acid from lactose	Acid from mannitol
MFKU19	F	-	+	-	+	+	-	-	+	+
MFKU30	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU35	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU45	F	-	+	-	+	+	-	-	+	+
MFKU58	F	-	+	-	+	+	-	-	+	+
MFKU67	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU77	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU78	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU113	F	-	+	Red	+	-	-	-	-	+
MFKU118	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU125	F	-	+	-	-	-	-	-	-	+
MFKU130	F	-	+	-	-	-	-	-	-	+
MFKU155	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU169	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
MFKU 172	F	-	+	Red	+	+	-	-	-	+
<i>S. marcescens</i>	F	-	+	-	+	+	-	-	-	+
ATCC 8100										

Abbreviation: F, fermentative catabolism

ตารางที่ 15 คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ของแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น *Vibrio* และจิ้นัสใกล้เคียง โดยใช้ oxidative-fermentative catabolism

Bacterial isolates	Oxidative/fermentative test	Catalase activity	Oxidase activity	Growth on TCBS agar	O/129 sensitivity	Motility	Indole production
MFKU40	F	+	+	+	+	+	-
MFKU69	F	+	+	+	-	+	+
MFKU86	F	+	+	+	-	+	-
MFKU90	F	+	+	+	-	+	-
MFKU105	F	+	+	+	-	+	-
MFKU109	F	+	+	+	-	+	-
MFKU110	F	+	+	+	+	+	-
MFKU111	F	+	+	+	+	+	-
MFKU128	F	+	+	+	-	+	-
MFKU133	F	+	+	+	-	+	+
MFKU139	F	+	+	+	-	+	-
MFKU153	F	+	+	+	+	+	-
MFKU160	F	+	+	+	-	+	-
MFKU170	F	+	+	+	-	+	-
<i>V. cholerae</i>	F	+	+	+	+	+	-
DMST 2873							

Abbreviation: F, fermentative catabolism.

ตารางที่ 16 คุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียรูปร่างท่อน ย้อมติดสีแบบแกรมลบ ที่มีเฉพาะ oxidative catabolism และนำมาจัดจำแนกโดยใช้ระบบ API20NE

Bacterial Strains	ATCC10145	MFKU16	MFKU18	MFKU21	MFKU60	MFKU102	MFKU135	MFKU136	MFKU145	MFKU80	MFKU99	MFKU126	MFKU137	MFKU43	MFKU61	MFKU36	MFKU83	MFKU50	MFKU55
Nitrate reduction	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Indole Production	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glucose acidification	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arginine dihydrolase	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urease	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esculin hydrolysis	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gelatin hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
β-galactosidase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Glucose assimilation	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Arabinose assimilation	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Mannose assimilation	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Mannitol assimilation	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
N-acetyl-glucosamine assimilation	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
Maltose assimilation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Gluconate assimilation	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Caprate assimilation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adipate assimilation	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Malate assimilation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
Citrate assimilation	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Phynyl-acetate assimilation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Cytochrome oxidase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Identified to	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Shewanella putrefaciens</i>	<i>Shewanella putrefaciens</i>	<i>Shewanella putrefaciens</i>	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	<i>Brevundimonas vesicularis</i>	<i>Brevundimonas vesicularis</i>	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Spingomonas paucimobilis</i>	<i>Spingomonas paucimobilis</i>

จากการจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียที่สุ่มคัดเลือกจากตัวอย่างน้ำในป่าชายเลน พบว่าความหลากหลายของแบคทีเรียที่แยกได้ มีความคล้ายคลึงกับรายงานที่เคยมี เช่น รายงานของ Suzuki และคณะ (1997) Crump และคณะ (1999) Dang และ Lovell (2000) และ Eilers และคณะ (2000). โดยสายพันธุ์ที่พบว่าแยกได้จากตัวอย่างน้ำทะเลในงานวิจัยนี้ ได้แก่ จีโนส *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* และ *Bacillus* ซึ่งมีรายงานว่าจีโนสดังกล่าวเป็นกลุ่มที่เด่น (dominant) ในตัวอย่างน้ำทะเล (Eilers และคณะ, 2000) อย่างไรก็ตามความหลากหลายของแบคทีเรียที่พบในงานวิจัยนี้ ไม่สามารถใช้เป็นดัชนีระบุความแตกต่างของจุดเก็บตัวอย่างได้ อาจเนื่องมาจากกระแสน้ำที่พัดพาน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งตลอดเวลา

จากการตรวจสอบความสามารถในการเจริญของแบคทีเรียบนอาหาร marine agar ที่มีความเข้มข้นของ NaCl 0-10% พบว่าทุกไอโซเลตสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี NaCl 0-5% แต่การเจริญสูงสุดพบในอาหารที่มี NaCl 0-2% ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ตัวอย่างน้ำทะเลที่ใช้ในการแยกเชื้อมีค่าความเค็มเฉลี่ยประมาณ 22 ppt หรือประมาณ 2% และเนื่องจากค่าความเค็มของจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเนื่องจากการพัดพาน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งตลอดเวลา ทำให้เชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำ ซึ่งเก็บที่จุดต่าง ๆ กัน มีความสามารถในการเจริญบนอาหารที่มี NaCl ความเข้มข้นใกล้เคียงกัน และประมาณ 68% ของเชื้อสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี NaCl ความเข้มข้น 10% ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเป็นเชื้อกลุ่มที่มีการปรับตัว หรือ adaptation จากการที่เจริญในสภาพที่มีเกลืออยู่ตลอดเวลา จึงกลายเป็นกลุ่ม halotolerant (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 การเจริญของแบคทีเรีย 172 ไอโซเลต บนอาหาร marine agar ที่มี NaCl ความเข้มข้นต่างๆ

MFKU	Sodium chloride concentrations (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
2	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+
3	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+	-	-
4	++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	+
5	+++	+++	++++	+++	++	++	++	++	++	++	+
6	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	+
7	+++	+++	++++	+++	++	++	++	++	++	++	+
8	+++	+++	+++	+++	++	+	+	+	+	+	-
9	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
10	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
11	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	+
12	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
13	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
14	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
15	+	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
16	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+
17	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	++	++	+
18	++	+++	++	++	++	++	++	++	+	+	+
19	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+
20	+++	+++	+++	+++	++	+	+	+	-	-	-
21	++++	++++	+++	++	+	++	+	-	-	-	-
22	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+
23	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+	-	-	-	-
24	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
25	++++	++++	++++	+++	+++	++	++	+	+	+	+
26	+++	+++	+++	++	++	+	+	-	-	-	-
27	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
28	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
29	++++	++++	+++	++	++	++	-	-	-	-	-
30	++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+

ตารางที่ 17 (ต่อ)

MFKU	Sodium chloride concentrations (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	++++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+	+
32	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
33	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	+	+	+	+
34	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
35	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
36	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+	+
37	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
38	++++	++++	+++	+	+	+	-	-	-	-	-
39	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++
40	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	++	++	++	-
41	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	++	++
42	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+++	++
43	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
44	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	++	++
45	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++
46	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++
47	++++	++++	++++	+++	++	+	-	-	-	-	-
48	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
49	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+
50	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+
51	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+
52	+++	+++	+++	+++	++	++	++	-	-	-	-
53	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
54	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+
55	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+
56	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++
57	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
58	++++	++++	++++	++	++	++	++	++	++	++	++
59	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++

ตารางที่ 17 (ต่อ)

MFKU	Sodium chloride concentrations (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
61	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
62	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	+
63	+++	+++	+++	++	++	++	++	+++	++	++	++
64	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+	+
65	++++	++++	++++	+++	++	++	++	++	++	+	-
66	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
67	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
68	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	-	-	-	-
69	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	-
70	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
71	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
72	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	-
73	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
74	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
75	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	-
76	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	++	++	+	-
77	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
78	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
79	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	-
80	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
81	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++
82	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
83	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+
84	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+	-	-
85	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	-	-	-	-
86	+++	+++	+++	+++	++	++	+	-	-	-	-
87	+++	+++	+++	++	++	+	+	-	-	-	-
88	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	-	-
89	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	-

ตารางที่ 17 (ต่อ)

MFKU	Sodium chloride concentrations (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
90	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	-
91	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	-	-
92	+++	+++	+++	+++	++	+	+	+	-	-	-
93	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
94	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++
95	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
96	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+
97	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+	+
98	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++
99	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
100	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	-	-
101	++++	++++	++++	+++	+++	+++	++	++	-	-	-
102	+++	+++	+++	+++	+++	+	-	-	-	-	-
103	+++	+++	+++	++	++	+	-	-	-	-	-
104	+++	+++	+++	+++	++	++	-	-	-	-	-
105	++	++	++	++	++	+	+	+	+	-	-
106	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+	-	-
107	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+	+
108	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
109	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	-
110	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++
111	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
112	+++	+++	++	++	+	+	+	-	-	-	-
113	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
114	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
115	+++	+++	++	++	+	+	-	-	-	-	-
116	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-	-
117	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
118	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+
119	++	++	++	++	+	+	+	-	-	-	-
120	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+

ตารางที่ 17 (ต่อ)

MFKU	Sodium chloride concentrations (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
121	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
122	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
123	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+
124	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	-
125	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+
126	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+
127	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+
128	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	+	-	-
129	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+	-
130	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+
131	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++
132	++++	++++	++++	+++	++	++	++	++	++	++	++
133	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	-	-	-
134	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+
135	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+
136	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+
137	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	-
138	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
139	+++	+++	++	++	++	+	+	-	-	-	-
140	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+	-	-
141	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	-	-	-
142	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	-	-	-
143	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	-	-
144	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	-	-	-
145	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+	+
146	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	-	-	-	-
147	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
148	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	-	-	-	-
149	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
150	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+
151	++	++	++	++	++	++	++	+	-	-	-

ตารางที่ 17 (ต่อ)

MFKU	Sodium chloride concentrations (%)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
152	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
153	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+
154	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
155	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
156	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
157	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
158	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++
159	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++
160	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+
161	+++	+++	+++	++++	+++	+++	++	++	++	+	+
162	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+	+
163	++	++	++	++	++	++	+	+	+	-	-
164	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+
165	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+
166	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+
167	++	++	++	++	++	+	+	+	+	-	-
168	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+
169	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
170	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++
171	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+	+
172	+++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	++	++

Abbreviations: +++, excellent; +++, good; ++, fair; +, poor; -, no growth

4.1.2.1 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากตะกอนดิน

นำแบคทีเรียที่แยกได้จากการเก็บตัวอย่างใน 3 ครั้งแรก คือ กรกฎาคม 2542
กุมภาพันธ์ 2543 และเมษายน 2543 จำนวน 213 ไอโซเลต มาศึกษาคุณสมบัติทางสรีรวิทยา
และชีวเคมี โดยแบคทีเรียรูปท่อนดิดส์แกรมบวก สร้างสปอร์ จำนวน 60 ไอโซเลต จัดเป็น
แบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* (ตารางที่ 18) แบคทีเรียรูปร่างกลมดิดส์แกรมบวก จำนวน 12
ไอโซเลต จัดเป็นแบคทีเรียในจีนัส *Staphylococcus* 3 ไอโซเลต และ *Micrococcus* 9 ไอโซเลต
(ตารางที่ 19) และแบคทีเรียรูปท่อนดิดส์แกรมลบ จำนวน 141 ไอโซเลต จัดเป็นแบคทีเรียใน

กลุ่มที่มีทั้ง oxidative และ fermentative catabolism 78 ไอโซเลต ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น
แบคทีเรียในจีนัส *Enterobacter* 11 ไอโซเลต *Serratia* 2 ไอโซเลต *Klebsiella* 14 ไอโซเลต
Aeromonas 31 ไอโซเลต และ *Vibrio* 20 ไอโซเลต (ตารางที่ 20 และ 21) และแบคทีเรียในกลุ่ม
ที่มีเฉพาะ oxidative catabolism จำนวน 63 ไอโซเลต ซึ่งไม่สามารถจัดจำแนกได้โดยวิธีการทั้ง
หมดที่ใช้ในการทดสอบ ส่วนแบคทีเรียที่แยกได้จากการเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคม 2543
จำนวน 75 ไอโซเลต ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างใน ถุดูฝนเช่นเดียวกับตัวอย่างในเดือนกรกฎาคม
2542 ไม่ได้นำจัดจำแนกด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

ตารางที่ 18 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ติดสีแกรมบวก สร้างสปอร์ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

Bacterial isolate	Catalase	Motility	Nitrate reduction	Indole	Caseinase	Amylase
MSRJ34 MSRJ40 MSRJ62 MSRF31	+	+	-	-	+	+
MSRF32 MSRF36 MSRF44 MSRF64						
MSRF70 MSRF80 MSRA4 MSRA10						
MSRA23 MSRA32 MSRA33 MSRA42						
MSRA43 MSRA48						
<i>Bacillus circulans</i> <i>B. coagulans</i>	+	d+	d+	-	d+	+
<i>B. firmus</i>						
MSRJ4 MSRJ7 MSRF21 MSRF77	+	+	+	-	+	-
MSRF81 MSRA1 MSRA3 MSRA8						
MSRA18 MSRA39 MSRA57						
<i>B. pumilus</i>	+	+	-	-	+	-
MSRJ32 MSRJ48 MSRF60	-	+	+	-	+	-
<i>B. larvae</i>	-	d+	d+	-	+	-
MSRJ9 MSRF11 MSRF61 MSRF43	+	+	+	-	-	+
MSRF72 MSRA37 MSRA62						
<i>B. macerans</i>	+	+	+	-	-	+
MSRJ11 MSRJ61 MSRF13 MSRF61	+	+	-	+	+	-
MSRF71 MSRF73 MSRA2 MSRA5						
MSRA60 MSRA61 MSRA63						
<i>B. sphaericus</i>	+	+	-	+	d+	-
MSRJ29 MSRJ37 MSRJ44 MSRF6	+	+	+	+	+	+
MSRA6 MSRA16 MSRA17 MSRA29						
MSRA44 MSRA47						
<i>B. subtilis</i> <i>B. licheniformis</i> <i>B. cereus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>B. thuringiensis</i> <i>B. megaterium</i>						

ตารางที่ 19 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างทรงกลม ติดสีแกรมบวก ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

Bacterial isolate		Catalase	Motility	1% NaCl growth	Oxidase	Pigment production	Anaerobic fermentation of glucose
MSRJ8	MSRJ50	+	-	+	-	-	+
MSRA12							
<i>Staphylococcus</i> spp.		+	-	+	-	-	+
MSRJ5	MSRJ14	+	-	+	+	+	-
MSRJ16	MSRJ65						
MSRJ67							
MSRF26	MSRF49						
MSRA44	MSRA47						
<i>Micrococcus</i> spp.		+	-	+	+	+	-

ตารางที่ 20 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ดิดสี่แกรมลบ ใน Family
 Enterobacteriaceae ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

Bacterial isolate	O-F	Motility	Catalase	Oxidase	Citrate utilization	Nitrate reduction	Indole production	VP test	Urease	H ₂ S production
MSRJ26 MSRJ51 SRJ66	F	+	+	-	+	+	-	-	-	-
MSRF12 MSRF52										
MSRF65 MSRF67										
MSRA14 MSRA31										
MSRA51 MSRA58										
<i>Enterobacter</i> spp.	F	+	+	-	+	+	-	+	+	-
MSRJ15 MSRJ21 SRJ24	F	-	+	-	+/-	+	-	+	+	-
MSRJ25 MSRJ28 MSRJ69										
MSRF46 MSRF62 SRF24										
MSRA9 MSRA15 MSRA20										
MSRA24 MSRA36										
<i>Klebseilla</i> spp.	F	-	+	-	D	+	-	+	d	-
MSRF68 MSRA50	F	+	+	-	t	+	-	+	-	-
<i>Serratia</i> spp.	F	+	+	-	+	+	-	+	-	-

ตารางที่ 21 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีรูปร่างท่อน ติดสีแกรมลบ ใน Family Vibrionaceae
 ด้วยคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

Bacterial isolate	Catalase	Oxidase	Motility	Growth on TCBS	O/129 sensitivity	Nitrate reduction	Indole production	Caseinase	Gelatinase	Urease
MSRJ2 MSRJ12 MSRJ13	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-
MSRJ16 MSRJ18 MSRJ9										
MSRJ30 MSRJ31 MSRJ33										
MSRJ36 MSRJ42 MSRJ52										
MSRJ53 MSRJ56 MSRF9										
MSRF17 MSRF20 MSRF23										
MSRF24 MSRF25 MSRF48										
MSRF59 MSRF66 MSRF74										
MSRA11 MSRA25 MSRA28										
MSRA30 MSRA46 MSRA54										
MSRA58										
<i>Aeromonas</i> spp.	+	+	+	-	-	-	d	+	+	-
MSRJ1 MSRJ3 MSRJ6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
MSRJ20 MSRJ38 MSRJ55										
MSRJ57 MSRJ59 MSRJ64										
MSRF22 MSRF38 MSRF41										
MSRF55 MSRF56 MSRF76										
MSRA26 MSRA27										
MSRJ41 MSRJ58MSRF19	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Vibrio</i> spp.	+	+	+	+	+	+	D	+	+	-

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบในน้ำทะเลและตะกอนดินเป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Zobell and Upham (1994) และจากการจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียที่สุ่มคัดเลือกจากตัวอย่างน้ำและตะกอนดินในป่าชายเลน พบว่าความหลากหลายของแบคทีเรียที่แยกได้โดยสายพันธุ์ที่พบว่าแยกได้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ *Pseudomonas* *Shewanella* *Chryseobacterium* *Brevundimonas* *Burkholderia* และ *Sphingomonas* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน กลุ่มที่มีเฉพาะ oxidative catabolism *Aeromonas* *Vibrio* *Enterobacter* *Serratia* และ *Klebsiella* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน กลุ่มที่มีทั้ง oxidative และ fermentative catabolism *Micrococcus* และ *Staphylococcus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างทรงกลม และ *Bacillus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างเป็นท่อนสร้างสปอร์ ซึ่งผลการทดลองนี้มีความคล้ายคลึงกับรายงานที่เคยมี เช่น รายงานของ Suzuki และคณะ (1997) Crump และคณะ (1999) และ Dang และ Lovell (2000) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Eilers และคณะ (2000). ที่พบว่าแบคทีเรียในจินัส *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* และ *Bacillus* เป็นแบคทีเรียกลุ่มที่เด่น (dominant) ในตัวอย่างน้ำทะเล

4.2 การนับจำนวนยีสต์

4.2.1 ตัวอย่างน้ำ

จากการนับจำนวนยีสต์ในน้ำตัวอย่างทั้งหมด 40 ตัวอย่าง จากการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้งที่ 5 จุด โดยวิธี dilution plate method พบว่าจำนวนยีสต์ในน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทุกจุด มีน้อยกว่าที่จะนำมาคำนวณและรายงานผลเป็น CFU/มิลลิลิตร (ตารางที่ 22-25)

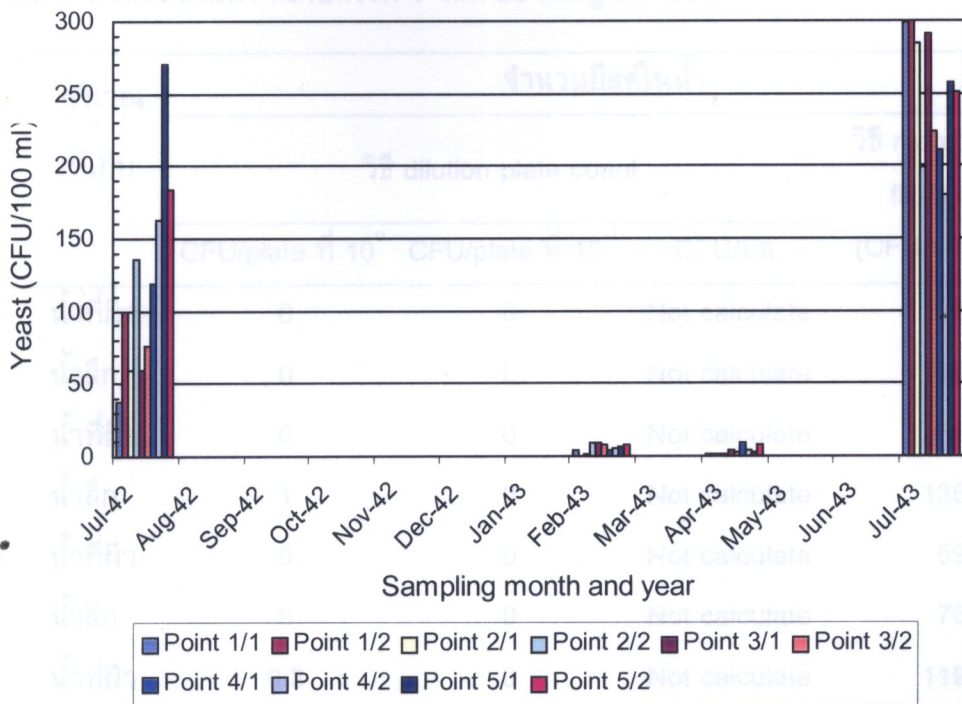
ส่วนผลจากการนับจำนวนโดยใช้วิธี membrane filtration นั้น พบว่าจำนวนยีสต์ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำที่เก็บ โดยจำนวนยีสต์ในน้ำที่ผิวบางตัวอย่างมีค่าสูงกว่า บางตัวอย่างมีค่าต่ำกว่า และบางตัวอย่างมีค่าเท่ากับจำนวนยีสต์ในน้ำลึก เช่นเดียวกันจำนวนยีสต์ที่พบจากน้ำซึ่งเก็บจากจุดที่เก็บตัวอย่างต่าง ๆ มีความผันแปร ไม่อาจจะบอกได้ว่าน้ำที่บริเวณใกล้ทะเลหรือใกล้ทะเลมียีสต์มากกว่ากัน โดยภาพรวมแล้วพบว่าจำนวนยีสต์ในน้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 4 มีจำนวนมากกว่าตัวอย่างซึ่งเก็บในครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 มาก จากน้ำตัวอย่างรวม 10 ตัวอย่างซึ่งเก็บในครั้งที่ 1 พบยีสต์ 38-270 CFU/ 100 มิลลิลิตร น้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในครั้งที่ 4 พบยีสต์สูงกว่าเล็กน้อย คือ % >300-180 CFU/ 100 มิลลิลิตร น้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในครั้งที่ 2 มียีสต์ 0.7-8.7 CFU/ 100 มิลลิลิตร และน้ำตัวอย่างซึ่งเก็บในครั้งที่ 3 มียีสต์ต่ำใกล้เคียงกัน คือ 0-9.6 CFU/ 100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 22-25 และภาพที่ 13)

สำหรับน้ำที่เก็บในครั้งที่ 1 (29 ก.ค. 42) ซึ่งพบยีสต์จำนวนมาก (38-270 CFU/ 100 มิลลิลิตร) นั้น ในน้ำจากจุดที่ 5 มียีสต์จำนวนสูงที่สุด โดยน้ำที่ผิว พบยีสต์ 270 CFU/ 100 มิลลิลิตร และน้ำลึกพบยีสต์ 184 CFU/ 100 มิลลิลิตร ในขณะที่น้ำที่ผิวจากจุดที่ 1 มียีสต์จำนวนต่ำกว่าที่สุด คือ มียีสต์ 38 CFU/ 100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 22)

ตัวอย่างน้ำที่เก็บครั้งที่ 2 ซึ่งอยู่ช่วงฤดูหนาว หรือฤดูแล้ง (16 ก.พ. 43) พบว่าน้ำลึกที่เก็บจากจุดที่ 1 ใน 100 มิลลิลิตร ไม่พบยีสต์เลย ส่วนน้ำที่ผิวที่จุดเดียวกันมียีสต์ 3.6 CFU/ 100 มิลลิลิตร และน้ำลึกที่เก็บจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และน้ำที่ผิวจากจุดที่ 3 พบยีสต์มากกว่าตัวอย่างอื่น คือ 9.6 CFU/ 100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 23)

จำนวนยีสต์ในตัวอย่างน้ำที่เก็บในครั้งที่ 3 (16 ก.ค. 43) นั้น มีจำนวนน้อยใกล้เคียงกับการเก็บครั้งที่ 2 โดยน้ำผิวที่เก็บจากจุดที่ 2 พบยีสต์เพียง 2 โคโลนีใน 3 จาน เท่ากับ 0.7 CFU/ 100 มิลลิลิตร ในขณะที่น้ำที่ผิวจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ที่พบยีสต์มากกว่าตัวอย่างอื่น คือ 8.7 CFU/ 100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 24)

สำหรับน้ำที่เก็บในครั้งที่ 4 (16 ก.ค. 43) พบว่ามียีสต์จำนวนสูงกว่าในน้ำที่เก็บครั้งที่ 1 เล็กน้อย โดยตัวอย่างน้ำที่เก็บในจุดที่ 1 มีจำนวนยีสต์สูงกว่าในตัวอย่างอื่น ๆ คือน้ำที่ผิวมียีสต์ 299 CFU/ 100 มิลลิลิตร และน้ำลึกพบยีสต์ >300 CFU/ 100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 25)



ภาพที่ 13 แสดงจำนวนยีสต์ในน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (Point 1/1, Point 2/1, Point 3/1, Point 4/1, Point 5/1 คือตัวอย่างที่ผิวน้ำจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วน Point 1/2, Point 2/2, Point 3/2, Point 4/2, Point 5/2 คือตัวอย่างน้ำลึกจากจุดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ)

ตารางที่ 13 จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543		วิธี dilution plate count		วิธี membrane filtration	
		CFU/plate ที่ 10 ²	CFU/plate ที่ 10 ³	CFU/น้ำ	CFU/100 ml
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	3.5
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	0
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	1.0
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	4.6
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	0.6
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	7.6
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	0.3	0	Not calculate	4.3
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	3.0
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1	0.3	Not calculate	6.3
	น้ำลึก	0	0.3	Not calculate	7.3

ตารางที่ 22 จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542

จุดเก็บ	บริเวณ ที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในน้ำ			
		วิธี dilution plate count			วิธี membrane filtration
		CFU/plate ที่ 10 ⁰	CFU/plate ที่ 10 ⁻¹	CFU/มล.	(CFU/100 มล.)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	38
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	99
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	60
	น้ำลึก	1	0	Not calculate	136
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	59
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	76
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	0.3	0	Not calculate	119
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	163
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1	0.3	Not calculate	270
	น้ำลึก	0	0.3	Not calculate	184

ตารางที่ 23 จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543

จุดเก็บ	บริเวณ ที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในน้ำ			
		วิธี dilution plate count			วิธี membrane filtration
		CFU/plate ที่ 10 ⁰	CFU/plate ที่ 10 ⁻¹	CFU/มล.	(CFU/100 มล.)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	3.6
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	0
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	1.0
	น้ำลึก	1	0	Not calculate	9.6
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	9.6
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	7.6
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	0.3	0	Not calculate	4.3
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	5.0
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1	0.3	Not calculate	6.3
	น้ำลึก	0	0.3	Not calculate	7.3

ตารางที่ 24 จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543

จุดเก็บ	บริเวณ ที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในน้ำ			
		วิธี dilution plate count			วิธี membrane
		CFU/plate at 10 ⁰	CFU/plate ที่ 10 ⁻¹	CFU/มล.	filtration (CFU/100 มล.)
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	1.7
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	1.3
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	0.7
	น้ำลึก	1	0	Not calculate	1.7
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	4.0
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	3.0
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	0.3	0	Not calculate	8.7
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	3.7
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1	0.3	Not calculate	2.7
	น้ำลึก	0	0.3	Not calculate	7.7

ตารางที่ 25 จำนวนยีสต์ในน้ำ ที่เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543

จุดเก็บ	บริเวณ ที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในน้ำ			วิธี membrane filtration (CFU/100 มล.)
		วิธี dilution plate count			
		CFU/plate ที่ 10 ⁰	CFU/plate ที่ 10 ⁻¹	CFU/มล.	
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	0.3	0.3	Not calculate	299
	น้ำลึก	0.7	0	Not calculate	>300
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	284
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	199
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	2	0	Not calculate	291
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	224
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	0	0	Not calculate	211
	น้ำลึก	0	0	Not calculate	180
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	1	0.3	Not calculate	257
	น้ำลึก	0.7	0.3	Not calculate	251

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของจำนวนยีสต์ กับความเค็ม pH และอุณหภูมิของน้ำ พบว่าน้ำจะมีความสัมพันธ์กัน โดยการพบยีสต์จำนวนน้อยในน้ำซึ่งเก็บครั้งที่ 2 และ 3 นั้น น่าจะเกิดจากการที่ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ความเค็มของยีสต์ในน้ำเกือบทุกตัวอย่างมีค่าค่อนข้างสูง ในขณะที่ผลต่อจำนวนยีสต์ในน้ำที่เก็บครั้งที่ 3 อาจมาจากความเค็ม รวมกับอุณหภูมิของน้ำ เนื่องจากเป็นฤดูร้อน ซึ่งน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าฤดูอื่น ทำให้ยีสต์มีจำนวนน้อย นอกจากนั้นการที่พบยีสต์จำนวนมากในน้ำที่เก็บในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 นั้น น่าจะเป็นผลมาจากการที่น้ำฝนชะล้างเอายีสต์ซึ่งอยู่กับพืช สัตว์ และตะกอนดินบนฝั่ง ในป่าชายเลนลงสู่น้ำ ทำให้ยีสต์มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

สำหรับรายงานเกี่ยวกับการศึกษาจำนวนยีสต์ในป่าชายเลนนั้น คงมีน้อยมากจึงหาไม่ได้ในการค้นหาเอกสาร โดยรายงานทั่ว ๆ ไป ที่เกี่ยวกับยีสต์ในแหล่งน้ำที่มีผู้รวบรวมไว้ นั้นอธิบายว่ายีสต์ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำทะเล พบยีสต์ได้เสมอ โดยในแหล่งน้ำที่พบยีสต์เหล่านี้น้อยกว่าได้ยากกว่าเป็นถิ่นอาศัย (habitat) ที่จำเพาะหรือไม่ โดยยีสต์อาจมาจากพืช สัตว์ และมนุษย์ รวมทั้งดิน ที่อยู่บนบกรอบบริเวณแหล่งน้ำนั้น สำหรับจำนวนของยีสต์ที่พบในน้ำที่ไม่มีมลภาวะนั้นค่อนข้างเหมือนกันไม่ว่าจะเป็นน้ำจืดหรือน้ำเค็ม และขึ้นกับปริมาณของธาตุอาหารที่ถูกชะล้างจากบนบก เช่นเดียวกับจำนวนของเซลล์ยีสต์ที่นำเข้าไปในทะเลสาบหรือมหาสมุทรโดยตรง จำนวนของยีสต์ต่อปริมาตรของน้ำลดลงเมื่อห่างจาก

ฝั่งมากขึ้น คือมีสารอาหารและจำนวนยีสต์ที่ถูกชะล้างลงไปในน้ำลดลง จำนวนของยีสต์ผันแปรกว้างจาก 2-3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ในน้ำที่ไม่มีมลภาวะ จากการศึกษาส่วนใหญ่ แสดงว่าในน้ำทะเลมักพบยีสต์ 10-100 เซลล์ต่อน้ำหนึ่งลิตร โดยน้ำในมหาสมุทรเปิดพบยีสต์จำนวนน้อยที่สุด คือต่ำกว่า 10 เซลล์ต่อลิตร น้ำในทะเลสาบที่สะอาดมักมียีสต์ต่ำกว่า 100 เซลล์ต่อลิตร เช่นเดียวกับน้ำจากชายฝั่งทะเลที่ไม่มีมลภาวะ ส่วนน้ำที่มีมลภาวะในระดับที่ยังถือว่าปลอดภัยที่จะใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจได้ มักพบยีสต์ 500-1000 เซลล์ต่อลิตร (Hagler and Ahearn, 1987; Spencer and Spencer, 1997 และ Walker, 1998)

4.2.2 ตัวอย่างตะกอนดิน

ส่วนจากการนับจำนวนยีสต์ในตะกอนดิน โดยวิธี dilution plate method พบว่าจำนวนยีสต์ในตะกอนดินจากจุดเก็บตัวอย่างทุกจุดมีน้อยมาก จนไม่สามารถใช้วิธีในการนับจำนวนยีสต์ได้ (ตารางที่ 26 - 29) ดังนั้นตัวอย่างที่เก็บในครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 จึงได้ทดลองใช้วิธี membrane filtration โดยทำซัสเพนชันของดินที่ความเจือจาง 10^{-1} แล้วนำซัสเพนชันนั้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ไปกรองผ่าน membrane filter (0.8 ไมครอน) นำ membrane filter ไปวางบนผิวหน้าอาหารแข็ง บ่ม และนับจำนวนโคโลนีเช่นเดียวกับการนับจำนวนยีสต์ในน้ำตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างดินซึ่งเก็บครั้งที่ 3 มียีสต์เพียง 1.5-23 CFU/กรัม ซึ่งน้อยกว่าจำนวนยีสต์ในตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 4 ที่นับได้ 3.0-148.5 CFU/กรัม (ตารางที่ 26 - 29)

จากการตรวจค้นไม่พบว่ามีรายงานการศึกษาจำนวนยีสต์ในตะกอนดินป่าชายเลน ในขณะที่ข้อมูลเกี่ยวกับยีสต์จากตะกอนจากแม่น้ำ และทะเลที่ได้รับอิทธิพลจากมลภาวะ พบยีสต์ปริมาณมากกว่า 100 เซลล์ต่อกรัม โดยยีสต์ที่แยกจากตะกอนในน้ำจืดและน้ำทะเล รวมทั้งมหาสมุทรลึก ๆ ที่ไม่มีมลภาวะ หรือมีเพียงเล็กน้อยมักอยู่ที่ส่วนบน ประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากผิวหน้า โดยองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของตะกอนมีอิทธิพลจากสารต่าง ๆ รวมทั้งสารที่ทำให้เกิดมลภาวะ และความลึกของน้ำมีอิทธิพลต่อประชายีสต์ที่พบ (Spencer and Spencer, 1997)

ตารางที่ 26 จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 29 กรกฎาคม 2542

จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน นับโดยวิธี dilution plate count			
		CFU/plate ที่ 10^{-1}	CFU/plate ที่ 10^{-2}	CFU/plate ที่ 10^{-3}	CFU/กรัม
จุดที่ 1	ตะกอนดินชายฝั่ง	7	23	2	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ	เก็บตัวอย่างไม่ได้*	-	-	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ	ไม่ได้*			
จุดที่ 2	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0.3	0	0	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ				
จุดที่ 3	ตะกอนดินชายฝั่ง	1	0.3	0	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ				
จุดที่ 4	ตะกอนดินชายฝั่ง	เก็บตัวอย่างไม่ได้**	-	-	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0.3	0	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ				
จุดที่ 5	ตะกอนดินชายฝั่ง	0.3	1	0.3	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ	4	15	1	Not calculate
	ตะกอนดินใต้น้ำ				

หมายเหตุ * ไม่สามารถเก็บตะกอนดินที่ระดับความลึก 1.5 เมตร เนื่องจากเป็นพื้นกรวด
** ไม่สามารถเก็บตะกอนดินที่ระดับพื้นผิวได้ เนื่องจากเป็นบริเวณน้ำลึก

ตารางที่ 27 จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2543

จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน นับโดยวิธี dilution plate count			
		CFU/plate ที่ 10^{-1}	CFU/plate ที่ 10^{-2}	CFU/plate ที่ 10^{-3}	CFU/กรัม
จุดที่ 1	ตะกอน	5	2.3	0	Not calculate
	ดินชายฝั่ง				
	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินใต้น้ำ				
จุดที่ 2	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินชายฝั่ง				
	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินใต้น้ำ				
จุดที่ 3	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินชายฝั่ง				
	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินใต้น้ำ				
จุดที่ 4	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินชายฝั่ง				
	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินใต้น้ำ				
จุดที่ 5	ตะกอน	0.3	0	0	Not calculate
	ดินชายฝั่ง				
	ตะกอน	0	0	0	Not calculate
	ดินใต้น้ำ				

ตารางที่ 28 จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 25 เมษายน 2543

จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน				จำนวนยีสต์ นับโดยการทำ ซัสเพนชันและ membrane filtration* (CFU/กรัม)
		นับโดยวิธี dilution plate count				
		CFU/plate ที่ 10 ⁻¹	CFU/plate ที่ 10 ⁻²	CFU/plate ที่ 10 ⁻³	CFU/g	
จุดที่ 1	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	1	0	NC	-**
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	4.0
จุดที่ 2	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	NC	23.0
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	4.5
จุดที่ 3	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	NC	3.0
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	5.0
จุดที่ 4	ตะกอนดินชายฝั่ง***	ND	ND	ND	NC	ND
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	1.5
จุดที่ 5	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	NC	4.5
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	3.0

หมายเหตุ * ทำซัสเพนชันของดิน ที่ความเจือจาง 10⁻¹ และนำซัสเพนชันของดิน 20 มิลลิลิตร มากรองโดยวิธี membrane filtration

** คำนวณไม่ได้เพราะโคโลนีในจานเพาะเชื้อ > 300

*** เก็บตัวอย่างไม่ได้

NC not calculated

ND not determine

ตารางที่ 29 จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน ที่เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 16 กรกฎาคม 2543

จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	จำนวนยีสต์ในตะกอนดิน				จำนวนยีสต์นับ โดยการทำซัส เพนชันและ membrane filtration* (CFU/g)
		นับโดยวิธี dilution plate count				
		CFU/plate at 10 ⁻¹	CFU/plate at 10 ⁻²	CFU/plate at 10 ⁻³	CFU/g	
จุดที่ 1	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	3.3	0	NC	-**
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	19.7
จุดที่ 2•	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	NC	3.0
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	43.9
จุดที่ 3	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	NC	148.5
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	60.5
จุดที่ 4	ตะกอนดินชายฝั่ง***	ND	ND	ND	NC	ND
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	67.5
จุดที่ 5	ตะกอนดินชายฝั่ง	0	0	0	NC	12.0
	ตะกอนดินใต้น้ำ	0	0	0	NC	27.2

หมายเหตุ * ทำซัสเพนชันของดิน ที่ความเจือจาง 10⁻¹ และนำซัสเพนชันของดิน 20 มิลลิลิตร มากรองโดยวิธี membrane filtration
** คำนวณไม่ได้เพราะโคโลนีในจานเพาะเชื้อ > 300
*** เก็บตัวอย่างไม่ได้
NC not calculated
ND not determine

สำหรับยีสต์ในน้ำและตะกอนดินในป่าชายเลนพบว่ามีจำนวนน้อยมาก จนไม่น่าจะมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ รวมทั้งอาจเป็นยีสต์ที่มาจากพืช หรือสัตว์ที่อยู่ในบริเวณ ประกอบกับการศึกษาความเหมือนเพื่อระบุชื่อยีสต์นั้น เป็นงานที่ใช้เวลาประกอบกับมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก เนื่องจากแม้แต่ในการจัดจำแนกแบบดั้งเดิมต้องใช้ผลการทดสอบลักษณะทางชีวเคมี (biochemical characteristic) และสรีรวิทยา (physiological characteristic) ไม่ต่ำกว่า 50 ลักษณะ นอกจากนั้นเพื่อความแม่นยำยังอาจต้องหาลำดับของเบสของ rDNA และทำการวิเคราะห์ phylogeny ของเชื้อด้วย ดังนั้นเวลาและงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ไม่เพียงพอ จึงไม่ทำการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุชนิดของยีสต์

4.2.3 ตัวอย่างดอกไม้และผลไม้

สำหรับตัวอย่างที่เป็นดอกและผลของต้นไม้ในบริเวณป่าชายเลนที่นำมาทำการแยกเชื้อโดยวิธี enrichment technique นั้น เนื่องจากในระยะที่ทำการเก็บตัวอย่างไม้ในบริเวณป่าชายเลนมีดอกและผลน้อยจึงเก็บตัวอย่างได้เพียง 9 ชนิด และเมื่อนำมาแยกยีสต์ได้ยีสต์ พบว่าตัวอย่างดอกไม้ทุกชนิดมียีสต์ 1-2 ชนิด ส่วนผลเล็บมือนางไม่พบยีสต์ รวมแยกยีสต์ได้ 12 ไอโซเลต จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ายีสต์ที่แยกได้ทุกไอโซเลตมีรูปร่างกลมถึงรูปร่างรี ยีสต์ไอโซเลตส่วนใหญ่มีโคโลนีสีขาว-ครีม ยกเว้น 1 ไอโซเลต ที่แยกได้จากดอกโปรงแดง ตัวอย่างที่ 1 กับ 1 ไอโซเลต จากดอกโปรงแดง ตัวอย่างที่ 2 และ 1 ไอโซเลต จากดอกโกงกางใบเล็ก ตัวอย่างที่ 1 รวม 3 ไอโซเลต ซึ่งโคโลนีสีเป็นสีส้ม จึงน่าจะเป็นพวก basidiomycetous yeast (ตารางที่ 30) อย่างไรก็ตามไม่ได้ทำการศึกษาเพื่อระบุชื่อยีสต์ เนื่องจากไม่มีเวลาและงบประมาณเพียงพอ

ตารางที่ 30 จำนวนยีสต์ที่แยกได้โดย enrichment technique จากดอกและผลของต้นไม้ในบริเวณป่าชายเลน

ส่วนของต้นไม้ในบริเวณป่าชายเลน	จำนวนยีสต์ที่แยกได้ (ไอโซเลต)
ดอกพังกาหัวส้มดอกแดง	1
ดอกแสมดำ	1
ดอกโปรงแดง ตัวอย่างที่ 1	1
ดอกโปรงแดง ตัวอย่างที่ 2	2
ดอกเหงือกปลาหมอ	1
ดอกโกงกางใบเล็ก ตัวอย่างที่ 1	2
ดอกโกงกางใบเล็ก ตัวอย่างที่ 2	2
ดอกลำพู	1
ผลเล็บมือนาง	-
รวม	12

4.3 การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุเชื้อรา

4.3.1 จำนวนเชื้อราในดินที่ผิว

จากการแยกเชื้อและนับปริมาณเชื้อราในดินป่าชายเลนจากจุดเก็บตัวอย่างต่าง ๆ ในแต่ละฤดูของการเก็บตัวอย่างพบว่าปริมาณเชื้อราที่ผิวดิน (ตารางที่ 31) อยู่ระหว่าง $1.0 \times 10^2 - 6.3 \times 10^3$ พบว่าปริมาณเชื้อราผิวดินในจุดที่ 1, 3 และจุดที่ 5 ของการเก็บตัวอย่างซึ่งมีทับถมของเศษใบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ จำนวนมากมีผลทำให้ปริมาณเชื้อรามีแนวโน้มสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 4 ซึ่งเป็นจุดที่มีการปลูกต้นโกงกางอายุ 2 ปี และ 1 ปี ตามลำดับ

4.3.2 ปริมาณเชื้อราในดินตะกอนใต้น้ำ

ปริมาณเชื้อราที่ตะกอนดินใต้น้ำจะอยู่ระหว่าง $2.8 \times 10 - 1.6 \times 10^2$ (ตารางที่ 31) ในแต่ละจุดและบางฤดูกาลจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย อาจกล่าวได้ว่าปริมาณราในดินทั้งที่ผิวและใต้น้ำจะต่ำกว่าปริมาณราจากดินป่าทั่วไป ทั้งนี้เพราะสภาพของดินซึ่งมีน้ำท่วมขังตลอดเวลาและยังมีความเค็มของน้ำเป็นข้อจำกัดอีกด้วยทำให้ปริมาณเชื้อราต่ำกว่าทั้งนี้เนื่องมาจากดินล่างมีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลาทำให้ปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าดินบน (Durbin, 1959)

ตารางที่ 31 ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างดิน (CFU/g)

จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
จุดที่ 1	ตะกอนดินชายฝั่ง	5.9×10^3	6.3×10^3	3.5×10^3	2.0×10^2
	ตะกอนดินใต้น้ำ	-	1.0×10^2	4.1×10^2	2.8×10
จุดที่ 2	ตะกอนดินชายฝั่ง	8.0×10^2	5.6×10^2	1.0×10^2	3.1×10^2
	ตะกอนดินใต้น้ำ	1.4×10^2	6.0×10	6.2×10^2	6.4×10
จุดที่ 3	ตะกอนดินชายฝั่ง	1.3×10^2	1.6×10^3	1.9×10^3	2.9×10^2
	ตะกอนดินใต้น้ำ	6.3×10	1.6×10^2	3.9×10^2	4.7×10
จุดที่ 4	ตะกอนดินชายฝั่ง	-	8.3×10^2	-	-
	ตะกอนดินใต้น้ำ	5.5×10^2	2.6×10^2	3.0×10^2	1.1×10^2
จุดที่ 5	ตะกอนดินชายฝั่ง	1.3×10^3	1.4×10^3	2.1×10^3	2.2×10^2
	ตะกอนดินใต้น้ำ	2.7×10^2	6.0×10	3.7×10^2	9.0×10

4.3.3 ปริมาณเชื้อราในน้ำที่ผิว

พบว่าปริมาณราในน้ำมีไม่มากนักตั้งแต่ 1 – 18 โคโลนีต่อหน้า 1 มิลลิตร ปริมาณของราในน้ำที่ผิว (ตารางที่ 32) ในการเก็บตัวอย่างครั้งแรกในเดือนกรกฎาคมมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณราสูงกว่าการเก็บตัวอย่างในครั้งอื่น ๆ และแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างก็มีค่าความแตกต่างระหว่างจำนวนโคโลนีไม่มากนักและพบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ผิวจะมีปริมาณราน้อยกว่ารา

ในดินอาจเนื่องมาจากราหลายชนิดเป็นราน้ำโดยเฉพาะไม่สามารถเจริญในสภาวะที่ทำการทดลองอยู่ได้ อาจต้องการอาหารในการเลี้ยงเชื้อหรือวิธีการพิเศษเฉพาะราแต่ละกลุ่ม (Poon and Hyde, 1998)

4.3.4 ปริมาณราในตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 1 เมตร

พบว่าปริมาณราในน้ำที่ระดับความลึก 1 เมตร (ตารางที่ 32) ในการเก็บตัวอย่างครั้งแรกในเดือนกรกฎาคมมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณราสูงกว่าการเก็บตัวอย่างในครั้งอื่น ๆ และแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างก็มีค่าความแตกต่างระหว่างจำนวนโคโลนีไม่มากนัก และพบว่าจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 1 เมตรมีปริมาณเชื้อราไม่แตกต่างกันกับราในน้ำที่ผิวแต่มีปริมาณราน้อยกว่าราในดินอาจเนื่องมาจากราหลายชนิดเป็นราน้ำโดยเฉพาะไม่สามารถเจริญในสภาวะที่ทำการทดลองอยู่ได้

ตารางที่ 32 ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างน้ำ (CFU/ml)

จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
จุดที่ 1	น้ำที่ผิว	4.3	0.3	8.3	5
	น้ำลึก 1 เมตร	23	1	5	1
จุดที่ 2	น้ำที่ผิว	18	40	7	1
	น้ำลึก 1 เมตร	24	10	3.3	1
จุดที่ 3	น้ำที่ผิว	4.3	4	3.3	1
	น้ำลึก 1 เมตร	15	0.6	1	0
จุดที่ 4	น้ำที่ผิว	18	1	3.6	1.3
	น้ำลึก 1 เมตร	31	1	4	3
จุดที่ 5	น้ำที่ผิว	21	3	4	5.3
	น้ำลึก 1 เมตร	56	0.3	7.6	1.3

4.3.5 ตัวอย่างกึ่งและใบ

พบว่าปริมาณราจากตัวอย่างใบไม้และกิ่งไม้จากการเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 33) ไม่มีความแตกต่างกันและแต่ละจุดเก็บตัวอย่างก็ไม่มี ความแตกต่างกัน ปริมาณราจากใบไม้ (ใบเขียว ใบเหลือง ใบน้ำตาล) และกิ่งไม้จะมีปริมาณ $10^3 - 10^4$ โคโลนีต่อมิลลิกรัม ซึ่งนับว่าสูงกว่าปริมาณราจากดินและน้ำแสดงว่าราน่าจะมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายใบและกิ่งไม้ในป่าชายเลน (โสภณา, 2541) พบว่าราจากป่าชายเลน 11 ชนิด สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยสลายเซลลูโลสได้ในระดับต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 33 ปริมาณเชื้อราจากตัวอย่างใบไม้และกิ่งโกกงกาง (CFU/g)

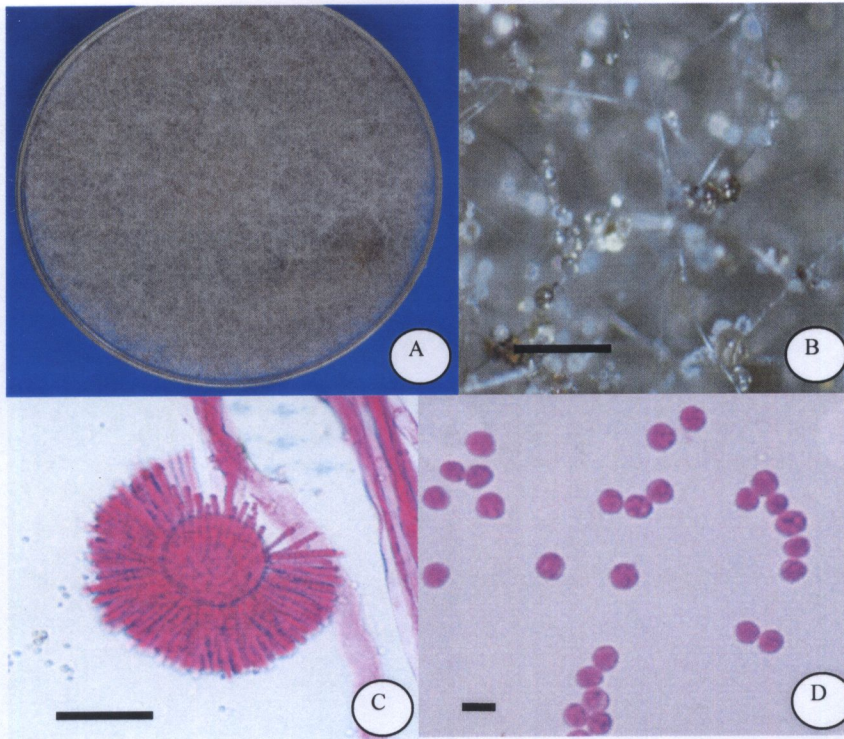
จุดเก็บ	บริเวณที่เก็บ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
จุดที่ 1	ใบสีน้ำตาล		3.2×10^2	8.3×10^2	4.2×10^3
	ใบสีเหลือง	$*5.8 \times 10^3$	8.0×10^2	3.1×10^3	1.1×10^3
	ใบสีเขียว		1.0×10^3	8.3×10^3	3.6×10^3
	กิ่งไม้	7.3×10^2	8.6×10^3	1.1×10^4	4.8×10^3
จุดที่ 2	ใบสีน้ำตาล		5.3×10^2	4.8×10^3	-
	ใบสีเหลือง	$*2.4 \times 10^3$	1.8×10^3	6.7×10^3	2.0×10^2
	ใบสีเขียว		8.0×10^2	6.1×10^3	2.4×10^3
	กิ่งไม้	5.7×10^3	4.3×10^2	6.5×10^3	1.7×10^4
จุดที่ 3	ใบสีน้ำตาล		2.4×10^3	3.6×10^3	1.9×10^3
	ใบสีเหลือง	$*9.7 \times 10^3$	2.3×10^2	8.0×10^3	6.0×10^2
	ใบสีเขียว		8.6×10^2	6.1×10^3	3.1×10^3
	กิ่งไม้	1.7×10^3	1.3×10^4	6.0×10^2	5.8×10^3
จุดที่ 4	ใบสีน้ำตาล		3.0×10^2	3.6×10^3	-
	ใบสีเหลือง	$*7.3 \times 10^2$	1.1×10^3	7.2×10^3	5.3×10^2
	ใบสีเขียว		6.6×10^2	3.9×10^3	2.4×10^3
	กิ่งไม้	1.3×10^3	1.9×10^3	2.1×10^4	2.0×10^3
จุดที่ 5	ใบสีน้ำตาล		7.0×10^2	6.3×10^3	7.0×10^2
	ใบสีเหลือง	$*8.8 \times 10^3$	7.3×10^2	4.1×10^3	4.0×10^2
	ใบสีเขียว		4.0×10^2	1.6×10^3	1.2×10^3
	กิ่งไม้	5.0×10^3	2.6×10^3	3.0×10^2	5.5×10^3
หมายเหตุ * ไม่ได้แยกสีใบ		- ไม่มีใบไม้สีน้ำตาล			

4.3.6 ความหลากหลายของเชื้อราจากป่าชายเลน

พบราจำนวน 16 สกุล (genus) 74 ชนิด (species) จัดอยู่ในกลุ่ม Zygomycetes 3 ชนิด ได้แก่ *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Syncephalastum* sp. ราในกลุ่ม Ascomycetes 1 ชนิด ได้แก่ *Ascotricha guamensis* และราในกลุ่ม Deuteromycetes 70 ชนิด ได้แก่ *Acremonium* spp., *Aspergillus candidus* gr., *Aspergillus flavus-oryzae* gr., *Aspergillus fumigatus* gr., *Aspergillus niger* gr., *Aspergillus terreus* gr., *Aspergillus ustus* gr. *Aspergillus versicolor* gr. *Aspergillus* spp., *Cladosporium elatum*, *Conidiocarpus* sp., *Curvularia brachyspora*,

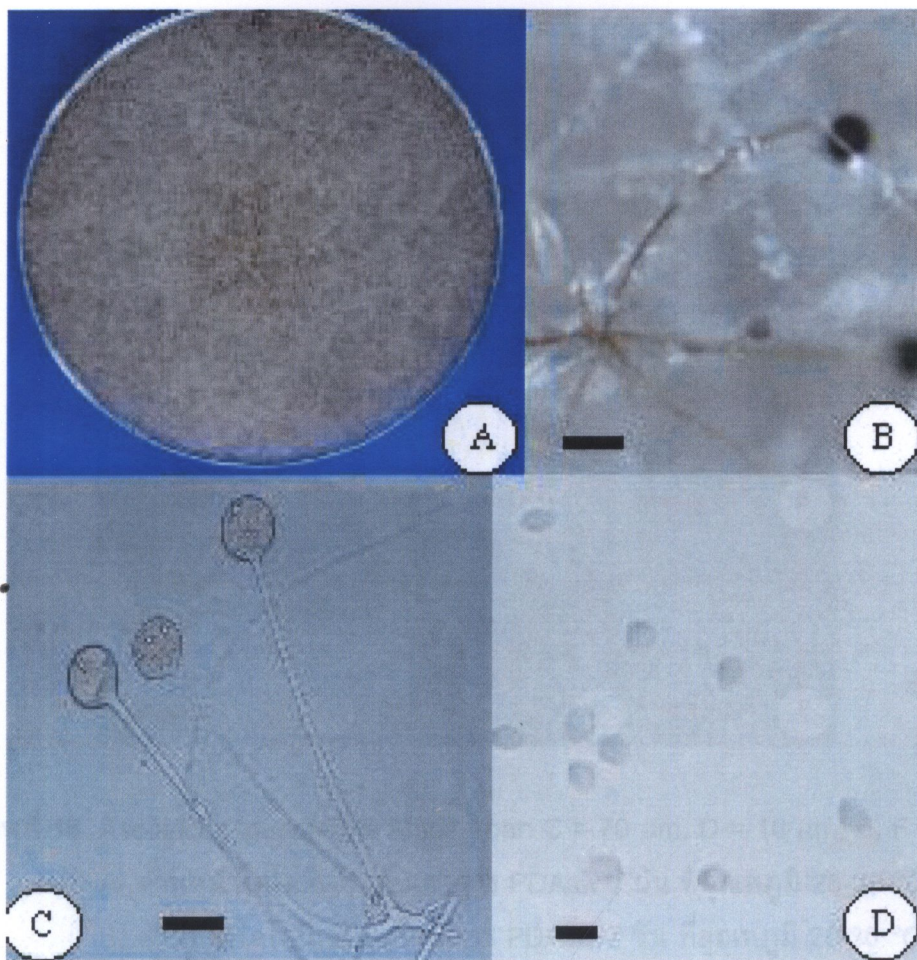
Curvularia clavata, *Curvularia lunata*, *Curvularia harveyi*, *Curvularia pallescens*,
Curvularia trifolii, *Curvularia tuberculata*, *Fusarium heterosporum*, *Fusarium*
sporotrichioides, *Fusarium* sp., *Humicola* sp., *Monilia* sp., *Paecilomyces carneus*,
Paecilomyces variotii, *Penicillium atrovenetum*, *Penicillium deleae*, *Penicillium fellutanum*,
Penicillium lanosum, *Penicillium steckii*, *Pestalotiopsis* spp., *Phoma* spp., *Trichoderma*
atroviride, *T. aureoviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, *T. konigii*, *T. longibrachiratum*, *T.*
parceramosum, *T. viride*, *Trichoderma* spp. sterile hypha 15 ชนิด และ unidentify 3 ชนิด

จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของราในแต่ละฤดูกาล (ตารางที่ 34) พบว่าในฤดู
ฝนมีความหลากหลายของชนิดของเชื้อรามากที่สุดรองลงมาก็คือฤดูร้อนและในฤดูหนาวมีความ
หลากหลายของชนิดของเชื้อราน้อยที่สุด และเชื้อราที่พบทุกฤดูกาลมี 18 ชนิด คือ *Rhizopus*
sp., *Acremonium* sp. 1, *Acre.* sp. 2, *A. fumigatus* gr., *A. niger* gr., *Cladosporium elatum*,
Curvularia brachyspora, *C. lunata*, *Monilia* sp., *Pesta.* sp. 1, *Pesta.* sp. 2, *Pesta.* sp. 3,
Trichoderma atroviride, *T. aureoviride*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum*, *T. parceramosum*,
Trichoderma sp. 1 และ *Trichoderma* sp. 2 เชื้อราที่พบเฉพาะฤดูฝนคือ *Ascotricha*
guamensis, *Acremonium* sp. 3, *Acre.* sp. 4, *Aspergillus* sp.1, *Aspergillus* sp.2,
Conidiocarpus sp., *Fusarium sporotrichioides*, *Penicillium fellutanum* และ sterile hypha 15
เชื้อราที่พบเฉพาะฤดูหนาวได้แก่ *Syncephalastum* sp., *Aspergillus flavus-oryzae* gr.1, *A.*
sp. 3, *Curvularia tuberculata*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium deleae*, *Phoma* sp.2,
sterile hypha4, sterile hypha 6, sterile hypha 10 และ sterile hypha 13 ส่วนเชื้อราที่พบ
เฉพาะฤดูร้อนได้แก่ *Aspergillus candidus*, *A. ustus* gr. 2, *Curvularia trifolii*, sterile hypha3
และ sterile hypha 12 (Suryanarayanan T.S และคณะ, 1998) แยกเชื้อราจากใบของโก้งกาง
ใบใหญ่และโก้งกางใบเล็กและพบเชื้อราที่เป็น endophytes ซึ่งแยกจากพืชในช่วงที่เป็นฤดูแล้ง
และฤดูฝนซึ่งพบราพวก endophytes ในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้งและพบเชื้อราพวก
Hyphomycetes และลักษณะ Sterile forms มากกว่าพวก ascomycetes หรือ coelomycetes



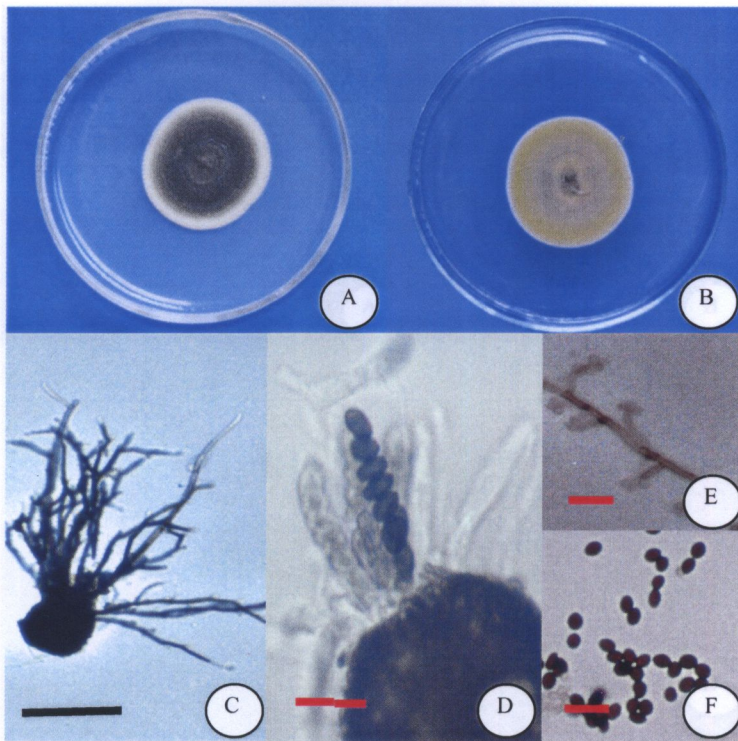
ภาพที่ 14 *Syncephalastrum* sp. Schröt. 1986 (bar: C = 25 μ m, D = 5 μ m)

- A. โคลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ลักษณะของ sporangium ถ่ายจากกล้อง stereomicroscope
- C. ลักษณะของ sporangium ถ่ายจากกล้อง light microscope
- D. sporangiospore



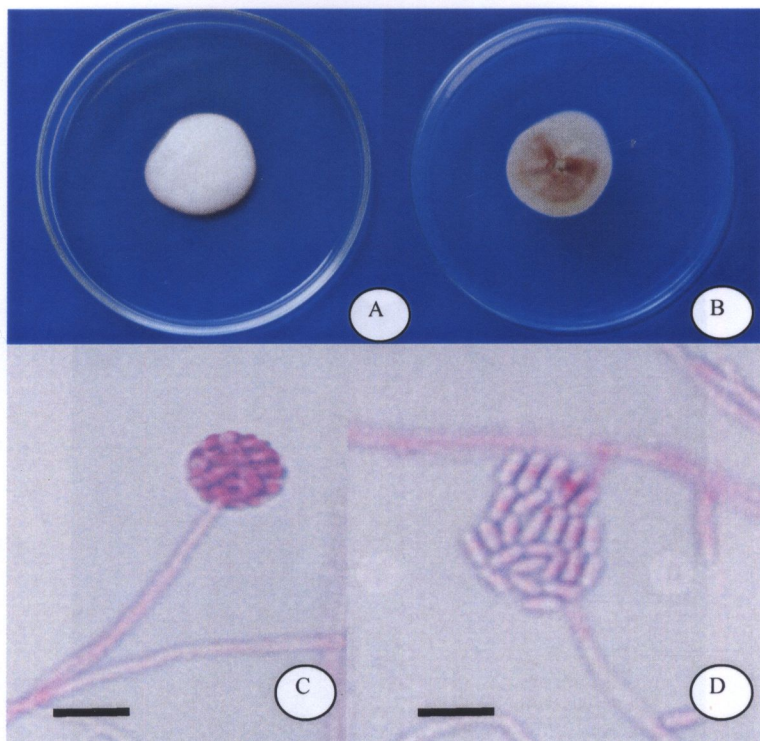
ภาพที่ 15 *Rhizopus* sp. Ehrenb. (bar: B = 20 μ m, C = 20 μ m, D = 5 μ m)

- A. โคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ลักษณะของ sporangium ถ่ายจากกล้อง stereomicroscope
- C. ลักษณะของ sporangium ถ่ายจากกล้อง light microscope
- D. sporangiospore



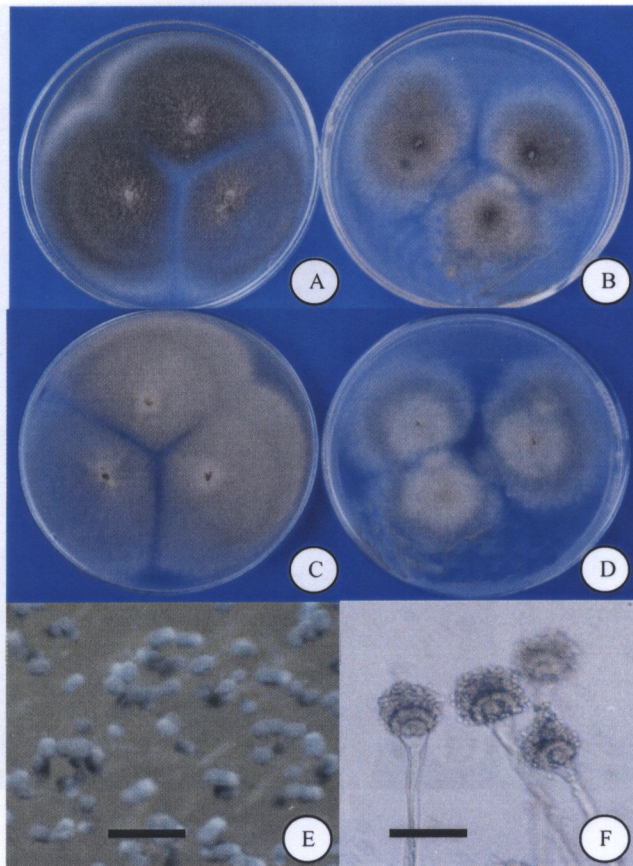
ภาพที่ 16 *Ascotricha guamensis* Ames. (bar: C = 70 μ m, D = 10 μ m, E, F = 8 μ m)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- C. ลักษณะของ ascomata และ terminal hair
- D. ลักษณะของ ascus ซึ่งภายในบรรจุด้วย 8 ascospores
- E. ลักษณะของโครงสร้างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ anamorph stage
- F. ลักษณะของ ascospore



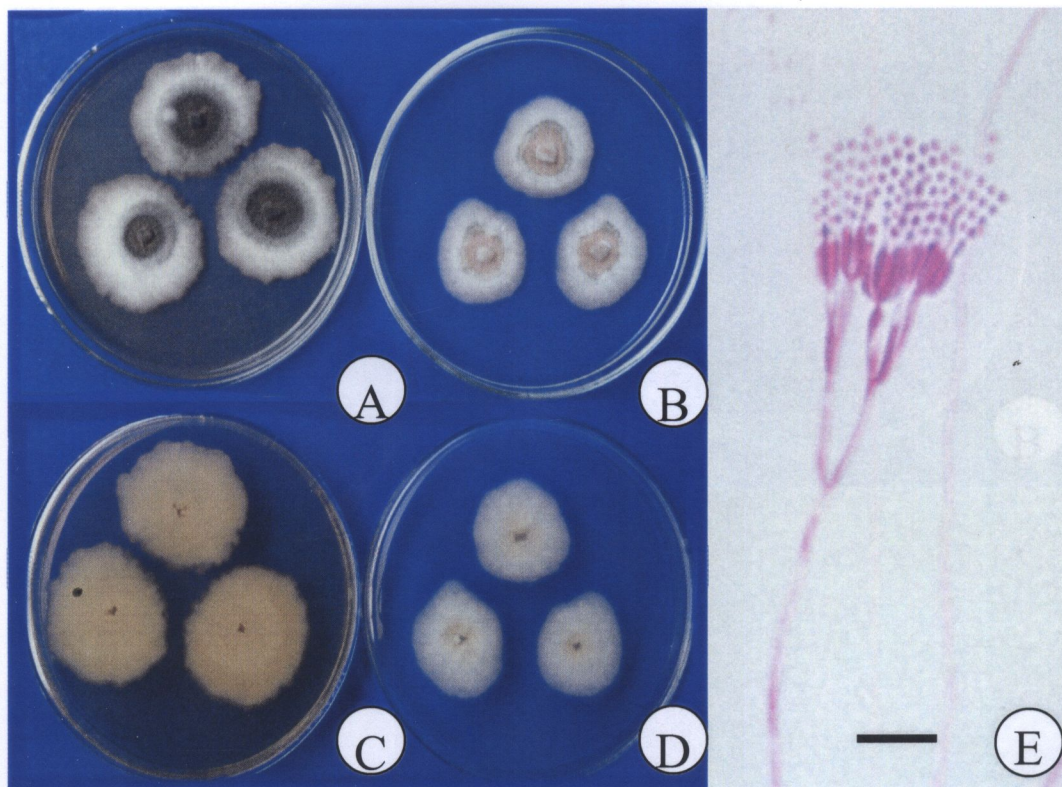
ภาพที่ 17 *Acерmonium* sp. Link ex Fr. (bar: C = 8 μ m, D = 5 μ m)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- C. conidiophore และ slimy head
- D. conidia



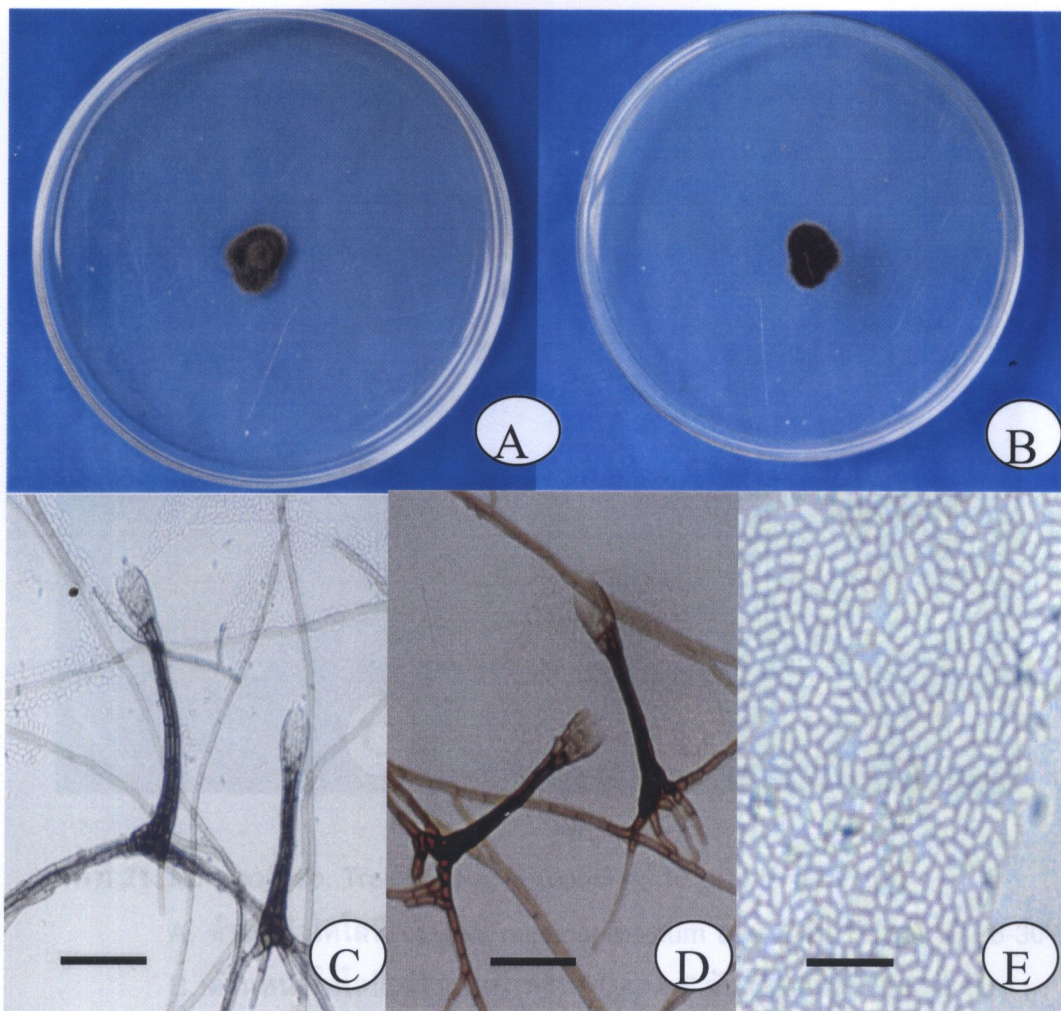
ภาพที่ 18 *Aspergillus fumigatus* group. (bar: E = 10 μm, F = 5 μm)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร MEA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร CzA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- C. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร MEA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- D. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร CzA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- E. conidial head จากกล้อง stereomicroscope
- F. conidiophore, vesicle, sterigma และ conidia



ภาพที่ 19 *Penicillium lanosum* Westing (bar: E = 10 μ m)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร MEA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร CzA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- C. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร MEA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- D. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร CzA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- E. conidiophore, phialide และ conidia



ภาพที่ 20 *Conidiocarpus* sp. Woron. (bar: C, D = 10 μ m, E = 20 μ m)

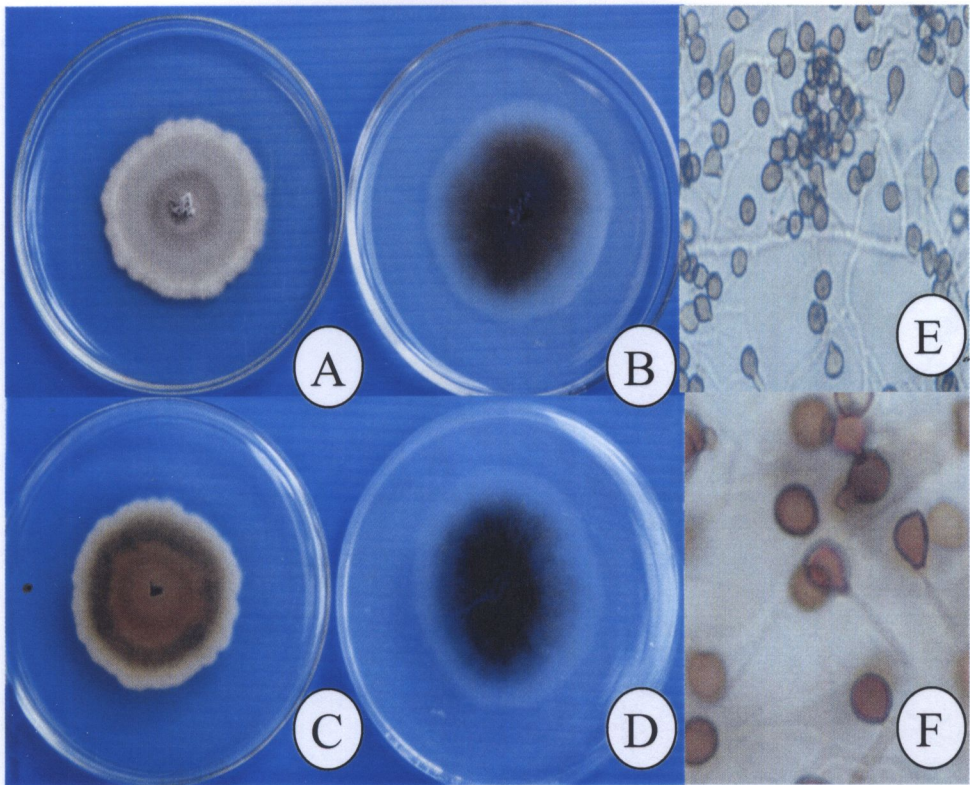
A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C

B. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C

C. ลักษณะของ synemata

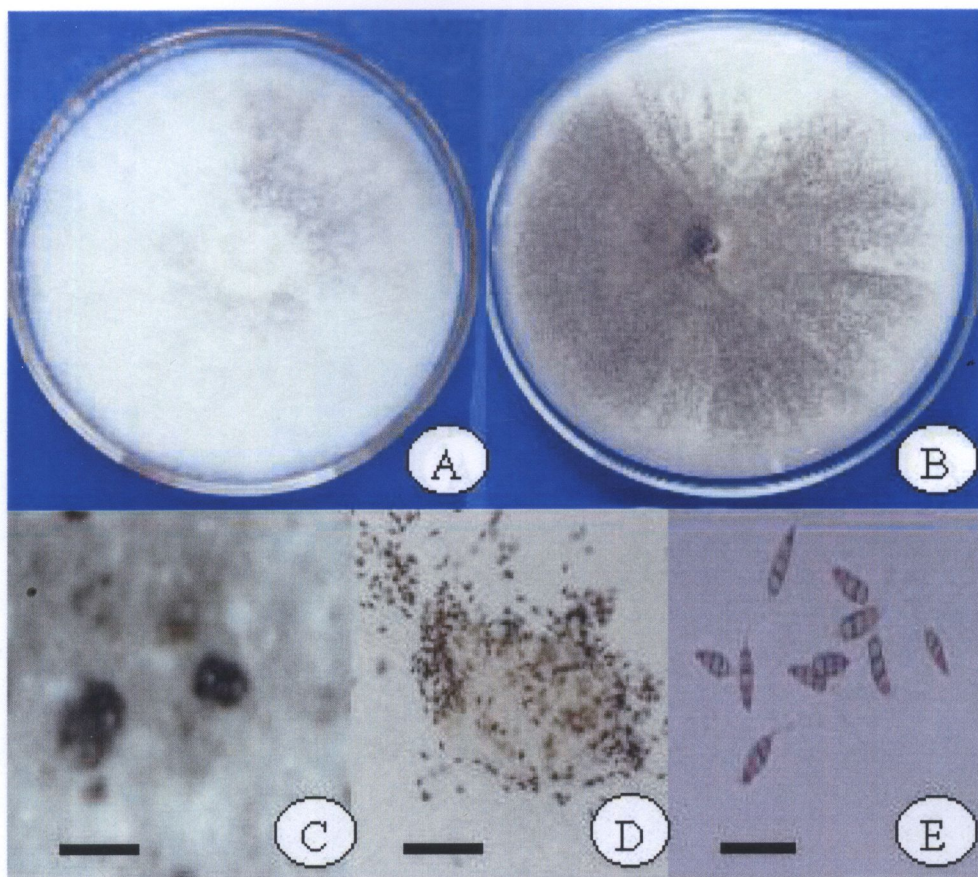
D. ลักษณะของ synemata

E. conidia



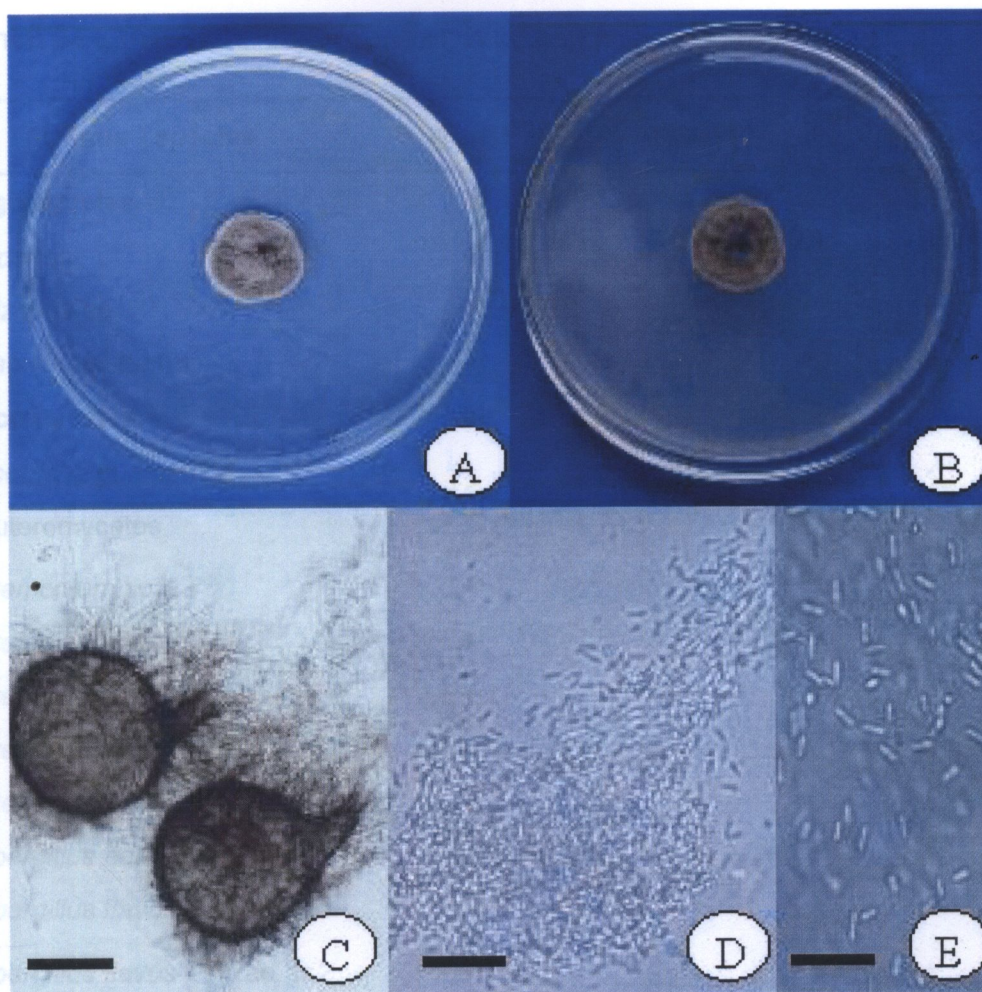
ภาพที่ 21 *Humicola* sp. Traaen (bar: C และ D = 10 μ m, E = 20 μ m)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบน minimal medium อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- C. ด้านหลังโคโลนีเจริญบน minimal medium อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- D. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร PDAsw 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- E. conidiophore และ conidia
- F. conidiophore และ conidia



ภาพที่ 22 *Pestalotiopsis* sp. De Not. (bar: C, D = 10 μ m, E = 20 μ m)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร PDA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- B. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร PDA 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 °C
- C. ลักษณะโคโลนีถ่ายจากกล้อง stereomicroscope
- D. กลุ่ม conidia
- E. conidia



ภาพที่ 23 *Phoma* sp. Sacc. (bar: C, D = 10 μ m, E = 20 μ m)

- A. ด้านหน้าโคโลนีเจริญบนอาหาร PDA 14 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 $^{\circ}$ C
- B. ด้านหลังโคโลนีเจริญบนอาหาร PDA 14 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 $^{\circ}$ C
- C. ลักษณะโคโลนีถ่ายจากกล้อง stereomicroscope
- D. กลุ่ม conidia
- E. conidia

ตารางที่ 34 แสดงชนิดและแหล่งที่พบเชื้อราในแต่ละฤดูกาล

Genus - species	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
Zygomycetes			
<i>Mucor</i> sp.	+	-	+
<i>Rhizopus</i> sp.	+	+	+
<i>Syncephalastum</i> sp.	-	+	-
Ascomycetes			
<i>Ascotricha guamensis</i>	+	-	-
Deuteromycetes			
<i>Acremonium</i> sp.1	+	+	+
<i>Acremonium</i> sp.2	+	+	+
<i>Acremonium</i> sp.3	+	-	-
<i>Acremonium</i> sp.4	+	-	-
<i>Acremonium</i> sp.5	+	+	-
<i>Aspergillus candidus</i> gr.	-	-	+
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.1	-	+	-
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.2	+	-	+
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.3	+	-	+
<i>Aspergillus fumigatus</i> gr.	+	+	+
<i>Aspergillus niger</i> gr.	+	+	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.1	+	-	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.2	-	+	+
<i>Aspergillus ustus</i> gr.1	+	-	+
<i>Aspergillus ustus</i> gr.2	-	-	+
<i>Aspergillus versicolor</i> gr.	+	+	-
<i>Aspergillus</i> sp. 1	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 2	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 3	-	+	-
<i>Cladosporium elatum</i>	+	+	+
<i>Conidiocarpus</i> sp.	+	-	-
<i>Curvularia brachyspora</i>	+	+	+
<i>Curvularia clavata</i>	+	-	-
<i>Curvularia lunata</i>	+	+	+

ตารางที่ 34 (ต่อ)

Genus – species	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
<i>Curvularia harveyi</i>	+	-	+
<i>Curvularia pallescens</i>	+	-	+
<i>Curvularia trifolii</i>	-	-	+
<i>Curvularia tuberculata</i>	-	+	-
<i>Fusarium heterosporum</i>	+	-	+
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	+	-	-
<i>Fusarium</i> sp.	+	-	+
<i>Humicola</i> sp.	+	-	+
<i>Monilia</i> sp.	+	+	+
<i>Paecilomyces carneus</i>	+	-	+
<i>Paecilomyces variotii</i>	-	+	-
<i>Penicillium atrovenetum</i>	+	-	+
<i>Penicillium deleae</i>	-	+	-
<i>Penicillium fellutanum</i>	+	-	-
<i>Penicillium lanosum</i>	+	-	+
<i>Penicillium steckii</i>	-	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.1	+	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.2	+	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.3	+	-	+
<i>Phoma</i> sp.1	+	-	+
<i>Phoma</i> sp.2	-	+	-
<i>Trichoderma atroviride</i>	+	+	+
<i>Trichoderma aureoviride</i>	+	+	+
<i>Trichoderma citrinoviride</i>	+	+	+
<i>Trichoderma harzianum</i>	+	+	+
<i>Trichoderma konigii</i>	+	-	+
<i>Trichoderma longibrachiratum</i>	+	-	+
<i>Trichoderma parceramosum</i>	+	+	+
<i>Trichoderma viride</i>	-	+	+
<i>Trichoderma</i> sp.1	+	+	+
<i>Trichoderma</i> sp.2	+	+	+

ตารางที่ 34 (ต่อ)

Genus – species	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
Sterlie hypha 1	+	-	-
Sterlie hypha 2	+	-	+
Sterlie hypha 3	-	-	+
Sterlie hypha 4	-	+	-
Sterlie hypha 5	+	+	+
Sterlie hypha 6	-	+	-
Sterlie hypha 7	-	+	+
Sterlie hypha 8	-	+	+
Sterlie hypha 9	-	+	+
Sterlie hypha 10	-	+	-
Sterlie hypha 11	+	-	+
Sterlie hypha 12	-	-	+
Sterlie hypha 13	-	+	-
Sterlie hypha 14	+	-	+
Sterlie hypha 15	+	-	-
รวม	52	38	42

หมายเหตุ + พบราเจริญ - ไม่พบราเจริญ

จากการวิเคราะห์ชนิดของราที่พบจากแหล่งต่าง ๆ พบว่าความหลากหลายของราในดินที่ผิว ไบโม่ กิ่งไม้ จะมีความหลากหลายของราสูงกว่าในน้ำ และในไบเชื้อวมีความหลากหลายของเชื้อรามากกว่าในไบเหียงและไบน้ำตาล (ตารางที่ 35) พบเชื้อรา *Acremonium* sp. 1, *Aspergillus niger* gr., *Cladosporium elatum*, *Curvularia lunata*, *Monilia* sp. และ *Trichoderma atroviride* มีการแพร่กระจายทั้งในตัวอย่างดินที่ผิว ดินตะกอนใต้น้ำ น้ำที่ผิว น้ำที่ลึกจากผิว 1 เมตร ไบโม่สีเขียว ไบโม่สีเหียง ไบโม่สีน้ำตาลและกิ่งไม้ เชื้อราที่พบเฉพาะจากตัวอย่างดินบนคือ *Aspergillus flavus-oryzae* gr.3, *A. sp.1*, *Curvularia pallescens* และ sterile hypha 3 เชื้อราที่พบเฉพาะตัวอย่างดินตะกอนใต้น้ำคือ *Penicillium atrovietnamense*, และ sterile hypha 12 เชื้อราที่พบเฉพาะจากน้ำที่ลึกจากผิว 1 เมตร คือ *Paecilomyces carneus* และ sterile hypha 11 เชื้อราที่พบเฉพาะตัวอย่างไบโม่สีเขียวคือ *Ascotricha guianensis*, *Aspergillus* sp. 3, *Conidiocarpus* sp., *Curvularia brachyspora*, *Fusarium heterosporum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium felutanum*, *Phoma* sp.2, sterile hypha 5, sterile hypha 7 และ sterile hypha 13 เชื้อราที่พบเฉพาะตัวอย่างไบโม่สีเหียงคือ *Aspergillus versicolor*,

Curvularia harveyi, *C. tuberculata*, *Paecilomyces variotii* และ sterile hypha6 เชื้อราที่พบเฉพาะตัวอย่างใบไม้สีน้ำตาลคือ *Aspergillus terreus* gr.2, *Penicillium steckii*, sterile hypha 9 และ sterile hypha 14 เชื้อราที่พบเฉพาะตัวอย่างกิ่งไม้คือ *Aspergillus candidus*, *A. flavus-oryzae*, *A. ustus* gr.2, *Phoma* sp.1, sterile hypha 2 และ sterile hypha 15 ซึ่งพบว่า sterile hypha ส่วนใหญ่จะพบจากตัวอย่างใบไม้และกิ่งไม้ ราที่พบในน้ำมีน้อยมาก แสดงว่าส่วนใหญ่แล้วเป็นราที่ปะปนกับแหล่งเก็บตัวอย่างอื่น ๆ เช่นเดียวกับการรายงานของ Ito และคณะ, 1999, Ito และ Nakagiri, 1997a,b, Kuthubutheen, 1981, Mehdi,1999, Ito และคณะ, 2001, Sukhan, 2001และ โสภนา, 2544

ตารางที่ 35 แสดงชนิดและแหล่งที่พบเชื้อราจากตัวอย่างดิน น้ำ ใบไม้และกิ่งไม้

Genus – species	ดิน		น้ำ		ใบไม้			กิ่ง
	บน	ล่าง	บน	ล่าง	เขียว	เหลือง	น้ำตาล	
Zygomycetes								
<i>Mucor</i> sp.	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Rhizopus</i> sp.	+	-	-	-	-	+	+	-
<i>Syncephalastum</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	+
Ascomycetes								
<i>Ascotricha guamensis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
Deuteromycetes								
<i>Acremonium</i> sp.1	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acremonium</i> sp.2	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Acremonium</i> sp.3	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Acremonium</i> sp.4	+	+	+	-	+	-	+	-
<i>Acremonium</i> sp.5	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>Aspergillus candidus</i> gr.	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.1	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.2	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.3	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus fumigatus</i> gr.	+	-	-	+	-	+	-	+
<i>Aspergillus niger</i> gr.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.1	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.2	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Aspergillus ustus</i> gr.1	-	-	-	-	+	+	-	-

ตารางที่ 35 (ต่อ)

Genus – species	ดิน		น้ำ		ใบไม้			กิ่ง
	บน	ล่าง	บน	ล่าง	เขียว	เหลือง	น้ำตาล	
<i>Aspergillus ustus</i> gr.2	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Aspergillus versicolor</i> gr.	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 1	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 2	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 3	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cladosporium elatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Conidiocarpus</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Curvularia brachyspora</i>	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Curvularia clavata</i>	+	-	-	-	+	-	+	-
<i>Curvularia lunata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Curvularia harveyi</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Curvularia pallescens</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Curvularia trifolii</i>	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Curvularia tuberculata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Fusarium heterosporum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Fusarium</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Humicola</i> sp.	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Monilia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paecilomyces carneus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Paecilomyces variotii</i>	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Penicillium atrovenetum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium deleae</i>	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Penicillium fellutanum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Penicillium lanosum</i>	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>Penicillium steckii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Pestalotiopsis</i> sp.1	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.2	+	+	-	-	+	-	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.3	+	+	-	-	-	+	+	+
<i>Phoma</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Phoma</i> sp.2	-	-	-	-	+	-	-	-

ตารางที่ 35 (ต่อ)

Genus – species	ดิน		น้ำ		ใบไม้			กิ่ง
	บน	ล่าง	บน	ล่าง	เขียว	เหลือง	น้ำตาล	
<i>Trichoderma atroviride</i>	-	+	-	-	+	+	+	+
<i>Trichoderma aureoviride</i>	+	+	-	-	-	+	-	+
<i>Trichoderma citrinoviride</i>	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Trichoderma harzianum</i>	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Trichoderma konigii</i>	+	-	+	-	-	-	-	+
<i>Trichoderma longibrachiratum</i>	+	+	-	+	-	+	+	+
<i>Trichoderma parceramosum</i>	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Trichoderma viride</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trichoderma</i> sp.1	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>Trichoderma</i> sp.2	+	-	-	-	+	+	-	+
Sterlie hypha 1	-	-	-	-	+	-	-	+
Sterlie hypha 2	-	-	-	-	-	-	-	+
Sterlie hypha 3	+	-	-	-	-	-	-	-
Sterlie hypha 4	-	+	+	-	-	-	-	-
Sterlie hypha 5	-	-	-	-	+	-	-	-
Sterlie hypha 6	-	-	-	-	-	+	-	-
Sterlie hypha 7	-	-	-	-	+	-	-	-
Sterlie hypha 8	-	-	-	-	-	+	-	+
Sterlie hypha 9	-	-	-	-	-	-	+	-
Sterlie hypha 10	+	-	-	-	-	-	-	+
Sterlie hypha 11	-	-	-	+	-	-	-	-
Sterlie hypha 12	-	+	-	-	-	-	-	-
Sterlie hypha 13	-	-	-	-	+	-	-	-
Sterlie hypha 14	-	-	-	-	-	-	+	-
Sterlie hypha 15	-	-	-	-	-	-	-	+
รวม	34	21	13	15	37	29	22	31

หมายเหตุ + พบราเจริญ - ไม่พบราเจริญ

จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของราที่ระดับความเค็มตั้งแต่ 10 – 20 ppt. และ 21 – 30 ppt. พบว่าที่ระดับความเค็ม 21 – 30 ppt. มีความหลากหลายของชนิดของรามากกว่าที่ระดับความเค็ม 10 – 20 ppt. (ตารางที่ 36) และราที่สามารถเจริญได้ทั้ง 2 ระดับความเค็มมี 25 ชนิด ได้แก่ *Rhizopus* sp., *Syncephalastum* sp., *Acremonium* sp. 1, *Acre. sp. 2*, *Acremonium* sp. 3, *Aspergillus flavus-oryzae* gr. 2, *A. fumigatus* gr., *A. niger* gr., *A. ustus* gr.1, *Cladosporium elatum*, *Curvularia brachyspora*, *C. clavata*, *C. lunata*, *Fusarium* sp., *Humicola* sp., *Penicillium atrovenetum*, *P. deleae*, *Pestalotiopsis* sp.1, *Pesta. sp.2*, *Pesta. sp.3*, *Trichoderma atroviride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiratum* และ *T. sp.2* ซึ่งคล้ายกับรายงานจาก Ito และ Nakagiri, 1997 และ Mehdi และคณะ, 2000 ราที่เจริญเฉพาะที่ความเค็ม 10-20 ppt. คือ *Mucor* sp., *Aspergillus candidus* gr., *A. flavus-oryzae* gr.1, *A. ustus* gr.2, *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3, *Paeciomyces variotii*, *Penicillium steckii*, Sterile hypha 1, Sterile hypha 4, Sterile hypha 5 ส่วนราที่เจริญเฉพาะที่ความเค็ม 21-30 ppt. คือราในกลุ่ม *Trichoderma* spp., Sterile hypha เป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 36 แสดงชนิดของเชื้อราที่พบในระดับความเค็มแตกต่างกัน

Genus - species	10 – 20 ppt.	21 – 30 ppt.
Zygomycetes		
<i>Mucor</i> sp.	+	-
<i>Rhizopus</i> sp.	+	+
<i>Syncephalastum</i> sp.	+	+
Ascomycetes		
<i>Ascotricha guamensis</i>	-	+
Deuteromycetes		
<i>Acremonium</i> sp.1	+	+
<i>Acremonium</i> sp.2	+	+
<i>Acremonium</i> sp.3	+	+
<i>Acremonium</i> sp.4	-	+
<i>Acremonium</i> sp.5	-	+
<i>Aspergillus candidus</i> gr.	+	-
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.1	+	-
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.2	+	+
<i>Aspergillus flavus-oryzae</i> gr.3	-	+
<i>Aspergillus fumigatus</i> gr.	+	+

ตารางที่ 36 (ต่อ)

Genus - species	10 – 20 ppt.	21 – 30 ppt.
<i>Aspergillus niger</i> gr.	+	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.1	-	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.2	-	+
<i>Aspergillus ustus</i> gr.1	+	+
<i>Aspergillus ustus</i> gr.2	+	-
<i>Aspergillus versicolor</i> gr.	-	+
<i>Aspergillus</i> sp. 1	-	+
<i>Aspergillus</i> sp. 2	+	-
<i>Aspergillus</i> sp. 3	+	-
<i>Cladosporium elatum</i>	+	+
<i>Conidiocarpus</i> sp.	-	+
<i>Curvularia brachyspora</i>	+	+
<i>Curvularia clavata</i>	+	+
<i>Curvularia lunata</i>	+	+
<i>Curvularia harveyi</i>	-	+
<i>Curvularia pallescens</i>	-	+
<i>Curvularia trifolii</i>	-	+
<i>Curvularia tuberculata</i>	-	+
<i>Fusarium heterosporum</i>	-	+
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	+
<i>Fusarium</i> sp.	+	+
<i>Humicola</i> sp.	-	+
<i>Monilia</i> sp.	+	+
<i>Paecilomyces carneus</i>	-	+
<i>Paecilomyces variotii</i>	+	-
<i>Penicillium atrovenetum</i>	+	+
<i>Penicillium deleae</i>	+	+
<i>Penicillium fellutanum</i>	-	+
<i>Penicillium lanosum</i>	-	+
<i>Penicillium steckii</i>	+	-
<i>Pestalotiopsis</i> sp.1	+	+

ตารางที่ 36 (ต่อ)

Genus - species	10 – 20 ppt.	21 – 30 ppt.
<i>Pestalotiopsis</i> sp.2	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.3	+	+
<i>Phoma</i> sp.1	-	+
<i>Phoma</i> sp.2	-	+
<i>Trichoderma atroviride</i>	+	+
<i>Trichoderma aureoviride</i>	-	+
<i>Trichoderma citrinoviride</i>	-	+
<i>Trichoderma harzianum</i>	+	+
<i>Trichoderma konigii</i>	-	+
<i>Trichoderma longibrachiratum</i>	+	+
<i>Trichoderma parceramosum</i>	-	+
<i>Trichoderma viride</i>	-	+
<i>Trichoderma</i> sp.1	-	+
<i>Trichoderma</i> sp.2	+	+
Sterlie hypha 1	+	-
Sterlie hypha 2	-	+
Sterlie hypha 3	-	+
Sterlie hypha 4	+	-
Sterlie hypha 5	+	-
Sterlie hypha 6	-	+
Sterlie hypha 7	-	+
Sterlie hypha 8	-	+
Sterlie hypha 9	-	+
Sterlie hypha 10	-	+
Sterlie hypha 11	-	+
Sterlie hypha 12	-	+
Sterlie hypha 13	-	+
Sterlie hypha 14	-	+
Sterlie hypha 15	+	-
รวม	36	62
หมายเหตุ + พบราเจริญ	- ไม่พบราเจริญ	

จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากแหล่งเก็บตัวอย่างต่าง ๆ ทั้ง 5 จุดพบว่าจุดที่ 1 และจุดที่ 5 มีความหลากหลายของเชื้อราสูงเพราะเป็นจุดที่มีต้นโกงกางเก่ามีการทับถมของใบและกิ่งของโกงกางมากกว่าจุดอื่น ๆ จุดที่ 2 เป็นจุดที่มีการเจริญของต้นโกงกางอายุ 2 ปี ปริมาณเชื้อราก็มีสูงเช่นกัน จุดที่ 3 เป็นจุดที่ถึงแม้จะมีต้นโกงกางที่มีอายุมากอยู่บ้างและมีการปลูกป่าเพิ่ม ปริมาณเชื้อราจะใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 2 ส่วนจุดที่ 4 เป็นจุดที่เพิ่งมีการปลูกโกงกางใหม่การทับถมหรือความหลากหลายของชนิดพืชน้อยก็จะพบความหลากหลายของเชื้อราน้อยกว่าจุดอื่น ๆ (ตารางที่ 37) แสดงว่าป่าธรรมชาติมีต้นพืชซึ่งอายุมากแล้วมีความหลากหลายของชนิดเชื้อราสูงกว่าป่าปลูก และพบว่ารา 12 ชนิดที่พบการแพร่กระจายทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างได้แก่ *Rhizopus* sp., *Acremonium* sp.1, *Aspergillus niger* gr., *A. terreus* gr.1, *Cladosporium elatum*, *Curvularia brachyspora*, *Monilia* sp., *Pestalotiopsis* spp., *Trichoderma atroviride* และ *T. viride* ซึ่งพบรายงานของ Ito และคณะ, 1999, Ito และ Nakagiri, 1997a,b, Kuthubutheen, 1981, Mehdi,1999, Ito และคณะ, 2001 และ ไสภนา, 2544 รายการแพร่กระจายของราต่าง ๆ เช่นกัน เชื้อราที่พบเฉพาะจุดที่ 1 คือ *Curvularia clavata*, *C. harveyi* และ *Phoma* sp.2 เชื้อราที่พบเฉพาะจุดที่ 2 คือ *Aspergillus ustus* gr.1, *A. sp.2*, sterile hypha 9 และ sterile hypha 13 เชื้อราที่พบเฉพาะจุดที่ 3 คือ *Curvularia pallenscens*, *Fusarium* sp., sterile hypha 3 และ sterile hypha 11 เชื้อราที่พบเฉพาะจุดที่ 4 คือ *Ascotricha guamensis* ส่วนเชื้อราที่พบเฉพาะจุดที่ 5 คือ *Aspergillus* sp.3, *Conidiocarpus* sp., *Penicillium steckii*, *Phoma* sp.1, sterile hypha 4, sterile hypha 10 และ sterile hypha 15

ตารางที่ 37 แสดงชนิดของเชื้อราที่พบตามจุดเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน

Genus - species	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
Zygomycetes					
<i>Mucor</i> sp.	-	+	-	+	+
<i>Rhizopus</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Syncephalastum</i> sp.	-	-	+	-	+
Ascomycetes					
<i>Ascotricha guamensis</i>	-	-	-	+	-
Deuteromycetes					
<i>Acremonium</i> sp.1	+	+	+	+	+
<i>Acremonium</i> sp.2	+	+	+	-	-
<i>Acremonium</i> sp.3	-	+	+	+	+
<i>Acremonium</i> sp.4	+	-	-	-	+

ตารางที่ 37 (ต่อ)

Genus - species	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
<i>Acremonium</i> sp.5	-	+	+	-	+
<i>Aspergillus candidus</i> gr.	+	+	-	-	-
<i>Aspergillus flavus</i> – <i>oryzae</i> gr.1	+	-	+	-	-
<i>Aspergillus flavus</i> – <i>oryzae</i> gr.2	+	+	-	-	-
<i>Aspergillus flavus</i> – <i>oryzae</i> gr.3	-	+	-	-	+
<i>Aspergillus fumigatus</i> gr.	+	+	-	+	+
<i>Aspergillus niger</i> gr.	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.1	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus terreus</i> gr.2	+	-	-	-	+
<i>Aspergillus ustus</i> gr.1	-	+	-	-	-
<i>Aspergillus ustus</i> gr.2	+	-	+	-	-
<i>Aspergillus versicolor</i> gr.	-	+	-	+	-
<i>Aspergillus</i> sp. 1	+	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 2	-	+	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 3	-	-	-	-	+
<i>Cladosporium elatum</i>	+	+	+	+	+
<i>Conidiocarpus</i> sp.	-	-	-	-	+
<i>Curvularia brachyspora</i>	+	+	+	+	+
<i>Curvularia clavata</i>	+	-	-	-	-
<i>Curvularia lunata</i>	+	-	+	-	+
<i>Curvularia harveyi</i>	+	-	-	-	-
<i>Curvularia pallescens</i>	-	-	+	-	-
<i>Curvularia trifolii</i>	+	+	-	-	+
<i>Curvularia tuberculata</i>	+	+	-	-	+
<i>Fusarium heterosporum</i>	+	-	-	-	-
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	+	-	+
<i>Fusarium</i> sp.	+	-	+	-	-
<i>Humicola</i> sp.	+	-	-	-	+
<i>Monilia</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Paecilomyces carneus</i>	-	-	+	-	+
<i>Paecilomyces variotii</i>	+	-	-	-	-

ตารางที่ 37 (ต่อ)

Genus - species	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
<i>Penicillium atrovenetum</i>	+	+	-	-	+
<i>Penicillium deleeae</i>	+	-	-	-	+
<i>Penicillium fellutanum</i>	+	-	-	+	-
<i>Penicillium lanosum</i>	+	-	+	+	+
<i>Penicillium steckii</i>	-	-	-	-	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.1	+	+	+	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.2	+	+	+	+	+
<i>Pestalotiopsis</i> sp.3	+	+	+	+	+
<i>Phoma</i> sp.1	-	-	-	-	+
<i>Phoma</i> sp.2	+	-	-	-	-
<i>Trichoderma atroviride</i>	+	+	+	+	+
<i>Trichoderma aureoviride</i>	+	-	+	+	+
<i>Trichoderma citrinoviride</i>	+	+	+	-	+
<i>Trichoderma harzianum</i>	+	-	-	+	+
<i>Trichoderma konigii</i>	+	+	+	-	+
<i>Trichoderma longibrachiratum</i>	+	+	+	-	+
<i>Trichoderma parceramosum</i>	+	-	-	-	+
<i>Trichoderma viride</i>	+	+	+	+	+
<i>Trichoderma</i> sp.1	+	-	-	-	-
<i>Trichoderma</i> sp.2	+	-	+	-	-
Sterile hypha 1	+	-	-	-	-
Sterile hypha 2	+	-	-	+	-
Sterile hypha 3	-	-	+	-	-
Sterile hypha 4	-	-	-	-	+
Sterile hypha 5	+	-	-	-	+
Sterile hypha 6	-	+	-	-	+
Sterile hypha 7	-	+	-	+	-
Sterile hypha 8	+	-	-	+	-
Sterile hypha 9	-	+	-	-	-
Sterile hypha 10	-	-	-	-	+
Sterile hypha 11	-	-	+	-	-

ตารางที่ 37 (ต่อ)

Genus - species	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
Sterlie hypha 12	+	-	+	-	-
Sterlie hypha 13	-	+	-	-	-
Sterlie hypha 14	+	-	-	-	+
Sterlie hypha 15	-	-	-	-	+
รวม	49	33	32	24	45

3.3.7 การวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากการเก็บตัวอย่างดินที่ผิว ดินตะกอนใต้น้ำ น้ำที่ผิว น้ำที่ระดับลึก 1 เมตร ใบโกงทางสีเขียว สีเหลือง สีน้ำตาลและกิ่งโกงทาง โดยวิธีการทำ serial dilution plate count นับจำนวนโคโลนีที่พบโดยแยกนับโคโลนีที่เหมือนกันเป็นชนิดเดียวกันและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความหลากหลายทางสถิติ

3.3.7.1 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราเปรียบเทียบกับฤดูกาล

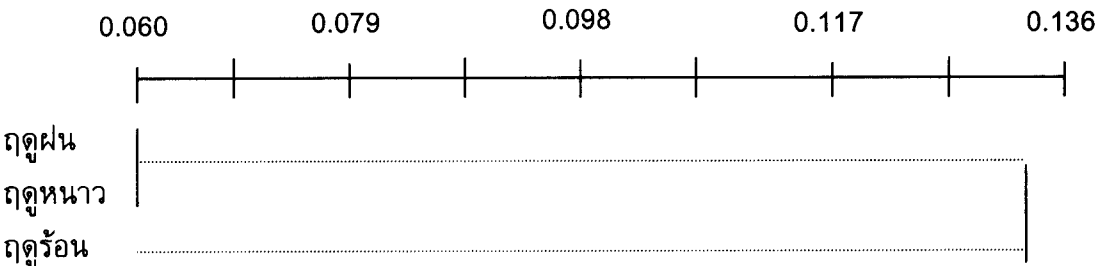
จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราเปรียบเทียบกับฤดูกาล (ตารางที่ 38) พบว่าในฤดูฝนมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 523 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 52 ชนิด ฤดูหนาวมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 370 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 38 ชนิดและฤดูร้อนมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 326 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 42 ชนิด นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความหลากหลายตามวิธีของ Shannon's diversity index และ Simpson's diversity index พบว่าค่าความหลากหลายในฤดูฝนให้ค่าสูงที่สุดรองมาเป็นฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับแสดงว่าในฤดูฝนมีความหลากหลายชนิดของเชื้อราสูงที่สุดรองมาคือฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับ

ได้ทำการจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของชนิดของเชื้อราในแต่ละฤดูกาลซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีวัดระยะทางตามการจัดกลุ่มโดยวิธี WARD's method จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 24) พบว่าเชื้อราที่พบในฤดูฝนและฤดูหนาวมีความคล้ายคลึงกันที่ระยะ 0.060 ส่วนฤดูฝนและฤดูหนาวมีชนิดของเชื้อราที่คล้ายคลึงกับฤดูร้อนที่ระยะ 0.135 ซึ่งแสดงว่าชนิดของเชื้อราในฤดูฝน กับฤดูหนาวมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าเชื้อราในฤดูฝนและฤดูหนาวกับฤดูร้อน

ตารางที่ 38 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากการเก็บตัวอย่าง 3 ฤดูกาล

ฤดูกาล	Mean	S.D.	Sum	Minimum	Maximum	S	E	H	D
ฤดูฝน	7.068	13.071	523	0.00	78.00	52	0.830	3.294	0.9409
ฤดูหนาว	5.000	9.933	370	0.00	53.00	38	0.823	3.220	0.9339
ฤดูร้อน	4.405	10.027	326	0.00	69.00	42	0.818	3.017	0.9174
เฉลี่ย	5.491	11.010	406	0.00	66.67	44	0.824	3.177	0.9307

หมายเหตุ S = Richness
E = Evenness
H = Shannon' s diversity index
D = Simpson' s diversity index



ภาพที่ 24 ดัชนีความเหมือนของฤดู โดยการวัดระยะทาง

3.3.7.2 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราเปรียบเทียบจุดเก็บตัวอย่างจากการวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราเปรียบเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด (ตารางที่ 39) พบว่าในจุดที่ 1 พบว่ามีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 654 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 49 ชนิด จุดที่ 2 มีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 366 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 33 ชนิด จุดที่ 3 มีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 364 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 32 ชนิด จุดที่ 4 มีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 286 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 24 ชนิดและจุดที่ 5มีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 450 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 45 ชนิด นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความหลากหลายตามวิธีของ Shannon's diversity index และ Simpson's diversity index พบว่าค่าความหลากหลายจุดที่ 1 และจุดที่ 5 ให้ค่าสูงที่สุดรองมาเป็นจุดที่ 2 และจุดที่ 3 และจุดที่ 4 มีค่าความหลากหลายต่ำที่สุด แสดงว่าในจุดที่ 1 และจุดที่ 4 มีความหลากหลายชนิดของเชื้อราสูงที่สุดรองมาคือจุดที่ 2 และจุดที่ 3 ส่วนจุดที่ 4 มีความหลากหลายชนิดของเชื้อราต่ำที่สุด

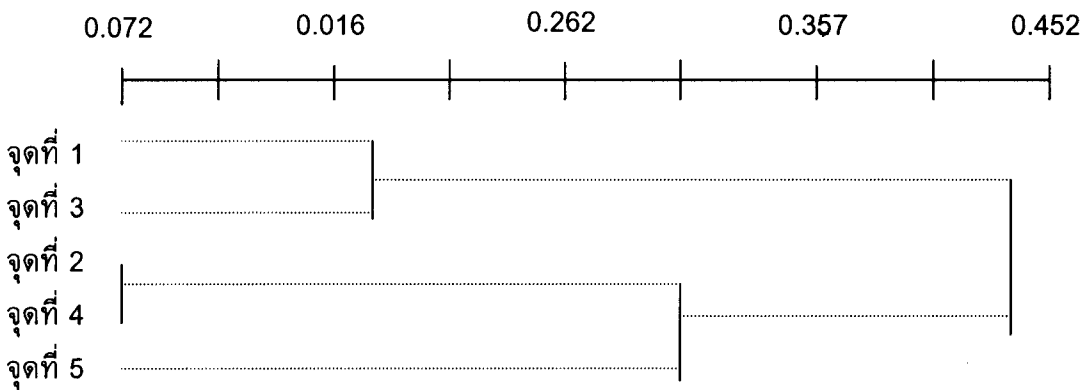
การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของชนิดของเชื้อราในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดเป็นค่าที่วิเคราะห์โดยวิธีวัดระยะทางตามการจัดกลุ่มโดยวิธี WARD's method จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 25) พบว่าเชื้อราที่พบในจุดที่ 2 และจุดที่ 4 มีความคล้ายคลึงกันที่ระยะ

0.072 และ จุดที่ 2 และจุดที่ 4 มีความคล้ายคลึงกับชนิดของเชื้อราในจุดที่ 5 ที่ระยะ 0.312 ส่วนจุดที่ 1 และจุดที่ 3 มีชนิดของเชื้อราที่คล้ายคลึงกันที่ระยะ 0.197 และความคล้ายคลึงกันระหว่างจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดอยู่ที่ระยะ 0.440 แสดงว่าชนิดของเชื้อราในจุดที่ 2 และจุดที่ 4 มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด ส่วนเชื้อราในจุดที่ 1 และจุดที่ 3 มีความคล้ายคลึงกันมากกว่าชนิดของเชื้อราในจุดที่ 2 และจุดที่ 4 เทียบกับจุดที่ 5 และมีชนิดของเชื้อราแตกต่างจากจุดที่ 1 และจุดที่ 3 มากที่สุด

ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด

จุดเก็บ	Mean	S.D.	Sum	Minimum	Maximum	S	E	H	D
จุดที่ 1	8.838	11.828	654	0.00	52.00	49	0.902	3.512	0.9626
จุดที่ 2	4.946	8.474	366	0.00	35.00	33	0.897	3.137	0.9474
จุดที่ 3	4.919	8.594	364	0.00	35.00	32	0.903	3.156	0.9458
จุดที่ 4	3.865	8.400	286	0.00	40.00	24	0.873	2.775	0.9235
จุดที่ 5	6.081	8.727	450	0.00	45.00	45	0.910	3.424	0.9590
เฉลี่ย	5.730	9.204	424	0.00	41.40	36.4	0.897	3.201	0.9477

หมายเหตุ S = Richness
 E = Evenness
 H = Shannon' s diversity index
 D = Simpson' s diversity index



ภาพที่ 25 ดัชนีความเหมือนของจุดเก็บตัวอย่าง โดยการวัดระยะทาง

3.3.7.3 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราเปรียบเทียบกับแหล่งอาศัย จากการวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้ง 8

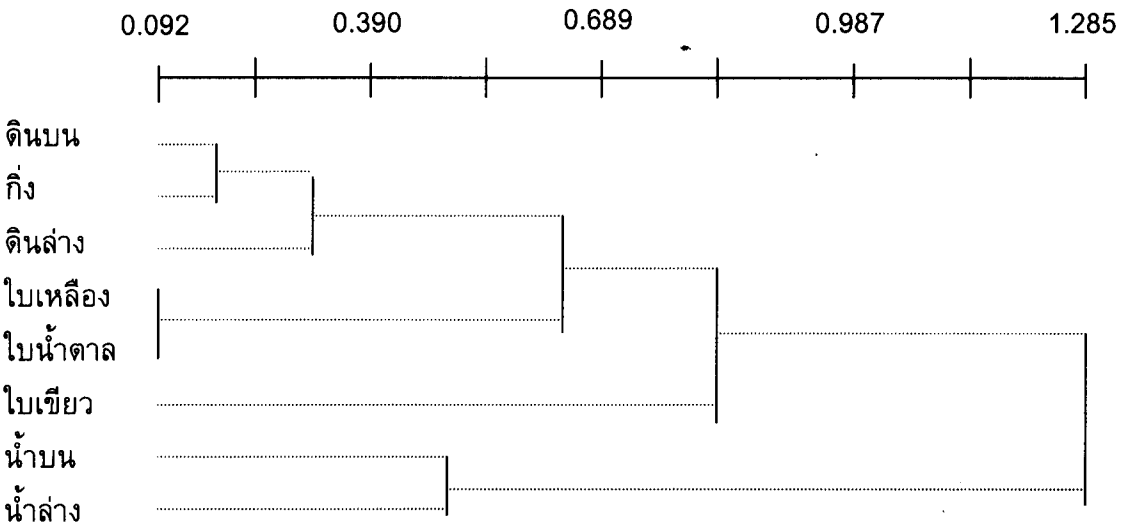
ชนิด (ตารางที่ 40) พบว่าในตัวอย่างดินที่ผิวพบว่ามีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 432 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 34 ชนิด ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 201 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 21 ชนิด ตัวอย่างน้ำที่ผิวมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 146 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 13 ชนิด ตัวอย่างน้ำที่ระดับลึก 1 เมตรมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 147 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 15 ชนิด ตัวอย่างใบโกงกางสีเขียวมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 318 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 37 ชนิด ตัวอย่างใบโกงกางสีเหลืองมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 320 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 29 ชนิด ตัวอย่างใบโกงกางสีน้ำตาลมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 237 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 22 ชนิด และตัวอย่างกิ่งโกงกางมีปริมาณราที่แยกได้ทั้งหมด 324 โคโลนีและทำการจัดจำแนกได้ 31 ชนิด นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความหลากหลายตามวิธีของ Shannon's diversity index และ Simpson's diversity index พบว่าค่าความหลากหลายจากตัวอย่างดินที่ผิว ใบโกงกางสีเขียว สีเหลืองและกิ่งโกงกางให้ค่าสูงที่สุดรองมาเป็นตัวอย่างจากดินตะกอนใต้น้ำและใบโกงกางสีน้ำตาล ส่วนตัวอย่างน้ำที่ผิวและน้ำที่ระดับลึก 1 เมตร มีค่าความหลากหลายต่ำที่สุด แสดงว่าความหลากหลายจากตัวอย่างดินที่ผิว ใบโกงกางสีเขียว สีเหลืองและกิ่งโกงกางมีความหลากหลายชนิดของเชื้อราสูงที่สุดรองมาคือตัวอย่างจากดินตะกอนใต้น้ำและใบโกงกางสีน้ำตาล ส่วนตัวอย่างน้ำที่ผิวและน้ำที่ระดับลึก 1 เมตร มีความหลากหลายชนิดของเชื้อราต่ำที่สุด

การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของชนิดของเชื้อราในตัวอย่าง 8 ชนิด เป็นค่าที่วิเคราะห์โดยวิธีวัดระยะทางตามการจัดกลุ่มโดยวิธี WARD's method จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 26) พบว่าเชื้อราจากตัวอย่างใบเหลืองและใบน้ำตาลมีความคล้ายคลึงกันที่ระยะ 0.092 ตัวอย่างดินที่ผิวและตัวอย่างกิ่งโกงกางมีความคล้ายคลึงกับชนิดของเชื้อราที่ระยะ 0.200 และตัวอย่างดินที่ผิวกับตัวอย่างกิ่งโกงกางมีชนิดของเชื้อราที่คล้ายคลึงกับตัวอย่างดินตะกอนใต้น้ำที่ระยะ 0.322 และความคล้ายคลึงกับตัวอย่างใบเหลืองและตัวอย่างใบน้ำตาลที่ระยะ 0.633 และคล้ายคลึงกับตัวอย่างใบเขียวที่ระยะ 0.839 ส่วนตัวอย่างน้ำที่ผิวกับตัวอย่างน้ำที่ระดับลึก 1 เมตร มีความคล้ายคลึงกับตัวอย่างอื่น ๆ อยู่ที่ระยะ 1.203 แสดงว่าเชื้อราจากตัวอย่างใบเหลืองและใบเขียวมีความเหมือนกันมากที่สุด เชื้อราที่ดินบนกับเชื้อราที่กิ่งมีความเหมือนกันมากกว่าเชื้อราจากดินบนและกิ่งกับดินล่าง ส่วนความเหมือนกันระหว่างราจากน้ำบนและน้ำที่ระดับลึก 1 เมตร มีความเหมือนกันกับชนิดของเชื้อราในตัวอย่างอื่น ๆ น้อยที่สุด

ตารางที่ 40 การวิเคราะห์ความหลากหลายของเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างต่าง ๆ

ตัวอย่าง	Mean	S.D.	Sum	Minimum	Maximum	S	E	H	D
ดินผิว	5.838	8.625	432	0.000	32.000	34	0.929	3.303	0.9574
ดินล่าง	2.716	5.851	201	0.000	31.000	21	0.913	2.781	0.9246
น้ำผิว	1.973	5.793	146	0.000	35.000	13	0.891	2.285	0.8716
น้ำล่าง	1.986	4.964	147	0.000	23.000	15	0.917	2.482	0.9032
ใบเขียว	4.297	6.106	318	0.000	27.000	37	0.927	3.372	0.9596
ใบเหลือง	4.324	6.934	320	0.000	25.000	29	0.935	3.149	0.9522
ใบน้ำตาล	3.203	6.723	237	0.000	30.000	22	0.910	2.812	0.9277
กิ่ง	4.378	7.497	324	0.000	32.000	31	0.907	3.116	0.9474
เฉลี่ย	3.590	6.562	265	0.000	29.375	25.25	0.916	2.913	0.9305

หมายเหตุ S = Richness
 E = Evenness
 H = Shannon' s diversity index
 D = Simpson' s diversity index



ภาพที่ 26 ดัชนีความเหมือนของตัวอย่าง โดยการวัดระยะทาง

3.4 การนับจำนวน การแยก และการพิสูจน์ความเหมือนเพื่อระบุชื่อของสาหร่าย

จากการสำรวจสาหร่ายในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จ. ระนอง โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างดิน ตัวอย่างละ 5 จุด ด้วยวิธีใช้ถุงพลาสติกกรองตัวอย่างน้ำปริมาตร 40 ลิตร ให้เหลือปริมาตรเพียง 100 มิลลิลิตร และเก็บตัวอย่างบริเวณ ผิวดิน มาทำการจัดจำแนกสกุลและนับปริมาณสาหร่าย โดยแบ่งตัวอย่างที่เก็บมาเป็นสองส่วน ตัวอย่างส่วนแรกนำมาทำการจัดจำแนกโดยทันที และแบ่งส่วนหนึ่งนำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยง สาหร่าย NS III ที่เจือจางความเข้มข้นเหลือเพียง 10 และ 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาเลี้ยงให้ได้ รับแสงธรรมชาตินานประมาณ 1 เดือน จึงนำมาทำการจัดจำแนก ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำมา ดองด้วยฟอร์มาลิน โดยใช้ตัวอย่างน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร ผสมฟอร์มาลินความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และตัวอย่างดินจำนวน 1 กรัม ผสมฟอร์มาลินความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 99 มิลลิลิตร แล้วนำมานับปริมาณสาหร่าย ได้ผลดังต่อไปนี้

จากการสำรวจตัวอย่างน้ำและดินพบสาหร่ายใน Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียว แกมน้ำเงิน) ทั้งหมด 7 สกุล Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) ทั้งหมด 11 สกุล Division Euglenophyta (ยูกลีโนยด์) ทั้งหมด 2 สกุล และ Division Chrysophyta (ไดอะตอม) ทั้งหมด 15 สกุล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้แก่ *Anabaena*, *Chroococcus*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* และ *Spirulina* สาหร่ายสีเขียวที่พบได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xanthidium* สาหร่ายยูกลี นอยด์ที่พบได้แก่ *Euglena* และ *Phacus* ส่วนไดอะตอมที่พบได้แก่ *Amphiprora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhizosolenia*, *Surirella* และ *Triceratium*

จากการสำรวจตัวอย่างน้ำ พบสาหร่ายสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ทั้งหมด 7 สกุล สาหร่ายสีเขียวทั้งหมด 11 สกุล ยูกลีโนยด์ทั้งหมด 2 สกุล และ ไดอะตอม ทั้งหมด 15 สกุล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้แก่ *Anabaena*, *Chroococcus*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* และ *Spirulina* สาหร่ายสีเขียวที่พบได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xanthidium* สาหร่ายยูกลีโนยด์ที่พบได้แก่ *Euglena* และ *Phacus* ส่วนไดอะตอมที่พบได้แก่ *Amphiprora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhizosolenia*, *Surirella* และ *Triceratium* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ พบมาก คือ *Oscillatoria* รองมาคือ *Phormidium* สาหร่ายสีเขียวที่พบมาก คือ *Chlorella* ไดอะตอมที่พบมาก คือ *Navicula* และ *Nitzschia* (ตารางที่ 41) ซึ่งสาหร่ายที่พบในปริมาณมาก ส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม ได้แก่ *Navicula* รองมา คือ *Nitzschia*, *Amphora* และ *Pinnularia* (ตารางที่ 42)

สำหรับในตัวอย่างดินพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 6 สกุล สาหร่ายสีเขียว 4 สกุล สาหร่ายยูกลีโนยด์ 1 สกุล ไดอะตอม 11 สกุล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้แก่ *Anabaena*, *Chroococcus*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* และ *Spirulina* สาหร่ายสีเขียวที่พบได้แก่ *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Closterium*, *Scenedesmus* สาหร่ายยูกลีโนยด์ที่พบได้แก่ *Phacus* ไดอะตอมที่พบได้แก่ *Amphipora*, *Amphora*, *Bacillaria*, *Eunota*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia* และ *Surirella* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบมาก คือ *Oscillatoria* รองมาคือ *Phormidium* สาหร่ายสีเขียวที่พบมาก คือ *Scenedesmus* ไดอะตอมที่พบมาก คือ *Nitzschia* และ *Navicula* รองลงมาคือ *Gomphonema* (ตารางที่ 43) ซึ่งสาหร่ายที่พบในปริมาณมากเป็นพวกไดอะตอม ได้แก่ *Navicula* พบในปริมาณรองลงมาคือ *Nitzschia* และ *Gomphonema* ตามลำดับ (ตารางที่ 44)

นอกจากนี้ยังพบว่าในแหล่งน้ำจะพบสาหร่ายมากชนิดกว่าในดิน เนื่องจากสาหร่ายที่สำรวจพบนั้นส่วนใหญ่เป็นพวกแพลงก์ตอนที่ล่องลอยอยู่ในกระแสน้ำ และยังพบอีกว่าสาหร่ายแต่ละสกุลสามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ซึ่งจากผลการสำรวจครั้งนี้พบว่าสาหร่ายส่วนใหญ่อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม แต่มีสาหร่ายสีเขียวบางสกุล เช่น *Cosmarium*, *Gonatozygon*, *Oedogonium*, *Staurastrum*, *Stigeoclonium* และ *Xantidium* ที่สำรวจพบเฉพาะในน้ำจืดเท่านั้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Spirulina* ไดอะตอมสกุล *Melosira*, *Rhizosolenia* และ *Triceretium* ซึ่งสำรวจพบเฉพาะชนิดที่เจริญในน้ำกร่อยและน้ำเค็มเท่านั้น

ตารางที่ 41 แสดงสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบ*ในตัวอย่างน้ำจากป่าชายเลน บริเวณศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.พงาว จ. ระนอง จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Division Cyanophyta																				
Anabaena	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chroococcus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
Hapalosiphon	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lyngbya	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscillatoria	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
Phormidium	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-
Spirulina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-
Division Chlorophyta																				
Ankistrodesmus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Chlorella	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Closterium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Cosmarium	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gonatozygon	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oedogonium	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pediastrum	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Staurostrum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stigeoclonium</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthidium</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																				
<i>Amphipora</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Bacillaria</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chaetoceros</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Eunotia</i>	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i>	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema</i>	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Navicula</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
<i>Pinnularia</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง		จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ครั้งที่เก็บตัวอย่าง																					
Rhizosolenia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Surirella		+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Triceretium		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Division Euglenophyta																					
Euglena		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phacus		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ * ตรวจพบจากตัวอย่างที่ enriched ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ตารางที่ 42 แสดงสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบ*ในตัวอย่างดินจากป่าชายเลน บริเวณศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จ. ระนอง จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง

		จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
ครั้งที่เก็บตัวอย่าง		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Division Cyanophyta																					
<i>Anabaena</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chroococcus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Lyngbya</i>		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>		+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Phormidium</i>		+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Spirulina</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
Division Chlorophyta																					
<i>Ankistrodesmus</i>		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlorella</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Scenedesmus</i>		-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Division Chrysophyta																					
<i>Amphipora</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Amphora</i>		-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
<i>Bacillaria</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Eunotia	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragilaria	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphonema	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Melosira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Navicula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Nitzschia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Pinnularia	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-
Surirella	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Division Euglenophyta																				
Phacus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ * ตรวจพบจากตัวอย่างที่ enriched ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ตารางที่ 43 แสดงปริมาณสาหร่ายที่พบในตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.หวาง จ. ระนอง (- หมายถึง ไม่พบ, + หมายถึง พบในปริมาณน้อย 1-10 เซลล์ต่อมิลลิลิตร, ++ หมายถึง พบในปริมาณปานกลาง 10-10² เซลล์ต่อมิลลิลิตร, +++ หมายถึง พบในปริมาณมากกว่า 10² เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

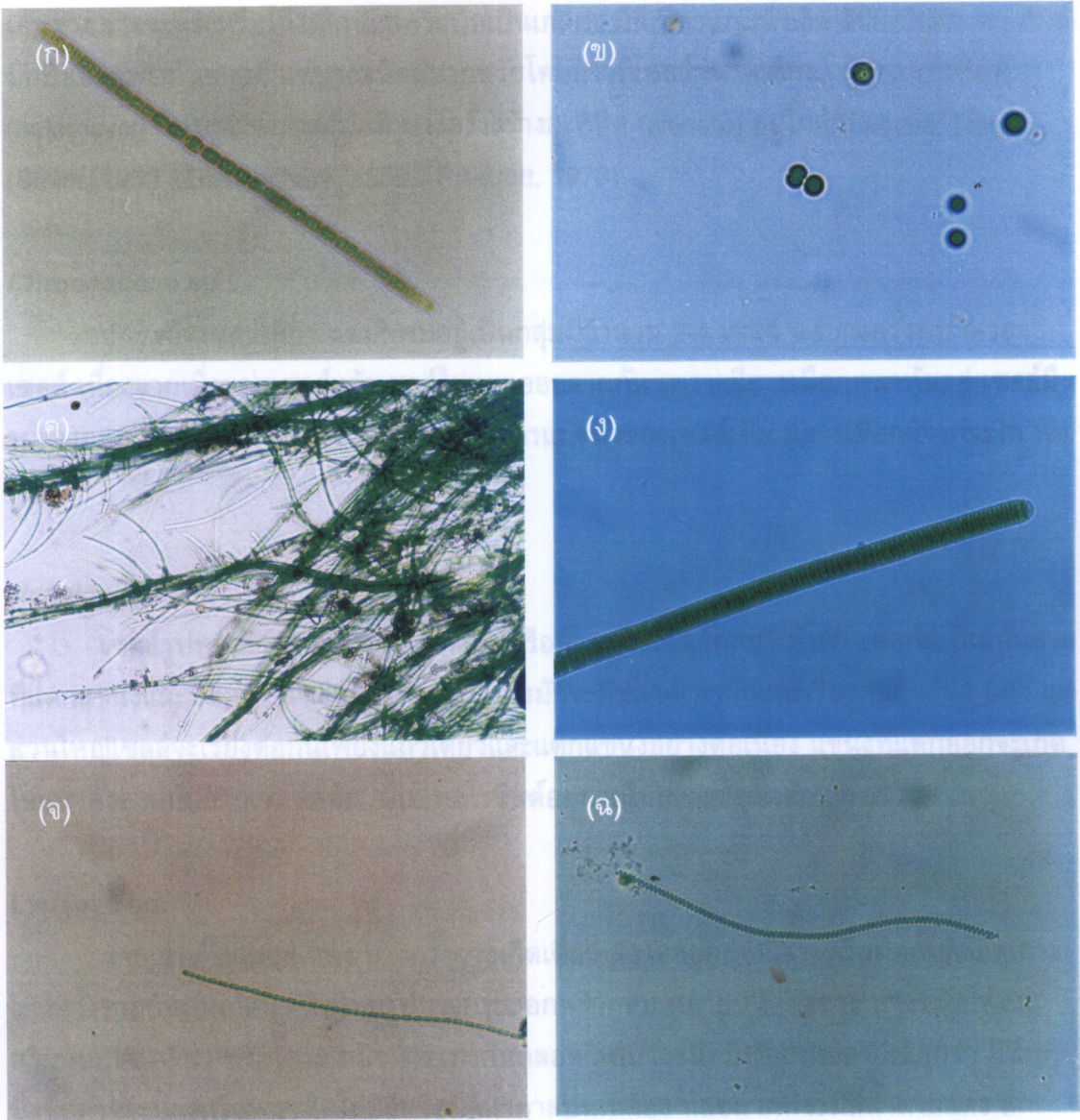
ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Division Cyanophyta																				
<i>Chroococcus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirulina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																				
<i>Amphora</i>	++	+	-	+	++	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Coscinodiscus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Fragillaria</i>	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema</i>	++	-	+	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Navicula</i>	++	++	+	++	++	+	+	+	-	+	++	+	+	-	-	-	-	-	++	+
<i>Nitzschia</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	++	+	+	-	-	+	-	-	++	+
<i>Pinnularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	++	+	-	-	-	-
<i>Surirella</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dision Euglenophyta																				
<i>Phacus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 44 แสดงปริมาณสาหร่ายที่พบในตัวอย่างดินจากพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์วิจัยป่าชายเลน อ.พวง จ. ระนอง (- หมายถึง ไม่พบ, + หมายถึง พบ ในปริมาณน้อย 1-10 เซลล์ต่อมิลลิตร, ++ หมายถึง พบในปริมาณปานกลาง 10-10² เซลล์ต่อมิลลิตร, +++ หมายถึง พบในปริมาณมาก มากกว่า 10² เซลล์ต่อมิลลิตร)

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1				จุดที่ 2				จุดที่ 3				จุดที่ 4				จุดที่ 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Division Cyanophyta																				
<i>Oscillatoria</i>	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya</i>	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
Dision Chlorophyta																				
<i>Closterium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Division Chrysophyta																				
<i>Amphora</i>	++	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	+	-	-	-	-
<i>Gomphonema</i>	++	-	-	-	++	++	-	-	-	++	-	+	++	++	-	-	+++	+++	-	++
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	+++	-	+++	++	++	++	-	-	-	-	+++	++	++	++	++	++	++	-	-	-
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	++	-	+++	+++	+	-	++	+	--	++	+++	++
<i>Pinnularia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายที่พบ

Division Cyanophyta



ภาพที่ 27 ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง

- (ก) *Anabena* sp.
- (ข) *Chlorococcus* sp.
- (ค) *Hapalosiphon* sp.
- (ง) *Oscillatoria* sp.
- (จ) *Phormidium* sp.
- (ฉ) *Spirulina* sp.

Anabaena sp.

ทริโคม (trichome) ประกอบด้วยเซลล์มีรูปร่างกลมคล้ายลูกบิด รูปถึงเบียร์ น้อยมากที่พบเซลล์รูปทรงกระบอก เรียงต่อกันเป็นเส้นสายที่ไม่แตกแขนง อาจมีชีท (sheath) บาง ๆ หุ้มเส้นสายอาจจะตรงหรือโค้งเล็กน้อยหรือบิดเป็นเกลียว มีสีเขียวแกมน้ำเงิน สีเขียวแกมเทา เซลล์มักมีขนาดเท่ากันตลอด แต่บางชนิดปลายทริโคมอาจมีเซลล์ขนาดเล็กลง มีเฮเทอโรซิสต์ (heterocyst) อยู่ระหว่างเซลล์ปกติ บางครั้งสร้างอะคิเน็ต (akinete) อยู่ใกล้กับเฮเทอโรซิสต์ (Smith, 1950 ; Desikachary, 1959 ; Prescott, 1978)

Chroococcus sp.

ปกติเป็นเซลล์เดี่ยว แต่มักพบอยู่เป็นกลุ่มมีจำนวน 2-4 เซลล์ แต่บางครั้งพบ 8-16 เซลล์ เนื่องจากเมื่อแบ่งเซลล์แล้วเซลล์ไม่แยกออกจากกัน เพราะมีสารเมือกหนาหุ้มอยู่ เซลล์มีรูปร่างกลม รี หรือรูปครึ่งวงกลม ซึ่งเกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์เดิม มีสารเมือกลักษณะใส หุ้มเซลล์

Hapalosiphon sp.

เซลล์รูปทรงกระบอกสั้น รูปสี่เหลี่ยมหรือบางชนิดเซลล์กลมรี มาเรียงต่อกันเป็นเส้นสายที่แตกแขนงและมีชีทหุ้ม เซลล์ในสายและแขนงมักจะมีขนาดเท่ากันและเรียงต่อกัน 1-2 แถว แต่ส่วนใหญ่เซลล์จะเรียงต่อกันเพียงแถวเดียวและแตกแขนงอย่างต่อเนื่อง แขนงที่แตกออกจะเกิดในแนวตั้งฉากกับสายเซลล์หลัก มีเฮเทอโรซิสต์อยู่ภายในสายเซลล์หลักและแขนงด้วย

Lyngbya sp.

สายเซลล์ไม่แตกแขนง บางครั้งอาจเกิดเดี่ยว ล่องลอยอย่างอิสระหรือติดกับสิ่งยึดเกาะ บางครั้งรวมกันเป็นก้อน ทริโคมรูปทรงกระบอกหรือกลม หลายชนิดตั้งตรง บางชนิดโค้งงอหรือบิดเป็นเกลียว ทริโคมมักมีขนาดเท่ากันตลอด แต่บางชนิดมีบริเวณปลายเล็กกว่า มีชีทหุ้ม ซึ่งชีทอาจจะบางหรือหนา ใสไม่มีสีหรือมีสีน้ำตาลปนเหลือง น้อยมากที่จะมีสีน้ำตาลแดง สีเหลืองแดง สีนํ้าเงิน สีม่วงแดง

Oscillatoria sp.

เป็นเส้นสายเดี่ยว ๆ หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เส้นสายไม่แตกแขนง ทริโคมประกอบด้วยเซลล์รูปทรงกระบอก มีความยาวเท่ากับหรือยาวมากกว่าความกว้าง แต่ส่วนใหญ่เซลล์มักมีความกว้างมากกว่าความยาว เซลล์ภายในทริโคมอาจมีขนาดเท่ากันตลอดสาย แต่บางชนิดเซลล์บริเวณปลายทริโคมอาจเรียวเล็กลง บางชนิดเซลล์ที่ปลายพองออกหรือมีคาลิปทรา (calyptra) ทริโคมไม่มีชีทหุ้ม แต่อาจมีน้ำใส ๆ หุ้มอยู่ สามารถเคลื่อนไหวได้ แบบแกว่งไปมา ช้าๆ หรือแบบ ถอยหน้าถอยหลัง พบในน้ำและบริเวณที่เปียกชื้น เช่น ดิน ก้อนหิน

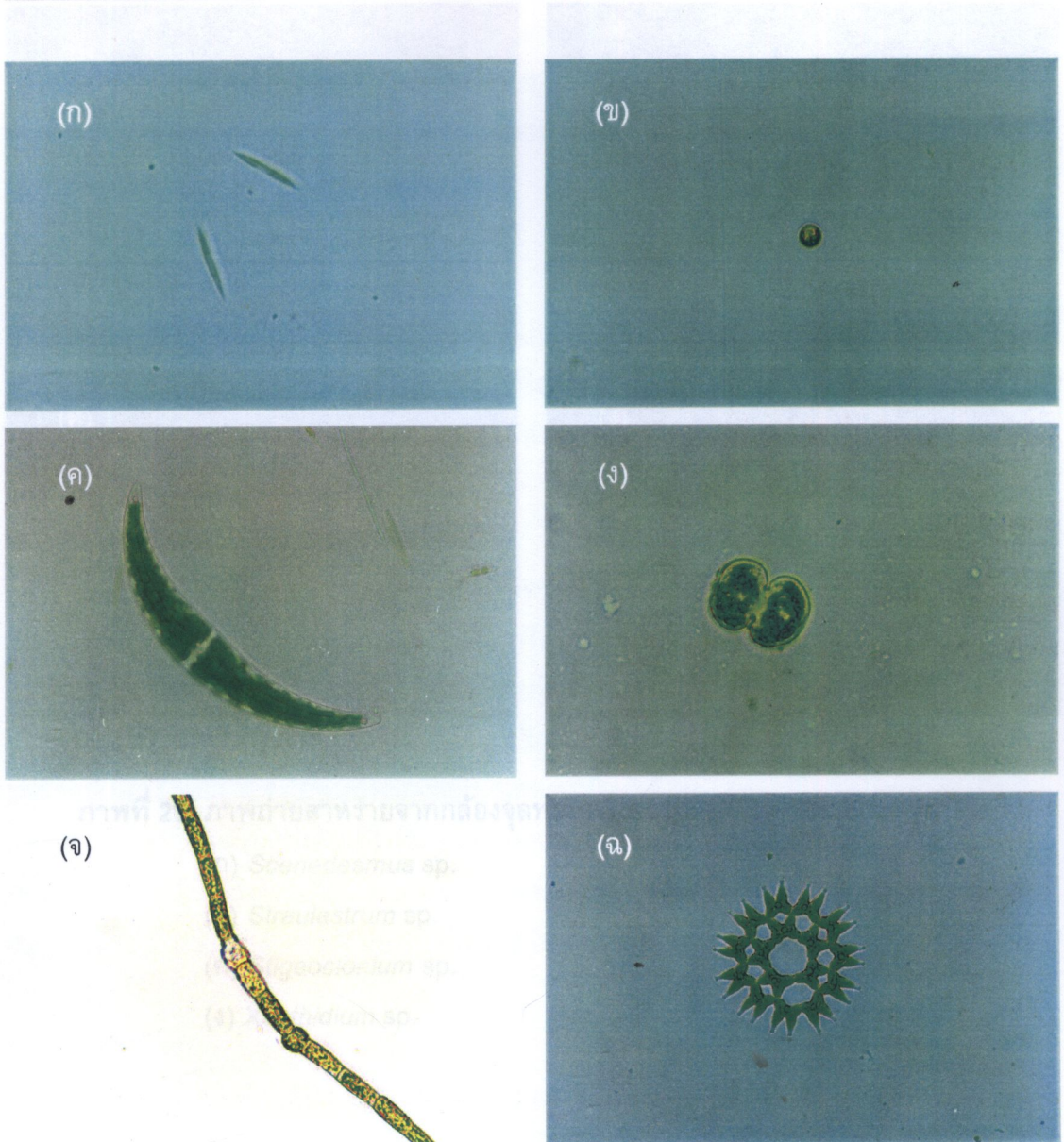
***Phormidium* sp.**

ทริยโคมประกอบด้วยเซลล์รูปทรงกระบอก บางชนิดมีรอยคอดตรงรอยต่อระหว่างเซลล์ เซลล์ปลายสุดมักแหลม บางชนิดมีคาลิปทรา ปลายทริยโคมอาจตรงหรือโค้ง แต่ไม่ขดเป็นเกลียว ทริยโคมมีซีทบางใสไม่มีสีหุ้ม ส่วนมากจะเกาะกันเป็นกลุ่มคล้ายกลุ่มด้ายที่พันกันยุ่ง หรือเกาะติดกับวัตถุอื่น ถ้าส่องลอยอย่างอิสระจะมีปลายสายฉีกขาดเสมอ พวกที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มจะมองเห็นสีเขียวคล้ำหรือสีเขียวแกมน้ำเงิน จับดูจะรู้สึกลื่นมือ

***Spirulina* sp.**

ทริยโคมเป็นเซลล์เดี่ยว ไม่มีผนังกันเซลล์ ไม่มีซีทหุ้ม บริเวณปลายเซลล์จะกลมมน ทริยโคมขดกันเป็นเกลียว เกลียวอาจจะแน่นหรือห่าง บางชนิดอยู่เดี่ยว ส่วนมากมักพบอยู่รวมกัน เป็นกลุ่มหรือพบเจริญปะปนกับ *Oscillatoria* เคลื่อนที่โดยการขับสารเมือกออกมาและสารเมือกจะไหลไปบนทริยโคม

Division Chlorophyta



ภาพที่ 28 ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง

(ก) *Ankistrodesmus* sp.

(ข) *Chlorella* sp.

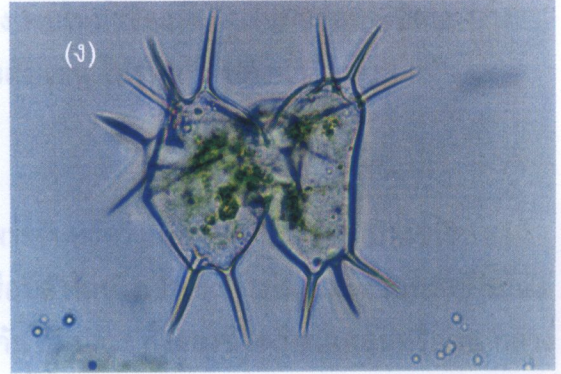
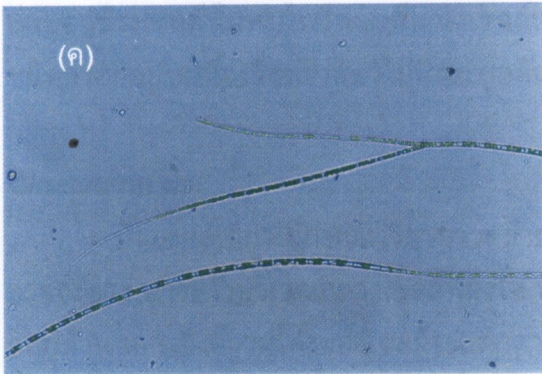
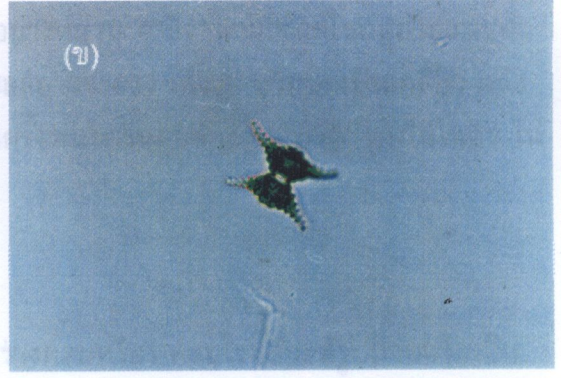
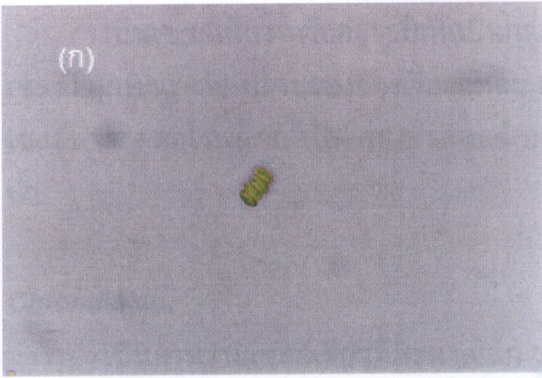
(ค) *Closterium* sp.

(ง) *Cosmarium* sp.

(จ) *Oedogonium* sp.

(ฉ) *Pediastrum* sp.

Anisodermus sp.



ภาพที่ 29 ภาพถ่ายสไลด์จากกล้องจุลทรรศน์แสง

(ก) *Scenedesmus* sp.

(ข) *Straulastrum* sp.

(ค) *Stigeoclonium* sp.

(ง) *Xanthidium* sp.

Ankistrodesmus sp.

เป็นเซลล์เดี่ยว หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่มอย่างหลวม ๆ มีจำนวนเซลล์ในกลุ่มไม่แน่นอน เซลล์มีลักษณะยาว ปลายสองข้างเรียวแหลม เซลล์อาจจะตรง โค้งงอ หรือบิดเป็นเกลียว ผนังเซลล์บาง คลอโรพลาสต์เป็นแถบข้างเซลล์ บางครั้งพบไพรีนอยด์ (pyrenoid) พบได้ในดิน ในน้ำ

Chlorella sp.

เป็นสาหร่ายเซลล์เดี่ยวที่มีขนาดเล็ก รูปร่างกลมหรือรี คลอโรพลาสต์รูปถ้วยหรือเป็นแถบอยู่ข้างเซลล์ ไม่พบไพรีนอยด์ ผนังเซลล์บาง พบในน้ำจืดและน้ำเค็ม อยู่อย่างอิสระ บางชนิดอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น โปรโตซัว ฟองน้ำ ไฮดรา

Closterium sp.

เป็นเซลล์เดี่ยว ลักษณะเรียวยาวคล้ายพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว คล้ายคันธนู บางชนิดเซลล์อาจจะตรง บางครั้งบริเวณกลางเซลล์พองโต หรือมีด้านหนึ่งเว้าเข้าข้างใน และด้านตรงข้ามโค้งออกด้านนอก ซึ่งความโค้งของเซลล์จะแตกต่างกันไป ปลายทั้งสองข้างเรียวแหลมหรือมน กลางเซลล์ไม่มีรอยคอด ผนังเซลล์มักจะมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนเหลือง เนื่องจากมีส่วนประกอบของเหล็กอยู่ และมีรูเล็ก ๆ อยู่บนผนังเซลล์ด้วย แต่ละเซมิเซลล์ (semicell) มีคลอโรพลาสต์เป็นแถบยาว อาจเรียบหรือเป็นสัน มีไพรีนอยด์จำนวนมากเรียงเป็นแถวเดี่ยวหรือกระจายทั่วแผ่น คลอโรพลาสต์ นิวเคลียสมีเพียง 1 อยู่ตรงกลางเซลล์เชื่อมระหว่างคลอโรพลาสต์ ปลายเซลล์มีช่องว่างใส มีแวกคิวโอข้างละ 1 อัน ภายในแวกคิวโอมีผลึกยิบซัม (gypsum)

Cosmarium sp.

เป็นเซลล์เดี่ยว บริเวณกลางเซลล์มีรอยคอดเว้าลึกลงไป แบ่งเซลล์ออกเป็นสองส่วนเท่ากัน แต่ละส่วนเรียกว่า เซมิเซลล์ แต่ละเซมิเซลล์มีรูปร่างทั้งกลม รี สี่เหลี่ยม หรือคล้ายรูปไต มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่น ประกอบด้วย 1-4 แฉก และไพรีนอยด์อยู่บนคลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์มีทั้งเรียบและขรุขระ แต่ไม่มีหนาม เป็นสาหร่ายสีเขียวที่มีมากชนิดที่สุด

Gonatozygon sp.

เป็นเซลล์เดี่ยว รูปทรงกระบอก มีความยาวหลายเท่าของความกว้าง บริเวณปลายเซลล์ทั้งสองด้านมักตัดตรงและบานออกเล็กน้อย มีผนังเซลล์ 3 ชั้น ชั้นในเป็นเซลล์ลูโลส ชั้นกลางเป็นรูหรือมีหนามบาง ๆ และชั้นนอกใสประกอบด้วยสารเพกติน คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น ยาวตั้งแต่ปลายเซลล์ด้านหนึ่งไปถึงปลายเซลล์อีกด้านหนึ่ง หรือคลอโรพลาสต์อาจแบ่งเป็นสองส่วนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน โดยมีรอยแบ่งอยู่ตรงกลางเซลล์ ภายในคลอโรพลาสต์มีไพรีนอยด์เรียงเป็นแถวในระยะห่างเท่า ๆ กัน

***Oedogonium* sp.**

สายเซลล์ไม่แตกแขนง และมีเซลล์ที่ฐานสำหรับยึดเกาะ เซลล์รูปทรงกระบอก คลอโรพลาสต์เป็นร่างแหเต็มเซลล์ มีนิวเคลียสเพียงหนึ่ง และไฟรีนอยด์จำนวนมาก บางเซลล์มีวงซ้อนกันชั้นเดียว หรือหลายชั้นตรงบริเวณรอยต่อระหว่างเกิดการแบ่งเซลล์ เมื่อเจริญเต็มที่อาจพบโอโอโกเนีย (oogonia) เป็นกระเปาะกลมและแอนเทอริเดียม (antheridium) เป็นปล้องสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก

***Pediastrum* sp.**

เซลล์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีลักษณะเป็นแผ่นกลมแบน ประกอบด้วยเซลล์ตั้งแต่ 2-128 เซลล์ เรียงชิดกันหรือเรียงกันห่าง ๆ มีช่องว่างเกิดขึ้น เซลล์มีรูปร่างเป็นแผ่นหลายเหลี่ยม ผนังเซลล์มีทั้งเรียบและขรุขระ เซลล์ที่อยู่รอบนอกจะมีรูปร่างแตกต่างจากเซลล์ที่อยู่ข้างในซีโนเปียม (coenobium) โดยเซลล์ที่อยู่รอบนอกจะว่าเป็นแฉกหรือมีหนามยื่นออกมา คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น มีไฟรีนอยด์จำนวนไม่แน่นอน

***Scenedesmus* sp.**

เซลล์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ซีโนเปียม โดยเอาผนังด้านยาวของเซลล์มาเรียงต่อกันเป็นแถว แต่ละกลุ่มจะมีจำนวนเซลล์เป็นทวีคูณของ 2 เซลล์มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปไข่ รูปกระสวย โค้งงอ ผนังเซลล์เรียบหรือขรุขระ บางชนิดเซลล์ที่อยู่ริมสุดจะมีหนามยื่นยาวออกมา บางชนิดเป็นหนามสั้น ๆ คลอโรพลาสต์เป็นแถบตามความยาวของเซลล์ มีไฟรีนอยด์ 1 เม็ด และมีนิวเคลียสเพียง 1

***Staurastrum* sp.**

เซลล์มีรูปร่าง ขนาด และการตกแต่งบนเซลล์แตกต่างกัน รูปร่างของเซมิเซลล์มีทั้งแบบรูปไข่ ก่อนข้างกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หรือแบบมีด้านมากกว่าสี่ด้าน กลางเซลล์มีรอยคอดลึก แบ่งเซลล์ออกเป็นสองส่วนเท่ากัน และมีลักษณะเหมือนกัน แต่ละส่วนอาจเรียบหรือมีแฉกยื่นยาวออกไป ปลายแฉกเป็นรอยตัดมีหนามแหลมแยกออกมาสั้น ๆ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น มีไฟรีนอยด์เม็ดเดียวหรือหลายเมล็ดบนคลอโรพลาสต์

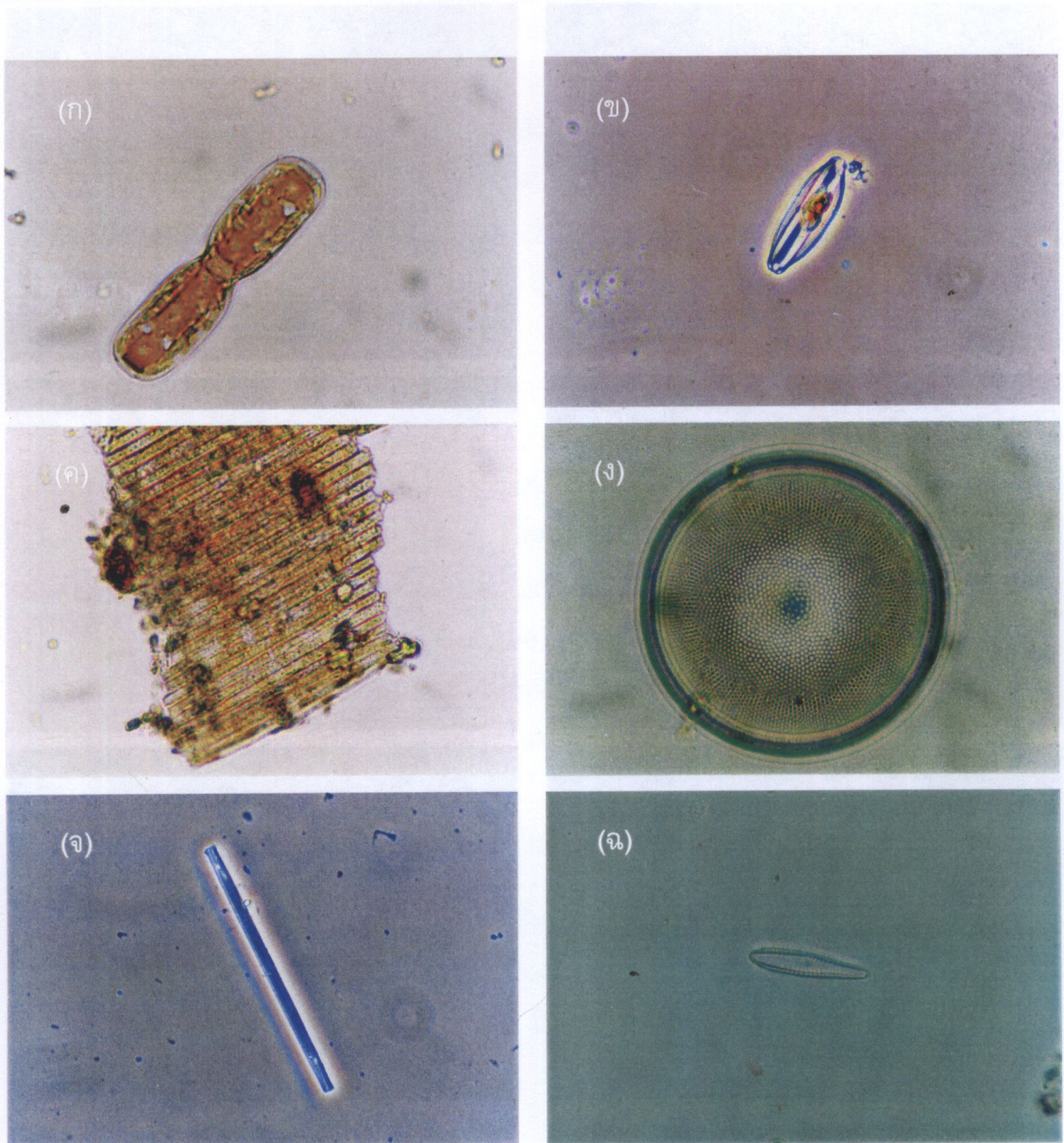
***Stigeoclonium* sp.**

สายเซลล์เจริญตั้งฉากกับพื้น มีบางส่วนที่เจริญราบไปกับพื้นคล้ายกับ pseudo-parenchymatous สายเซลล์ที่ตั้งฉากกับพื้นจะแตกแขนงไม่สม่ำเสมอ เป็นปุยคล้ายขนนก การแตกแขนงเป็นแบบแตกสลับหรือแตกตรงข้ามกัน แขนงจะค่อย ๆ เรียวเล็กลงจนปลายแหลม มีลักษณะคล้ายหนามหรือขน คลอโรพลาสต์เป็นแถบเรียงทางขวาง มีไฟรีนอยด์จำนวนมาก

***Xanthidium* sp.**

เป็นเซลล์เดี่ยว มีรอยคอดเว้าลึกแบ่งครึ่งเซลล์ออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน รูปร่างของเซมิเซลล์เมื่อมองจากด้านหน้าจะเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่มียอดแบนและไม่มีรอยบากหรือเป็นหยัก ขอบของเซมิเซลล์มีหนามยื่นออกมา 1 อันหรือมากกว่า หนามมักจะมีปลายแหลมแต่ปลายอาจแยกเป็นแฉกก็ได้ ผังเซลล์เรียบและหนา ยกเว้นบริเวณกึ่งกลางเซลล์ซึ่งจะมีปุ่มยื่นออกมา เมื่อมองจากด้านบนเซลล์จะมีรูปไข่ และเมื่อมองจากด้านข้างเซลล์จะเกือบกลม แต่ละเซมิเซลล์มีคลอโรพลาสต์อยู่ที่กึ่งกลางเซลล์ จำนวน 2-4 อันหรือมากกว่า แต่ละคลอโรพลาสต์ มีไพรีนอยด์ขนาดใหญ่ 1 เม็ด

Division Chrysophyta



ภาพที่ 30 ภาพถ่ายสไลด์จากกล้องจุลทรรศน์แสง

(ก) *Amphipora* sp. หรือ *Entomoneis* sp.

(ข) *Amphora* sp.

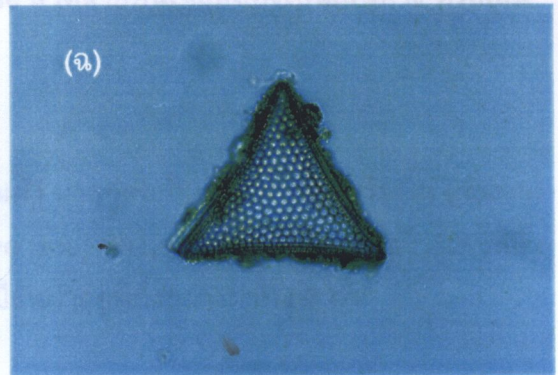
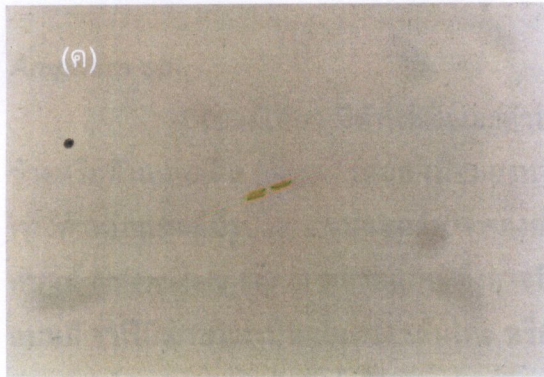
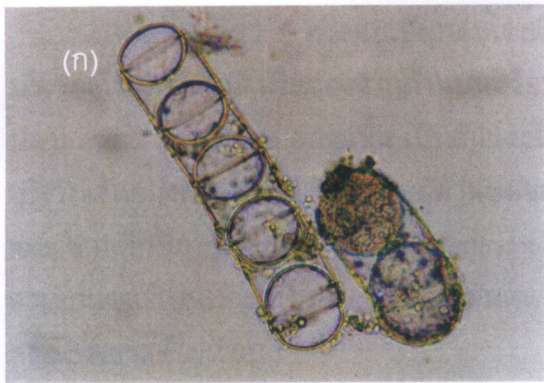
(ค) *Bacillaria* sp.

(ง) *Coscinodiscus* sp.

(จ) *Fragilaria* sp.

(ฉ) *Gomphonema* sp.

Amplicora sp. & *Enimona* sp.



Chaetoceros sp.

ภาพที่ 31 ภาพถ่ายสหายจากกล้องจุลทรรศน์แสง

(ก) *Melosira* sp.

(ข) *Navicula* sp.

(ค) *Nitzschia* sp.

(ง) *Pinnularia* sp.

(จ) *Surirella* sp.

(ฉ) *Triceratium* sp.

***Amphipora* sp. หรือ *Entomoneis* sp.**

เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่เป็นกลุ่มโดยมีเมือกหุ้ม เซลล์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีรอยคอดบริเวณกึ่งกลางเซลล์ เมื่อมองจากด้านบนหรือวาล์ว (valve) เซลล์รูปรีคล้ายใบข้าว ฝานูนและปลายแหลม axial area ยกสูงขึ้น เป็นสันและโค้งในแนวตัว "S" มีราฟี (raphae) อยู่ภายในสัน บริเวณสันแบ่งเป็น 2 ปีก ปีกหนึ่งอยู่ด้านบนของ central nodule และอยู่ด้านข้างของ apical axis ส่วนอีกปีกหนึ่งอยู่ด้านล่างของ central nodule และอยู่อีกด้านหนึ่งของ apical axis ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นบาง (striae) หรือเส้นหนา (punctae) มีคลอโรพลาสต์ 1-2 แผ่น ขอบของคลอโรพลาสต์ไม่เรียบ

***Amphora* sp.**

เซลล์เดี่ยว มีด้านหลังและด้านท้องของเซลล์นูน จึงทำให้มักพบเซลล์ทางด้านข้างหรือด้านเกอเดิล (girdle) เสมอ เมื่อมองทางด้านข้างเซลล์มีรูปไข่ ปลายเซลล์ตัดตรง ส่วนทางด้านบนเซลล์มีรูปไข่ ปลายเซลล์อาจพองออกเล็กน้อย หรือค่อนข้างตัดตรง มีอินเตอร์คาลารีแบนด์ (intercalary band) หลายแถบ ซึ่งอาจมีลวดลายเป็นจุด เป็นเส้น หรือไม่มีอินเตอร์คาลารีแบนด์ ราฟีมีลักษณะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือเป็นเกลียว บริเวณปลายโค้งงอเข้าหาด้านหลังของเซลล์เสมอ อาจจะมีหรือไม่มี terminal nodule ลวดลายบนเซลล์มีทั้งเป็นเส้นบาง หรือเส้นหนา

***Bacillaria* sp.**

เซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มาอยู่ต่อกันเป็นแถบคล้ายริบบิ้น (ribbon) แต่ละเซลล์สามารถเคลื่อนที่ไปมาบนผิวฝา (valve face) ของเซลล์ข้างเคียงจึงทำให้กลุ่มเซลล์เปลี่ยนรูปเป็นเส้น โดยที่แต่ละเซลล์เรียงต่อกัน มีสันฝาอยู่ที่กึ่งกลางฝาทั้ง 2 ฝา

***Chaetoceros* sp.**

เซลล์อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือต่อกันเป็นสายตรงหรือสายโค้ง เมื่อมองจากด้านบนเซลล์มีรูปไข่จนถึงกลม เมื่อมองด้านข้างหรือด้านกว้างเซลล์มีรูปสี่เหลี่ยมที่มีขอบตรง เว้าหรือนูน ผิวฝาอาจจะแบน เว้าหรือนูนก็ได้ ส่วนขอบฝาหรือ valve mantle เป็นรูปทรงกระบอก ที่มุมฝาในแกนยาวมีซีต (setae) ลักษณะเป็นหนามยาวมุลละ 1 เส้น ซีตที่มุมของแต่ละฝาของเซลล์ที่อยู่ติดกันจะแตะกันที่จุดใกล้กับฐาน ทำให้หลายเซลล์ต่อกันเป็นสายและเกิดมีช่องว่างระหว่างเซลล์ เรียกว่า อะเพอร์เชอร์ (apertures) หรือฟอรามินา (foramina) โคนของซีตขนานกับแกนเพอร์วาลวา (perivalva axis) หรือทางออกในแนวตั้งฉากกับแกนของสาย เซลล์ประกอบด้วยฝา 2 ฝา มีวงเกอเดิล 1-2 วง บางชนิดมีอินเตอร์คาลารีแบนด์ คลอโรพลาสต์มีรูปร่าง ขนาดและตำแหน่งไม่แน่นอน บางชนิดมีไพรีนอยด์

***Coscinodiscus* sp.**

เป็นเซลล์เดี่ยว รูปร่างกลม ลวดลายบนฝาเป็นแบบ areolae รูปหกเหลี่ยม คล้ายหกเหลี่ยมหรือกลม เรียงตัวกันเป็นรัศมี หรืออาจมีลวดลายเพิ่มที่เรียกว่า secondary structure มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบตัว "S" มาพาดบนเส้นรัศมีอีกทีหนึ่ง บริเวณกึ่งกลางฝาอาจเป็นบริเวณใสหรือเป็นรูปคล้ายดาว (rosette) ที่ขอบฝาอาจมีหนามขนาดเล็กเรียงกันเป็นวง หรือมีก้านอะพิคัล 1-2 ก้าน คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นกลมมีจำนวนมาก

***Eunotia* sp.**

เซลล์อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือต่อกันเป็นสาย โดยใช้ผิวฝาแตะกัน เมื่อมองจากด้านบน เซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะโค้ง ปลายทั้งสองด้านมีขนาดเท่ากัน ฝาด้านหนึ่งเว้าและเรียบ ฝาด้านหนึ่งนูน มีขอบเรียบหรือเป็นคลื่น แต่บริเวณปลายเซลล์ทั้งสองด้านมักพองออก มีปุ่มที่ปลาย (polar nodule) มีราฟีที่แท้จริง เป็นเส้นสั้น ๆ พาดเฉียงจากขั้วเซลล์มาทางฝาด้านเว้า ไม่มีปุ่มกลาง (central nodule) มีอินเตอร์คาลารีแบนด์เป็นวงหลายวง บางชนิดมีลวดลายบนอินเตอร์คาลารีแบนด์ด้วย ลวดลายบนฝาเป็นเส้นบาง พาดขวางตลอดความกว้างของเซลล์ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น มีจำนวน 2 แผ่น

***Fragilaria* sp.**

เป็นสายตรงโดยการแตะกันของผิวฝา (valve face) ทั้งฝา เมื่อมองจากด้านบนเป็นรูปรีคล้ายรูปไข่ยาวจนถึงรูปไข่ หัวท้ายกลวง เมื่อมองจากด้านข้างเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้างน้อยกว่าความยาวมาก ปลายเซลล์ทั้งสองด้านเรียวเล็กหรือพองออกเล็กน้อย ไม่มีราฟีที่แท้จริง หรือมีราฟีเทียม (pseudoraphe) ที่มีลักษณะเป็นเส้นใส ๆ ตามแกนอะพิคัล ลวดลายบนฝาเป็นเส้นบาง ซึ่งอาจมีเส้นเฉพาะที่ขอบฝา หรือเป็นเส้นพาดขวางที่ฝา ไม่มีแผ่นกั้น คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น 1-2 แผ่น

***Gomphonema* sp.**

เซลล์มักเกาะอยู่กับพื้น โดยอยู่บนก้านที่เป็นเมือก และแยกเป็นสองแฉก หรือใช้ปลายเซลล์ที่เล็กกว่าเกาะบนวัสดุในน้ำในระนาบ transapical plane เซลล์ไม่สมมาตรกัน แต่สมมาตรในระนาบ apical plane เซลล์ทางด้านข้างเป็นรูปรี ปลายเซลล์ทั้งสองด้านมีขนาดไม่เท่ากัน ปลายสุดของเซลล์ตัดตรง เซลล์ด้านบนเป็นรูปรีคล้ายไข่ยาว บริเวณใกล้ปลายเซลล์มักแคบ และปลายสุดจะแหลม ปลายเซลล์อาจตัดตรง หรือกลม บางชนิดปลายเซลล์จะแคบหรือพองออกก็ได้ แต่ปลายเซลล์ด้านที่มีขนาดเล็กกว่าจะแหลมเสมอ axial field แคบ ราฟีเป็นเส้นตรง มี central และ polar nodule เห็นได้ชัดเจน ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นพาดขวาง ซึ่งอาจเรียงแบบขนานกัน หรือเป็นเส้นรัศมี central area มีหลายแบบ อาจกลมใส หรือเป็นพื้นที่ใสยาวจรดขอบเซลล์ทั้ง

สองด้าน และมีจุดหรือรู 1 จุด มีคลอโรพลาสต์ 1 แผ่น ที่มีขอบหยัก และมีไพรีนอยด์ 1 เม็ด บนคลอโรพลาสต์

Melosira sp.

เซลล์รูปกลม รูปไข่หรือรูปทรงกระบอก มาเรียงต่อกันเป็นสายโซ่ (chain) โดยใช้บริเวณผิวหน้าฝาของเซลล์แตะกัน ลวดลายบนฝาอาจเป็นรูหรือเป็นรูสลับกับลายรูปสี่เหลี่ยม มีหรือไม่มีอินเตอร์คาลาร์แบนด์ คลอโรพลาสต์มีจำนวนมาก เป็นรูปแผ่นกลม หรือเป็นจุดที่มีขนาดไม่เท่ากันอยู่บริเวณขอบเซลล์ และมีนิวเคลียสอยู่กลางเซลล์

Navicula sp.

เซลล์มักอยู่เดี่ยว ๆ หรือต่อกันเป็นสาย เซลล์ด้านบนรูปรางรี รูปไข่ หรือรูปเรือ ปลายเซลล์ทั้งสองด้านเรียวมน อาจคอดเป็นปุ่ม บริเวณกลางเซลล์ในแกนยาวอาจกว้าง หรือแคบ แต่จะเห็นได้ชัดเสมอ ราฟีมีตุ่มที่กลางและปลายเซลล์ ลวดลายบนฝาเป็นเส้นบาง ๆ หรือเส้นหนา ซึ่งอาจพาดตามขวาง เรียงเป็นเส้นรัศมีตามกัน หรือเส้นรัศมีพาดกัน เซลล์ด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างมาก อาจจะมีรูเล็ก ๆ เรียงกันหรือประกอบด้วยแผ่นที่ม้วนกันอยู่ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นแบน ๆ บริเวณขอบอาจเป็นหยัก เป็นคลื่น หรือเป็นพู่ มีจำนวน 1, 2 แผ่น หรือมากกว่า

Nitzschia sp.

เซลล์มักอยู่เดี่ยว ๆ หรืออาจอยู่รวมกันเป็นเส้น หรือเป็นโคโลนี เซลล์ด้านบนรูปรีคล้ายกระสวย ปลายเซลล์มักเรียวแหลม สันบนเซลล์อยู่กึ่งกลางฝาทั้งสองฝา เมื่อตัดเซลล์ด้านขวางฝามีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มีราฟีอยู่ในสัน และบนราฟีมีรู (carinal dots) เรียงกัน ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นพาดขวางเซลล์และขนานกัน บริเวณกึ่งกลางเซลล์มักใส เซลล์ด้านข้างมีลักษณะคล้ายด้านบน คลอโรพลาสต์เป็นแถบสั้น ๆ 2 แถบ อยู่เยื้องกัน หรือเป็นแผ่นกลม มีจำนวนมาก

Pinnularia sp.

เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์ด้านบนรูปรีจนถึงรูปไข่ หรือรูปทรงกระบอกยาวมีปลายเซลล์ทั้งสองด้านกลมมน ขอบเซลล์เรียบหรือเป็นคลื่น ผิวเซลล์มักแบนราบ เมื่อหันเซลล์ด้านข้างจะเห็นบริเวณมุกเซลล์ (valve mantle) หยักลึก axial area เป็นแนวใสเห็นได้ชัดเจน central และ terminal nodules มีขนาดใหญ่ ราฟีเป็นร่อง 2 ร่อง เชื่อมระหว่าง central nodule และ polar nodule เมื่อตัดเซลล์ตามขวางจะเห็นโครงสร้างของราฟีเป็นรูปตัว "V" ลวดลายบนฝาเป็นซี่ ๆ (costae) พาดเรียงตามขวางหรือเฉียงในแนวรัศมี หรือมีลักษณะเป็น loculi หรือ alveoli ซึ่งเป็น

ช่องแคบ ๆ และยาวเรียงตัวกันแบบตาหมากรุก คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น 2 แผ่น เรียงอยู่รอบด้านข้าง

***Rhizosolenia* sp.**

เซลล์อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือต่อกันเป็นสายตรง สายโค้งหรือขดเป็นเกลียว เซลล์รูปทรงกระบอก มีความยาว (perivalvar axis) มากกว่าความกว้าง (apical axis) 20-30 เท่า ฝามีลักษณะคล้ายรูปพระจันทร์เสี้ยว ปลายฝามีหนาม ที่มีลักษณะกลวงหรือตัน มีปลายกลม แบนหรือเรียวคล้ายเข็ม แถบเกอเดิลประกอบด้วยอินเตอร์คาลารีแบนด์จำนวนมาก

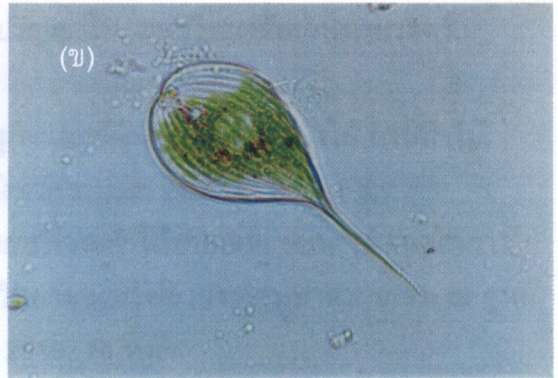
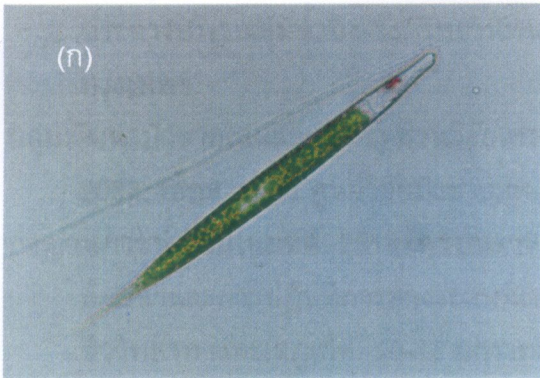
***Surirella* sp.**

เซลล์มีรูปร่างหลายแบบ ทางด้านข้างเซลล์มีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจนถึงรูปสี่เหลี่ยมคางหมู บางครั้งเซลล์อาจบิดโค้งตามแกนตั้ง (apical axis) ทางด้านบนเซลล์รูปรีจนถึงรูปไข่ ปลายเซลล์ทั้งสองด้านโค้งมนขอบเซลล์เป็นปีกมีทั้งหมด 4 ปีก และมีช่อง (window) เรียงอยู่เป็นแถบบนราฟี่ เรียกว่า wing canals ราฟี่เป็นร่องลึกอยู่ในปีก ลวดลายบนเซลล์เป็นซี่ (rib) ค่อนข้างหนาเห็นได้ชัดเจน ซี่เรียงตามขวางสองของราฟี่เทียม ซึ่งเป็นแนวใส ๆ อยู่บนผิวเซลล์ โดยทั่วไปแกนยาวมักตรง ปลายเซลล์ทั้งสองด้านอาจมีขนาดเท่ากัน (isopole) หรือไม่เท่ากัน (heteropole) เซลล์อาจมีสมมาตรกันในระนาบ apical หรือ transapical หรือมีสมมาตรกันทั้งสองระนาบ

***Triceratium* sp.**

เป็นเซลล์เดี่ยว รูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม มีขอบตรงหรือมนเล็กน้อย ทุกมุมมีก้าน (process) ทุ ก้านของฝานูนและมีลายเป็นรูปหกเหลี่ยม มักจะมีหนามเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป มุมฝา (valve mantle) หักเป็นมุม เกอเดิลมีลายเป็นเส้นตรง

Division Euglenophyta



• ภาพที่ 32 ภาพถ่ายสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสง

(ก) *Euglena* sp. และ

(ข) *Phacus* sp.

***Euglena* sp.**

เซลล์มีรูปร่างหลายแบบ บางชนิดมีรูปร่างคงที่ หรือบางชนิดมีรูปร่างไม่แน่นอน เซลล์ยืดหดได้ ส่วนมากมีรูปร่างเรียวยาว ด้านหน้ากว้าง ด้านท้ายเรียวแหลม มีแฟลกเจลลา 1 เส้น มีอวัยวะรับแสงสีแดงเข้ม คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น พาลาไมล์ม (paramylum) เป็นแท่งยาวใส เคลื่อนที่ได้

***Phacus* sp.**

เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์ค่อนข้างแบน รูปร่างคล้ายใบโพธิ์ มีด้านหน้ากว้างโค้งและมีรอยหยักเล็กน้อย ด้านท้ายเรียวแหลมหรือมน มีแฟลกเจลลา 1 เส้น มีอวัยวะรับแสงสีแดงเข้ม คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นกลมจำนวนมาก พาลาไมล์ม (paramylum) เป็นวงแหวน 1-2 วงอยู่กลางเซลล์ ผันเซลล์แข็ง อาจมีร่องยาวปิดขนาบกันตลอดความยาวของเซลล์ เคลื่อนที่ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ พุทธาธร. 2529. ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่ายที่สัมพันธ์ กับคุณภาพน้ำบาง
ประการบริเวณลุ่มน้ำปิง-วัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.
- กลุ่มพัฒนาป่าชายเลนและป่าพรุ ส่วนวิจัยเศรษฐกิจและพัฒนากิจการจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้.
2538. เอกสารวิจัย ศูนย์วิจัยป่าชายเลน จังหวัดระนอง. เล่มที่ 1. หน้า 1-5.
- กาญจนาภรณ์ ลีวโนมนต์. 2519. พรรณสาหร่ายบริเวณป่าไม้ชายเลน. เอกสารเสนอในการ
สัมมนาและการปฏิบัติการทางระบบนิเวศวิทยาของทรัพยากรธรรมชาติชายเลน ณ ศูนย์
ชีววิทยาทางทะเลภูเก็ต. 10-12 มกราคม, 2519. 14 หน้า.
- กาญจนา เกิดมีมูล. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ และการแพร่กระจายของสาหร่ายกับ
คุณภาพน้ำบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กุตยา สุวรรณวิหค. 2529. ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่าย และความสัมพันธ์กับคุณภาพ
น้ำบางประการของลำน้ำแม่กลางและแม่กวังจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2522. รายงานผลการประชุมสัมมนาระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลน
ครั้งที่ 3. วันที่ 8-12 เมษายน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- เฉลิมศรี พละพล. 2532. องค์ประกอบของชนิดและปริมาณแพลงค์ตอนพืช ในลุ่มน้ำภาคใต้ตอน
บนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. แพลงค์ตอน. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 289
น.
- วราภรณ์ พรหมพจน์. 2526. การศึกษาชนิดปริมาณของแพลงค์ตอนและคุณสมบัติของน้ำในบึง
บอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.
- สนิท อักษรแก้ว จิตต์ คงแสงไชย สนใจ หะวานนท์ วิพัทธ์ จินตนา ไพศาล ธนะเพิ่มพูน วสันต์
ศรีสวัสดิ์ บำรุง คูหา ศรีพรรณ มุขสมบัติ และรัตนา อ่อนสนิท. 2538. ความสมดุลย์ทาง
ระบบนิเวศและกำลังผลิตของป่าชายเลนในประเทศไทย. เอกสารการวิจัย ศูนย์วิจัยป่า
ชายเลน จังหวัดระนอง. เล่มที่ 1. หน้า 6-28.
- สนิท อักษรแก้ว. 2532. ป่าเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. หจก. คอมพิวเตอร์แอดเวอร์ไทซิงค์.
กรุงเทพ 245 หน้า.
- สุพิมัลย์ นาคสุวรรณ. 2535. องค์ประกอบชนิดและปริมาณของแพลงค์ตอนพืชตามชั้นคุณภาพ
ลุ่มน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2521. การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความซุกซุมของไมโครแฟลงค์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. เอกสารวิชาการกองสำรวจแหล่งประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 6 : 67 น.
- Abdel-Mallek, A.Y., Moharram, A.M., Abdel-Kader, M.I. and Omar, S.A. 1994. Effect of soil treatment with the oraganophosphorus inseticide Profenfos on the fungal flora and some microbial activities. Microbiol. Res. 149: 167-171.
- Agate, A.D., Humnabadkar, V.S., Chalermpongse, A. and Aksornkoe, S. 1986. Isolation of iron oxidizing bacteria from the mangroves of South Thailand. Biovigyanam 12: 73-75.
- Atlas, R.M. 1988. Biodegradation of hydrocarbons in the environment. Basic Life Sci. 45: 211-222.
- Austin, B., Allen, D.A., Mills, A.L. and Colwell, R.R. 1977. Numerical taxonomy of heavy metal-tolerant bacteria isolated from an estuary. Can. J. Microbiol. 23: 1433-1447.
- Austin, B., Garges, S., Conrad, B., Harding, E.E., Colwell, R.R., Simidu, U. and Taga, N. 1979. Comparative study of the aerobic, heterotrophic bacterial flora of Chesapeake Bay and Tokyo Bay. App. Environ. Microbiol. 37: 704-714.
- Bajpai, P., Bajpai, P.K., and Ward, O.P. 1991. Optimization of production of docosahexaenoic acid (DHA) by *Thraustochytrium aureum* ATCC 34304. J. Am. Oil Chem. Soc. 68: 509-514
- Bale, S.J., Goodman, K., Rochelle, P.A., Marchesi, J.R., Fry, J.C., Weightman, A.J. and Parkes, R.J. 1997. *Desulfovibrio profundus* sp. nov., a novel barophilic sulfate-reducing bacterium from deep sediment layers in the Japan sea. Inter. J. Sys. Bacteriol. 47: 515-521.
- Borowitzka, M.A. 1988. Fats, oils and hydrocarbons. In: Micro-algal Biotechnology, (Borowitzka, M.A., and Borowitzka, L.J., eds.), pp. 257-287. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bourquin, A.W. and Przybyszski, V.A. 1977. Distribution of bacteria with nitrotriactate-degrading potential in an esturine environment. Appl. Environ. Microbiol. 34: 411-418.
- Buckley, E.N., Jonas, R.B. and Pfaender, F.K. 1976. Characterization of microbial isolates from an estuarine ecosystem: relationship of hydrocarbon utilization to ambient hydrocarbon concentrations. Appl. Environ. Microbiol. 32: 232-237.
- Cohen, Z. 1986. Product from microalgae. In: CRC Handbook of Microalgal Mass Culture, (Richmond, A., ed.), pp. 421-454. Boca Raton: CRC Press.

- de Araujo, F.V., Soares, C.A., Hagler, A.N. and Mendonca-Hagler, L.C.. 1995. Ascomycetous yeast communities of marine invertebrates in a southeast Brazilian mangrove ecosystem. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 68: 91-99.
- Fell, J.W. and Master, J.M. 1973. Fungi associated with the degradation of mangrove (*Rhizophora mangle* L.) leaves in south florida In "Estuarine microbial Ecology" (L. H. Stevenson and R.R. Colwell. eds) pp. 455-465. Univ. of South Carolina Press, Colombia.
- Fell, J.W., and Master, J.M. 1975. Phycomycetes (*Phytophthora* spp. nov. and *Pythium* sp. nov.) associated with degrading mangrove (*Rhizophora mangle*) leaves. *Can. J. Bot.* 53: 2908-2922
- Ellenbogen, B B., Aaronsor, S., Goldstein., S. and Beloky, M. 1969. Polyunsaturated fatty acid of aquatic fungi. Possible phylogenetic significance. *Comp. Biochem Physiol* 29: 805-811
- Hagler, A.N., Rosa, C.A., Marais, P.B., Mendonca-Hagler, L.C., Franco, G.M., Araujo, F.V. and Soares, C.A. 1993. Yeasts and coliform bacteria of water accumulated in bromeliads of mangrove and sand dune ecosystems of southeast Brazil. *Can. J. Microbiol.* 39: 973-977
- Hutchings, P. and Saenger, P. 1983. *Ecology of Mangroves*. University of Queensland Press. St. Lucia.
- Kohlmeyer, J. 1968. Marine fungi from the tropics. *Mycologia*. 60: 253-270
- Kohlmeyer, J. 1969 Ecological notes on fungi in mangrove forests. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 53: 237-250.
- Kohlmeyer, J. and Kohlmeyer, E. 1979. *Marine Mycology*. Academic Press. Now York, 690 p.
- Laanbroek, H.J. and Veldkamp, H. 1982. Microbial interaction in sediment communities. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 297: 533-550.
- Lewmanomont, K.L., Wongrat, L. and Supanwanid, C. 1995. *Algae in Thailand*. DEPP Biodiversity Series.
- Magot, M., Ravot, G., Campaigolle, X., Ollivier, B., Patel, B.K.C., Fardeau, M.-L., Thomas, P., Crolet, J.-L. and Garcia, J.-L. 1997. *Dethiosulfovibrio peptidovorans* gen. nov., sp. nov., a new anaerobic, slightly halophilic, thiosulfate-reducing bacterium from corroding offshore oil wells. 1997. *Inter. J. Sys. Bacteriol.* 47: 818-824.

- Mallory, L.M., Austin, B. and Colwell, R.R. 1977. Numerical taxonomy and ecology of oligotrophic bacteria isolated from the estuarine environment. *Can. J. Microbiol.* 23: 733-750.
- Maugeri, T.L., Gugliandolo, C. and Bruni, V. 1996. Heterotrophic bacteria in the Ross Sea (Terra Nova Bay, Antarctica). *New Microbiol.* 19: 67-76.
- Nair, S. and Simidu, U. 1987. Distribution and significance of heterotrophic marine bacteria with antibacterial activity. *Appl. Environ. Microbiol.* 53: 2957-2962.
- Newell, S.Y., Cooksey, K.E., Fell, J.W., Master, I.M., Miller, C. and Walter, M.A. 1981. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 10: 427-435.
- Pawer, V.H., Mathur, P.N. and Thirumalachar, M.J. 1967. Speceis of *Phoma* isolated from marine soil in India. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 50: 259-265.
- Payer, H.D. and Trueltzsch, U. 1972. Ein Beitrag zur Versorgung dichter Kulturen von Gruenalgen mit Mangan, Vanadium und anderen Spurenelementen. *Arch. Microbiol.* 84: 43-53.
- Pinhassi, J., Zweifel, U.L. and Hagstrom, A. 1997. Dominant marine bacterioplankton species found among colony-forming bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 3359-3366.
- Raaijmakers, J.M., Weller, D.M. and Thomashow, L.S. 1997. Frequency of antibiotic-producing *Pseudomonas* spp. in natural environments. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 881-887.
- Rai, J.N., and Tewari, J.P. 1963. On some isolater of the genus *Preussia* Fuckel from indian soils. *ProC. Indian. Acad. Sci. Sect. B* 57: 45-55
- Richmond, A. 1986. Microalgae of economic potential. In: *CRC Handbook of Microalgal Mass Culture*, (Richmond, A., ed.), p. 199-243. Boca Raton: CRC Press.
- Simon, R.D., Abeliovich, A. and Belkin, S. 1994. A novel terrestrial halophilic environment: the phylloplane of *Atriplex halimus*, a salt-excreting plant. *FEMS Microbiol. Ecol.* 14: 99-110.
- Stalk, A.C. 1955. *Emericellopsis minima* sp. nov. and *Westerdykella ornata* gen. nov., sp. nov. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 38: 419-424.
- Swannell R.P., Lee, K. and McDonagh, M. 1996. Field evaluations of marine oil spill bioremediation. *Microbiol.Rev.* 60: 342-365.
- Swart, H.J. 1970. *Penicillium dimorphosporum* sp. nov. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 310-313.

- Whyte, L.G., Bourbonnere, L. and Greer, C.W. 1997. Biodegradation of Petroleum hydrocarbons by psychotrophic *Pseudomonas* strain possessing both alkane (*alk*) and naphthalene (*nah*) catobolic pathways. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 3719-3723.
- Wuertz, S. Miller, C.E., Pfister, R.M. and Cooney, J.J. 1991. Tributyltin-resistant bacteria from estuarine and freshwater sediments. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 2783-2789.
- Yongmanitchai, W. and Ward, O.P. 1992. Growth characteristics and continuous culture of *Phaeodactylum tricornutum*. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69: 542-548.
- Yongmanitchai, W., and Ward, O.P. 1989. Omega-3 fatty acids: Alternative sources of production. *Proc. Biochem.* 24: 117-125.