

ผลกระทบของการฝังกลบขยะต่อป่าชายเลน
บริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี



นางสาวนันทิยา ลากสาธิต

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2903-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**IMPACTS OF GARBAGE LANDFILL ON MANGROVE AREA
AT LEAM PAK BIA, PHETCHABURI PROVINCE**



Miss Nuntiya Labsatit

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science
(Inter-Department) Graduate School**


Chulalongkorn University

Academic Year 2005

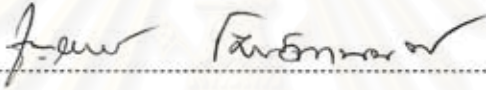
ISBN 974-53-2903-7

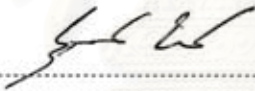
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของการฝึกกลบขยะสดต่อป่าชายเลนบริเวณแหลมผักเบี้ย
จังหวัดเพชรบุรี
โดย นางสาวนันทิยา ลากสาธิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ

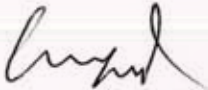
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัญญา ดิงศภักดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานูวิทช์ โฉมจิตานนท์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ)


..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เอกhem จันท์แก้ว)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธารเศ ศรีสติดิษฐ์)

สถาบันส่งเสริมบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นันทิยา ลากสาธิต: ผลกระทบของการฝังกลบขยะสดต่อป่าชายเลนบริเวณแหลมผักเบี้ย
จังหวัดเพชรบุรี (IMPACTS OF GARBAGE LANDFILL ON MANGROVE AREA AT
LEAM PAK BIA, PHETBURI PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา: อ. ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ,
141 หน้า, ISBN 974-53-2903-7

การศึกษาผลกระทบของการฝังกลบขยะสดต่อป่าชายเลนบริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัด
เพชรบุรี แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสด
ผลกระทบต่อคุณภาพดินตะกอนและน้ำ และการเจริญเติบโตของดินแสมทะเล ความสามารถในการ
การย่อยสลายของขยะสด พบว่า อัตราการย่อยสลายของขยะสดย่อยสลายสูงที่สุดในช่วง 3 วันแรก
หลังจากทำการฝังกลบขยะ และพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่มีอัตราการย่อยสลายของขยะสดมากกว่า
พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง และพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ โดยค่าคงที่การสลายตัวของ 45 วันเป็น
0.051, 0.034 และ 0.032 ต่อวัน ตามลำดับ และผลกระทบของการฝังกลบขยะสดในป่าชายเลน
พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอนในพื้นที่ฝังกลบมีค่า 8.05 ซึ่งมากกว่าพื้นที่ที่ไม่ฝังกลบ
(8.03) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอนของพื้นที่ฝังกลบมีค่า
2.635 และ 1.331 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าพื้นที่ที่ไม่ฝังกลบที่มีค่า 3.101 และ 1.433
มิลลิกรัมต่อกรัม ส่วนคุณภาพน้ำนั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง
พื้นที่ที่ทำการฝังกลบและไม่ทำการฝังกลบ อัตราการเจริญเติบโตของดินแสมทะเลบนพื้นที่ฝังกลบ
ในป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่มีค่ามากกว่าพื้นที่อื่นๆทั้งในด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น
เพราะพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่เปิดโล่งมาก จึงได้รับแสงแดดส่องผ่านได้ง่ายกว่าพื้นที่อื่นๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อนิสิต นันทิยา ลากสาธิต
ปีการศึกษา 2548..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุรัตน์ บัวเลิศ

4689093820 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD : DECOMPOSITION / GARBAGE LANDFILL / MANGROVE / WATER QUALITY / PHETCHABURI

NUNTIYA LABSATIT : IMPACTS OF GARBAGE LANDFILL ON MANGROVE AREA AT LEAM PAK BIA, PHETCHABURI PROVINCE. THESIS ADVISOR : SURAT BUALERT, Ph.D. 141 pp. ISBN 974-53-2903-7

The study of impacts of garbage landfill on mangrove area at Leam Pak Bia, Phetchaburi province was divided into three parts: The study of decomposibility of garbage, impacts on sediment and water quality and the growth of *Avicennia marina*. The decomposibility of garbage showed that the decomposition rate was highest in the first-three days after landfilling in mangrove area. Moreover, Decomposition rate of the reforestation mangrove area was higher than reference mangrove area and natural mangrove area. The fractional loss rate (k) over 45 days of reforestation mangrove area, reference mangrove area and natural mangrove area were 0.051, 0.034 and 0.032 per day, respectively. The effect of garbage landfill on mangrove area showed that pH of sediment in landfill site was 8.05, higher than non-landfill site (8.03). Total nitrogen and total phosphorus content in sediment of landfill site were 2.635 and 1.331 mg/g respectively, lower than non-landfill site, which were 3.101 and 1.433 mg/g. Water quality showed no significantly difference between landfill and non-landfill site. The growth rate of *A. marina* on landfill site in reforestation mangrove area was higher than other sites in height and diameter of stem because reforestation mangrove area has more open space which let sunlight get through easier than the other sites.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study Environmental Science (Inter-Department) Student's signature

Academic year 2005

Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านได้ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งคณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. เกษม จันทร์แก้ว รองศาสตราจารย์ ดร. ธเรศ ศรีสถิตย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โหมยิตานนท์ ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณวีรชน พลรบ ผู้จัดการสถานีวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ คุณจิระศักดิ์ เพิ่มสิน เจ้าหน้าที่ด้านป่าชายเลน รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสถานีวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการในการวิจัย นอกจากนี้ ขอขอบคุณ คุณเพ็ญศรี ชูบรรจง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่คอยช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อเกี่ยวกับการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

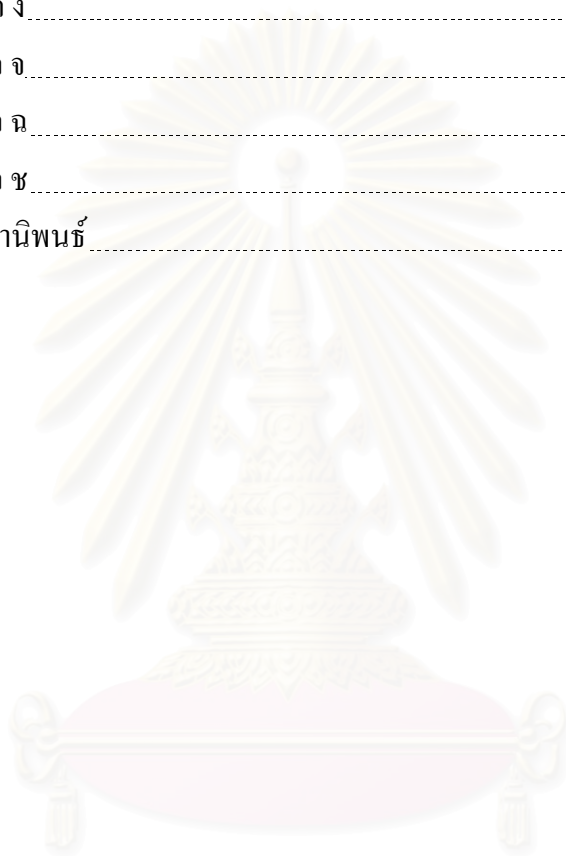
สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนๆ ที่คอยให้คำปรึกษา สนับสนุนและช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สถาบันนวัตกรรมการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ขยะมูลฝอย.....	4
2.2 การย่อยสลายของขยะ.....	7
2.3 ดินแสมทะเล.....	18
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
3. วิธีดำเนินการศึกษา.....	21
3.1 พื้นที่ศึกษา.....	21
3.2 วิธีการศึกษา.....	23
4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล.....	29
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินและน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	29
4.2 ขยะที่นำมาใช้ในการทดลอง.....	32
4.3 ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสด.....	32
4.4 ผลการศึกษาผลกระทบจากการฝังกลบขยะสด.....	42
4.5 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของดินแสมทะเล.....	64
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	71
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	72

รายการอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก.....	79
ภาคผนวก ก.....	80
ภาคผนวก ข.....	84
ภาคผนวก ค.....	88
ภาคผนวก ง.....	92
ภาคผนวก จ.....	96
ภาคผนวก ฉ.....	98
ภาคผนวก ช.....	106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	141



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	สมบัติบางประการของขยะจากตลาด ชุมชน และสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองเพชรบุรี..... 6
2-2	องค์ประกอบของขยะมูลฝอยแยกตามแหล่งกำเนิด..... 7
3-1	พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน..... 26
3-2	พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... 26
3-3	พารามิเตอร์และวิธีการตรวจวัดการเจริญเติบโตของดินแสมทะเล..... 27
4-1	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา ก่อนการฝังกลบขยะสด..... 30
4-2	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษาก่อนการฝังกลบขยะสด..... 31
4-3	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่คงเหลือและค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่..... 39
4-4	ความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา..... 45
4-5	การนำไฟฟ้าของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา..... 47
4-6	ความเค็มของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา..... 48
4-7	เปอร์เซ็นต์ปริมาณอนุภาคทรายของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา..... 50
4-8	เปอร์เซ็นต์ปริมาณอนุภาคดินเหนียวของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา..... 51
4-9	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา..... 53
4-10	เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุในดินตะกอนของพื้นที่ศึกษา..... 56
4-11	ปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำในพื้นที่ศึกษา..... 61
4-12	จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตในพื้นที่ศึกษาตามช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา..... 65
4-13	อัตราการเพิ่มพูนความสูงเฉลี่ยของดินแสมทะเล..... 67
4-14	อัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของดินแสมทะเล..... 69
ข-1	เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อกำหนดประเภทเนื้อดินจากปริมาณของอนุภาคในกลุ่มขนาดหลัก..... 87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ฉ-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน.....	99
ฉ-2 มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล.....	103



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	3
2-1	การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน.....	11
2-2	แผนผังการทำงานของแบคทีเรียในการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน.....	12
2-3	การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนและ C:N ratio ในพีชขณะเกิดการสลายตัวโดยจุลินทรีย์.....	17
3-1	ตำแหน่งของแปลงทดลอง.....	22
3-2	การแบ่งพื้นที่ ตำแหน่งการฝังกลบขยะและปลูกต้นแสมทะเลในพื้นที่ศึกษา.....	23
3-3	แผนการดำเนินงาน.....	28
4-1 ก	อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ฟูใหม่ ในการศึกษาการย่อยสลายเบื้องต้น.....	35
4-1 ข	อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง ในการศึกษาการย่อยสลายเบื้องต้น.....	35
4-2	การเปรียบเทียบค่าคงที่การสลายตัวของขยะสดในพื้นที่ศึกษา.....	36
4-3 ก	อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของป่าชายเลนพื้นที่ฟูใหม่ ในการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา.....	37
4-3 ข	อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของป่าชายเลนธรรมชาติ ในการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา.....	37
4-3 ค	อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของป่าชายเลนอ้างอิง ในการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา.....	37
4-4 ก	เส้นแนวโน้มการสลายตัวและค่าคงที่การสลายตัวของการย่อยสลาย ของขยะในป่าชายเลนพื้นที่ฟูใหม่.....	40
4-4 ข	เส้นแนวโน้มการสลายตัวและค่าคงที่การสลายตัวของการย่อยสลาย ของขยะในป่าชายเลนธรรมชาติ.....	40
4-4 ค	เส้นแนวโน้มการสลายตัวและค่าคงที่การสลายตัวของการย่อยสลาย ของขยะในป่าชายเลนอ้างอิง.....	40
4-5	การเปรียบเทียบค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ ที่ระยะเวลา 3, 10, 16 และ 45 วัน.....	41
4-6	การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา.....	44
4-7	การเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา.....	49

รูปที่	หน้า
4-8 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยของดินตะกอนใน พื้นที่ศึกษา.....	54
4-9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	58
4-10 การเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	58
4-11 การเปรียบเทียบความเค็มเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	59
4-12 การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	60
4-13 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	63
4-14 การเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	64
ก-1 ลักษณะพื้นที่ป่าเสมพื้นที่ใหม่.....	81
ก-2 ลักษณะพื้นที่ป่าเสมธรรมชาติ.....	81
ก-3 ลักษณะพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง.....	82
ก-4 ลักษณะเครื่อง microlog สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง.....	82
ก-5 ลักษณะการติดตั้งเครื่อง microlog.....	83
ข-1 ตารางสามเหลี่ยมเนื้อดิน.....	86
ค-1 ลักษณะทางกายภาพของขยะก่อนร่อน.....	89
ค-2 ลักษณะทางกายภาพของขยะก่อนและหลังอบ.....	89
ค-3 ขนาดของกล้วยก่อนฝัງ.....	90
ค-4 ขนาดของกล้วยหลังฝัງของพื้นที่ป่าเสมพื้นที่ใหม่.....	90
ค-5 ขนาดของกล้วยหลังฝัງในพื้นที่ป่าเสมธรรมชาติ.....	91
ค-6 ขนาดของกล้วยหลังฝัງในพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง.....	91
ง-1 ลักษณะหลุมที่มีน้ำท่วมขังภายหลังการฝังกลบขยะ.....	93
ง-2 ลักษณะของก๊าซที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบขยะสดในพื้นที่ศึกษา.....	93
ง-3 ลักษณะของฝ้าสีขาวที่เกิดขึ้นในน้ำด้านบนหลุมฝังกลบขยะสดใน พื้นที่ศึกษา.....	94
ง-4 ลักษณะการเชื่อมต่อกันของหลุมฝังกลบขยะที่อยู่ติดกันหลังจากการ ฝังกลบ 7 เดือน.....	94
ง-5 การตายของต้นเสมทะเลที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ป่าเสมธรรมชาติ.....	95
จ-1 ต้นเสมทะเลในแปลงทดลองที่ถูกทำลายโดยศัตรูพืช.....	97

รูปที่

หน้า

จ-2 ลักษณะต้นแสมทะเลที่ตายในแปลงทดลอง..... 97



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในรอบสิบปีที่ผ่านมา ขณะที่เกิดขึ้นในชุมชนต่างๆ ทั่วประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี พ.ศ. 2537 มีปริมาณขยะประมาณ 33,000 ตันต่อวัน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 39,000 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2546 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548) ก่อให้เกิดสภาพบ้านเมืองสกปรก เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของพาหะนำโรค เช่น แมลงวัน หนู เป็นบ่อเกิดของโรคต่างๆ ส่งกลิ่นเหม็นและก่อให้เกิดความรำคาญ เนื่องจากการกำจัดขยะยังไม่มีประสิทธิภาพและไม่สามารถดำเนินการได้อย่างทั่วถึง รวมทั้งมีปัญหาพื้นที่กำจัดขยะที่มีอย่างจำกัดพื้นที่ป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม จึงเป็นพื้นที่ทางเลือกในการฝังกลบขยะ ซึ่งจากการสำรวจและข้อมูลความเสียหายปี พ.ศ. 2543 พบว่า มีพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและป่าปลูกทดแทน เหลืออยู่ประมาณ 1.58 ล้านไร่ และเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ที่เหลืออยู่มีสภาพเสื่อมโทรม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548) และพื้นที่ป่าชายเลนด้านที่ติดทะเลในจังหวัดเพชรบุรี ถูกบุกรุกทำลายและมีการแปรสภาพเป็นนาุ้ง จึงก่อให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งหายไป 200 เมตร ในอัตราเฉลี่ยประมาณ 10 เมตรต่อปี ในบริเวณบ้านคอนมะขามถึงบ้านท่าเนียน คิดเป็นระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2545) ซึ่งองค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงเห็นถึงความสำคัญของป่าชายเลนในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่ง โดยในระหว่างที่ทรงบินกลับจากการเยี่ยมราษฎรในพื้นที่ภาคใต้ผ่านพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ทรงเห็นพื้นที่ป่าชายเลนถูกกัดเซาะเป็นบริเวณกว้าง จึงได้ทรงดำริว่า ให้ใช้ปุ๋ยหมักที่ได้จากขยะเทศบาลเมืองเพชรบุรีมาถมป่าชายเลนที่ถูกกัดเซาะ (สุเมธ ตันติเวชกุล, 2542)

ดังนั้น การนำขยะสดที่ผ่านการคัดแยกแล้วมาฝังกลบในบริเวณป่าชายเลน อาจจะช่วยทำให้มีการเพิ่มธาตุอาหารให้กับป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งเพื่อประกอบการตัดสินใจในการฝังกลบขยะสดในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการสลายตัวของขยะสดในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของการฝังกลบขยะสดในป่าชายเลนที่เป็นพื้นที่ทดลองเปรียบเทียบกับพื้นที่อ้างอิง

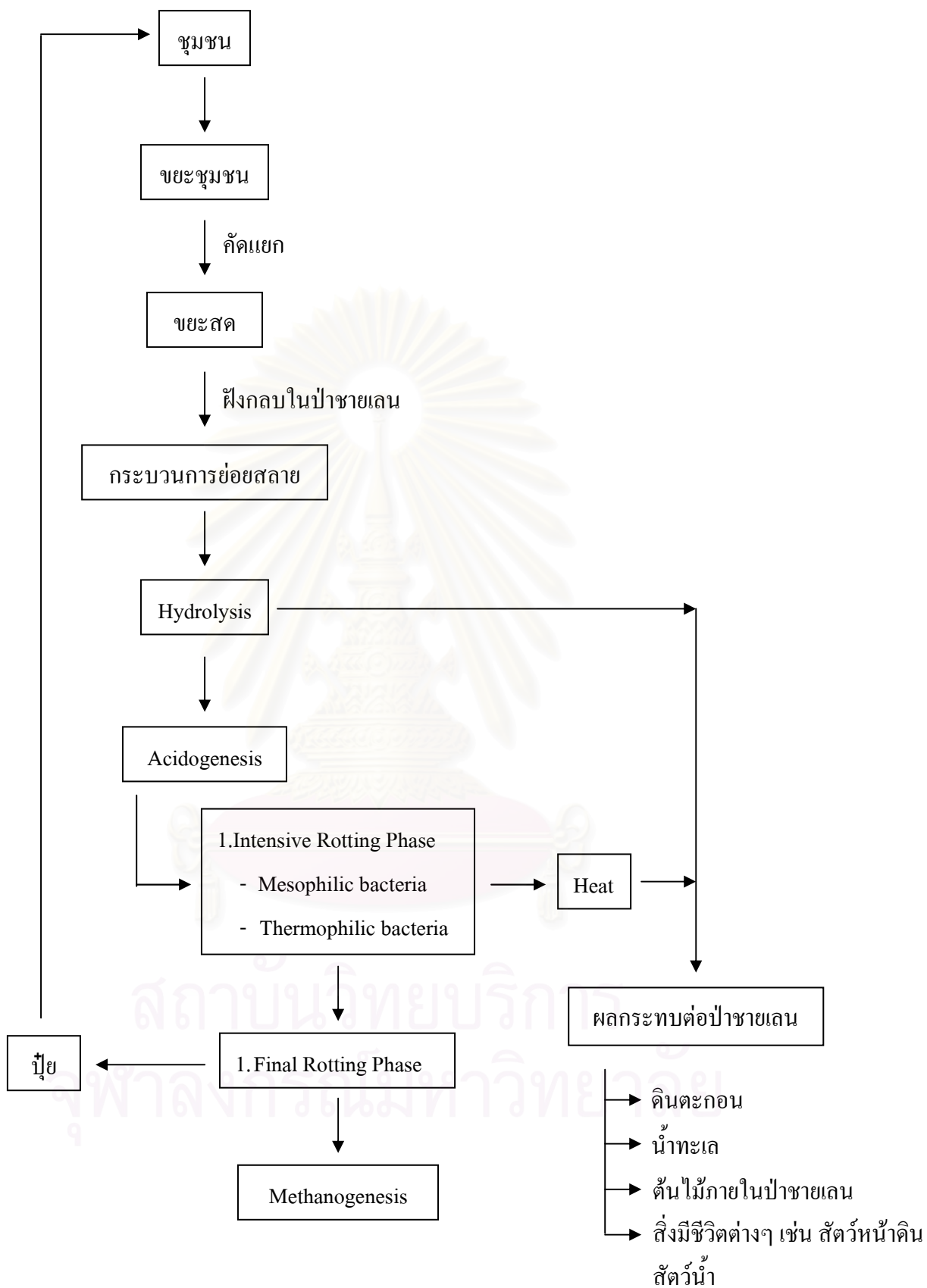
1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการนำขยะชุมชนมาทำการคัดแยกออกเป็นขยะที่สามารถย่อยสลายได้ และนำมาฝังกลบภายในพื้นที่ป่าชายเลน ทำให้เกิดขบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายขยะจนได้เป็นธาตุอาหารและพลังงาน ซึ่งการฝังกลบขยะภายในป่าชายเลนนี้อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อป่าชายเลน ดังรูปที่ 1-1 และมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา จำนวน 3 พื้นที่ ได้แก่
 - 1.1 พื้นที่ป่าแสมที่ได้รับการฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)
 - 1.2 พื้นที่ป่าแสมธรรมชาติ (พื้นที่ B)
 - 1.3 พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ Ref.)
2. ศึกษาผลกระทบจากการฝังกลบขยะ
 - 2.1 พื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
 - พื้นที่ฝังกลบขยะร่วมกับการปลูกต้นแสมทะเล ได้แก่ พื้นที่ A1 และ B1
 - พื้นที่ฝังกลบขยะ ได้แก่ พื้นที่ A2 และ B2
 - พื้นที่ควบคุมร่วมกับการปลูกต้นแสมทะเล ได้แก่ พื้นที่ A3 และ B3
 สำหรับพื้นที่อ้างอิงทำการปลูกต้นแสมทะเลเพียงอย่างเดียว
 - 2.2 ตรวจวัดคุณภาพดินตะกอนก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะลงในพื้นที่ทดลอง ความถี่ของการเก็บตัวอย่างดินตะกอนเดือนละครั้ง ซึ่งพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณขนาดอนุภาคดิน เนื้อดิน ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน โปแตสเซียมทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด
3. ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล
4. ระยะเวลาที่ทำการศึกษาดังตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2547 – ธันวาคม 2548

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางในการฝังกลบขยะในป่าชายเลนต่อไป



รูปที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จังหวัดเพชรบุรีเป็นจังหวัดที่มีสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงาม มีโบราณสถาน และสถานที่ทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญหลายแห่ง ทำให้ได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นตามลำดับ

2.1 ขยะมูลฝอย

2.1.1 นิยามและความหมาย

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้ให้นิยามของคำมูลฝอยไว้ ดังนี้

มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร แก้วพลาสติกหรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น (กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2535)

2.1.2 ลักษณะและสมบัติของขยะมูลฝอย

2.1.2.1 ลักษณะของขยะมูลฝอย

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2542) ได้แบ่งลักษณะของขยะมูลฝอย ซึ่งหมายถึง รูปลักษณะของขยะมูลฝอยที่เป็นกลุ่มของความยากง่ายในการนำเปื่อย และมีพิษภัย ประกอบด้วย 3 ลักษณะดังนี้

1) ขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ง่าย หรือ ขยะเปียก เป็นขยะที่นำเปื่อยได้ง่าย (food waste or garbage) เช่น เศษอาหาร เศษพืชผัก เปลือกผลไม้ เป็นต้น ขยะพวกนี้มีความชื้นสูงสามารถนำเปื่อยได้ง่ายและส่งกลิ่นเหม็นได้รวดเร็ว

2) ขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยาก หรือ ขยะแห้ง (rubbish) เช่น เศษกระดาษ ถุงพลาสติก ขวดแก้ว กระจก โลหะ เศษผ้า เศษไม้ ยาง เป็นต้น ขยะพวกนี้นำเปื่อยได้ยากหรืออาจไม่นำเปื่อย

3) ขยะอันตราย (hazardous waste) ได้แก่ สารเคมี หรือวัตถุมีพิษต่างๆ ที่พ้นจากสภาพการใช้งานแล้ว รวมทั้งขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล ซากถ่านไฟฉาย ภาชนะบรรจุน้ำยาทำความสะอาดต่างๆ หลอดฟลูออเรสเซนต์ กากสารเคมีจากโรงงานอุตสาหกรรม ยาและสารเคมีเสื่อมสภาพ ตำลึงและเศษอวัยวะจากสถานพยาบาล เป็นต้น ขยะพวกนี้ถูกเรียกว่า เป็นของเสียอันตรายและต้องมีการทำลายด้วยวิธีพิเศษ เพื่อลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.1.2.2 สมบัติของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยแต่ละชนิดจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ เนื้อของขยะมูลฝอยนั้นๆ รวมทั้งปริมาณความชื้นที่ถูกดูดซับอยู่ในเนื้อขยะมูลฝอยนั้นๆ ซึ่งสามารถจำแนกสมบัติของขยะมูลฝอย ได้ดังนี้

1) สมบัติทางฟิสิกส์

เกษม จันทรแก้ว (2541) กล่าวว่า สมบัติทางฟิสิกส์หรือสมบัติทางกายภาพ หมายถึง สมบัติที่ขยะมูลฝอยจะแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดเกี่ยวกับสมรรถนะติดไฟ (combustible refuse) สามารถจำแนกขยะตามสมบัติทางฟิสิกส์ ได้ดังนี้

(1) ขยะที่มีสมรรถนะการติดไฟ (combustible refuse) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เป็นเศษผ้า อาหาร กระดาษ พลาสติก ยาง หนังสื ผ้า ไม้ ใบไม้ ขยะเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น ถ้ามีปริมาณความชื้นมาก ขยะจะติดไฟได้ช้า แต่ถ้ามีปริมาณความชื้นน้อยขยะจะติดไฟได้เร็ว

(2) ขยะที่ไม่มีสมรรถนะการติดไฟ (non-combustible refuse) ซึ่งได้แก่ ขยะมูลฝอยจำพวกแก้ว โลหะ หิน กระเบื้อง ฯลฯ

(3) ความหนาแน่น หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งของขยะมูลฝอยต่อปริมาตรขยะมูลฝอยที่ตรวจวัดได้ ซึ่งความหนาแน่นของขยะมูลฝอยจะแตกต่างกันตามชนิด ขนาด และลักษณะรูปร่างของขยะมูลฝอยนั้นๆ

2) สมบัติทางเคมี

กิตติชัย ดวงมาลย์ (2545) ได้แบ่งสมบัติทางเคมีออกเป็น

(1) ความชื้น คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในมูลฝอย ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณน้ำในขยะมูลฝอยจะประกอบด้วยน้ำที่อยู่ในตัวของมูลฝอยและน้ำที่เกาะอยู่ภายนอกของมูลฝอย

(2) ปริมาณของแข็งรวม คือ ปริมาณมูลฝอยแห้งที่เหลือภายหลังจากนำน้ำออกจากขยะมูลฝอย

(3) ปริมาณสารที่เผาได้ หมายถึง ปริมาณมูลฝอยที่สามารถติดไฟ หรือเผาไหม้ที่ความร้อนสูงหมดและเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(4) ปริมาณเถ้า หมายถึง กากของมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้

(5) ค่าความร้อน หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมูลฝอย ซึ่งให้ความร้อน สามารถนำไปใช้ร่วมในการพิจารณาวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการเผา ซึ่งต้องอาศัยการติดไฟและความร้อนจากขยะเป็นส่วนประกอบ

(6) องค์ประกอบทางด้านเคมี ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม คาร์บอนและไฮโดรเจน เป็นส่วนประกอบในการนำไปพิจารณาการกำจัดขยะ การแปรสภาพเป็น

ปฏิกิริยาของขยะมูลฝอย อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไฮโดรเจน และปริมาณสารอาหารของ เชื้อจุลินทรีย์

(7) สารเคมีที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนักต่างๆ ที่อยู่ในขยะและน้ำชะขยะ สารเคมีเหล่านี้ใช้เป็นตัวช่วยในการประเมินสภาวะการปนเปื้อนของมลสารลงสู่สิ่งแวดล้อม

3) สมบัติทางชีววิทยา

ในองค์ประกอบของขยะมูลฝอยนั้น ส่วนใหญ่ก็มีสิ่งมีชีวิตปะปนหรืออาศัยอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) และแบคทีเรียย่อยสลาย (decomposition bacteria) นอกจากนี้ยังมีสัตว์บางประเภทอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น แมลง ไส้เดือน และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากขยะมูลฝอยที่มีองค์ประกอบ สารอินทรีย์จะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ แล้วปล่อยก๊าซพิษ ก๊าซ กลิ่น และมีอุณหภูมิ สูงขึ้น จึงมีสิ่งมีชีวิตบางประเภทอาศัยอยู่ได้ในบางจุดที่ไม่มีอุณหภูมิสูง ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง อาจพบเพียงจุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้น (เกษม จันทรแก้ว, 2541)

2.1.3 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

เทศบาลเมืองเพชรบุรี มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 45.38 ตัน มี แหล่งกำเนิดมูลฝอยมาจากตลาด ชุมชน ที่อยู่อาศัย สถานที่ราชการ โรงเรียน โรงแรม ฯลฯ พบว่า องค์ประกอบของขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นพวกเศษอาหารประมาณ 20.04-86.40 เปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักสดขยะมูลฝอย รองลงมาเป็นพลาสติกและกระดาษประมาณ 4.32-53.45 เปอร์เซ็นต์ และ 7.18-19.35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสดขยะมูลฝอยตามลำดับ (เทศบาลเมืองเพชรบุรี, 2540) สำหรับ สมบัติบางประการของขยะจากตลาด ชุมชน และสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองเพชรบุรี รายละเอียดดังตารางที่ 2-1 นอกจากนี้องค์ประกอบของขยะจะแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด และ ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของขยะมูลฝอย รายละเอียดดังตาราง ที่ 2-2 ตารางที่ 2-1 สมบัติบางประการของขยะจากตลาด ชุมชน และสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาล เมืองเพชรบุรี

สมบัติของขยะมูลฝอย	ตลาด (ร้อยละ)	ชุมชน (ร้อยละ)	สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย (ร้อยละ)
ความหนาแน่น	228.35	292.64	276.59
เปอร์เซ็นต์ความชื้น	59.47	52.58	54.30
ค่าความร้อน	2,261.62	2,156.46	2,174.75

หมายเหตุ 1. ความหนาแน่นขยะมูลฝอย มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. ค่าความร้อน มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

ที่มา : เทศบาลเมืองเพชรบุรี (2536)

ตารางที่ 2-2 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยแยกตามแหล่งกำเนิด

องค์ประกอบ	ร้อยละของน้ำหนักสดมูลฝอย							
	มูลฝอยรวม	ร้านค้า	ร้านอาหาร	ที่อยู่อาศัย	ราชการ	โรงเรียน	โรงแรม	ตลาดสด
ความชื้น	41.05	36.12	44.05	45.33	38.58	26.72	46.53	50.20
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	58.79	63.88	55.95	54.67	61.42	73.28	53.47	49.80
ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้	95.22	81.79	90.72	99.76	98.59	93.99	100.00	97.90
ปริมาณเถ้า	14.14	11.15	12.07	12.28	9.55	7.05	12.44	14.38
ปริมาณของแข็งระเหย	41.68	49.77	41.41	42.82	50.73	63.28	41.03	33.44
ปริมาณคาร์บอน	23.16	27.65	23.01	23.79	28.18	35.16	22.79	18.58
ปริมาณไนโตรเจนรวม	1.10	0.90	1.32	1.25	0.98	0.28	1.15	1.42

- หมายเหตุ
1. ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ มีหน่วยเป็นร้อยละ โดยน้ำหนักสดของมูลฝอย
 2. รายการอื่นที่ไม่ได้ระบุหน่วย มีหน่วยเป็นร้อยละ โดยน้ำหนักสดของขยะมูลฝอยส่วนที่เผาไหม้ได้

ที่มา : เทศบาลเมืองเพชรบุรี (2540)

2.2 การย่อยสลายของขยะ

Satchell (1974) กล่าวว่า ขยะที่สามารถย่อยสลายได้เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมี 6 ประเภทหลัก ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เซลลูโลส (cellulose) เป็นองค์ประกอบหลักอันดับแรกประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ โดยอยู่ในรูปของไมโครไฟบริล (microfibrils) ซึ่งเกิดจากโพลีเมอร์สายยาวของกลูโคสสามารถย่อยสลายได้โดยเอนไซม์เซลลูเลส

กลุ่มที่ 2 เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เป็นองค์ประกอบหลักอันดับที่สองรองจากเซลลูโลส ซึ่งสามารถย่อยสลายโดยจุลินทรีย์พวกกรา แอคติโนไมซีต (actinomycetes) และแบคทีเรียสำหรับเฮมิเซลลูโลสนั้น สามารถย่อยสลายได้รวดเร็วกว่าเซลลูโลสทั้งภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน

กลุ่มที่ 3 ลิกนิน (lignin) เป็นองค์ประกอบหลักอันดับที่สาม ซึ่งมีความคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์

กลุ่มที่ 4 น้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (water-soluble sugars) กรดอะมิโน (amino acid) และกรดอะลิฟาติก (aliphatic acid)

กลุ่มที่ 5 องค์ประกอบที่สามารถละลายได้ของอีเทอร์และแอลกอฮอล์ (Ether- and alcohol-soluble constituents) รวมทั้งไขมัน น้ำมัน ขี้ผึ้ง เรซิน และ พิกเมนต์ (pigment) จำนวนมาก

กลุ่มที่ 6 โพรตีน

สมศักดิ์ วังใน (2528) กล่าวว่า เมื่อนำขยะลงในดินแล้ว จะมีจุลินทรีย์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเข้าทำการย่อยสลายและเจริญอยู่ ปกติจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินโดยทั่วไป ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

กลุ่มที่ 1 จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้หรือได้รับพลังงานและคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุที่ใส่เข้าไปโดยตรง

กลุ่มที่ 2 จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้อินทรีย์สารที่เกิดขึ้นระหว่างการสลายตัว (intermediate product) ของอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไป

กลุ่มที่ 3 จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้หรือได้รับพลังงานและคาร์บอนจาก protoplasm ของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ 1 และ 2

สำหรับจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายที่สำคัญในป่าชายเลน ได้แก่ แบคทีเรีย และเชื้อรา (สนิท อักษรแก้ว, 2542) ลำดับการเข้าทำการย่อยสลายของจุลินทรีย์นั้น พืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของสารต่างๆ ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเข้าทำการย่อยสลายของจุลินทรีย์จึงมีลำดับที่แตกต่างกัน เช่น

(1) พืชชั้นต่ำ (Lower plant) แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทที่สำคัญในการย่อยสลายเศษซากพืชชั้นต่ำเหล่านี้ ซึ่งลำดับของการเข้าทำการย่อยสลายจะเริ่มต้นด้วย saprophytes จากนั้นตามด้วย saprophyte ที่สามารถย่อยสลายลิกนินได้ และกลุ่มสุดท้าย คือ ราที่ย่อยสลายเซลลูโลส (cellulose-decomposing fungi) (Frankland, 1974)

(2) เศษใบไม้ของพืชดอก จะมีจุลินทรีย์ 3 กลุ่มที่ทำการย่อยสลาย คือ แบคทีเรีย Filamentous fungi และยีสต์ โดยที่เชื้อราและยีสต์จะเข้าทำการย่อยสลายก่อน ยีสต์จะย่อยสลายคิวตินและเพคตินจนทำให้ความสามารถในการยอมให้ผ่านได้ (permeability) ของผิวหนังใบไม้เพิ่มขึ้น สารอาหารต่างๆ ที่สะสมอยู่ในใบไม้ก็จะไหลซึมออกมา และแบคทีเรียก็จะเข้ามาทำการย่อยสลายในเวลาต่อมา (Jensen, 1974)

2.2.1 กระบวนการย่อยสลาย

การย่อยสลาย หรือ Decomposition ใช้ธิบายกระบวนการหลายอย่างร่วมกันที่ทำให้สารอินทรีย์แตกหักแยกออกจากกันเป็นอนุภาคเล็กๆ จนกระทั่งอยู่ในรูปของธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Waring and Schlesinger, 1985)

กระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ มักประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ กระบวนการแตกหักทางกายภาพ กระบวนการสลายตัวที่เกิดจากการกระทำของเอนไซม์ของพวกจุลินทรีย์ และกระบวนการชะล้าง ซึ่งนำไปสู่การสูญหายของมวลอินทรีย์วัตถุ กระบวนการเหล่านี้อาจจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน หรือเกิดต่างเวลากัน

1) กระบวนการแตกหักทางกายภาพ

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ทำให้อินทรีย์วัตถุ (สารอินทรีย์) แตกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย Dickinson (1974) กล่าวว่า กระบวนการย่อยสลายของซากพืชในทะเล จะเริ่มโดยปฏิกิริยาทางเคมีและกระบวนการทางกลศาสตร์ ได้แก่ กระแสน้ำและคลื่น โดยที่กระแสน้ำและคลื่นทำให้เศษใบไม้แตกเป็นชิ้นเล็กๆ ได้โดยแรงกระแทก การสึกกร่อนจากการกระทำของลมและฝน นอกจากนี้ การกระทำของแมลงและสัตว์หน้าดินต่างๆ เช่น ปู แอมฟิพอด ไส้เดือนทะเล กุ้ง และหอย ทำให้มีการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารอินทรีย์ ให้จุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราเข้าย่อยสลายได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และยังทำให้มีการเพิ่มการชะล้างและเพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชันขึ้น

นอกจากนี้ Lodha (1974) กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (micro-organism) สามารถเปลี่ยนใบไม้เป็นอนุภาคขนาดเล็ก (detritus) ได้โดยผ่านทางเดินอาหาร ซึ่งภายในทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ จะมีจุลินทรีย์ช่วยในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต ชนิดต่างๆ คือ

(1) Starch digester ได้แก่ *Streptococcus bovis*, *Bacteroides amylophilus*, *B. ruminicola*, *Succinimonas amylolytica*, *Selenomonas luminantium*

(2) Hemicellulose digester ได้แก่ *Bacteroides ruminicola*, *B. amylogenes*, *Ruminococcus* sp.

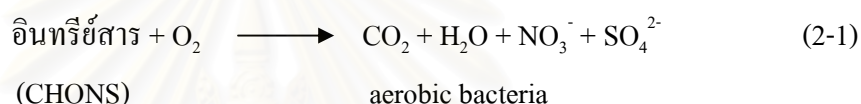
(3) Cellulose digester ได้แก่ *Bacteroides succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*, *R. albus*, *Clostridium lochheadii*, *Cillobacterium cellulosolvens*, *Cellulomonas fimi* ซึ่ง cellulose digester ส่วนใหญ่ เป็นแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) สำหรับผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของแบคทีเรีย เช่น *Bacteroides succinogenes* ผลิตกรดอะซิติก (acetic acid) และกรดซักซินิก (succinic acid) *Ruminococcus flavefaciens* และ *R. albus* ผลิตไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ เอทานอล (ethanol) กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) กรดแลคติก (lactic acid) และกรดซักซินิก (succinic acid) เป็นต้น

2) กระบวนการสลายตัวที่เกิดจากการกระทำของเอนไซม์ของพวกจุลินทรีย์

ในการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยจุลินทรีย์ อินทรีย์สารที่มีขนาดเล็กและสลายตัวได้ง่าย จะถูกย่อยสลายก่อนด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดด้วยกัน ในขณะที่อินทรีย์สารที่มีขนาดใหญ่ และสลายตัวยาก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน โพลีแซกคาไรด์ และอื่นๆ จะถูกย่อยสลายในเวลาต่อมาโดยจุลินทรีย์ที่ค่อนข้างจำเพาะเจาะจง (สมศักดิ์ วังโน, 2528)

ปฏิบัติการในการย่อยสลายอินทรีย์สารนั้น Metcalf and Eddy (1974) อธิบายว่า ปฏิริยาเคมีและชีวเคมีที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของขยะโดยจุลินทรีย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) การย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic decomposition) เป็นการย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้โดยใช้ออกซิเจน ซึ่งจะให้ผลผลิตขั้นสุดท้าย ดังสมการ 2-1



(2) การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition) เป็นการย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนในอากาศ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นก๊าซจะหายไปและส่งกลิ่นเหม็นฟุ้งกระจายไปไกล กระบวนการที่เกิดขึ้นช้ากว่าการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนมาก ประมาณ 2-6 เดือน หรือถึง 1 ปี ปฏิริยาที่เกิดขึ้นจะให้ผลผลิตขั้นสุดท้าย ดังสมการ 2-2

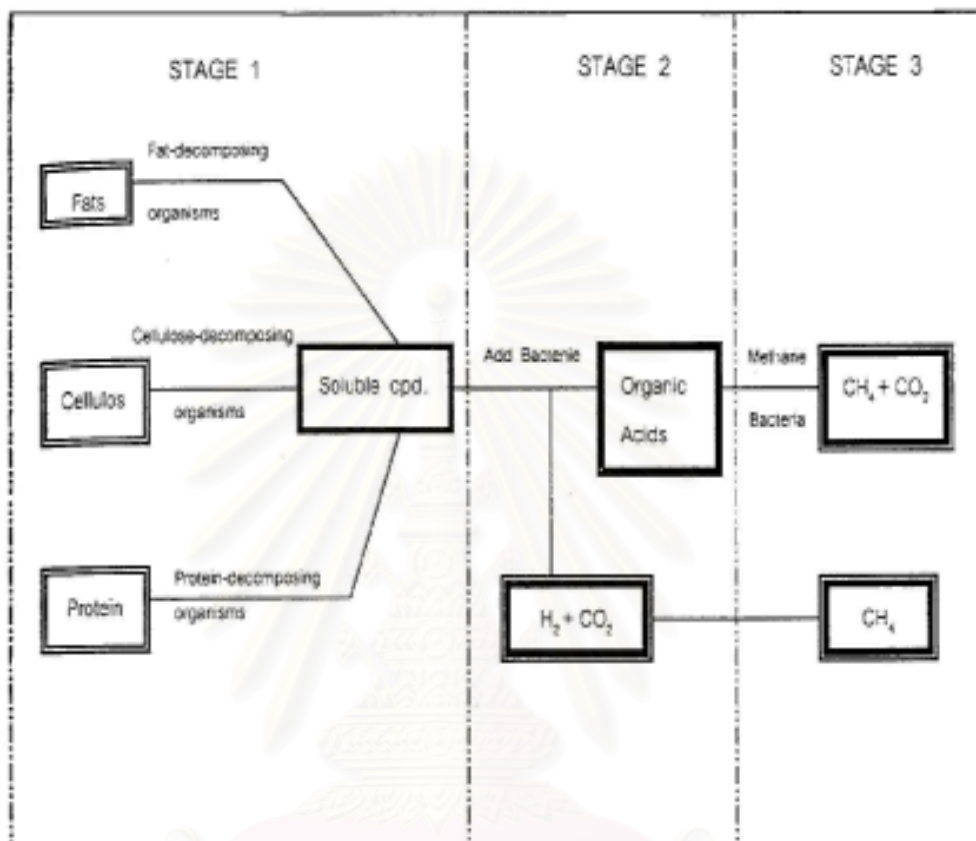


สำหรับปฏิริยาชีวเคมีในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน (Mosey, 1983) ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis)

เป็นปฏิริยาการแตกสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและอาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเศษพืชผักและส่วนประกอบต่างๆ ของพืชแก่ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการย่อยสลายที่มีความสำคัญในกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน เพื่อเปลี่ยนขนาดและรูปร่างโมเลกุลของสาร โดยแบคทีเรียจะขับเอนไซม์ออกมาภายนอกเซลล์ เพื่อให้โมเลกุลใหญ่ๆ เหล่านี้แตกตัวออกมาเป็นโมเลกุลเล็กๆ เอนไซม์ที่แบคทีเรียขับออกมา ได้แก่

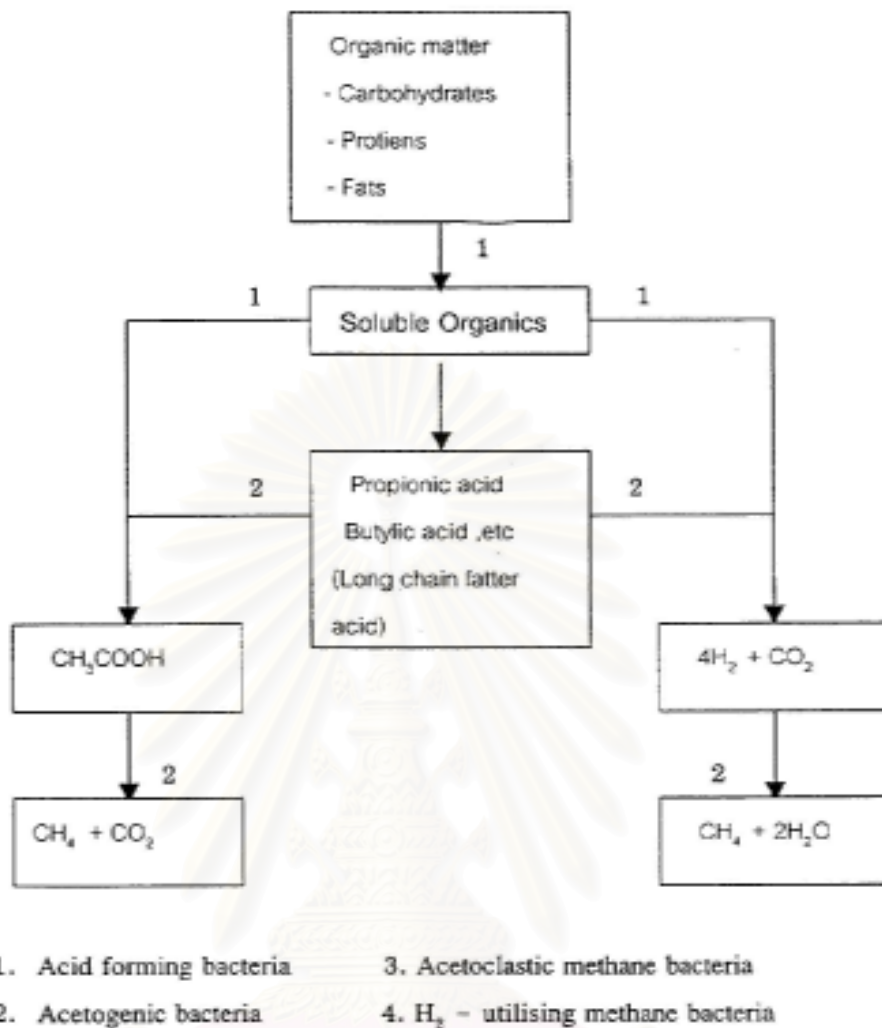
เซลลูโลสไลติก (cellulolytic), ลิโปไลติก (lipolytic), โปรทีโอไลติก (proteolytic) โดยเอนไซม์เซลลูโลสไลติก จะทำให้สารประกอบเชิงซ้อนแตกตัวออกมาเป็นสารประกอบอย่างง่าย ๆ สารละลายและสารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมันสายยาว ดังรูปที่ 2-1 และ 2-2



รูปที่ 2-1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน

ที่มา : National Research Council (1977)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2-2 แผนผังการทำงานของแบคทีเรียในการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน
ที่มา : Mosey (1983)

ขั้นที่ 2 กระบวนการอะซิโดเจเนซิส (acidogenesis)

สารประกอบอินทรีย์อย่างง่ายที่ละลายน้ำได้ จะสร้างขึ้นโดยกระบวนการไฮโดรไลซิส จะถูกแบคทีเรียประเภทที่ดำรงชีพอยู่ได้ทั้งสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจนอิสระ (facultative bacteria) หรือพวกที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ (anaerobic bacteria) ที่เรียกว่า แบคทีเรียพวกสร้างกรด (acid former หรือ non-methanogenic bacteria) ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานโดยกระบวนการหมัก (fermentation) ซึ่งประกอบด้วยกลไกที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่

(1) การย่อยสลายอย่างเข้มข้น (intensive rotting phase) เกิดขึ้นในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก อุณหภูมิของสารหมักจะสูงถึง 45 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยมีโซฟิลิกแบคทีเรีย (mesophilic bacteria) หลังจาก 24 ชั่วโมงแล้ว อุณหภูมิของกองหมักอาจจะสูงขึ้นจนถึง 55-75 องศาเซลเซียสได้ ช่วงนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์

จะเกิดจากเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย (Thermophilic bacteria) อุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะทำให้เชื้อโรคที่อยู่ในมูลฝอยส่วนใหญ่ตายได้ ระยะเวลาของการเกิดกลไกนี้ประมาณ 3-6 สัปดาห์ หรือตั้งแต่ 1-5 วัน ขึ้นอยู่กับวิธีการหมัก และองค์ประกอบของมูลฝอย

(2) การย่อยสลายขั้นสุดท้าย (final rotting phase) เกิดขึ้นหลังจากที่เกิดการย่อยสลายอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นลงแล้ว อุณหภูมิภายในกองหมักจะค่อยๆ ลดลงเหลือประมาณ 30 องศาเซลเซียส สารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงย่อยสลายได้ยาก เช่น เซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) จะถูกย่อยสลายในขั้นนี้ กลไกการย่อยสลายจะดำเนินไปอย่างช้าๆ ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 2 สัปดาห์ถึง 1 ปี (พัชรี หอวิจิตร, 2529)

สำหรับผลของกระบวนการหมัก จะได้กรดโวลาทิลที่มีคาร์บอนไม่เกิน 5 ตัว เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรไพโอนิก (propionic acid) กรดบิวทีริก (butyric acid) กรดวาเลอริก (valeric acid) ดังสมการ 2-3 และ 2-4 ซึ่งชนิดของแบคทีเรียจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอินทรีย์ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และสภาพแวดล้อมของปฏิกิริยาอีกด้วย



กรดโวลาทิลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้ จะถูกแบคทีเรียโฮโมอะซิโตเจนิก (homoacetogenic bacteria) เปลี่ยนให้เป็นอะซิเตต (acetate) ฟอर्मेट (formate) ไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่สำคัญในการสร้างมีเทน (ชนิยา เกาศล, 2540)

ขั้นที่ 3 กระบวนการสร้างมีเทน (methanogenesis)

ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก ที่เกิดขึ้นในขั้นที่สองจะถูกแบคทีเรียกลุ่มที่มีชื่อว่า methanogenic bacteria ได้แก่ genera *Methanobacterium*, *Methanosacina* และ *Methanococcus* ซึ่งมีการเจริญเติบโตช้า ดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนเท่านั้น (obligate anaerobic bacteria) ทำการย่อยสลายกรดอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซมีเทนขั้นตอนนี้ จึงเป็นขั้นตอนจำกัดของการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนและมีสารอาหารบางชนิดที่ใช้เป็นแหล่งอาหารและพลังงานได้ ซึ่งได้แก่ กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) เมทานอล (methanol) เอทานอล (ethanol) และก๊าซไฮโดรเจน (H_2)

Gray และ Biddlestone (1974) กล่าวถึงรูปแบบระหว่างอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ มีโซฟิลิก (mesophilic) เทอร์โมฟิลิก (thermophilic) คุลลิ่งดาวน์ (cooling down) และเมททัวริง (maturing) โดยที่ตอนเริ่มต้นของกระบวนการ ขยะจะมีอุณหภูมิอยู่ที่อุณหภูมิอากาศ และมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย จุลินทรีย์พวก

mesophilic และอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลิตภัณฑ์ในขั้นแรกนี้จะเป็นพวกกรดอินทรีย์อย่างง่าย ซึ่งมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 40 องศาเซลเซียส กิจกรรมของจุลินทรีย์พวก mesophilic จะลดลง แต่การย่อยสลายจะยังคงดำเนินต่อไปโดยจุลินทรีย์พวก thermophilic ความเป็นกรดเป็นด่างจะเพิ่มขึ้น และถ้ามีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปจะมีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา จากนั้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึง 60 องศาเซลเซียส เชื้อรา (fungi) พวก thermophilic จะตายลง และปฏิกิริยาจะดำเนินต่อไปโดย spore-forming bacteria และพวก actinomycetes

นอกจากนี้ กรมอนามัย (2530) ได้กล่าวถึง ขยะที่ถูกฝังดินแล้ว หลังจาก 96 ชั่วโมง จะเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่ความลึก 3 ฟุต วัดอุณหภูมิได้ 130 องศาฟาเรนไฮต์ และอุณหภูมิจะคงที่เป็นเวลา 60 วัน หลังจากนั้นประมาณ 10-12 เดือน อุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง ถ้ามีขยะแห้งมากหรือมีขยะเปียกจำพวกเน่าเปื่อยเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่าจะทำให้การย่อยสลายเป็นไปได้ช้าและการย่อยสลายจะสิ้นสุดลงประมาณ 12 เดือน แต่ก็มีขยะแห้งบางชนิด เช่น กระดาษ เปลือกส้ม ใบไม้และอื่นๆ ที่ไม่ถูกย่อยสลายหลังจากถูกฝังดินนานถึง 10 ปี

สำหรับในป่าชายเลน เมื่อดินถูกน้ำท่วม อัตราการแพร่ของออกซิเจนภายในดินจะลดลง ขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำที่ท่วมและระยะเวลาที่น้ำท่วม ดังนั้น เมื่อดินขาดออกซิเจนแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจะลดจำนวนลง และแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเพิ่มจำนวนขึ้น ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะใช้ตัวรับอิเล็กตรอนอื่นๆ เช่น ไนเตรท (NO_3^-) Fe (III) และ Mn (VI) เป็นต้นในการหายใจ (Boto, 1984)

3) กระบวนการชะล้าง

กระบวนการชะล้างเป็นกระบวนการทางกายภาพ โดยน้ำจะละลายอินทรีย์สารให้สูญเสียออกจากระบบ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นส่วนที่มีผลทำให้มีธาตุอาหารหมุนเวียนเข้าสู่ระบบนิเวศป่าชายเลน

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลาย

ในการย่อยสลายของสารอินทรีย์ มีปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัยด้วยกันที่มีผลต่อการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ดังนี้

1) น้ำและกระแส

น้ำ กระแส ความถี่ในการท่วมของน้ำ ประเภทของน้ำ ตลอดจนสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ซึ่งจากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.2.1. ว่า กระแสน้ำมีผลทำให้สารอินทรีย์แตกเป็นชิ้นเล็กๆ ได้โดยแรงกระแทก ส่วนความถี่ในการท่วมของน้ำนั้น พื้นที่ที่มีความถี่ในการท่วมของน้ำมาก จะมีอัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์สูงกว่าพื้นที่ที่มีความถี่ในการท่วมของน้ำน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dick และ Osunkoya (2000)

ซึ่งพบว่า การย่อยสลายของ *A. marina* Forsk. ภายในป่าชายเลนที่มีความถี่ของน้ำขึ้นน้ำลง 1-2 ครั้งต่อวัน มีอัตราการย่อยสลายของเศษใบไม้สูงกว่าในพื้นที่ที่มีความถี่ 2 ครั้งต่อปี

2) ความชื้น

เมื่อสารอินทรีย์เปียก ทำให้ความแข็งแรงของโครงสร้างของสารอินทรีย์ลดลง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ทำให้การย่อยสลายของสารอินทรีย์ดีขึ้น (Gray and Biddlestone, 1974) นอกจากนี้ ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการกำหนดการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวของสารอินทรีย์ เนื่องจากความชื้นเป็นตัวกลางในการส่งผ่านอาหาร และก๊าซออกซิเจนไปยังจุลินทรีย์ และยังเป็นตัวกลางในการส่งผ่านเอนไซม์เข้าย่อยสลายสารอินทรีย์อีกด้วย (พรรณชลิศา วชิรรัตนวงศ์, 2543) แต่ในดินที่มีความชื้นมากๆ การย่อยสลายมักเกิดขึ้นได้ไม่ดี เพราะถ้าดินมีความชื้นสูงๆ ปริมาณออกซิเจนย่อมน้อยลงด้วย ซึ่งโดยปกติการย่อยสลายของสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อดินมีความชื้นอยู่ระหว่าง 60-80 ของ Water holding capacity ของดิน (สมศักดิ์ วังโน, 2528)

3) สัตว์หน้าดินและจุลินทรีย์

จากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.2.1. ว่า สัตว์หน้าดินและจุลินทรีย์มีบทบาทที่สำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้น ความแตกต่างของอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์จึงเป็นผลมาจากจำนวนและชนิดของสัตว์หน้าดินและจุลินทรีย์ Nakasone and Agena (1984) ได้ทำการศึกษาบทบาทของปูต่อการย่อยสลายของเศษใบไม้ พบว่า ปูแสมบางชนิดสามารถเปลี่ยนใบไม้เป็นอนุภาคเล็กๆ ได้โดยผ่านทางเดินอาหาร

4) ชนิดและปริมาณของสารอินทรีย์

สารอินทรีย์แต่ละชนิดนั้น มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ทำให้อัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์แตกต่างกันด้วย โดยทั่วไปแล้ว การย่อยสลายพืชที่มีท่อลำเลียง (vascular plant) จะช้ากว่าพืชพวกที่ไม่มีท่อลำเลียง (non-vascular plant) เนื่องจากพืชที่มีท่อลำเลียงจะมีสารต้านทานการย่อยสลาย เช่น lignocellulose นอกจากนี้ Bertoldi et al. (1983) กล่าวว่า ขนาดและรูปร่างของสารอินทรีย์ มีผลต่ออัตราการย่อยสลาย คือ วัสดุที่มีขนาดเล็ก มีส่วนช่วยในการเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสของจุลินทรีย์ ถ้าสารอินทรีย์มีพื้นที่ผิวมาก จะทำให้จุลินทรีย์และเอนไซม์เข้ายึดเกาะและเกิดการย่อยสลายได้เร็วขึ้น

ปริมาณสารอินทรีย์จากภายนอก เช่น เศษพืช ซากสัตว์ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในดิน ซึ่งการเพิ่มสารอินทรีย์ลงไปในดิน ทำให้สารอินทรีย์ในดินมีการสลายตัวเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมหรือปริมาณของจุลินทรีย์ในดิน อันเนื่องมาจากสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น (สมศักดิ์ วังโน, 2528)

5) การระบายอากาศ

การระบายอากาศ มีผลต่อปริมาณออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศมีความจำเป็นต่อจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการย่อยสลาย ถ้ามีออกซิเจนที่เพียงพอ การสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ถ้ามีออกซิเจนจำกัด เช่น ดินที่มีน้ำขัง เป็นผลให้การแพร่ของก๊าซออกซิเจนลดลง อัตราการย่อยสลายจึงช้าลงและเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ โดยที่คาร์บอนบางส่วนจะเปลี่ยนแปลงเป็นสารอินทรีย์คาร์บอนที่มีขนาดเล็กกลง และบางส่วนเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (สมศักดิ์ วังใน, 2528)

6) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง มีผลต่อการควบคุมความเร็วของการย่อยสลาย สมศักดิ์ วังใน (2528) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ หมายถึง การเปลี่ยนชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่จะเข้าย่อยสลายสารอินทรีย์

โดยทั่วไป การย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้ามากเมื่ออุณหภูมิต่ำ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การย่อยสลายจะเร็วขึ้น ทำให้สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการย่อยสลาย ในฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิสูง การย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นไป得快เร็วและสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะได้ลึกจากผิวสัมผัสกับอากาศถึง 20 เซนติเมตร (JICA, 1981) แต่อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ลดลง อุณหภูมิสูงสุดไม่ควรเกิน 70 องศาเซลเซียส และไม่ควรเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานานเกินไป เนื่องจากจะทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลาย (Poincelot, 1975) มีเพียงจุลินทรีย์บางสายพันธุ์ เช่น เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย ซึ่งจะทำการย่อยสลายที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส (Finstein et al., 1975)

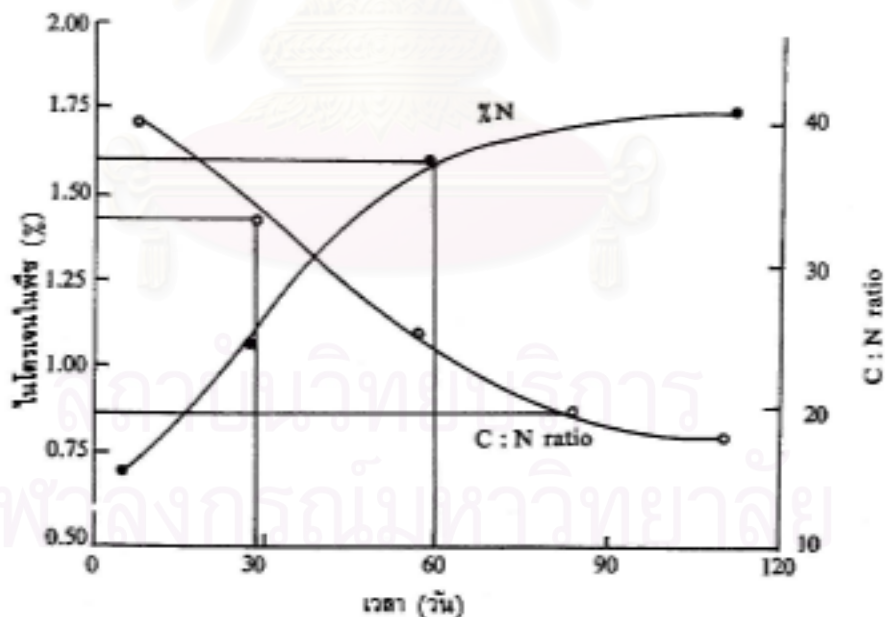
7) ความเป็นกรด-ด่าง

สมศักดิ์ วังใน (2528) กล่าวว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ต้องการความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการความเป็นกรด-ด่างในช่วงที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตาม ความเป็นกรด-ด่างในช่วงที่เป็นกลาง จะทำให้การย่อยสลายของสารอินทรีย์เกิดขึ้นได้ดีที่สุด ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในดินชอบเจริญในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างช่วงนี้ สำหรับความเป็นกรด-ด่างของสารอินทรีย์ที่เหมาะสม Bertoldi et al. (1983) รายงานว่า อยู่ในช่วง 5.5-8.0 เนื่องจากแบคทีเรียชอบความเป็นกรด-ด่างช่วงที่เป็นกลาง ส่วนเชื้อราสามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพค่อนข้างเป็นกรดได้ แต่โดยปกติแล้ว ความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นในการย่อยสลายมักจะเป็นกรดเล็กน้อย คืออยู่ในช่วงประมาณ 6.0 นอกจากนี้ ในช่วงแรกของการย่อยสลาย จะทำให้ความเป็นกรด-ด่างลดลง โดยกิจกรรมของแอซิด ฟอर्मมิงแบคทีเรีย (acid-forming bacteria) ซึ่งจะย่อยสลายสารประกอบคาร์บอนทำให้เกิดกรดอินทรีย์ มีผลให้ความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างเป็นกรดประมาณ 4.5-5.0 แต่เมื่อ

อุณหภูมิสูงขึ้นในระหว่างการย่อยสลาย จะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น และค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย คือประมาณ 7.5-8.5 แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นมากๆ จะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซแอมโมเนีย

8) ปริมาณธาตุอาหาร

ในบรรดาธาตุอาหารต่างๆ ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์นั้น ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากที่สุดสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยองค์ประกอบของไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุม และกำหนดอัตราการย่อยสลาย การเจริญเติบโตตลอดจนการผลิตเอนไซม์ของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่ควบคุมการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดิน โดยพบว่า สารอินทรีย์ที่มี C/N ratio แปรๆ จะมีอัตราการย่อยสลายสูงและอัตราการย่อยสลายที่ต่ำ จะเกิดขึ้นกับสารอินทรีย์ที่มี C/N ratio กว้างๆ ในขณะที่สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายนั้น จะสังเกตเห็นได้ว่า C/N ratio จะลดลงเรื่อยๆ จนถึงประมาณ 10:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกับอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนในอินทรีย์วัตถุในดิน (ฮิวมัส) การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนและ C/N ratio ในพืชขณะที่เกิดการสลายตัวโดยจุลินทรีย์ เป็นดังรูปที่ 2-3 (สมศักดิ์ วังโน, 2528)



รูปที่ 2-3 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนและ C:N ratio ในพืชขณะที่เกิดการสลายตัวโดยจุลินทรีย์
ที่มา : สมศักดิ์ วังโน (2528)

2.3 ต้นแสมทะเล

แสมเดิมอยู่ในวงศ์ Verbenaceae แต่ในปัจจุบันจัดอยู่ในวงศ์ Avicenniaceae ที่มีหลาย species (Tomlinson, 1986) ในประเทศไทยที่พบมากมีอยู่ 3 species คือ แสมทะเล แสมขาว และแสมดำ (สนธิ อักษรแก้วและคณะ, 2535)

แสมทะเล หรือ *Avicennia marina* เป็นไม้ขนาดเล็ก สูงประมาณ 5-8 เมตร มีลักษณะเป็นพุ่ม ส่วนใหญ่จะพบว่ามีสองลำต้นหรือมากกว่า เรือนยอดโปร่ง ลำต้นมีสีเทาอมขาวเล็กน้อย ผิวเปลือกเรียบเป็นมัน เมื่อลำต้นแก่เปลือกจะหลุดออกเป็นเกล็ดต่างๆ และผิวของเปลือกใหม่จะมีสีขาว (สนธิ อักษรแก้วและคณะ, 2539) ลักษณะของใบ ดอก และผล เป็นดังนี้

ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามกัน แผ่นใบเป็นรูปรี หรือรูปหอกแกมรูปไข่ ซึ่งมีขนาด $1.5-4 \times 3-12$ เซนติเมตร ปลายใบมนถึงแหลมเล็กน้อย ฐานใบรูปลิ้น ขอบใบเรียบมีขนเข้าหากันทางด้านท้องใบ มีลักษณะคล้ายหลอดกลม ใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านท้องใบขาวอมเทาหรือขาวมีขน ก้านใบยาว 0.4-1.4 เซนติเมตร

ดอก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง หรือง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง เป็นช่อเชิงลด ก้านช่อดอกยาว 1-5 เซนติเมตร แต่ละช่อมี 8-14 ดอก ช่อดอกย่อยเป็นช่อกระจุก ก้านดอกยาว 0.5-1.5 เซนติเมตร ดอกย่อยไม่มีก้าน ดอกมีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 5 กลีบ ติดคงทน กลีบดอก 4 กลีบ โคนกลีบติดกัน สีส้มอมเหลืองถึงเหลือง เกสรเพศผู้ 4 อัน ออกดอกประมาณเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน

ผล รูปไข่กว้าง เบี้ยว ถึงเกือบกลม แบนด้านข้าง ขนาด $1.5-2 \times 1.5-2.5$ เซนติเมตร เปลือกอ่อนนุ่ม สีเขียวอมเหลือง มีขนนุ่ม ปลายผลไม่มีจะงอย ผลแก่เปลือกจะแตกด้านข้างตามยาว ผลและม้วนเป็นหลอดกลม แต่ละผลมี 1 เมล็ด (วิโรจน์ ชีรชนาธรและคณะ, 2545)

สำหรับรากของแสมทะเลนั้น เป็นระบบรากหายใจ (pneumatophore) ซึ่งเจริญจาก cable root หรือ horizontal root ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมได้นาน รากหายใจจะตั้งขึ้นมาเหนือผิวดินในแนวตั้งฉากรอบๆ ลำต้น และพบว่ารากหายใจของแสมจะแตกออกไปด้านข้างของ horizontal root ซึ่งฝังอยู่ในดินเลน โดยแตกห่างออกไปจากโคนของลำต้นในระยะไกล และไหลปลายเรียวแหลมขึ้นมาเหนือพื้นดินเป็นระยะเท่าๆ กัน ในไม้แสมรากมักจะมี ความสูงจำกัด โดยทั่วไปมักน้อยกว่า 30 เซนติเมตร (เทียมใจ คมกฤต, 2536)

การขยายพันธุ์ จะขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด สำหรับการปลูกในพื้นที่โดยตรงมักนิยมใช้กล้าไม้ซึ่งเพาะในเรือนเพาะชำโดยนำเมล็ดมาเพาะชำลงในถุงเพาะก่อน เมื่อได้กล้าตามขนาดที่ต้องการ คือ ต้นกล้ามีใบอ่อน 1 คู่หรือ 2 คู่ แล้วจึงนำไปปลูกในพื้นที่ต่อไปจึงจะได้ผลดี เนื่องจากเมล็ดของแสมทะเลมีขนาดเล็ก จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปปลูกในพื้นที่โดยตรง (สนธิ อักษรแก้วและคณะ, 2539)

แสมทะเลเป็นไม้เบิกนำ ที่ขึ้นได้ดีในพื้นที่ดินเลนอ่อนที่อยู่ติดกับทะเล และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่เป็นดินเลนที่มีการทับถมของตะกอนมาเป็นเวลานาน รวมทั้งพื้นที่ที่มีการทับถมของตะกอนจากการทำนาเกลือและฟาร์มกุ้งอีกด้วย (สนิท อักษรแก้วและคณะ, 2539)

พิชิต แก้ววงศ์ศรีและนพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2540) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมที่ใช้เป็นไม้เบิกนำบนหาดเลนงอกใหม่ของอ่าวปัตตานี พบว่า แสมทะเลเป็นพืชที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นไม้เบิกนำบนหาดเลนงอกใหม่ เนื่องจากแสมทะเลเป็นพืชที่มีความทนทาน และปรับตัวเข้ากับพื้นที่ดินเลนงอกใหม่ปากอ่าวปัตตานีมากที่สุด มีอัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าแสมชนิดอื่นๆ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับหัวข้อนี้ จะกล่าวถึง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของสารอินทรีย์ การปลดปล่อยธาตุอาหารและปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายในป่าชายเลน ดังนี้

Dick and Osunkoya (2000) ได้ทำตรวจวัดการย่อยสลายบนผิวดินของ *Avicennia marina* Forsk โดยใช้ litterbag ภายในพื้นที่ป่าชายเลนที่มีความถึของน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกัน พบว่า การย่อยสลายของ *A. marina* Forsk ภายในป่าชายเลนที่มีความถึของน้ำขึ้นน้ำลง 1-2 ครั้งต่อวัน มีอัตราการย่อยสลายของเศษใบไม้สูงกว่าในพื้นที่ที่มีความถึ 2 ครั้งต่อปี นอกจากนี้ ความแตกต่างกันของพื้นที่ ยังส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายและความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำผิวดิน

Ashton et al. (1999) ศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของเศษใบไม้จำนวน 4 ชนิดในป่าชายเลนที่ถูกตัดทำลายและป่าชายเลนอนุรักษ์ของ Peninsular ประเทศมาเลเซีย พบว่า เศษใบไม้ทั้ง 4 ชนิดในพื้นที่ป่าชายเลนอนุรักษ์ย่อยสลายได้เร็วกว่าในพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกตัดทำลายและเศษใบไม้แต่ละชนิดมีอัตราการสลายตัวที่แตกต่างกัน โดย *Sonneratia alba* ย่อยสลายได้เร็วที่สุดในทั้ง 2 พื้นที่

Tam et al. (1998) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตและการย่อยสลายของ *Aegiceras corniculatum* (L.) และ *Kandelia candel* (L.) Blanco ในพื้นที่ป่าชายเลนที่ได้รับน้ำเสีย พบว่า ผลผลิตและอัตราการย่อยสลายของพืชในพื้นที่ที่ได้รับและไม่ได้รับน้ำเสีย พบว่า ผลผลิตและอัตราการย่อยสลายของพืชในทั้ง 2 พื้นที่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และ *Kandelia candel* (L.) Blanco ย่อยสลายและปลดปล่อยอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจน และฟอสฟอรัสได้รวดเร็วกว่า *Aegiceras corniculatum* (L.) โดยมีค่าคงที่การสลายตัวเป็น 0.052 และ 0.015 ต่อวันตามลำดับ

Xie et al. (2004) ได้ทำการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับการย่อยสลายพันธุ์ไม้ 3 ชนิด ได้แก่ *Eichhornia crassipes*, *Vallisneria natans* และ *Potamogeton maackianus* พบว่า ลำดับของการย่อยสลายจากเร็วไปหาช้า คือ *E. crassipes*, *V. natans* และ *P. maackianus* และปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในน้ำไม่มีผลกระทบต่ออัตราการย่อยสลายของ *V. natans* และ *P. maackianus* นอกจากนี้ ยังพบว่า ผลกระทบของฟอสฟอรัสที่

เป็นประโยชน์ต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของพืชทั้ง 3 ชนิดมีนัยสำคัญ ยกเว้นผลกระทบกับปริมาณไนโตรเจนใน *V. natans* จึงสามารถสรุปได้ว่า การตอบสนองของการย่อยสลายต่อปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและชนิดของธาตุอาหาร และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีผลกระทบกับสมดุลของธาตุอาหารของเศษซากพืชมากกว่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์

Holmboe et al. (2001) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเติมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนในดินตะกอนป่าชายเลน 2 แห่ง คือ ป่าชายเลนเขตร้อน (Bangrong ประเทศไทย) และป่าชายเลนเขตอบอุ่น (Wadden sea) พบว่า การเติมธาตุอาหารของการศึกษานี้ไม่มีผลกระทบกับการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนของดินตะกอน

Bosire et al. (2005) ได้ทำการศึกษาการสลายตัวของเศษซากใบไม้และสมดุลของคาร์บอนและไนโตรเจนในป่าชายเลนปลูกใหม่ที่ประเทศเคนย่า โดยใช้ใบของ *Sonneratia alba* และ *Rhizophora mucronata* พบว่า พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมมีอัตราการย่อยสลายต่ำที่สุดในพืชทั้ง 2 ชนิด สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่ป่าชายเลนปลูกใหม่ มีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนน้ำหนักดินพวกแอมฟิพอดและมีค่า C/N ratio ที่ต่ำกว่าพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยนี้อาจเป็นผลในการส่งเสริมการย่อยสลายของเศษซากใบไม้

Cortez (1998) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการย่อยสลายของเศษซากใบไม้ 4 ชนิด คือ *Quercus petraea* L., *Quercus ilex* L., *Castanea sativa* และ *Fagus sylvatica* L. โดยศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับอัตราการย่อยสลายกับความชื้นในดิน อุณหภูมิของดินและกิจกรรมของไส้เดือนดิน พบว่า หลังจากระยะเวลา 2 ปี *F. sylvatica* ย่อยสลายได้ช้าที่สุด และในระหว่างปีแรกที่ทำการศึกษาจากวันที่ 314 ถึงวันที่ 376 อัตราการย่อยสลายขึ้นอยู่กับชนิดของเศษซากใบไม้โดยไม่มีผลกระทบจากไส้เดือนดินมาเกี่ยวข้อง แต่หลังจากระยะเวลา 1 ปี กิจกรรมของไส้เดือนดินจึงเข้ามามีบทบาทในการย่อยสลายของเศษซากใบไม้ สำหรับในพื้นที่ที่มีจำนวนไส้เดือนดินน้อยนั้น พบว่า อิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ความชื้นและอุณหภูมิในดินจะมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายเศษซากใบไม้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

3.1.1 การแบ่งพื้นที่ศึกษาและแปลงทดลอง

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ป่าชายเลนภายในพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งตั้งอยู่ที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษา 3 พื้นที่ ซึ่งมีตำแหน่งที่ตั้งดังรูปที่ 3-1 และมีรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา ดังนี้

1) พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ (พื้นที่ A) เป็นพื้นที่ป่าแสมที่มีอายุประมาณ 5 ปี ซึ่งมีน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลผ่าน มีลักษณะเป็นพื้นที่ต่ำ มีระยะห่างจากชายฝั่งประมาณ 1-1.2 กิโลเมตร และมีความหนาแน่นของต้นแสมทะเลต่ำ จึงทำให้พื้นที่นี้ค่อนข้างโล่ง ส่งผลให้แสงแดดสามารถส่องผ่านลงมาได้มาก ดังรูปที่ ก-1

2) พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B) เป็นพื้นที่ป่าแสมที่มีอายุมากกว่า 20 ปี ซึ่งมีน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลผ่าน มีต้นแสมทะเลปกคลุมค่อนข้างหนาแน่น ดังรูปที่ ก-2 และมีระยะห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.95 กิโลเมตร

3) พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.) เป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่มีอายุมากกว่า 20 ปี พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่เป็นต้นแสมทะเล ดังรูปที่ ก-3 มีลักษณะเป็นพื้นที่ค่อนข้างสูง ด้านข้างเป็นคลองระบายน้ำที่ขุดขึ้น และมีระยะห่างจากชายฝั่งประมาณ 0.45 กิโลเมตร

การแบ่งแปลงทดลองในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ (พื้นที่ A) และป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B) จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนมีขนาด 7×7 ตารางเมตร โดยใช้เชือกไนลอนล้อมรอบแปลงทดลอง ซึ่งแต่ละแปลงทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

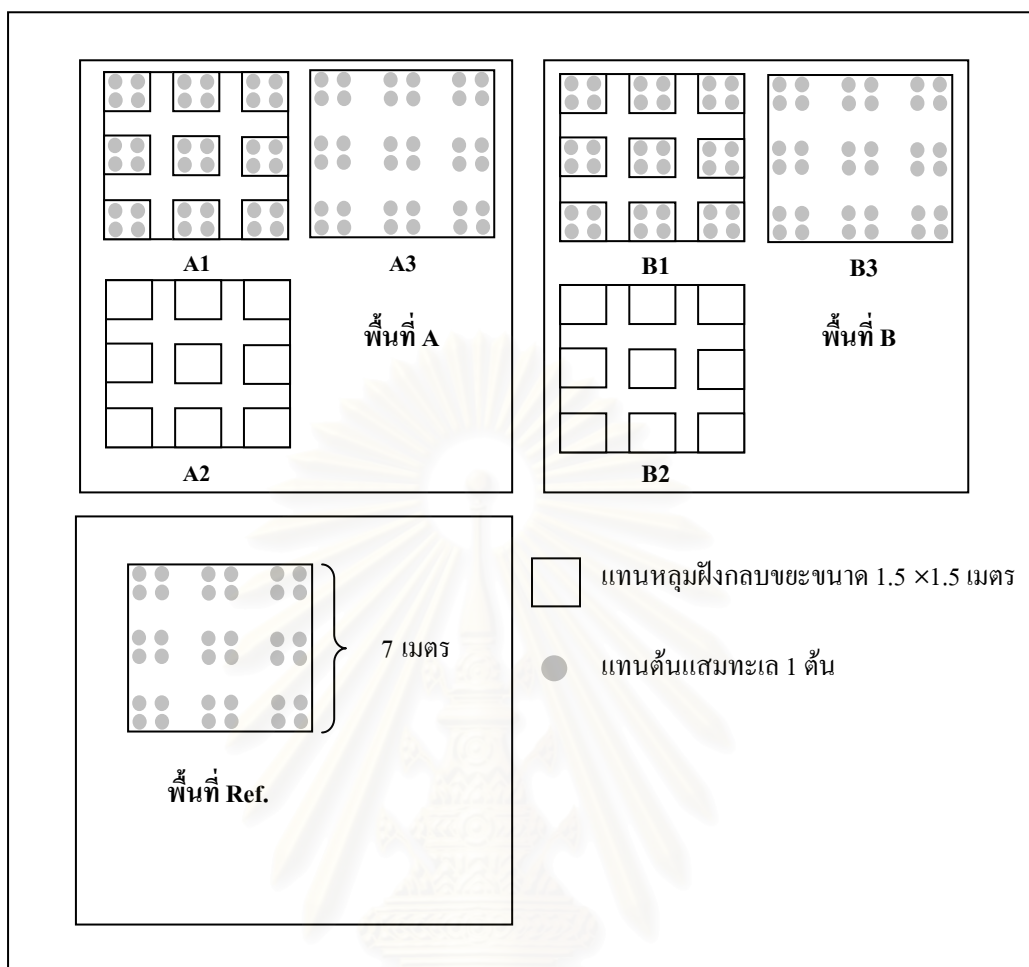
- 1) พื้นที่ A1 และ B1 เป็นพื้นที่ฝังกลบขยะสดร่วมกับการปลูกต้นแสมทะเล
- 2) พื้นที่ A2 และ B2 เป็นพื้นที่ฝังกลบขยะสด
- 3) พื้นที่ A3 และ B3 เป็นพื้นที่ควบคุมร่วมกับการปลูกต้นแสมทะเล

สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.) จะใช้เชือกไนลอนล้อมรอบพื้นที่ 7×7 ตารางเมตร และทำการปลูกต้นแสมทะเล ซึ่งการแบ่งแปลงทดลอง แสดงในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-1 ตำแหน่งของแปลงทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3-2 การแบ่งพื้นที่ ตำแหน่งการฝังกลบขยะและปลูกต้นแสมทะเลในพื้นที่ศึกษา

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายขยะสด

1) การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายขยะสดเบื้องต้น

คัดแยกขยะประเภทผักและผลไม้จากขยะชุมชน ซึ่งตัวอย่างขยะที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ พริก ถั่วฝักยาว ฝักนึ่ง ฝักกาดเขียว มะละกอ เป็นต้น จากนั้นนำไปฝังในพื้นที่ป่าชายเลน A, B และ Ref. ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 45 วัน และตรวจวัดการย่อยสลายโดยวิธีการดังนี้

(1) ตรวจวัดจากการชั่งน้ำหนัก โดยนำขยะที่ผ่านการคัดแยกแล้วมาสับให้มีขนาดประมาณ 5 เซนติเมตร จากนั้นสุ่มตัวอย่างของขยะออกมา ชั่งน้ำหนักสดของขยะ 0.8 กิโลกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตามวิธีการของ Tam et al. (1998) เพื่อนำน้ำหนักแห้งเริ่มต้น จากนั้นสุ่มตัวอย่างของขยะมาใส่ตะกร้าที่มีรูขนาด 1.0×0.7 เซนติเมตร และ

นำไปฝังกลบในพื้นที่ A, B และ Ref. ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 45 วัน จากนั้นนำขยะร้อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เพื่อเก็บขยะส่วนที่ผ่านการย่อยสลาย แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการหาน้ำหนักแห้งเริ่มต้น

(2) ตรวจวัดขนาดของขยะสด โดยคัดเลือกวัสดุทดลองจากขยะที่เก็บรวบรวมมาได้ นำมาวัดขนาดก่อนการฝังกลบและหลังทำการฝังกลบ 45 วัน

(3) ตรวจวัดอุณหภูมิของขยะเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของดินตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง (45 วัน) โดยใช้ Microlog ดังรูปที่ ก-4 โดยทำการติดตั้ง Microlog และทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิต่อเนื่อง ดังรูป ก-5 ซึ่งหัววัดอุณหภูมิ ที่ตรวจวัดอุณหภูมิของขยะจะวางอยู่ในแนวนอนภายในชั้นของขยะที่ระดับความลึก 45 เซนติเมตร สำหรับหัววัดอุณหภูมิที่ตรวจวัดอุณหภูมิของดิน จะวางอยู่ในแนวนอนที่ระดับความลึก 45 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน

ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาส่วนนี้ จะนำมากำหนดระยะเวลาในการศึกษาอัตราการย่อยสลายของขยะตามช่วงเวลา เพื่อหาค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่

2) การศึกษาอัตราการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้น โดยจะมีตะกร้าทดลองจำนวน 4 ตะกร้าต่อ 1 พื้นที่ และทำการเก็บตัวอย่างขยะที่ผ่านการย่อยสลายจำนวน 1 ตะกร้า ที่ระยะเวลา 3, 10, 16 และ 45 วันของแต่ละพื้นที่ แล้วตรวจวัดการย่อยสลายจากวิธีการชั่งน้ำหนักและการวัดขนาดของขยะสด สำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิจะทำการตรวจวัดตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณค่าคงที่การสลายตัวของขยะสด โดยใช้ A negative single exponential model (Jenny et al., 1949 cited in Dickinson, 1974)

$$W_t = W_0 e^{-kt}$$

โดยที่ W_t คือ เฟอร์เซนต์มวลแห้งที่เวลา t W_0 คือ เฟอร์เซนต์มวลแห้งเริ่มต้น

k คือ ค่าคงที่การสลายตัวต่อวัน t คือ ระยะเวลา (วัน)

3.2.2 การศึกษาผลกระทบจากการฝังกลบขยะสด

(1) ผลกระทบต่อคุณภาพดินตะกอนและน้ำ

(1) ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนและน้ำ ก่อนทำการฝังกลบขยะสดในแปลงทดลอง A1, A2, A3, B1, B2, B3 และ Ref. จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพดินตะกอนและน้ำตามพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3-1 และ 3-2

(2) ฝังกลบขยะสดลงในแปลงทดลอง A1, A2, B1 และ B2 โดยแต่ละแปลงทดลอง จะทำการฝังกลบขยะจำนวน 9 หลุม แต่ละหลุมมีขนาด 1.5×1.5 ตารางเมตร ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ซึ่งตำแหน่งของหลุมฝังกลบขยะ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3-2 จากนั้นใส่ขยะสด 150

กิโลกรัมลงไปในกลุ่มที่ขุดไว้ ซึ่งจากตารางที่ 2-1 ความหนาแน่นของขยะจากตลาดมีค่าเป็น 228.35 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และกลบดินหนาประมาณ 20 เซนติเมตร คิดเป็น 58.4 เปอร์เซ็นต์ของ ปริมาตรหลุมฝังกลบขยะ แล้วบดอัดให้แน่นด้วยแรงงานคน 4 คน

(3) วิเคราะห์คุณภาพน้ำและดินตะกอนหลังทำการฝังกลบขยะสดในแปลงทดลอง A1, A2, A3, B1, B2, B3 และ Ref.

2) การเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล

(1) นำต้นแสมทะเลอายุ 75 วัน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยเป็น 27.50 เซนติเมตร และมี เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของลำต้นเป็น 0.34 เซนติเมตร มาตรวจวัดความสูงจากโคนต้นจนถึงยอดของ ต้นแสมทะเลและเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ โคนต้นแสมทะเลก่อนนำลงไปปลูกในแปลงทดลองด้วย วิธีการดังตารางที่ 3-3

(2) นำต้นแสมทะเลไปปลูกในพื้นที่ A1, A3, B1, B3 และ Ref. โดยแต่ละแปลง ทดลองจะปลูกต้นแสมทะเล จำนวน 36 ต้น โดยมีระยะห่างระหว่างต้นแสมทะเลเป็น 1 เมตร และมี ระยะห่างจากขอบหลุมฝังกลบขยะ 0.5 เมตร ซึ่งตำแหน่งของต้นแสมทะเลแสดงดังรูปที่ 3-2

(3) นับจำนวนต้นไม้ที่รอดชีวิต และตรวจวัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและ เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นแสมทะเลด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการตรวจวัดก่อนนำไปปลูกในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ ในช่วงระยะเวลา 3 ครั้งแรกที่ทำการตรวจนับจำนวนต้นไม้แล้ว หากพบว่า มีต้นกล้าตาย จะทำการปลูกซ่อมต้นกล้าลงในจุดที่ต้นกล้าตายลง โดยทำการวัดความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของ ต้นกล้าก่อนปลูกซ่อมลงในพื้นที่

3) ความถี่และวิธีการเก็บตัวอย่าง

(1) การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ จะทำการเก็บตัวอย่างในขณะที่น้ำขึ้นสูงสุดและเก็บ ตัวอย่างเป็นแบบสุ่ม 1 ตัวอย่างต่อ 1 แปลงทดลอง โดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำเป็นโพลีเอทิลีน จุ่มลงไปเก็บตัวอย่างใต้ผิวน้ำ ซึ่งความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเป็น 3 เดือนต่อครั้ง

(2) การเก็บตัวอย่างคุณภาพดินตะกอน จะทำการเก็บตัวอย่างแบบผสม 1 ตัวอย่าง ต่อแปลงทดลองในขณะที่น้ำลดต่ำสุด และจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน 3 ส่วนจากตารางขนาด 64 ส่วนแล้วใช้ช้อนตักดินเก็บดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยมีความถี่ของการเก็บตัวอย่างดิน เดือนละ 1 ครั้ง

(3) การตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล จะทำการนับจำนวนต้นไม้ที่รอด ชีวิต วัดความสูงจากโคนต้นจนถึงยอดของต้นแสมทะเลและเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ โคนต้นแสม ทะเล และเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของต้นแสมทะเล โดยมีความถี่ในการตรวจวัดเป็น 2 เดือน ต่อครั้ง

ตารางที่ 3-1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ดินตะกอน

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์คุณภาพดินตะกอน
1. อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
2. พีเอช (pH)	1:5 soil : water extract, pH meter
3. การนำไฟฟ้า (conductivity)	1:5 soil : water extract, glass electrode
4. ปริมาณขนาดอนุภาคดิน (%sand, %silt, %clay)	Hydrometer
5. เนื้อดิน (Texture)	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของขนาดอนุภาคดินกับตารางสามเหลี่ยมเนื้อดิน ดังรูป ข-1
6. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)	Kjeldahl Method (Tan, 1996)
7. ไนเตรท (nitrate-nitrogen)	Titration Method (ทักษิณี อัดตะนันท์, 2542)
8. แอมโมเนีย (ammonia-nitrogen)	Titration Method (ทักษิณี อัดตะนันท์, 2542)
9. โปแตสเซียมทั้งหมด (total potassium)	AAS (AWWA, 1992)
10. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)	Colorimetric Method

ตารางที่ 3-2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์น้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
1. อุณหภูมิ	ตรวจวัดภาคสนาม โดย YSI Instrument Model 30
2. พีเอช (pH)	ตรวจวัดภาคสนาม โดย pH meter
3. การนำไฟฟ้า (conductivity)	ตรวจวัดภาคสนาม โดย YSI Instrument Model 30
4. ความเค็ม (salinity)	ตรวจวัดภาคสนาม โดย YSI Instrument Model 30
5. ออกซิเจนละลาย (DO)	ตรวจวัดภาคสนาม โดย DO-HACH
6. บีโอดี (BOD)	5- day BOD test (AWWA, 1992)
7. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen)	Semi-micro-Kjeldahl Method (AWWA, 1992)
8. ไนเตรท (nitrate-nitrogen)	Reduction by Cadmium-copper Column (Parson et al., 1998)
9. แอมโมเนีย (ammonia-nitrogen)	Phenolhypochlorite Method (Parson et al., 1998)
10. โปแตสเซียมทั้งหมด (total potassium)	AAS (AWWA, 1992)
11. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)	Colorimetric Method (Strickland and Parson, 1972)

ตารางที่ 3-3 พารามิเตอร์และวิธีการตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล

พารามิเตอร์	วิธีการตรวจวัดการเจริญเติบโต
1. ความสูง	วัดความสูง โดยใช้ไม้เมตร
2. เส้นผ่าศูนย์กลาง	วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง โดยใช้คาลิปเปอร์ (calipper)
3. จำนวนต้นไม้ที่รอดชีวิต	การนับจำนวน

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา จะนำมาศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบต่อดินตะกอนและน้ำที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะสด ดังนี้

- 1) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
- 2) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ฝังกลบขยะและพื้นที่ที่ไม่ฝังกลบขยะด้วย

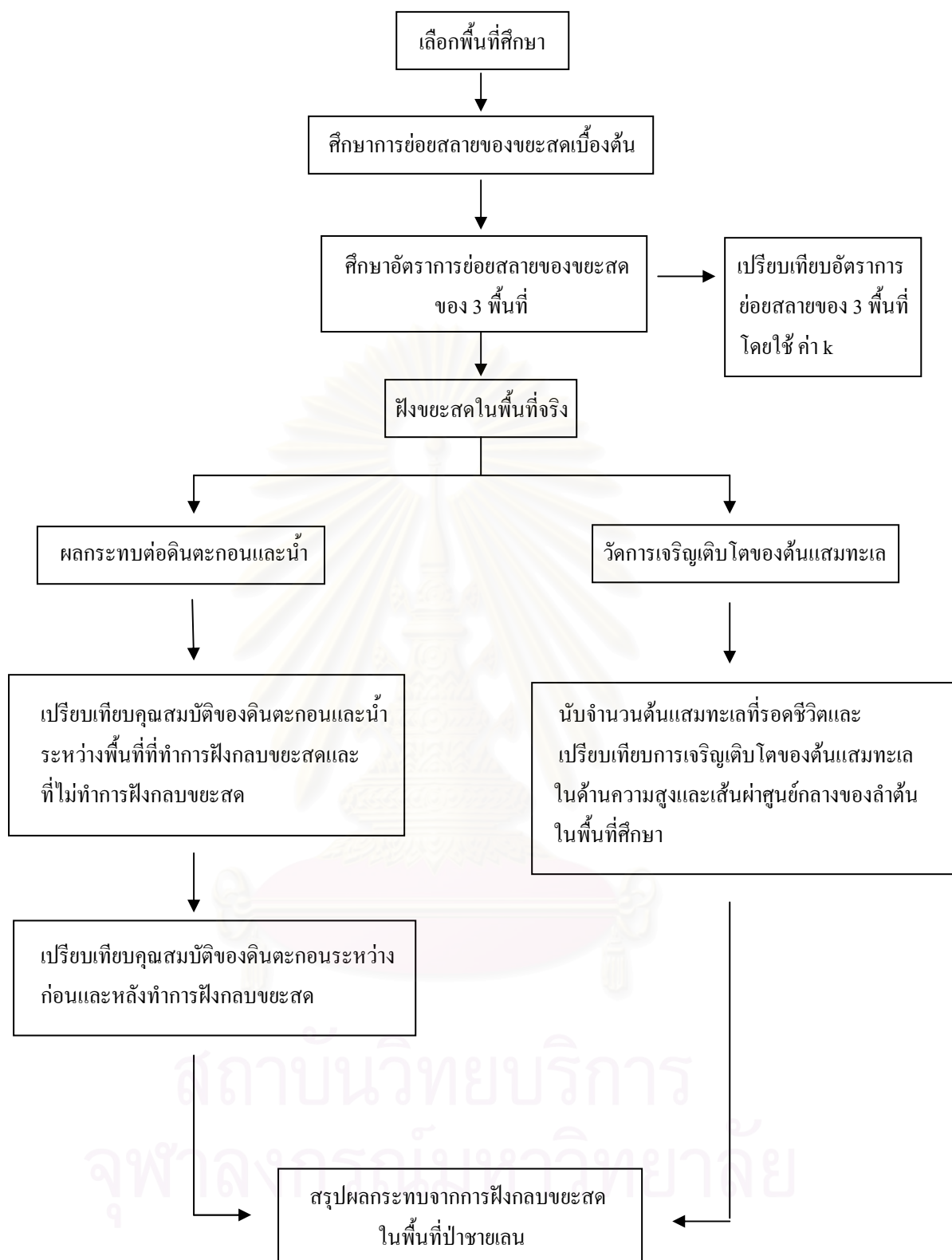
pair t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (one-way analysis of variance : one-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และถ้าข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT)

สำหรับการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 1) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
- 2) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดด้วยการ

วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (one-way analysis of variance : one-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และถ้าข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT)



รูปที่ 3-3 แผนการดำเนินงาน

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาผลกระทบต่อดินตะกอนจากการฝังกลบขยะสดในป่าชายเลนบริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี ได้แบ่งผลการศึกษาดังกล่าวออกเป็น 4 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินและน้ำในพื้นที่ศึกษา
- ส่วนที่ 2 ขยะที่นำมาใช้ในการทดลอง
- ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสด
- ส่วนที่ 4 ผลการศึกษาผลกระทบต่อดินจากการฝังกลบขยะสด
- ส่วนที่ 5 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินและน้ำในพื้นที่ศึกษา

4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

จากตารางที่ 4 - 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยเฉลี่ยของดินในพื้นที่ศึกษา จะเห็นได้ว่า พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ (พื้นที่ A) และป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B) มีเนื้อดินเป็นแบบดินร่วนเหนียว (Clay loam) ส่วนพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.) มีเนื้อดินแบบดินเหนียว (Clay) นอกจากนี้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยที่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติดีค่าเป็น 10.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงมีค่าเป็น 5.01 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ มีค่าเป็น 1.56 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่มีอุณหภูมิ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งหมด และปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 7.38-7.65 จัดว่าเป็นดินที่เป็นกลางจนถึงด่างเล็กน้อย

4.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ

สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่นั้น มีอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย ปริมาณไนโตรเจน ทั้งหมด ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ปริมาณบีโอดีและปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษาก่อนการฝังกลบขยะสด

พารามิเตอร์	ทราย (%)	ทราย แป้ง (%)	ดินเหนียว (%)	เนื้อดิน	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (°C)	การนำไฟฟ้า (ms/cm)	ความเค็ม (ppt)	ไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g)	ไนเตรท (mg/g)	แอมโมเนีย (mg/g)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/g)	โปแตสเซียมทั้งหมด (mg/g)	อินทรีย์วัตถุ (%)
พื้นที่ A	29.69	40.72	30.23	Clay loam	7.61 ± 0.12	28.7 ± 0.6	6.66 ± 0.78	3.6 ± 0.5	1.130 ± 0.146	0.012 ± 0.005	0.012 ± 0.003	0.419 ± 0.036	4.217 ± 0.216	1.56 ± 0.55
พื้นที่ B	30.65	34.00	35.345	Clay loam	7.38 ± 0.17	26.9 ± 0.1	13.03 ± 8.31	7.6 ± 5.2	4.338 ± 0.651	0.003 ± 0.005	0.012 ± 0.003	0.598 ± 0.002	4.689 ± 0.164	10.58 ± 0.46
พื้นที่ Ref.	29.08	28	42.92	Clay	7.65 ± 0.01	28.0 ± 0.1	8.42 ± 0.03	4.7 ± 0.1	2.040 ± 0.220	0.009 ± 0.000	0.019 ± 0.000	0.59 ± 0.017	4.793 ± 0.012	5.01 ± 0.01

ตารางที่ 4-2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษาก่อนการฝังกลบขยะสด

พารามิเตอร์	อุณหภูมิ (°C)	ความเป็นกรด-ด่าง	การนำไฟฟ้า (ms/cm)	ความเค็ม (ppt)	ออกซิเจนละลาย (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ไนโตรเจนทั้งหมด (mg-N/L)	ไนเตรท (mg-N/L)	แอมโมเนีย (mg-N/L)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/L)	โปแตสเซียมทั้งหมด (mg/L)
พื้นที่ A	29.6 ± 0.5	7.84 ± 0.03	14.06 ± 1.79	9.8 ± 0.1	4.112 ± 0.563	40.00 ± 9.98	2.394 ± 0.454	0.097 ± 0.022	0.009 ± 0.010	195.777 ± 98.912	290.022 ± 10.050
พื้นที่ B	29.1 ± 0.1	7.83 ± 0.11	14.70 ± 0.47	10.1 ± 0.1	3.571 ± 1.046	39.96 ± 10.00	3.125 ± 2.017	0.101 ± 0.046	0.006 ± 0.006	226.589 ± 55.533	279.898 ± 10.065
พื้นที่ Ref.	29.0 ± 0.0	8.17 ± 0.01	15.56 ± 0.02	10.3 ± 0.1	5.16 ± 0.058	10.02 ± 0.13	2.624 ± 0.995	0.109 ± 0.001	0.004 ± 0.001	97.577 ± 0.025	279.933 ± 0.208

4.2 ขยะที่นำมาใช้ในการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยมาจากตลาดกลางการเกษตรตำบลท่ายาง เทศบาลตำบลบ้านลาด และเทศบาลตำบลบ้านแหลม จากนั้นทำการคัดแยกและเตรียมขยะมูลฝอย โดยการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ออกไปก่อน ส่วนที่เหลือเป็นขยะย่อยสลายได้ เช่น พืช ผัก ผลไม้ เศษอาหารต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาองค์ประกอบของขยะเทศบาลเมืองเพชรบุรี พบว่า องค์ประกอบของขยะสดสามารถจำแนกออกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ เศษอาหาร พลาสติก กระดาษ เศษผ้า และอื่นๆ ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ของขยะสด คือ เศษอาหาร ร้อยละ 50 รองลงมาคือ พลาสติก ร้อยละ 16.67 กระดาษ ร้อยละ 15 เศษผ้า ร้อยละ 10 และอื่นๆ ร้อยละ 8.33

4.3 ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสด

การศึกษาศักยภาพในการย่อยสลายของขยะสด ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของขยะสดก่อนและหลังการฝังกลบ การศึกษาศักยภาพในการย่อยสลายเบื้องต้น และการศึกษาศักยภาพในการย่อยสลายของขยะตามช่วงเวลา ซึ่งผลการศึกษาเป็นดังนี้

4.3.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของขยะสดก่อนและหลังการฝังกลบ

ลักษณะของขยะสดก่อนการฝังกลบเป็นขยะจำพวกผักและผลไม้ชนิดต่างๆ ซึ่งก่อนทำการฝังกลบ ได้หั่นขยะให้มีขนาดเล็กลง เมื่อนำขยะไปฝังกลบในป่าชายเลนแล้ว พบว่า ขยะหลังการฝังกลบมีสีค่อนข้างดำ มีตะกอนดินและกรวดปะปนกับขยะเป็นเนื้อเดียวกัน ดังรูป ก-1 เมื่อทำการร่อนขยะแยกกรวด และทำการล้างตะกอนดินออกแล้ว พบว่า ขยะที่ผ่านการย่อยสลายแล้ว จะมีลักษณะคล้ายเส้นใยของพืชผักที่ย่อยสลายไม่หมดภายในระยะเวลา 45 วัน ดังรูป ก-2

4.3.2 ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้น

การศึกษาศักยภาพในการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้น จะตรวจวัดการย่อยสลาย ด้วยวิธีการตรวจวัดจากอุณหภูมิ การชั่งน้ำหนักและการตรวจวัดขนาด เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จะทำให้ได้พลังงานออกมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียกลายเป็นพลังงานความร้อน เป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของสารอินทรีย์ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและขนาดของสารอินทรีย์

4.3.2.1 การตรวจวัดอุณหภูมิ

การตรวจวัดอุณหภูมิของขยะและดิน จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่การศึกษา ซึ่งหัววัดอุณหภูมิของเครื่อง microlog ที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ จะวางอยู่ที่กึ่งกลางของชั้นขยะในแนวนอนภายในชั้นขยะและในดินที่ระดับ 45 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 45 วัน แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิ อันเนื่องมาจากพลังงานความร้อนที่ได้มาจากกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

(1) พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ (พื้นที่ A)

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของขยะเปรียบเทียบกับดินภายในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ในระหว่างที่ทำการศึกษการย่อยสลายของขยะสด พบว่า อุณหภูมิของขยะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 30.8-68.2 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิของดินมีค่าค่อนข้างสูง โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 57.3-69.9 องศาเซลเซียส ซึ่งลักษณะพื้นที่ A เป็นพื้นที่ป่าที่ได้รับการฟื้นฟูใหม่ มีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำ จึงมีผลทำให้ดินได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้มาก นอกจากนี้ดินยังมีความจุความร้อนสูง จึงเป็นผลให้อุณหภูมิของดินมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของขยะ จากรูปที่ 4-1 ก จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของขยะนั้นเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 2 หลังจากทำการฝังกลบขยะสด โดยมีอุณหภูมิสูงที่สุดเป็น 68.2 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิของขยะจะลดลง มีค่าอยู่ในช่วง 31.7-35.0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 7 วัน และเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 10 หลังจากทำการฝังกลบขยะสด ซึ่งหลังจากช่วงนี้ ข้อมูลขาดหายไปเนื่องจากอุปกรณ์ในการตรวจวัดอุณหภูมิขัดข้อง ซึ่งเมื่อได้ทำการแก้ไขแล้วและเก็บข้อมูลอุณหภูมิต่อไป พบว่า ในช่วงที่ข้อมูลขาดหายไปนั้น มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิขยะ จากนั้น จึงมีค่าลดลงและมีค่าคงที่อยู่ในช่วงระหว่าง 34.3-47.9 องศาเซลเซียส จนถึงสิ้นสุดระยะเวลาการศึกษา

(2) พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของขยะและดินในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ นั้น เมื่อผู้ทำการศึกษาเข้าทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิหลังทำการฝังกลบเป็นเวลา 21 วัน พบว่า เกิดความขัดข้องเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ จึงทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการศึกษการย่อยสลายของขยะสดในเบื้องต้นได้

(3) พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิของขยะเปรียบเทียบกับดินในพื้นที่ Ref. ระหว่างที่ทำการศึกษการย่อยสลายของขยะสด พบว่า อุณหภูมิของขยะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 34.0-69.1 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิของดินมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 27.0-36.7 องศาเซลเซียส จากรูปที่ 4-1 ข จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของขยะในวันที่ทำการฝังกลบขยะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของดินอย่างเห็นได้ชัด โดยมีอุณหภูมิเป็น 58.9 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิของขยะจะลดต่ำลงเป็นเวลา 8 วัน ตั้งแต่วันที่ 4-11 กันยายน พ.ศ. 2547 หลังจากนั้นอุณหภูมิของขยะจึงเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่งในวันที่

10 หลังจากทำการฝังกอบ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง 56.4-59.2 องศาเซลเซียส โดยช่วงนี้จะมีระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 12 กันยายน-7 ตุลาคม พ.ศ. 2547 หลังจากนั้น อุณหภูมิของขยะจะเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง ซึ่งข้อมูลในช่วงระยะเวลานี้ขาดหายไป เนื่องจากอุปกรณ์ที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิขัดข้อง จึงไม่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้จนถึงสิ้นสุดระยะเวลาการศึกษา

4.3.2.2 การชั่งน้ำหนัก

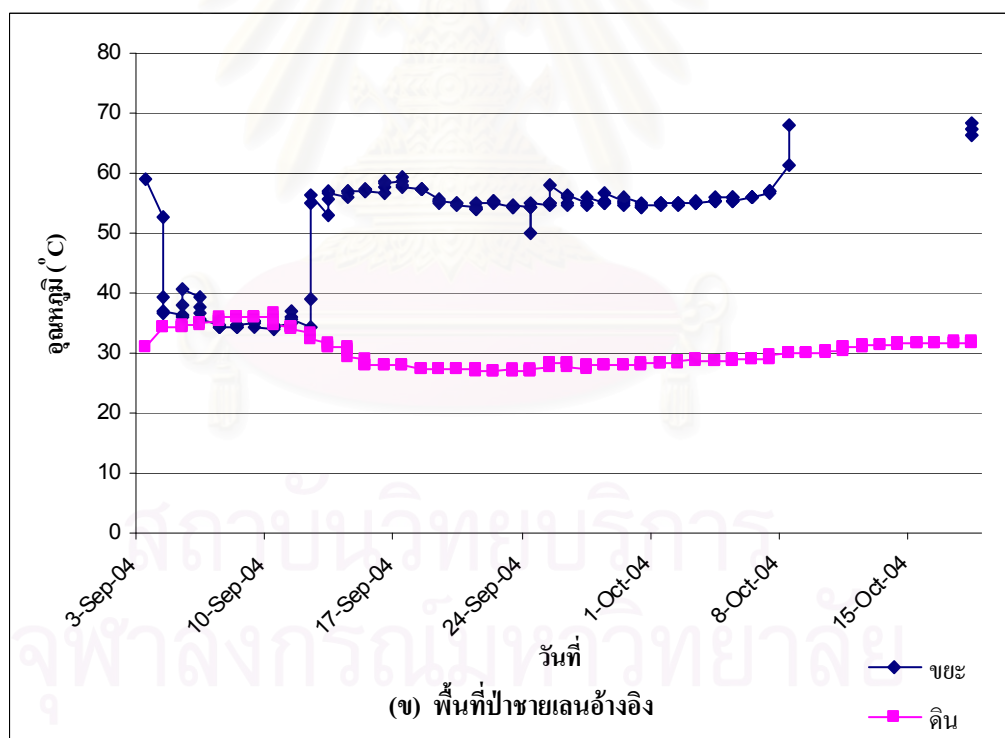
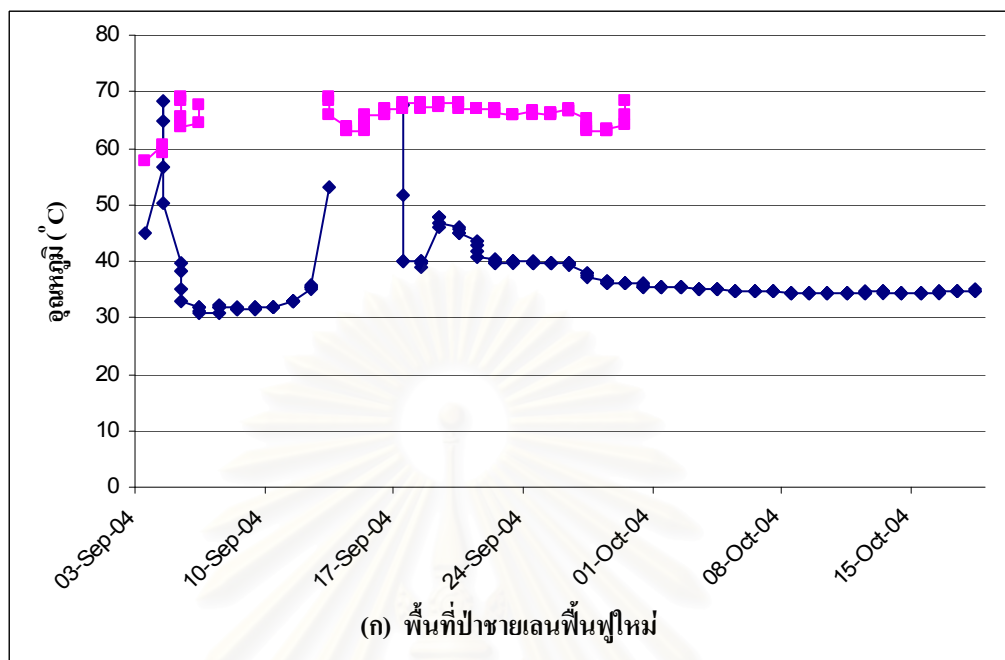
การตรวจวัดจากการชั่งน้ำหนัก ซึ่งขยะที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ พืช ถั่วฝักยาว ผักบุ้ง ผักกาดเขียว มะละกอ เป็นต้น ขยะที่สุ่มออกมาทดลองในแต่ละชุด มีน้ำหนักสดเป็น 0.8 กิโลกรัม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของขยะ พบว่า มีน้ำหนักแห้งเริ่มต้นเฉลี่ยเป็น 56.34 กรัม หลังจากทำการฝังกอบ 45 วัน พบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของขยะในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ฟูใหม่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง มีค่าเป็น 11.73, 27.19 และ 36.88 กรัม ตามลำดับ จากรูปที่ 4-2 จะเห็นได้ว่า พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ฟูใหม่ มีค่าคงที่การสลายตัวสูงที่สุดเป็น 0.035 ต่อวัน และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งที่ลดลงของพื้นที่ทดลองทั้ง 3 พื้นที่ จะเห็นได้ว่า พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ฟูใหม่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่ำกว่าพื้นที่ทดลองอื่นๆ

4.3.2.3 การวัดขนาด

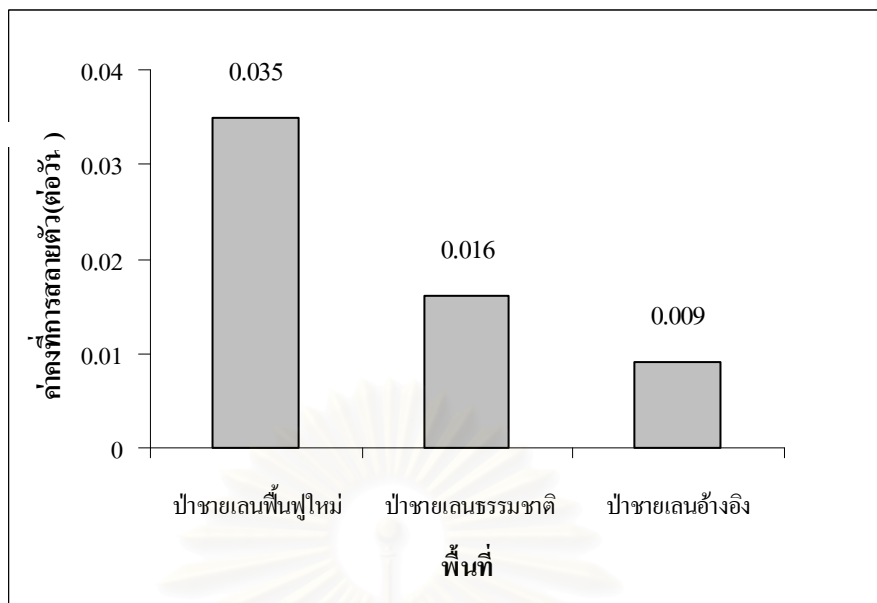
การตรวจวัดจากการวัดขนาดในการศึกษานี้ วัสดุที่ได้จากการเก็บรวบรวมขยะ และนำมาทำการทดลอง คือ มะละกอดิบที่มีขนาดเริ่มต้นเป็น 6.8 เซนติเมตร หลังจากทำการฝังกอบ เป็นระยะเวลา 45 วัน ไม่พบชิ้นมะละกอในพื้นที่ทดลองทั้ง 3 พื้นที่ ดังนั้น จึงไม่สามารถตรวจวัดขนาดของชิ้นมะละกอได้

จากผลการศึกษาการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้นนี้ สามารถนำมาใช้ในการแบ่งช่วงเวลาในการศึกษาการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา คือ ที่ระยะเวลา 3, 10, 16 และ 45 วัน ซึ่งจากการตรวจวัดอุณหภูมิของการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าที่ระยะเวลา 3, 10, 16 เป็นช่วงเวลาที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขยะในพื้นที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-1 อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของ (ก) พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ (ข) พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง ในการศึกษาการย่อยสลายเบื้องต้น



รูปที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการสลายตัวของขยะสดในพื้นที่ศึกษาในการศึกษาการย่อยสลายขยะเบื้องต้น

4.3.3 ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา

การศึกษาศักยภาพในการย่อยสลายของขยะสดได้ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 45 วัน โดยทำการศึกษาดังแต่วันที่ 18 ตุลาคม-2 ธันวาคม พ.ศ. 2547 มีผลการศึกษาดังนี้

4.3.3.1 ผลการศึกษาจากการตรวจวัดอุณหภูมิ

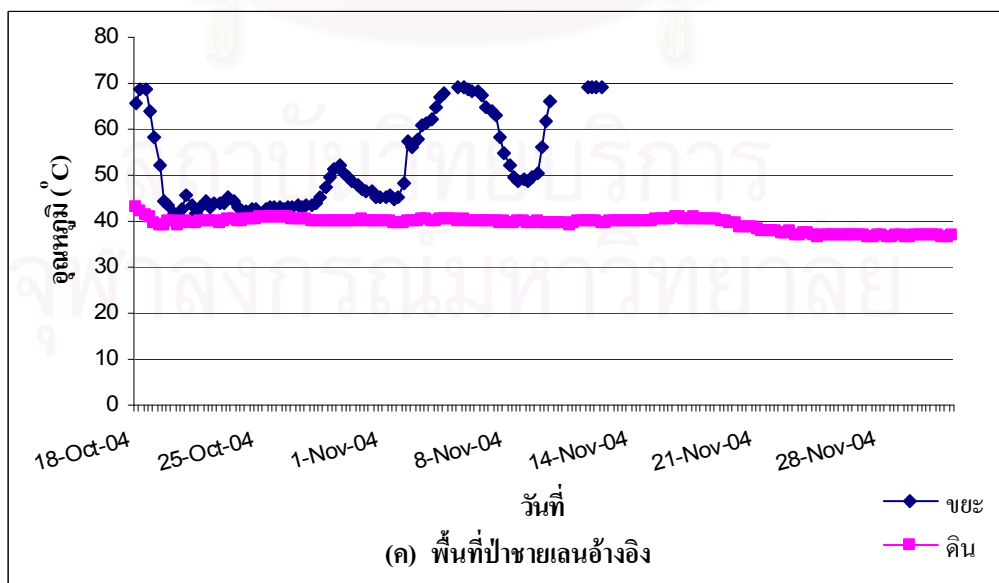
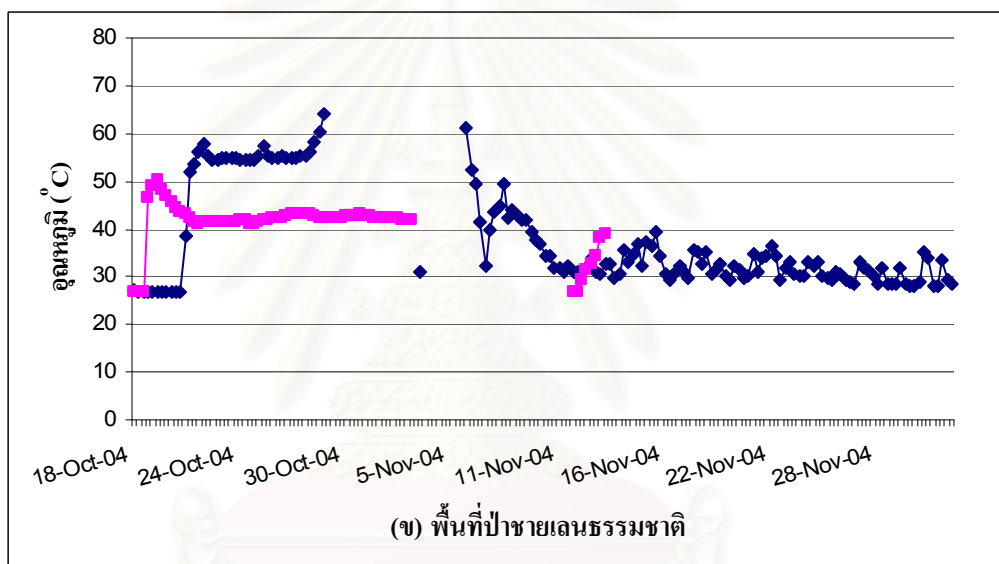
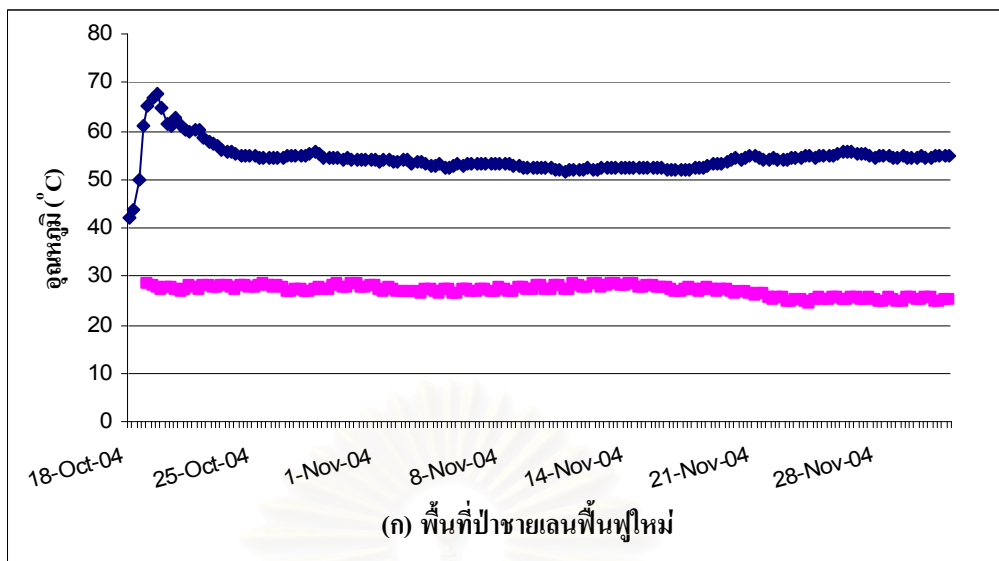
การตรวจวัดอุณหภูมิของขยะและดินจากการศึกษาศักยภาพในการย่อยสลายของขยะสด ได้ผลดังนี้

(1) พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่

จากรูปที่ 4-3 ก จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของดินมีค่าค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดการศึกษา โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 24.5-28.6 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิของขยะนั้น มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 42.0-67.8 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิของขยะเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 2 ซึ่งอุณหภูมิที่สูงที่สุดในการศึกษานี้อยู่ที่ 67.8 องศาเซลเซียสในวันที่ 3 หลังจากทำการฝังกลบขยะสดจากนั้น อุณหภูมิของขยะมีค่าลดลงและมีค่าค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดระยะเวลาการศึกษา

(2) พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของขยะและดิน พบว่า อุณหภูมิของขยะและดินในพื้นที่นี้มีค่าค่อนข้างผันแปร โดยที่อุณหภูมิของขยะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 27-64 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของดินมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 27-50 องศาเซลเซียส ซึ่งจากรูปที่ 4-3 ข จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขยะจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 อุณหภูมิของขยะจะ



รูปที่ 4-3 อุณหภูมิเฉลี่ย 6 ชั่วโมงของขยะและดินของ (ก) ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (ข) ป่าชายเลนธรรมชาติ (ค) ป่าชายเลนอังกอร์ ในการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา

เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 4 และจะมีอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 5 หลังจากทำการฝังกลบขยะสดมีค่าอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิของขยะจะลดลงเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 55-57 องศาเซลเซียส และมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 11 โดยมีอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 12 มีค่าเป็น 64 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น อุปกรณ์ในการตรวจวัดอุณหภูมิขัดข้อง และเมื่อได้ทำการแก้ไขแล้ว อุณหภูมิจะมีค่าลดลง ช่วงที่ 2 อุณหภูมิของขยะจะมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 20 และมีอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 21 มีค่าเป็น 49 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิของขยะจะลดลงและมีค่าค่อนข้างคงที่ จนถึงสิ้นสุดระยะเวลาการศึกษา สำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิของดิน จะเห็นได้ว่า มีการขาดหายของข้อมูล ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากอุปกรณ์การตรวจวัดอุณหภูมิขัดข้อง จึงไม่สามารถเก็บข้อมูล อุณหภูมิอย่างต่อเนื่องได้

(3) พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของขยะและดิน พบว่า อุณหภูมิของดินมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 36.5-43.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของขยะมีค่าอยู่ในช่วง 41.3-69.0 องศาเซลเซียส ซึ่งจากรูปที่ 4-3 ค พบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขยะ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 อุณหภูมิของขยะจะมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ของการฝังกลบขยะ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเป็น 68.6 องศาเซลเซียส จากนั้น อุณหภูมิของขยะจะลดลง ช่วงที่ 2 อุณหภูมิของขยะจะเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 11 และมีอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 12 มีค่าเป็น 52.3 องศาเซลเซียส ช่วงที่ 3 อุณหภูมิของขยะจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 15 และมีอุณหภูมิสูงสุดเป็น 69.0 องศาเซลเซียส ในวันที่ 18 ช่วงที่ 4 อุณหภูมิของขยะจะเพิ่มขึ้นในวันที่ 22 และในวันที่ 25 จะมีอุณหภูมิที่สูงที่สุดในช่วงนี้ เป็น 69.0 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุปกรณ์ที่ตรวจวัดอุณหภูมิเกิดขัดข้อง จึงไม่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ จนถึงสิ้นสุดระยะเวลาการศึกษา

4.3.3.2 ผลการศึกษาจากการชั่งน้ำหนัก

การตรวจวัดความสามารถในการย่อยสลายจากการชั่งน้ำหนักแห้งของขยะที่ผ่านการย่อยสลายเป็นระยะเวลา 3, 10, 16 และ 45 วันของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ ได้ผลดังตารางที่ 4-3 และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่คงเหลือของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า ในวันที่ 3, 10 และ 16 พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่คงเหลือน้อยที่สุดเป็น 47.94 35.06 และ 28.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่วันที่ 45 พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่คงเหลือน้อยที่สุดเป็น 9.91 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่คงเหลือในวันที่ 16 ของพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 10 ทั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบของขยะที่สุมมาใส่ในภาชนะทดลองในวันที่ 16 อาจมีขยะที่ย่อยสลายได้ยากมากกว่า ภาชนะอื่นๆ ซึ่งเป็นผลให้น้ำหนักของขยะมีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับค่าคงที่การสลายตัวของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า ค่าคงที่การสลายตัวที่ 45 วันของพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ มีค่ามากที่สุดเป็น 0.051 ต่อวัน รองลงมาคือ พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงเป็น 0.034 ต่อวัน และพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่าเป็น 0.032 ต่อวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่มีความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ

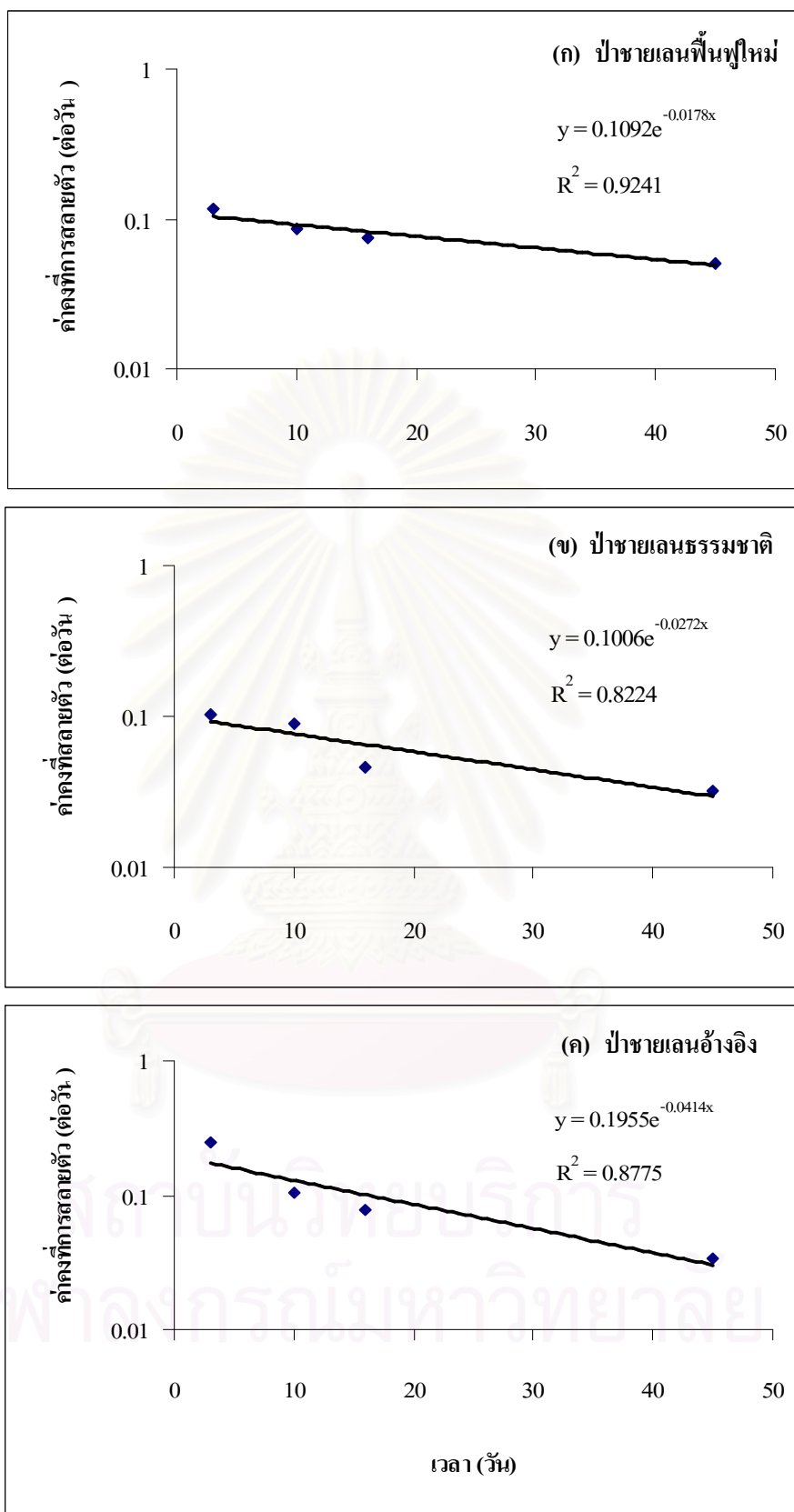
ตารางที่ 4-3 เปรอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่คงเหลือของขยะและค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่

พื้นที่ศึกษา ระยะเวลา	พื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่		พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ		พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง	
	เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ที่คงเหลือ	ค่าคงที่การ สลายตัว (ต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ที่คงเหลือ	ค่าคงที่การ สลายตัว (ต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ที่คงเหลือ	ค่าคงที่การ สลายตัว (ต่อวัน)
0 วัน	100	-	100	-	100	-
3 วัน	70.59	0.116	73.45	0.103	47.94	0.245
10 วัน	42.30	0.086	40.47	0.090	35.06	0.105
16 วัน	30.23	0.075	48.18	0.046	28.57	0.078
45 วัน	9.91	0.051	23.30	0.032	21.45	0.034

เมื่อเปรียบเทียบเส้นแนวโน้มระหว่างค่าคงที่การสลายตัวในช่วงเวลาต่างๆ และระยะเวลาของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ แล้ว จะเห็นได้ว่า แนวโน้มของค่าคงที่การสลายตัวของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ดังรูปที่ 4-4 ซึ่งทำให้สามารถสร้างสมการในการหาค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่ และสามารถนำสมการที่ได้ไปใช้ในการทำนายค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาได้

4.3.3.3 ผลการศึกษาจากการวัดขนาด

สำหรับการศึกษากการย่อยสลายของขยะสดจากการวัดขนาดนั้น ขยะที่ได้จากการเก็บรวบรวมและนำมาใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ กกล้วยดิบ ซึ่งจะมีการวัดขนาดของกล้วยก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะที่ระยะเวลา 3, 10, 16 และ 45 วัน ซึ่งจากการตรวจวัดขนาดของกล้วยของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า ขนาดของกล้วยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังรูปในภาคผนวก ค ทั้งนี้เนื่องจากเปลือกกล้วยเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก ดังนั้น เมื่อนำมาทำการศึกษาจึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงของขนาดของกล้วย



รูปที่ 4-4 เส้นแนวโน้มการสลายตัวและค่าคงที่การสลายตัวของการย่อยสลายของขยะใน (ก) ป่าชายเลนพื้นฟูใหม่ (ข) ป่าชายเลนธรรมชาติ (ค) ป่าชายเลนอ้างอิง

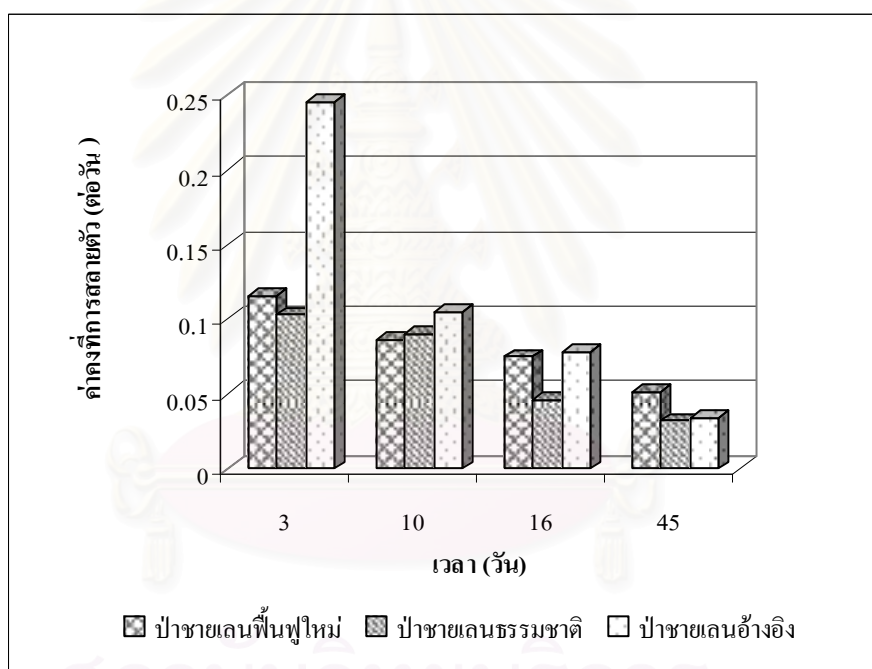
4.3.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการย่อยสลายของขยะสด

4.3.4.1 ผลการเปรียบเทียบจากการตรวจวัดอุณหภูมิ

จากการตรวจวัดอุณหภูมิของการศึกษาเบื้องต้นและการศึกษาตามช่วงระยะเวลา จะเห็นได้ว่า มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของขยะในช่วงแรกวันที่ 1-4 หลังจากฝังกลบขยะสด ทั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากการย่อยสลายอย่างเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่อยู่ในขยะ ซึ่งกิจกรรมการย่อยสลาย สารอินทรีย์ของจุลินทรีย์จะทำให้ได้พลังงานออกมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสีย กลายเป็นพลังงานความร้อน

4.3.4.2 ผลการเปรียบเทียบจากการชั่งน้ำหนัก

จากรูปที่ 4-5 จะเห็นได้ว่า พื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่มีค่าคงที่การสลายตัวสูงที่สุดใน วันที่ 3 หลังจากทำการฝังกลบขยะ ซึ่งเป็นผลมาจากการย่อยสลายอย่างเข้มข้นของจุลินทรีย์



รูปที่ 4-5 การเปรียบเทียบค่าคงที่การสลายตัวของขยะในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ที่ระยะเวลา 3, 10, 16 และ 45 วัน

จากผลการศึกษาค่าคงที่การสลายตัวของการศึกษาเบื้องต้น และการศึกษาตาม ช่วงเวลา จะเห็นได้ว่า ค่าคงที่การสลายตัวที่เวลา 45 วันของพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่มีค่าคงที่การ สลายตัวมากกว่าพื้นที่อื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาค่าคงที่การสลายตัวที่ระยะเวลาต่างๆ แล้ว พบว่า พื้นที่ ป่าชายเลนอ้างอิงมีค่าคงที่การสลายตัวสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ในวันที่ 3, 10 และ 16 โดยมีค่าเป็น 0.245, 0.105 และ 0.078 ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า ในช่วงวันที่ 1-16

ของการย่อยสลายของขยะสดนั้น พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงมีการย่อยสลายสูงกว่าพื้นที่อื่น ส่วนในช่วงวันที่ 17-45 นั้น พื้นที่ป่าชายเลนพื้นฟูใหม่มีการย่อยสลายสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ทั้งนี้พื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่มีค่าคงที่การสลายตัวที่แตกต่างกัน อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

(1) อุณหภูมิของดิน เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแล้ว อุณหภูมิสูงจะเกิดการย่อยสลายได้เร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ (สมศักดิ์ วังใน, 2528) แต่ อุณหภูมิที่สูงเกินไป จะมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้การย่อยสลายลดลง ซึ่งจากการตรวจวัดอุณหภูมิของดินด้วยเครื่อง Microlog จากการศึกษาการย่อยสลายของขยะสดตามช่วงเวลา พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงและป่าชายเลนพื้นฟูใหม่มีอุณหภูมิของดินในช่วง 36.5-43 และ 24.5-28.6 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิของดินในป่าชายเลนธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 27-50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของดินในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่าสูง จึงส่งผลให้เกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ

(2) ชนิดและองค์ประกอบของขยะ ซึ่งการสุมขยะที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมมาทดลองนั้น ทำให้องค์ประกอบและชนิดของขยะภายในตะกร้าทดลองแต่ละพื้นที่ศึกษาแตกต่างกัน ส่งผลให้อัตราการย่อยสลายของขยะในแต่ละพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันด้วย

4.3.4.3 ผลการเปรียบเทียบจากการวัดขนาด

จากการศึกษาการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้น และการศึกษาตามช่วงเวลา จะเห็นได้ว่า การเลือกวัสดุทดลองมีผลต่อการศึกษาการย่อยสลายของขยะสด เนื่องมาจากวัสดุแต่ละชนิด มีลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เป็นผลให้เกิดการย่อยสลายที่แตกต่างกันด้วย ซึ่ง Tam et al. (1998) กล่าวว่า ความแตกต่างกันขององค์ประกอบทางเคมีของพืช เช่น ปริมาณไนโตรเจน และแทนนิน เป็นต้น ส่งผลให้อัตราการย่อยสลายที่แตกต่างกัน

4.4 ผลการศึกษาผลกระทบจากการฝังกลบขยะสด

4.4.1 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ก่อนและหลังการฝังกลบขยะสด

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษาก่อนและหลังการฝังกลบขยะสด ในช่วงแรก หลังจากทำการขุดหลุมฝังขยะสด จะพบว่า มีน้ำท่วมเต็มด้านบนของหลุม นอกจากนี้ ยังเกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นและมีฝ้าสีขาวในน้ำด้านบนหลุมที่ทำการฝังกลบขยะสด ดังรูปในภาคผนวก ง และเมื่อระยะเวลาผ่านไป ก๊าซและฝ้าสีขาวที่เกิดขึ้นจะหมดไป นอกจากนี้ ในบางพื้นที่ศึกษายังเกิดการเชื่อมต่อกันของหลุมที่อยู่ติดกัน น้ำที่เคยท่วมอยู่ด้านบนของหลุมลดลงพร้อมทั้งมีตะกอนที่พัดพามาพร้อมกับน้ำขึ้นน้ำลงมาตกตะกอนด้านบนของหลุมฝังกลบขยะ นอกจากนี้แล้ว ในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ ยังพบว่า ต้นแสมทะเลที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ฝังกลบขยะสดตายลงหลังจากทำการฝังกลบขยะลงในพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ ง-5

4.4.2 ผลกระทบต่อคุณภาพดินตะกอน

4.4.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างของดินป่าชายเลน จะมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยหรือเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง โดยเฉพาะในสภาพที่ระดับน้ำในดินที่ยังไม่มีการขุดตัว ดินจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินประมาณ 7-8 จัดว่าเป็นกลางถึงเป็นด่าง (จินตนา กรมน้อย, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ และพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงก่อนการฝังกลบขยะสด ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.05-8.55 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะสด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะเห็นได้ว่า มีการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรด-ด่างของทุกพื้นที่ศึกษา และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความแตกต่างนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

(1) การท่วมขังของน้ำในหลุมฝังกลบขยะ ทำให้เกิดการรีดักชันของดินน้ำขัง ซึ่งไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา (2546) กล่าวว่า เมื่อดินอยู่ในสภาพน้ำท่วมขัง ปริมาณของก๊าซออกซิเจนในดินจะลดลงอย่างรวดเร็ว และถูกใช้หมดไปภายใน 1-2 วันโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ เมื่อก๊าซออกซิเจนหมดลง จุลินทรีย์จะใช้สารประกอบอื่นๆในดินเป็นตัวรับอิเล็กตรอน เช่น NO_3^- , MnO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ และ SO_4^{2-} เป็นต้น ซึ่งปฏิกิริยาการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์เหล่านี้ จะได้โปรตอนออกมา ซึ่งโปรตอนที่ได้จากปฏิกิริยาและโปรตอนบางส่วนจากสารละลายดิน จะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยา จึงเป็นผลให้ดินที่มีน้ำท่วมขังมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น

(2) ปริมาณสารอินทรีย์ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากตารางที่ 4-1 จะเห็นได้ว่า พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุด รองลงมาได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงและพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ ตามลำดับ เมื่อเกิดการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ จะมีการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ออกมา จึงเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ

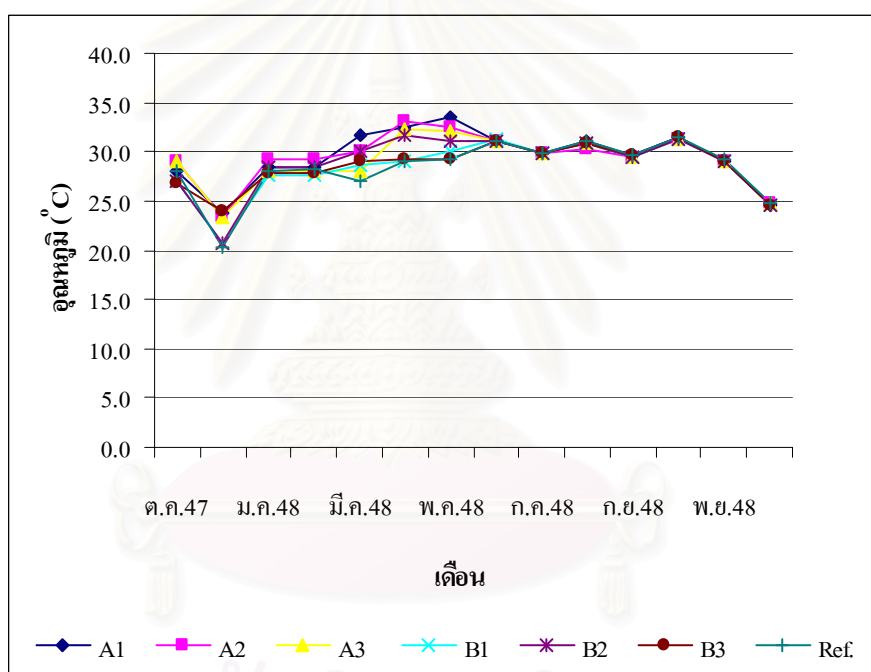
(3) การขุดหลุมฝังขยะ อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งจากการศึกษาของ เกลิมชัย โชติกมาศ (2539) พบว่า ในเขตไม้เสมทะเล มีค่าความเป็นกรด-ด่างในชั้นดินที่แตกต่างกัน โดยที่ดินชั้นบนจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่าดินชั้นล่าง ดังนั้น เมื่อมีการขุดหลุมจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของชั้นดิน จึงมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอน

นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดดังตารางที่ 4-4 ซึ่งความแตกต่าง

ของค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่างพื้นที่ศึกษา^{นี้} เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกันของพื้นที่ศึกษาดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

4.4.2.2 อุณหภูมิ

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของดินในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าอยู่ในช่วง 20.3-33.5 องศาเซลเซียส จากรูปที่ 4-6 จะเห็นได้ว่า ในแต่ละเดือนที่ทำการตรวจวัด ค่าอุณหภูมิของดินมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยอุณหภูมิของดินเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม และอุณหภูมิลดลงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูหนาว



รูปที่ 4-6 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4-4 ความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนพืชมุใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	7.46 ± 0.01	7.52 ± 0.01	7.69 ± 0.01	7.18 ± 0.01	7.45 ± 0.01	7.50 ± 0.01	7.65 ± 0.01
1	8.15 ± 0.01	8.22 ± 0.01	8.19 ± 0.01	7.93 ± 0.01	8.04 ± 0.01	8.00 ± 0.01	8.00 ± 0.01
2	8.22 ± 0.01	8.44 ± 0.01	8.27 ± 0.01	7.95 ± 0.01	7.69 ± 0.01	7.84 ± 0.01	8.10 ± 0.10
3	8.35 ± 0.01	8.39 ± 0.01	8.39 ± 0.01	8.26 ± 0.01	8.15 ± 0.01	8.02 ± 0.01	7.95 ± 0.01
4	8.31 ± 0.02	8.38 ± 0.02	8.38 ± 0.01	8.01 ± 0.01	7.92 ± 0.01	7.97 ± 0.01	7.92 ± 0.01
5	8.23 ± 0.01	8.23 ± 0.00	8.25 ± 0.01	7.84 ± 0.02	7.79 ± 0.01	7.87 ± 0.01	7.95 ± 0.01
6	8.17 ± 0.01	8.22 ± 0.01	8.35 ± 0.01	8.07 ± 0.01	8.02 ± 0.01	7.81 ± 0.01	8.13 ± 0.01
7	8.43 ± 0.01	8.41 ± 0.01	8.39 ± 0.01	8.01 ± 0.01	7.92 ± 0.01	7.56 ± 0.01	8.10 ± 0.10
8	8.26 ± 0.01	8.20 ± 0.06	8.21 ± 0.00	8.01 ± 0.03	8.04 ± 0.04	7.82 ± 0.02	7.98 ± 0.08
9	8.19 ± 0.01	8.23 ± 0.01	8.33 ± 0.00	7.95 ± 0.01	8.04 ± 0.01	7.88 ± 0.01	7.72 ± 0.01
10	8.20 ± 0.03	8.17 ± 0.02	8.28 ± 0.02	8.05 ± 0.01	7.89 ± 0.04	7.77 ± 0.01	8.02 ± 0.01
11	8.39 ± 0.01	8.45 ± 0.02	8.55 ± 0.01	7.86 ± 0.01	8.03 ± 0.02	7.82 ± 0.02	8.37 ± 0.02
12	8.18 ± 0.01	8.25 ± 0.02	8.26 ± 0.02	7.73 ± 0.01	7.67 ± 0.03	7.73 ± 0.09	7.94 ± 0.13
13	8.28 ± 0.01	8.22 ± 0.01	8.21 ± 0.01	7.05 ± 0.01	7.29 ± 0.02	7.25 ± 0.01	8.11 ± 0.01
เฉลี่ย	8.22 ± 0.24 ^a	8.25 ± 0.23 ^a	8.29 ± 0.20 ^a	7.86 ± 0.37 ^{bc}	7.87 ± 0.30 ^{bc}	7.76 ± 0.25 ^c	8.02 ± 0.20 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมบนด้านขวามือในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4.2.3 การนำไฟฟ้า

การนำไฟฟ้าของพื้นที่ศึกษา มีค่าค่อนข้างผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 3.27-22.60 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งการนำไฟฟ้าในดินขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคดินเหนียว เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวมีพื้นที่ผิวสูง จึงสามารถดูดซับประจุบวกของธาตุต่างๆ และอุ้มน้ำได้สูง (กนกพร บุญส่งและโชคชัย ะชูศรี, 2547) นอกจากนี้ การนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดิน (ความเค็ม) ถ้ามีปริมาณเกลือละลายอยู่ในดินมาก การนำไฟฟ้าจะสูง และถ้าปริมาณเกลือลดลง การนำไฟฟ้าจะลดลงด้วย (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าระหว่างพื้นที่ฝั่งกลบและไม่ฝั่งกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าของดินก่อนและหลังการฝั่งกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4-5 โดยค่าการนำไฟฟ้าของพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง และพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ ดังรูปที่ 4-7 ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างกันของความเค็ม และปริมาณดินเหนียวในพื้นที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่มีระยะห่างจากชายฝั่งทะเลที่แตกต่างกัน จึงเป็นผลให้มีลักษณะความเค็มของดินที่แตกต่างกัน รวมทั้งลักษณะของป่าชายเลนธรรมชาติ ป่าชายเลนอ้างอิง และป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ที่มีปริมาณดินเหนียวแตกต่างกัน

4.4.2.4 ความเค็ม

จากการตรวจวัดค่าความเค็มในพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง พบว่า มีค่าค่อนข้างผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 1.7-15.8 ส่วนในพันส่วน (ppt) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความเค็มในดินระหว่างพื้นที่ศึกษา จะพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้าในดิน ดังตารางที่ 4-6 จากการศึกษาที่พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่มีค่าความเค็มต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งมากกว่าพื้นที่อื่นๆ ซึ่งค่าความเค็มในดินจะอยู่ในปริมาณสูงในบริเวณริมฝั่งทะเลและมีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากชายฝั่งขึ้นไป เนื่องจากบริเวณชายฝั่งได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลในช่วงเวลาที่นานและบ่อยครั้งกว่าบริเวณที่ห่างจากชายฝั่ง จึงมีแนวโน้มของความเค็มในดินที่สูงกว่า (จินตนา กรมน้อย, 2537)

ตารางที่ 4-5 การนำไฟฟ้าของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา (มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)

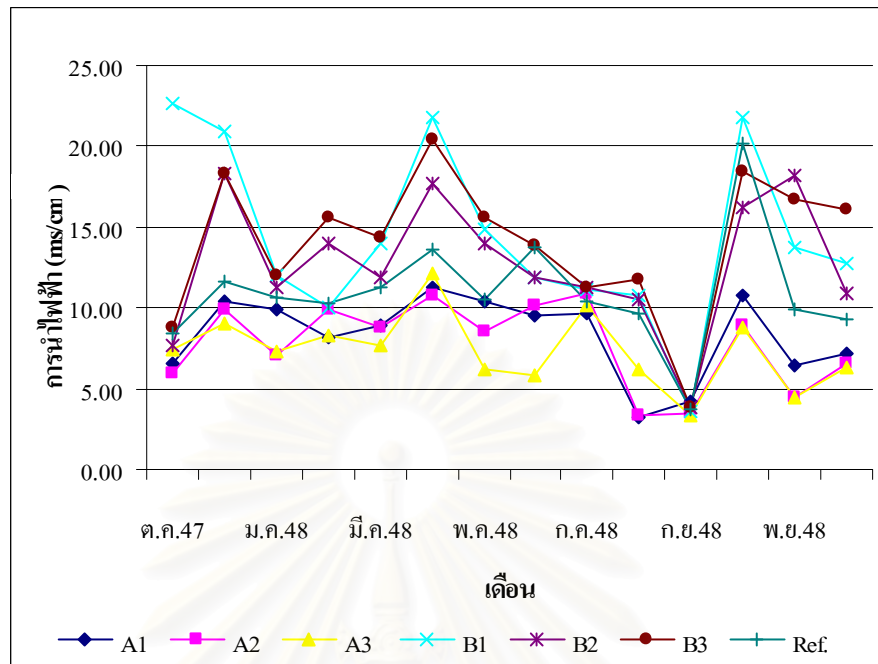
ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	6.57 ± 0.03	5.92 ± 0.02	7.48 ± 0.03	22.60 ± 0.36	7.70 ± 0.02	8.79 ± 0.01	8.42 ± 0.03
1	10.41 ± 0.03	9.93 ± 0.03	9.01 ± 0.01	20.87 ± 0.06	18.33 ± 0.01	18.28 ± 0.01	11.63 ± 0.01
2	9.93 ± 0.03	7.11 ± 0.02	7.31 ± 0.01	12.01 ± 0.02	11.25 ± 0.01	12.03 ± 0.01	10.59 ± 0.01
3	8.21 ± 0.01	9.91 ± 0.02	8.33 ± 0.02	10.08 ± 0.02	14.03 ± 0.02	15.63 ± 0.02	10.33 ± 0.03
4	8.97 ± 0.02	8.79 ± 0.01	7.66 ± 0.01	14.04 ± 0.01	11.86 ± 0.01	14.30 ± 0.01	11.27 ± 0.01
5	11.22 ± 0.01	10.78 ± 0.01	12.11 ± 0.01	21.77 ± 0.15	17.72 ± 0.01	20.43 ± 0.06	13.62 ± 0.36
6	10.37 ± 0.06	8.51 ± 0.01	6.21 ± 0.01	14.89 ± 0.01	14.00 ± 0.01	15.60 ± 0.01	10.50 ± 0.01
7	9.54 ± 0.14	10.17 ± 0.33	5.76 ± 0.11	11.84 ± 0.04	11.92 ± 0.01	13.84 ± 2.08	13.79 ± 0.36
8	9.66 ± 0.01	10.84 ± 0.19	10.13 ± 0.11	11.12 ± 0.15	11.22 ± 0.26	11.29 ± 0.36	10.45 ± 0.01
9	3.27 ± 0.01	3.31 ± 0.01	6.23 ± 0.03	10.77 ± 0.02	10.50 ± 0.01	11.75 ± 0.02	9.68 ± 0.14
10	4.19 ± 1.75	3.41 ± 0.01	3.31 ± 0.01	3.61 ± 0.01	3.85 ± 0.01	3.78 ± 0.01	3.72 ± 0.18
11	10.79 ± 0.00	8.91 ± 0.01	8.76 ± 0.01	21.82 ± 0.03	16.24 ± 0.01	18.40 ± 0.16	20.15 ± 0.02
12	6.48 ± 0.05	4.43 ± 0.02	4.47 ± 0.02	13.76 ± 0.16	18.15 ± 0.04	16.70 ± 0.09	9.85 ± 0.01
13	7.12 ± 0.64	6.52 ± 0.41	6.31 ± 0.13	12.70 ± 0.15	10.85 ± 0.31	16.08 ± 0.33	9.27 ± 0.49
เฉลี่ย	8.34 ± 2.48 ^{cd}	7.75 ± 2.66 ^d	7.36 ± 2.27 ^d	14.42 ± 5.50 ^a	12.69 ± 4.11 ^{ab}	14.06 ± 4.33 ^a	10.95 ± 3.57 ^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามีในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-6 ความเต็มของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา (ส่วนในพื้นส่วน; ppt)

พื้นที่ ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	3.6 ± 0.0	3.2 ± 0.0	4.1 ± 0.0	13.5 ± 0.1	4.3 ± 0.1	4.9 ± 0.0	4.7 ± 0.1
1	6.6 ± 0.1	6.1 ± 0.1	5.1 ± 0.1	13.5 ± 0.1	11.0 ± 0.0	11.3 ± 0.1	7.2 ± 0.1
2	5.3 ± 0.1	3.8 ± 0.1	3.7 ± 0.1	6.9 ± 0.0	5.8 ± 0.0	6.9 ± 0.0	5.9 ± 0.0
3	4.9 ± 0.1	5.8 ± 0.1	4.8 ± 0.0	6.0 ± 0.1	8.8 ± 0.1	9.5 ± 0.1	5.7 ± 0.1
4	5.1 ± 0.1	4.9 ± 0.1	4.3 ± 0.1	8.2 ± 0.0	7.8 ± 0.1	8.3 ± 0.0	6.4 ± 0.1
5	6.2 ± 0.0	6.2 ± 0.1	7.0 ± 0.1	13.1 ± 0.1	10.5 ± 0.1	12.2 ± 0.1	8.0 ± 0.1
6	10.4 ± 0.1	8.4 ± 0.1	6.1 ± 0.1	14.9 ± 0.1	14.2 ± 0.1	15.8 ± 0.0	10.5 ± 0.1
7	6.2 ± 0.0	6.0 ± 0.1	3.2 ± 0.1	7.4 ± 0.7	6.8 ± 0.1	6.9 ± 0.1	8.2 ± 0.1
8	5.4 ± 0.1	6.3 ± 0.1	5.7 ± 0.1	6.3 ± 0.1	6.4 ± 0.2	6.6 ± 0.0	5.9 ± 0.0
9	2.6 ± 0.1	4.0 ± 0.1	2.4 ± 0.1	4.6 ± 0.1	5.9 ± 0.1	6.6 ± 0.1	5.5 ± 0.1
10	1.7 ± 0.0	1.8 ± 0.0	1.7 ± 0.0	1.9 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
11	5.3 ± 0.1	4.4 ± 0.1	4.3 ± 0.0	11.5 ± 0.1	8.5 ± 0.1	9.7 ± 0.0	10.6 ± 0.0
12	3.3 ± 0.0	2.2 ± 0.0	2.2 ± 0.0	7.4 ± 0.0	9.7 ± 0.1	9.0 ± 0.1	5.1 ± 0.0
13	4.2 ± 0.0	5.3 ± 0.1	3.6 ± 0.0	7.4 ± 0.3	6.3 ± 0.7	9.8 ± 0.3	4.4 ± 0.6
เฉลี่ย	5.0 ± 2.1 ^{cd}	4.9 ± 1.8 ^{cd}	4.1 ± 1.5 ^d	8.7 ± 3.9 ^a	7.7 ± 3.1 ^{ab}	8.5 ± 3.4 ^{ab}	6.4 ± 2.3 ^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามือในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4-7 การเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา

4.4.2.5 เนื้อดิน

จากการตรวจวัดเนื้อดินพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า อนุภาคทรายและดินเหนียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4-7 และ 4-8 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากความใกล้-ไกลจากทะเล ทำให้สัดส่วนของอนุภาคทรายและดินเหนียวมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พรศิริรินทร์ สุดแสง (2544) ว่า สัดส่วนของอนุภาคดินมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล โดยบริเวณริมฝั่งทะเลมีสัดส่วนอนุภาคของทราย (sand) น้อย และจะมีสัดส่วนสูงขึ้น เมื่อห่างจากชายฝั่งทะเลเพิ่มขึ้น สำหรับสัดส่วนของดินเหนียวนั้น จะพบมากบริเวณริมฝั่งทะเล และจะมีปริมาณลดลงเมื่อห่างจากชายฝั่งทะเล

เมื่อทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนอนุภาคดินก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนอนุภาคดินตะกอนระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-7 เปอร์เซ็นต์ปริมาณอนุภาคทรายของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	30.36	30.36	28.36	32.36	29.80	29.80	29.08
1	26.30	24.00	23.60	28.70	28.30	30.00	25.00
2	29.08	31.08	27.44	29.44	29.44	29.44	27.44
3	26.58	28.58	26.58	31.30	31.30	27.30	26.58
4	29.72	30.08	27.72	38.08	33.72	32.08	31.72
5	30.80	30.80	26.80	30.80	28.80	28.80	24.80
6	30.80	29.16	29.16	31.16	32.44	32.80	24.80
7	26.16	27.80	27.80	30.16	28.16	30.16	29.80
8	28.20	30.88	30.88	32.52	30.52	32.52	32.88
9	32.94	29.30	29.30	31.30	31.30	31.30	31.30
10	30.52	28.52	27.52	36.52	30.52	28.52	30.52
11	30.38	30.38	26.38	32.74	32.38	32.38	30.38
12	28.82	28.04	26.18	30.18	27.82	29.82	27.82
13	23.54	25.54	24.90	24.54	25.54	27.54	23.54
เฉลี่ย	28.90 ± 2.47 ^{bc}	28.89 ± 2.08 ^{bc}	27.33 ± 1.84 ^c	31.41 ± 3.24 ^a	30.00 ± 2.18 ^{ab}	30.17 ± 1.82 ^{ab}	28.26 ± 2.99 ^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามีในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-8 เปอร์เซ็นต์ปริมาณอนุภาคดินเหนียวของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	28.92	32.92	28.84	31.64	37.20	37.20	42.92
1	29.80	31.80	29.60	19.80	23.80	21.80	31.80
2	34.70	32.70	33.06	30.70	25.06	33.06	36.70
3	35.20	33.56	35.56	35.20	29.20	33.56	35.56
4	32.28	32.64	30.64	26.64	32.64	30.64	34.64
5	33.70	35.70	33.70	29.70	32.06	37.70	37.70
6	34.06	33.70	33.70	30.06	30.42	32.42	36.42
7	35.70	35.70	35.70	35.70	33.70	33.70	33.70
8	32.12	31.76	32.48	32.48	30.12	30.48	30.48
9	25.20	33.20	31.20	29.20	29.20	33.20	31.20
10	31.48	33.48	33.48	29.48	27.48	32.48	32.48
11	29.62	31.62	33.62	29.62	31.62	31.62	33.98
12	32.18	32.54	34.18	32.18	34.54	36.54	36.54
13	39.96	37.60	37.96	35.96	35.60	34.32	36.32
เฉลี่ย	32.49 ± 3.56^{abc}	33.49 ± 1.73^{ab}	33.12 ± 2.47^{abc}	30.59 ± 4.13^c	30.90 ± 3.83^{bc}	32.76 ± 3.87^{abc}	35.03 ± 3.21^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมบบนด้านขวามือในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4.2.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.975-5.314 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด จะพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนในพื้นที่ฝังกลบขยะสดมีค่าต่ำกว่าพื้นที่ที่ไม่ทำการฝังกลบขยะสด ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการสูญเสียไนโตรเจนในสถานะน้ำแข็ง โดยไนโตรเจนในรูปของไนเตรท จะถูกจุลินทรีย์นำไปใช้เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน นอกจากนี้แล้ว ยังมีการสูญเสียไนโตรเจนออกจากดินโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งไนไตรท์จะถูกรีดิวซ์ไปเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) หรือ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) (Boto, 1984) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินของพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4-9 และจะเห็นได้ว่า พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง และพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-8 ซึ่งจากการศึกษานี้ จะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ โดยดินบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ เมื่อเกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์จึงมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา

4.4.2.7 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

จากการตรวจวัดปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-0.115 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

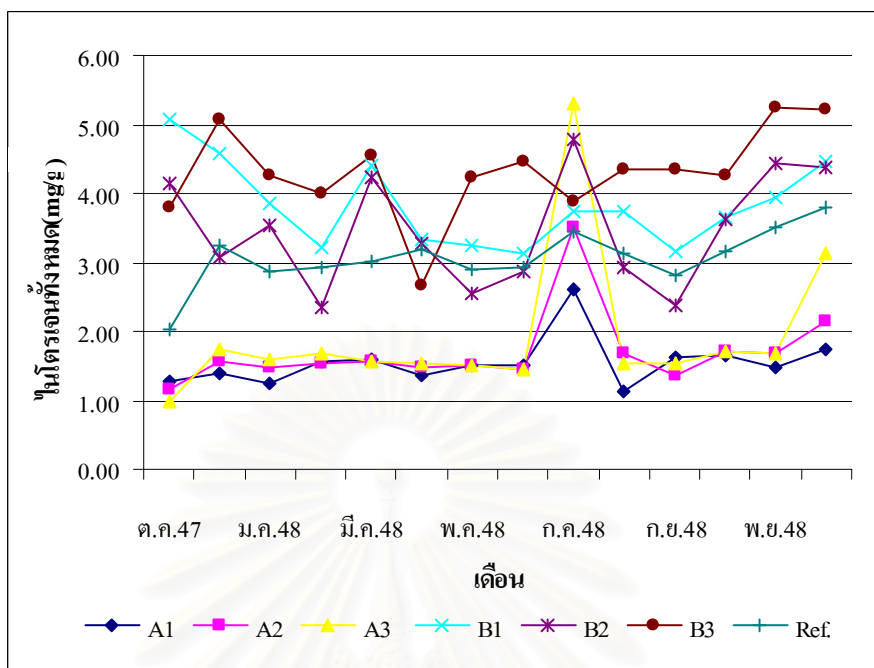
4.4.2.8 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-0.1045 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพื้นที่ศึกษา เมื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนก่อนและหลังการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด

ตารางที่ 4-9 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา (มิลลิกรัมต่อกรัม)

ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	1.264 ± 0.633	1.152 ± 0.458	0.975 ± 0.183	5.063 ± 0.095	4.147 ± 0.827	3.803 ± 0.021	2.040 ± 0.220
1	1.403 ± 0.077	1.564 ± 0.011	1.728 ± 0.195	4.574 ± 0.283	3.074 ± 0.177	5.082 ± 0.150	3.258 ± 0.001
2	1.235 ± 0.087	1.477 ± 0.043	1.602 ± 0.050	3.852 ± 0.218	3.525 ± 0.018	4.252 ± 0.061	2.863 ± 0.062
3	1.562 ± 0.192	1.550 ± 0.010	1.694 ± 0.113	3.213 ± 0.117	2.354 ± 0.066	3.990 ± 0.126	2.923 ± 0.072
4	1.590 ± 0.062	1.568 ± 0.047	1.557 ± 0.055	4.410 ± 0.052	4.220 ± 0.115	4.547 ± 0.036	3.011 ± 0.045
5	1.376 ± 0.039	1.488 ± 0.118	1.530 ± 0.047	3.330 ± 0.019	3.287 ± 0.072	2.660 ± 1.593	3.177 ± 0.091
6	1.513 ± 0.033	1.518 ± 0.077	1.511 ± 0.156	3.233 ± 0.036	2.542 ± 0.037	4.238 ± 0.059	2.885 ± 0.026
7	1.521 ± 0.019	1.452 ± 0.136	1.439 ± 0.049	3.122 ± 0.141	2.883 ± 0.040	4.473 ± 0.099	2.915 ± 0.020
8	2.609 ± 0.699	3.520 ± 1.606	5.314 ± 0.524	3.742 ± 0.084	4.796 ± 0.221	3.878 ± 0.403	3.457 ± 0.207
9	1.128 ± 0.052	1.689 ± 0.028	1.548 ± 0.016	3.749 ± 0.011	2.936 ± 0.058	4.339 ± 0.072	3.132 ± 0.019
10	1.619 ± 0.003	1.349 ± 0.023	1.524 ± 0.036	3.152 ± 0.077	2.369 ± 0.100	4.352 ± 0.058	2.806 ± 0.037
11	1.651 ± 0.069	1.697 ± 0.008	1.723 ± 0.058	3.652 ± 0.063	3.613 ± 0.096	4.265 ± 0.013	3.163 ± 0.097
12	1.467 ± 0.007	1.677 ± 0.017	1.689 ± 0.056	3.943 ± 0.045	4.429 ± 0.056	5.247 ± 0.057	3.52 ± 0.115
13	1.732 ± 0.095	2.152 ± 0.091	3.129 ± 0.463	4.471 ± 0.289	4.386 ± 0.171	5.219 ± 0.202	3.785 ± 0.106
เฉลี่ย	1.548 ± 0.349 ^d	1.703 ± 0.567 ^d	1.925 ± 1.078 ^d	3.821 ± 0.609 ^{ab}	3.468 ± 0.817 ^{bc}	4.310 ± 0.660 ^a	3.066 ± 0.409 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามือในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4-8 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยของดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา

4.4.2.9 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.397-3.85 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดก่อนและหลังการฝังกลบขยะ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางตรงกันข้าม เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพื้นที่ฝังกลบมีค่าเป็น 1.331 มิลลิกรัมต่อกรัม ในขณะที่พื้นที่ไม่ฝังกลบมีค่าเป็น 1.433 มิลลิกรัมต่อกรัม ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จะก่อให้เกิดกรดอินทรีย์บางชนิด ฮิวมัสและอื่นๆ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้สามารถเกิดคีเลชันกับเฟอริกไอออนและอลูมิเนียมไอออน ซึ่งจะป้องกันไม่ให้เฟอริกไอออนและอลูมิเนียมไอออนไปทำปฏิกิริยากับฟอสเฟต จึงช่วยให้มีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกจากดิน (คูสิต มานะจิติ, 2535) ดังนั้น ปริมาณฟอสฟอรัสในพื้นที่ที่ไม่ฝังกลบขยะสด จึงมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าพื้นที่ที่ฝังกลบขยะสด

4.4.2.10 ปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมด

จากการตรวจวัดปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดในดินของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.933-17.8 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อพิจารณาปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดก่อนและหลังการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพื้นที่ศึกษาและระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด

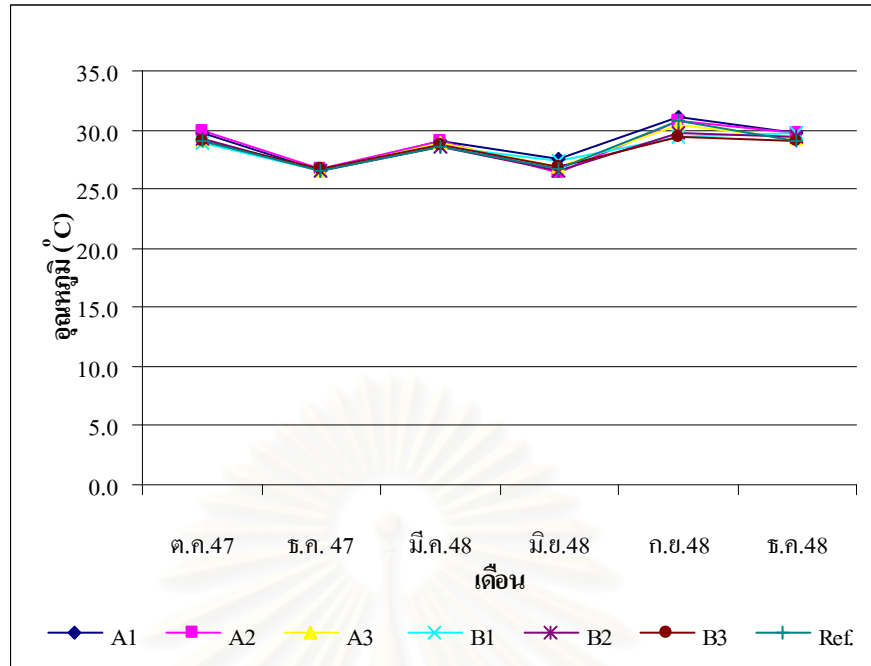
4.4.2.11 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่ศึกษา มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.92-10.95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 4-10 โดยที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงและพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาตินั้น จะเห็นได้ว่าการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการรบกวนหน้าดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ทำให้กระแสน้ำพัดพาอินทรีย์วัตถุออกไปได้ง่าย นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุจากการฝังกลบขยะสดลงในพื้นที่

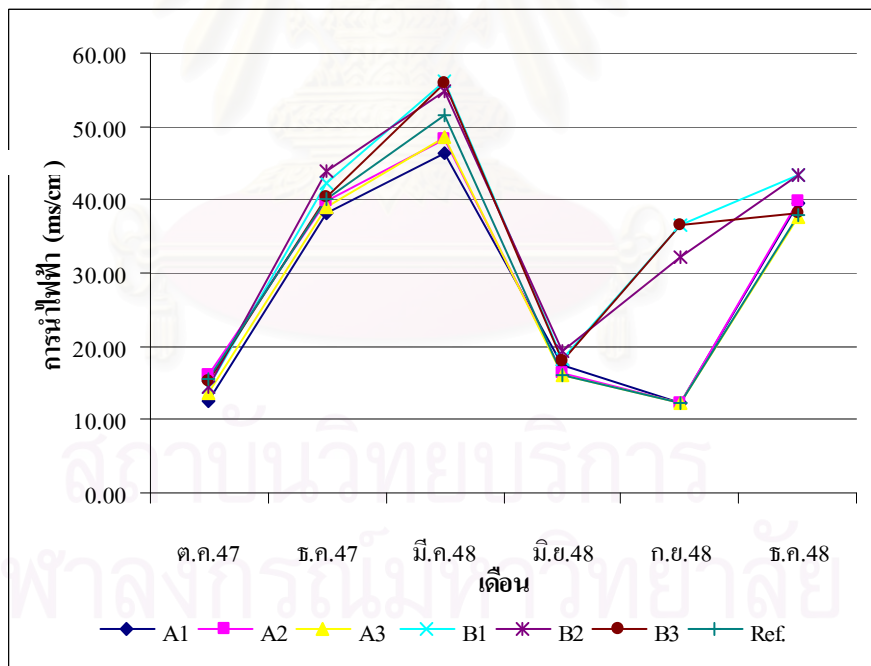
ตารางที่ 4-10 เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุในดินตะกอนของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	1.91 ± 0.01	1.85 ± 0.01	0.92 ± 0.01	10.73 ± 0.02	10.95 ± 0.01	10.07 ± 0.01	5.01 ± 0.01
1	3.85 ± 0.01	3.09 ± 0.01	2.71 ± 0.01	6.57 ± 0.01	6.65 ± 0.01	6.58 ± 0.01	5.88 ± 0.01
2	2.38 ± 0.01	2.23 ± 0.01	2.50 ± 0.01	8.27 ± 0.01	7.64 ± 0.00	8.27 ± 0.01	4.51 ± 0.02
3	3.01 ± 0.01	2.71 ± 0.01	2.86 ± 0.01	6.50 ± 0.01	6.40 ± 0.01	6.80 ± 0.01	5.35 ± 0.01
4	2.19 ± 0.00	1.99 ± 0.01	1.84 ± 0.01	7.52 ± 0.01	8.48 ± 0.01	7.79 ± 0.01	7.47 ± 0.01
5	2.48 ± 0.01	2.82 ± 0.01	2.48 ± 0.01	6.40 ± 0.01	6.93 ± 0.01	7.44 ± 0.01	4.50 ± 0.01
6	2.16 ± 0.01	2.26 ± 0.01	1.98 ± 0.01	6.31 ± 0.01	4.76 ± 0.01	7.45 ± 0.01	4.05 ± 0.01
7	2.64 ± 0.01	2.72 ± 0.01	1.98 ± 0.01	5.73 ± 0.01	5.73 ± 0.01	6.32 ± 0.01	5.08 ± 0.01
8	1.19 ± 0.01	1.70 ± 0.01	1.28 ± 0.01	4.73 ± 0.01	2.71 ± 0.01	4.69 ± 0.01	4.41 ± 0.01
9	1.72 ± 0.01	2.58 ± 0.00	2.25 ± 0.01	5.73 ± 0.24	5.79 ± 0.01	6.45 ± 0.01	4.56 ± 0.01
10	1.33 ± 0.01	1.14 ± 0.01	1.35 ± 0.00	3.39 ± 0.00	2.89 ± 0.01	4.55 ± 0.01	2.85 ± 0.00
11	3.04 ± 0.00	2.98 ± 0.00	2.44 ± 0.00	6.52 ± 0.00	2.26 ± 0.00	6.59 ± 0.00	5.54 ± 0.01
12	1.02 ± 0.00	1.30 ± 0.01	1.19 ± 0.00	4.05 ± 0.00	4.68 ± 0.00	6.03 ± 0.00	2.46 ± 0.00
13	2.21 ± 0.01	2.32 ± 0.01	2.03 ± 0.06	6.24 ± 0.01	6.37 ± 0.01	6.36 ± 0.01	5.56 ± 0.01
เฉลี่ย	2.22 ± 0.78 ^c	2.26 ± 0.61 ^c	1.99 ± 0.61 ^c	6.35 ± 1.79 ^a	5.88 ± 2.36 ^a	6.81 ± 1.40 ^a	4.80 ± 1.24 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามีในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



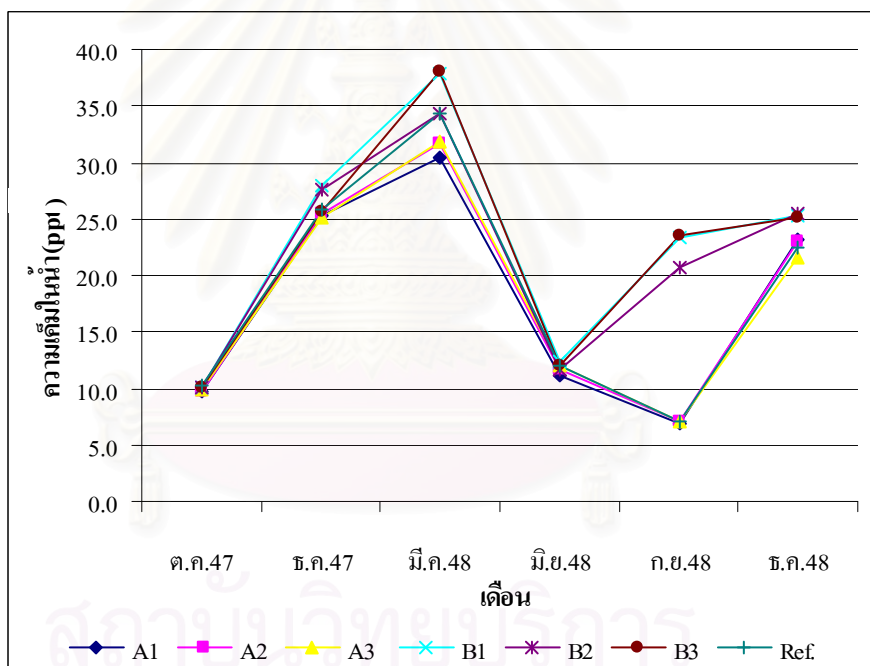
รูปที่ 4-9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4-10 การเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าของน้ำในพื้นที่ศึกษา

4.4.3.3 ความเค็ม

ความเค็มในน้ำ จะมีค่าผันแปรไปตามค่าการนำไฟฟ้า เนื่องจากการนำไฟฟ้าของน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณสารประกอบอนินทรีย์ เช่น กรดอินทรีย์ ค่าง และเกลือ (ชงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่ศึกษาในช่วงระหว่าง 6.9-38.0 ppt ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า เมื่อทดสอบความแตกต่างของความเค็มในน้ำระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่จะพบว่าความเค็มในฤดูแล้งมีค่ามากกว่าในฤดูฝน ทั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากความเข้มข้นของไอออนที่ละลายในน้ำของฤดูแล้งที่มีมากกว่าฤดูฝน ดังรูปที่ 4-11 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของความเค็มในน้ำระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเค็มในน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานซึ่งกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติได้ 10 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4-11 การเปรียบเทียบความเค็มเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา

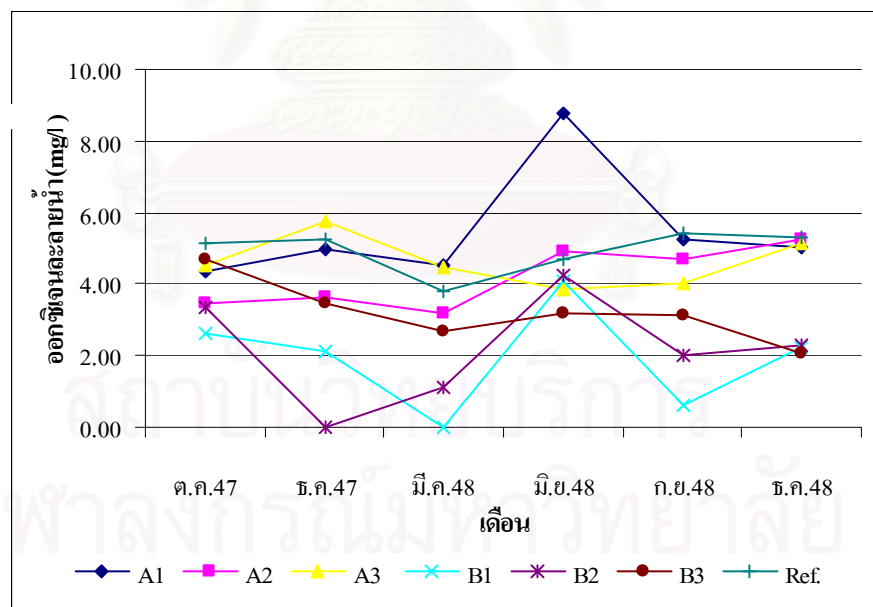
4.4.3.4 ความเป็นกรด-ด่าง

จากการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำในพื้นที่ศึกษา พบว่า น้ำมีความเป็นกรด-ด่างเป็นกลางถึงด่างปานกลางและมีค่าอยู่ในช่วง 7.4-8.5 เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างในน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งและคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่า มีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาและระหว่างก่อนและหลังทำการ

ฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

4.4.3.5 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-8.8 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4-11 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 แล้ว จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่ B มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 ที่กำหนดไว้ที่ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 4-12 เนื่องจากพื้นที่ B เป็นพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก ทำให้มีปริมาณการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากกว่า จึงเป็นผลให้มีปริมาณของออกซิเจนละลายต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ นอกจากนี้ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของพื้นที่ A2 B1 B2 และ B3 ในช่วงเดือนแรกหลังจากฝังกลบขยะสดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการฝังกบขยะลงในพื้นที่เป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ จุลินทรีย์เกิดกิจกรรมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงมีค่าต่ำ



รูปที่ 4-12 การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4-11 ปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา (มิลลิกรัมต่อลิตร)

พื้นที่ ครั้งที่	พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ (พื้นที่ A)			พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (พื้นที่ B)			พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง (พื้นที่ Ref.)
	พื้นที่ A1	พื้นที่ A2	พื้นที่ A3	พื้นที่ B1	พื้นที่ B2	พื้นที่ B3	
ก่อนฝัง	4.35 ± 0.05	3.47 ± 0.06	4.52 ± 0.08	2.65 ± 0.01	3.35 ± 0.01	4.71 ± 0.01	5.17 ± 0.06
1	5.00 ± 0.10	3.65 ± 0.05	5.75 ± 0.01	2.15 ± 0.01	0.00 ± 0.00	3.48 ± 0.03	5.25 ± 0.05
2	4.50 ± 0.01	3.16 ± 0.05	4.50 ± 0.02	0.00 ± 0.00	1.10 ± 0.03	2.70 ± 0.02	3.80 ± 0.02
3	8.75 ± 0.05	4.92 ± 0.03	3.84 ± 0.04	4.07 ± 0.06	4.25 ± 0.05	3.20 ± 0.01	4.70 ± 0.01
4	5.26 ± 0.05	4.71 ± 0.03	4.00 ± 0.01	0.61 ± 0.04	2.03 ± 0.06	3.15 ± 0.05	5.44 ± 0.05
5	5.05 ± 0.02	5.23 ± 0.01	5.16 ± 0.02	2.25 ± 0.01	2.32 ± 0.02	2.09 ± 0.01	5.28 ± 0.01
เฉลี่ย	5.49 ± 1.64 ^a	4.19 ± 0.87 ^{ab}	4.63 ± 0.72 ^{ab}	1.96 ± 1.46 ^c	2.17 ± 1.53 ^c	3.22 ± 0.88 ^{bc}	4.94 ± 0.61 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามือในแนวนอนที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4.3.6 บีโอดี

บีโอดี หรือ Biochemical Oxygen Demand เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) สำหรับบีโอดีในพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 10.02-49.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน และเมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ก็พบว่า มีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้บีโอดีที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะมีค่าได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการไหลผ่านของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วของโครงการและเกิดจากการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุลงในพื้นที่ทำการฝังกลบขยะ ทำให้จุลินทรีย์มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในปริมาณที่มากขึ้น นอกจากนี้เมื่อทดสอบความแตกต่างของบีโอดี พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพื้นที่ฝังกลบขยะสดและไม่ฝังกลบขยะสด นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

4.4.3.7 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

จากการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.523-19.255 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสดแล้ว พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณอินทรีย์สารลงในพื้นที่ฝังกลบขยะ เมื่อมีการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้มีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา จึงทำให้ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.4.3.8 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

สำหรับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของพื้นที่ศึกษา มีค่าค่อนข้างผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.011-0.515 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะสด พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความแตกต่างของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนนั้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ จึงมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา ไนโตรเจนในรูปของไนเตรทสามารถละลายน้ำได้ จึงทำให้ความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำมีความแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังทำการฝังกลบขยะสด

เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดได้กับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน จะเห็นได้ว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก ทั้งนี้ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนนั้น

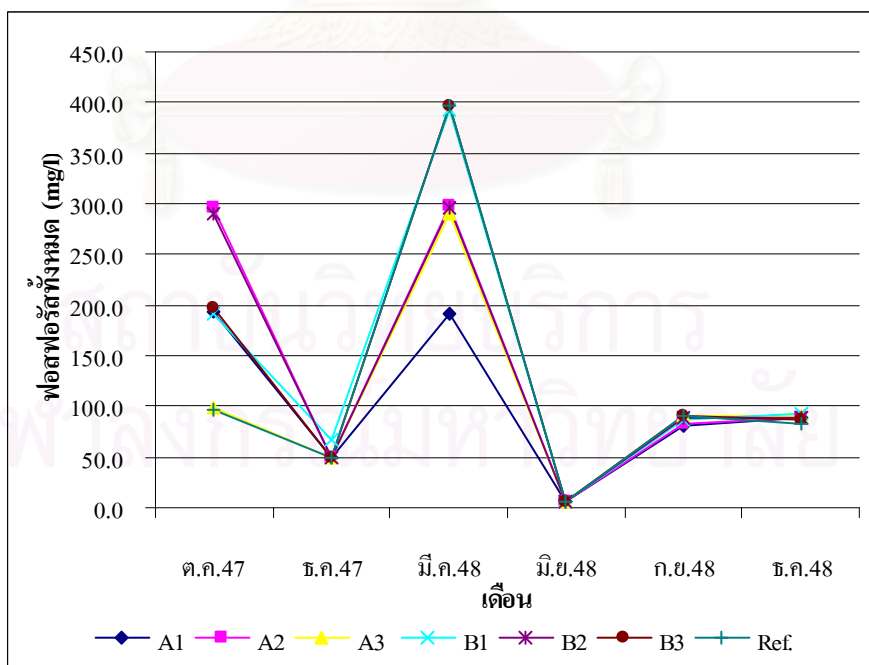
จะถูกนำไปใช้โดยพืชและจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ไนเตรทเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ไนไตรท์จะถูกรีดิวซ์ไปเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) หรือ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ทำให้เกิดการสูญเสียออกจากรู้น้ำได้

4.4.3.9 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

จากการตรวจวัดปริมาณแอมโมเนียในน้ำของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าค่อนข้างผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.001-0.103 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าน้อยมาก เนื่องจากไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียนั้น จะสูญเสียไปได้ง่ายเช่นเดียวกับไนเตรท-ไนโตรเจน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งและคุณภาพผิวดิน พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.4.3.10 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

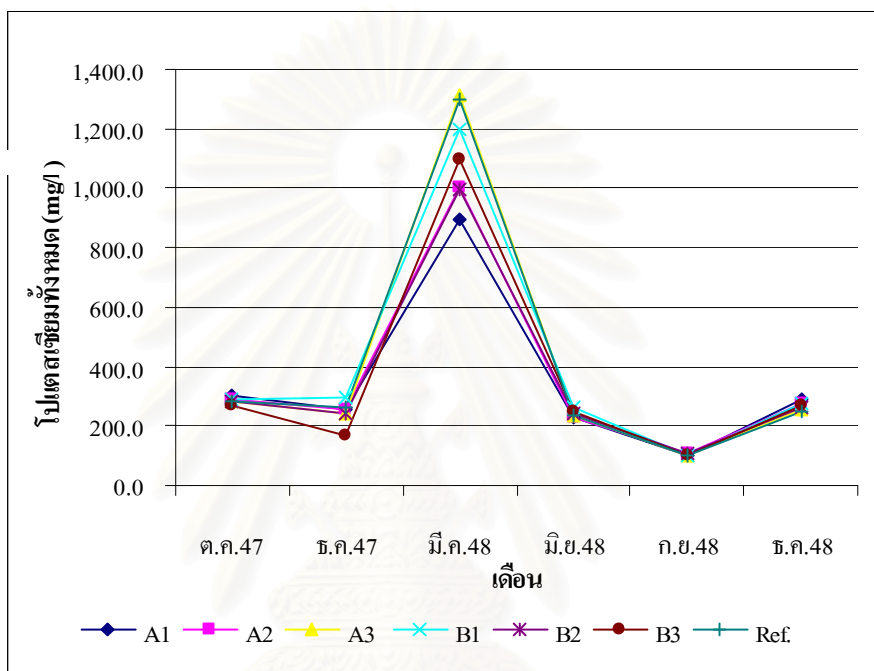
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ตรวจพบในน้ำของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.60-397.28 มิลลิกรัมต่อลิตร จากรูปที่ 4-13 จะเห็นได้ว่า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำของพื้นที่ศึกษา มีค่าที่ใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันในแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัด และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 4-13 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา

4.4.3.11 ปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมด

จากการตรวจวัดปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดในน้ำของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 99.68-1,309.97 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากรูปที่ 4-14 จะเห็นได้ว่าปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดในน้ำของพื้นที่ศึกษา มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันในแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัดเช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด



รูปที่ 4-14 การเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำในพื้นที่ศึกษา

4.5 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล

หลังจากการฝังกลบขยะสดเป็นระยะเวลา 1 เดือน ได้ทำการปลูกต้นกล้าแสมทะเลซึ่งมีอายุ 75 วันลงในพื้นที่ศึกษาและปล่อยให้กล้าไม้ปรับตัวเป็นเวลา 1 เดือน จึงเริ่มเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ฝังกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุม และในช่วง 3 ครั้งแรกที่เก็บข้อมูล หากมีต้นกล้าตาย จะทำการปลูกซ่อมต้นกล้าที่ตายไป และเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษาต่อไป และได้ทำการตรวจวัดจำนวนการรอดชีวิต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของต้นกล้าแสมทะเลตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-ธันวาคม พ.ศ. 2548 มีผลการศึกษา ดังนี้

4.5.1 การรอดชีวิตของต้นแสมทะเล

เมื่อทำการตรวจวัดอัตราการรอดชีวิตของต้นกล้า พบว่า ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน พ.ศ. 2548 ต้นกล้าแสมทะเลที่ปลูกลงในพื้นที่ศึกษามีจำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตน้อยกว่าการศึกษาในช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2548 ดังตารางที่ 4-12 ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ฤดูกาลและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ในพื้นที่ศึกษาของต้นกล้า เช่น แสงแดด ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ น้ำขึ้นน้ำลง รวมถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำและดินตะกอน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยแวดล้อมเหล่านี้มีผลกระทบกับการเจริญเติบโตของต้นกล้า นอกจากนี้ ดินที่ใช้ในการเพาะต้นกล้าเป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งแตกต่างกับลักษณะเนื้อดินในพื้นที่ศึกษา ต้นกล้าที่อ่อนแอ จึงไม่สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้

ตารางที่ 4-12 จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตในพื้นที่ศึกษาตามช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

เดือน	พื้นที่ศึกษา	ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่		ป่าชายเลนธรรมชาติ		ป่าชายเลน อ้างอิง
		พื้นที่ฝั่งขะยะ	พื้นที่ควบคุม	พื้นที่ฝั่งขะยะ	พื้นที่ควบคุม	
ก.พ. 48		22	26	26	32	35
เม.ย. 48		15	22	29	32	32
มิ.ย. 48		26	31	30	24	32
ส.ค. 48		36	34	32	33	33
ต.ค. 48		35	32	26	33	35
ธ.ค. 48		35	30	22	31	32

เมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ ป่าชายเลนธรรมชาติและป่าชายเลนอ้างอิง จะพบว่า จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตในพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง มีค่ามากกว่าพื้นที่อื่นๆ รองลงมาได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ และพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

(1) แสงแดด เป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากกับการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล ซึ่งพันธุ์ไม้ป่าชายเลนส่วนใหญ่ ต้องการแสงสว่างเต็มที่จึงจะเจริญเติบโตได้ดี แต่จากการศึกษาของ Huberman (1959) กล่าวว่า แสมทะเลในระยะที่เป็นกล้าไม้ไม่ต้องการแสงสว่างมากเกินไป ซึ่งพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่เป็นพื้นที่ที่โล่ง เนื่องจากมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำ ทำให้ได้รับแสงสว่างอย่างเต็มที่ในระยะแรกที่ต้นแสมทะเลกำลังปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่ จึงเป็นสาเหตุให้ต้นแสมทะเลตายมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

(2) ระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง Clarke and Hannon (1971) กล่าวว่า ต้นกล้าของไม้ป่าชายเลนบางชนิด เช่น แสม จะมีอัตราการตายสูงในพื้นที่ที่มีการขังของน้ำบริเวณผิวดิน ซึ่งพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่มีลักษณะพื้นที่ที่เป็นที่ต่ำ ทำให้ระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำมีระยะเวลายาวนาน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ต้นแสมตายมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

(3) การทำลายของศัตรูพืช จากการสังเกตในพื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ

เป็นพื้นที่ที่มีการทำลายของศัตรูพืช การทำลายของศัตรูพืชมีลักษณะดังรูปในภาคผนวก จ ซึ่งการทำลายของศัตรูพืชนี้ เป็นผลทำให้จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตของพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติมีค่าต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่พบการทำลายของศัตรูพืช

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตระหว่างพื้นที่ฝั่งขยะและพื้นที่ศึกษาของพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่และพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ พบว่า พื้นที่ควบคุมมีจำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิตมากกว่าพื้นที่ฝั่งขยะ เป็นผลเนื่องมา

(1) การขังของน้ำบริเวณเหนือผิวดิน จากการขุดหลุมฝังกลบขยะ ซึ่งต้นกล้าที่ปลูกในพื้นที่ฝั่งขยะจะจมอยู่ในน้ำตลอดเวลา จึงเป็นสาเหตุให้ต้นกล้าตายมากกว่าพื้นที่ควบคุม

(2) ความร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายขยะ ซึ่งการย่อยสลายสารอินทรีย์จากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดความร้อน ซึ่งอาจส่งผลให้รากของต้นกล้าแซมทะเลที่ปลูกในพื้นที่ฝั่งกลบขยะตายมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

4.5.2 อัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นแซมทะเล

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นแซมทะเลในพื้นที่ศึกษา มีผลการศึกษาดังนี้

4.5.2.1 พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเพิ่มพูนความสูงของต้นแซมทะเลระหว่างพื้นที่ฝั่งกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุม พบว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดมีค่ามากกว่าพื้นที่ควบคุม และจะเห็นได้ว่า ในครั้งที่ 6 ค่าเฉลี่ยของการเพิ่มพูนความสูงของต้นแซมทะเลในพื้นที่ฝั่งกลบขยะสด และพื้นที่ควบคุมมีค่ามากกว่าเดือนอื่นๆ ที่ทำการตรวจวัด โดยมีค่ามากที่สุดเป็น 7.21 และ 2.15 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-13 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก ในช่วงแรกที่ทำการปลูกต้นแซมทะเลลงในพื้นที่ศึกษานั้น ต้นแซมทะเลมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ จึงมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงน้อยกว่าในช่วงหลัง ซึ่งต้นแซมทะเลสามารถปรับตัวได้แล้ว

4.5.2.2 พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ

สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาตินั้น เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเพิ่มพูนความสูงของต้นแซมทะเลระหว่างพื้นที่ฝั่งกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุม มีผลการศึกษาเช่นเดียวกับพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ คือ พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดมีค่ามากกว่าพื้นที่ควบคุม ซึ่งในพื้นที่ฝั่งกลบขยะสดมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนความสูงมากที่สุดในครั้งที่ 5 มีค่าเป็น 5.45 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน และพื้นที่ควบคุมมีค่ามากที่สุดในการครั้งที่ 6 มีค่าเป็น 6.29 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน

4.5.2.3 พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง จะเห็นได้ว่า มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าพื้นที่อื่นๆ ดังตารางที่ 4-13 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนความสูงของต้นแซมทะเลในแต่ละเดือน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนความสูงมากที่สุดในครั้งที่ 6 มีค่าเป็น 2.92 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน

ตารางที่ 4-13 อัตราการเพิ่มพูนความสูงเฉลี่ยของต้นแสมทะเล (เซนติเมตรต่อ 2 เดือน)

พื้นที่ศึกษา \ ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่							
- พื้นที่ฝั่งกลบขยะ	2.60 ± 2.36 ^a	3.40 ± 2.29 ^{bc}	8.90 ± 6.10 ^a	7.41 ± 6.49 ^a	7.66 ± 7.40 ^a	13.25 ± 9.82 ^a	7.21 ± 3.88
- พื้นที่ควบคุม	2.25 ± 2.50 ^a	1.51 ± 1.17 ^{bc}	3.06 ± 3.12 ^b	1.54 ± 1.23 ^c	1.13 ± 1.40 ^c	3.42 ± 4.87 ^b	2.15 ± 0.92
พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ							
- พื้นที่ฝั่งกลบขยะ	2.45 ± 1.86 ^a	2.32 ± 2.57 ^{ab}	2.85 ± 2.80 ^b	6.23 ± 5.37 ^b	5.45 ± 4.90 ^b	3.89 ± 5.18 ^b	3.87 ± 1.65
- พื้นที่ควบคุม	1.46 ± 1.43 ^a	3.22 ± 4.88 ^a	3.59 ± 3.97 ^b	3.45 ± 3.88 ^b	4.73 ± 4.88 ^b	6.29 ± 4.91 ^b	3.79 ± 1.61
พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง	0.59 ± 0.94 ^a	0.53 ± 0.56 ^c	0.57 ± 0.61 ^c	1.04 ± 0.83 ^c	0.35 ± 0.36 ^c	2.92 ± 39.0 ^b	1.00 ± 0.97

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมบบนด้านขวามือในแนวตั้งที่แตกต่างกัน: แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.5.3 อัตราการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของต้นแสมทะเล

การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นแสมทะเล มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.5.3.1 พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางจากค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นแสมทะเลในพื้นที่ฝั่งกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุม พบว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าพื้นที่ควบคุมทุกเดือนที่ทำการตรวจวัด ดังตารางที่ 4-14 โดยที่พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุมมีค่ามากที่สุดในการครั้งที่ 6 มีค่าเป็น 0.16 และ 0.07 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน ตามลำดับ

4.5.3.2 พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ

จากตารางที่ 4-14 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นแสมทะเลในพื้นที่ฝั่งกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุม พบว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าพื้นที่ควบคุมทุกเดือนที่ทำการตรวจวัดเช่นเดียวกับพื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ โดยที่ พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดและพื้นที่ควบคุมมีค่ามากที่สุดในการครั้งที่ 6 มีค่าเป็น 0.10 และ 0.07 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน ตามลำดับ

4.5.3.3 พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง

จากการตรวจวัดการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นแสมทะเลในพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง พบว่า มีค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.01-0.04 เซนติเมตรต่อ 2 เดือน และมีค่ามากที่สุดในการครั้งที่ 6 ที่ทำการตรวจวัด

4.5.4 การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างพื้นที่ศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นแสมทะเลในระหว่างครั้งที่ทำการตรวจวัด จะสังเกตได้ว่า การเจริญเติบโตของต้นแสมทะเลใน 2 ครั้งแรก ที่ทำการตรวจวัดมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าในครั้งอื่นๆ ทั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากการที่ต้นแสมทะเลต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4-13 พบว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดในป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ มีแนวโน้มการเพิ่มความสูงมากกว่าพื้นที่อื่นๆ รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ควบคุมในป่าชายเลนธรรมชาติ พื้นที่ฝั่งกลบในป่าชายเลนธรรมชาติ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่างพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4-14 จะเห็นได้ว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดในป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ มีการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าพื้นที่อื่นๆ เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตทางด้านความสูง รองลงมาได้แก่ พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดในป่าชายเลนธรรมชาติ และพื้นที่ควบคุมในป่าชายเลนธรรมชาติ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดในป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่ มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

ตารางที่ 4-14 อัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของต้นแสมทะเล (เซนติเมตรต่อ 2 เดือน)

พื้นที่ศึกษา ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย
พื้นที่ป่าชายเลนฟื้นฟูใหม่							
- พื้นที่ฝั่งกลบขยะ	0.05 ± 0.04^a	0.04 ± 0.03^a	0.12 ± 0.10^a	0.08 ± 0.06^a	0.14 ± 0.10^a	0.16 ± 0.10^a	0.10 ± 0.05
- พื้นที่ควบคุม	0.03 ± 0.03^b	0.02 ± 0.02^a	0.05 ± 0.04^b	0.03 ± 0.02^c	0.03 ± 0.02^c	0.07 ± 0.04^b	0.04 ± 0.02
พื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ							
- พื้นที่ฝั่งกลบขยะ	0.03 ± 0.02^b	0.03 ± 0.02^a	0.04 ± 0.03^{bc}	0.08 ± 0.06^b	0.07 ± 0.05^b	0.10 ± 0.04^b	0.06 ± 0.03
- พื้นที่ควบคุม	0.02 ± 0.01^b	0.02 ± 0.03^a	0.03 ± 0.02^{bc}	0.03 ± 0.02^c	0.04 ± 0.03^{bc}	0.07 ± 0.04^b	0.04 ± 0.02
พื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง	0.01 ± 0.00^b	0.02 ± 0.02^a	0.02 ± 0.01^c	0.02 ± 0.02^c	0.02 ± 0.01^c	0.04 ± 0.04^b	0.02 ± 0.01

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมบนด้านขวามือในแนวตั้งที่แตกต่างกัน : แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การที่พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดในป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าพื้นที่อื่นๆ อาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณแสงแดดที่ต้นกล้าแสมทะเล ได้รับ ซึ่งนพรัตน์ บำรุงรัตน์ (2535) กล่าวว่า กล้าไม้ที่อยู่ในร่มเงาจะมีอัตราการเจริญเติบโตน้อย ในพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ เป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำ ทำให้เป็นพื้นที่โล่ง ส่งผลให้ แสงแดดสามารถส่องผ่านลงมาได้มากกว่าพื้นที่อื่นๆ ในช่วงที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ปริมาณแสงที่มากเกินไป ทำให้เกิดการตายของต้นแสมทะเลมากกว่าพื้นที่อื่นๆ แต่เมื่อต้นแสมทะเลสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้แล้ว แสงแดดจึงเป็นปัจจัยที่ทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพื้นที่อื่นๆ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายขยะสด

จากการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดเบื้องต้น และตามช่วงเวลา พบว่า ขยะสดสามารถย่อยสลายได้ในป่าชายเลน ซึ่งความสามารถในการย่อยสลายของขยะสดในแต่ละพื้นที่ศึกษามีรูปแบบและระยะเวลาในการย่อยสลายที่แตกต่างกัน อันเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น นอกจากนี้ ชนิดและองค์ประกอบของขยะยังมีผลต่อการย่อยสลายของขยะอีกด้วย ซึ่งจากการศึกษานี้ พบว่า ขยะสดมีการย่อยสลายได้ดีที่สุดในช่วง 3 วันแรกหลังจากทำการฝังกลบขยะสด และจากค่าคงที่การสลายตัวที่ 45 วัน พบว่า พื้นที่ป่าเสมพื้นที่ใหม่มีค่ามากที่สุด คือ 0.051 ต่อวัน สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิงและพื้นที่ป่าเสมธรรมชาติ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.034 และ 0.032 ต่อวัน ตามลำดับ

5.1.2 ผลการศึกษาผลกระทบจากการฝังกลบขยะสด

5.1.2.1 ผลกระทบต่อคุณภาพดิน

จากการศึกษาคุณภาพดินทางกายภาพและเคมีของดินแต่ละพื้นที่ มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากสภาพป่าชายเลน ความหนาแน่นของต้นไม้ ความใกล้-ไกลทะเล น้ำขึ้นน้ำลง ระยะเวลาการขังของน้ำ ลักษณะของดิน เป็นต้น ทำให้คุณภาพดินทางกายภาพและเคมีมีความแตกต่างกัน และจากการศึกษาผลกระทบต่อกคุณภาพดินจากการฝังกลบขยะสด พบว่า ในพื้นที่ฝังกลบขยะสดมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 8.052 ในขณะที่ ค่าความเป็นกรด-ด่างในพื้นที่ที่ไม่ทำการฝังกลบมีค่าเป็น 8.025 สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ในพื้นที่ฝังกลบขยะสดมีค่าเป็น 2.635 และ 1.331 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ที่ไม่ฝังกลบขยะสดที่มีค่าเป็น 3.101 และ 1.433 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า มีการตายของต้นเสมทะเลที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ป่าเสมธรรมชาติภายหลังจากการฝังกลบขยะสด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การฝังกลบขยะสดมีผลกระทบต่อดินตะกอนในป่าชายเลน

5.1.2.2 ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของพื้นที่ศึกษา พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลาย มีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพป่าชายเลน น้ำขึ้นน้ำลง ความใกล้-ไกลทะเล และจากการศึกษาผลกระทบจากการฝังกลบขยะสด พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่ทำการฝังกลบขยะสดและไม่ทำการฝังกลบขยะสด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การฝังกลบขยะสดไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำภายในป่าชายเลน

5.1.3 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล

การรอดชีวิตและเจริญเติบโตของต้นแสมทะเลในแต่ละพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ศึกษา เช่น แสงแดด ชนิดของดิน ศัตรูพืช ระยะเวลาการท่วมขังของน้ำ และความหนาแน่นของต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเลในพื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ฝั่งกลบขยะสดในป่าชายเลนพื้นที่ใหม่ (พื้นที่ A1) มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากพื้นที่นี้มีความหนาแน่นของต้นไม้บริเวณใกล้เคียงค่อนข้างต่ำ ทำให้พื้นที่นี้ค่อนข้างโล่งกว่าพื้นที่อื่นๆ ซึ่งเมื่อต้นกล้าแสมทะเลปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ได้แล้ว และได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ ทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพื้นที่อื่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) การปลูกต้นแสมทะเลบนพื้นที่ฝั่งกลบขยะสดนั้น ควรเว้นระยะเวลาหลังทำการฝั่งกลบขยะสดเพื่อให้อุณหภูมิที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ลดลง แล้วจึงทำการปลูกต้นแสมทะเล ซึ่งจากการศึกษานี้ พบว่า หลังจากทำการฝั่งกลบขยะสดแล้ว 3-4 เดือนจึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะทำการปลูกต้นแสมทะเลบนพื้นที่ฝั่งกลบขยะสด

(2) ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่ทำการย่อยสลายขยะสดภายในพื้นที่ป่าชายเลน

(3) ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยธาตุอาหารของขยะสดที่นำไปฝั่งกลบในป่าชายเลน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรณีการ์ สิริสิงห. 2544. เคมีของน้ำ น้ำไฮโดรเจนและการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร.
- กิตติชัย ดวงมาลย์. 2545. เอกสารประกอบการบรรยายการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย การฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมท่าอากาศยาน รุ่นที่ 3. กรุงเทพมหานคร: วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- เกษม จันทร์แก้ว. 2541. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กนกพร บุญส่งและโชคชัย ยะชูศรี. 2547. สมบัติของดินและน้ำในดินบริเวณป่าชายเลนปลูกบนพื้นที่นาทุ่งร้าง อำเภอนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน สนิท อักษรแก้วและคณะ (บรรณาธิการ), การจัดการสวนป่าชายเลนเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย, หน้า 276-285. กรุงเทพมหานคร: ประสัชชัยการพิมพ์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร.
- จินตนา กรมน้อย. 2537. สมบัติบางประการทางกายภาพและเคมีของดินป่าชายเลน จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลิมชัย โชติกมาศ. 2539. ลักษณะโครงสร้างป่าชายเลนและลักษณะดินท้องที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คูสิต มานะจูดิ. 2535. ปฐพีวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์และจรงค์ จันทร์เจริญสุข. 2542. คู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เทียมใจ คมกฤต. 2536. โครงสร้างไม้ป่าชายเลน. กรุงเทพมหานคร: บริษัททดลองรัตน์ จำกัด.
- เทศบาลเมืองเพชรบุรี. 2536. เอกสารรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมูลฝอยเทศบาลเมืองเพชรบุรี. เพชรบุรี.
- เทศบาลเมืองเพชรบุรี. 2540. รายงานการศึกษาความเหมาะสมระบบการกำจัดขยะมูลฝอย. เพชรบุรี.

- ชนิยา เกาศล. 2540. สภาวะการทำงานที่เหมาะสมของถึงหมักไร้อากาศในการบำบัดตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2544. การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2535. การปลูกป่าชายเลน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โอ. เอส. พรินต์ติ้ง เฮ้าส์.
- พัชรี หอวิจิตร. 2529. การจัดการขยะมูลฝอย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- พิชิต แก้ววงศ์ศรีและนพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2540. การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเลที่ใช้เป็นไม้เบิกนำบนหาดเลนงอกใหม่ของอ่าวปิดตาดานี. ในรายงานการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 10, II-4 หน้า 1-8. 25-28 สิงหาคม 2540 ณ โรงแรม เจ. บี. หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
- พรรณชลิศา วชิรรัตน์วงศ์. 2543. คุณลักษณะของก้อนอิฐปุ๋ยหมักและผลกระทบต่อเมื่อใส่ลงไปใต้น้ำทะเล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. เคมีดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเชียงใหม่พิมพ์สวย.
- พรศิริินทร์ สุดแสง. 2544. ความเค็มและลักษณะเนื้อดินที่มีผลต่อการแบ่งแนวเขตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดตราด. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตันจุลเวศม์. 2545. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิโรจน์ ชีรธนาธร, นพรัตน์ บำรุงรักษ์และสงบ พานิชชาติ. 2545. เทคนิคการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน. ในเอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนกับความอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช, หน้า 44-45. 4-7 ตุลาคม 2545 ณ โรงแรมทวินโลตัส จังหวัดนครศรีธรรมราช.
- สมศักดิ์ วังไฉน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- สนิท อักษรแก้ว, กอร์ดอน เอส แมกซ์เวลล์, สนใจ หะวานนท์และสมชาย พานิชสุขโข. 2535. พันธุ์ไม้ป่าชายเลน. กรุงเทพมหานคร: บริษัททดลองรัฐ จำกัด.

- สนิท อักษรแก้ว, สนใจ หะวานนท์และชาตรี มากนวล. 2539. คู่มือการปลูกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนพี่น้องปลิขซึ่ง.
- สนิท อักษรแก้ว. 2542. ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2545. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2547. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรม. 2542. คู่มือกฎหมายสิ่งแวดล้อมสำหรับประชาชน มลพิษอื่นและของเสียอันตราย. กรุงเทพมหานคร.
- สุเมธ ตันติเวชกุล. 2542. บทบาทและความสำคัญของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ในรายงานการสัมมนาวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีการกำจัดขยะแบบประหยัดและการบำบัดน้ำเสียด้วยพืช, หน้า 1-6. 25-28 สิงหาคม 2542 ณ ห้องสุธรรมชารีกุล อาคารสารนิเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- อนามัย, กรม. ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 2. 2530. การศึกษามลภาวะของแหล่งน้ำดื่มรอบบริเวณที่ทิ้งขยะของเทศบาลในเขตภาคตะวันออก. ชลบุรี.
- อนามัยสิ่งแวดล้อม, กอง. 2535. พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535. กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

- AWWA, APHA and WEF. 1992. Standard Method for the examination of water and wastewater. 18th ed. Washington D.C.
- Ashton, E.C., Hogarth, P.J. and Ormond, R. 1999. Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. Hydrobiology 413: 77-88.
- Bertoldi, M.D., Vanillini, G. and Pera, A. 1983. The Biology of composting : A review. Waste Manage and Res 1: 157-176.

- Boto, K.G. 1984. Waterlogged Saline Soil. In S.C. Snedaker and J.G. Sneakder (eds.), The Mangrove Ecosystem : Research Methods, pp 114-130. Unesco.
- Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G., Kazungu, J., Dehairs, F. and Koedam, N. 2005. Litter degradation and CN dynamics in reforested mangrove plantations at Gazi Bay, Kenya. Biological Conservation126: 287-295.
- Cortez, J. 1998. Field decomposition of leaf litters: relationships between decomposition rates and soil moisture, soil temperature and earthworm activity. Soil Biol. Biochem.30(6): 783-793.
- Clarke, L.D. and Hannon, N.J. 1971. The Mangrove Swamp and Salt Marsh Communities of the Sydney District. IV The Significance of species Interaction. J. Ecol.59: 535-553.
- Dickinson, C.H. 1974. Decomposition of Litter in soil. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, pp. 1-10. London: Academic Press.
- Dick, T.M. and Osunkoya, O.O. 2000. Influence of tidal restriction floodgates on decomposition of mangrove litter. Aquatic botany 68: 273-280.
- Frankland, J.C. 1974. Decomposition of Lower plants. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, pp. 3-36. London: Academic Press.
- Finstein, M.S., Cirello, J., Macgregor, S.T. and Miller, F.C. 1980. Enginrrig principles of sludge commpsting. J. Water Pollution Control Fed.52: 2037-2042.
- Gray, K.R. and Biddlestone, A.J. 1974. Decomposition of Urban waste. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, London: Academic Press.
- Holmboe, N., Kristensen and Andersen, F. Ø. 2001. Anoxic decomposition in sediments from a Tropical mangrove forest and the Temperate Wadden Sea: Implications of N and P Addition Experiments. Estuarine, Coastal and Shelf Science53: 125-140.
- Huberman, M.A. 1959. Mangrove Silviculture. Trop. Silv.13 (4): 185-195.

- Jenny, H., Gessel, S.P. and Bingham, F.T. 1949. Soil sci.68: 419-432. Cited in Dickinson, C.H. 1974. Introduction. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, pp. i-xi. London: Academic Press.
- Jensen, V. 1974. Decomposition of Angiosperm tree leaf litter. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, pp. 69-104. London: Academic Press.
- JICA. 1981. The Bangkok Solid Waste Management Study in Thailand. Interim Report. Bangkok.
- Lodha, B.C. 1974. Decomposition of Digested litter. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, pp.213-238. London: Academic Press.
- Metcalf and Eddy, Inc. 1974. Wastewater Engineering Collection, Treatment, Disposal. New Delhi: Mc Graw-Hill Publishing Company.
- Mosey, F.E. 1983. Mathematics Modelling of the anaerobic digestion process : regulatory mechanisms for the formation of short-chain volatile acid from glucose. Wat. Sci. Tech. 15: 209-232.
- National Research Council. 1977. Methane generation from human, animal and Agricultural wastes. Washington D.C.
- Nakasone, Y. and Agena, M. 1984. Role of crabs as the degrader of mangrove litter in the Okinawan mangals, and food habits of some estuarine fishes, Biological laboratory, Collage of education, The University of Ryakyus, Okinawa, Japan: 153-167.
- Poincelet, R.P. 1975. The Biochemistry and meyhodology of composting. The Connecticut Agricultural Experiment Station. New Haven Bull.754: 1-17.
- Parson, T. R., Maita, Y., and Lalli, C. M., 1998. A Manual of Chemical and Biological Method for Seawater Analysis. 3rd ed. Oxford: Pergamon Press.
- Strickland, J. D. H., and Parsons, T. R. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Ottawa : Fisheries Research Board of Canada

- Satchell, J.E. 1974. Litter-Interface of Animate/Inanimate Matter. In C.H. Dickinson and G.J.F. Pugh (eds.), Biology of Plant litter Decomposition, London: Academic Press.
- Tan, K. H. 1996. Soil sampling, preparation, and analysis. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Tam, N.F.Y., Wong, Y.S., Lan, C.Y. and Wang, L.N. 1998. Litter production and decomposition in a subtropical mangrove swamp receiving wastewater. Journal of experimental marine biology and ecology 226: 1-18.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soil. USDA Handbook, No.6. Washington D.C.: Government Printing Office.
- Waring, R.H. and Schlesinger, W.H. 1985. Forest Ecosystems : Concept and Management. Florida: Academics Press, Inc.
- Xie, Y., Yu, D., and Ren, B. 2004. Effect of nitrogen and phosphorus availability on the decomposition of aquatic plants. Aquatic botany80: 29-37.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-1 แสดงลักษณะพื้นที่ป่าเสมพื้นที่ฟูใหม่



รูปที่ ก-2 แสดงลักษณะพื้นที่ป่าเสมธรรมชาติ



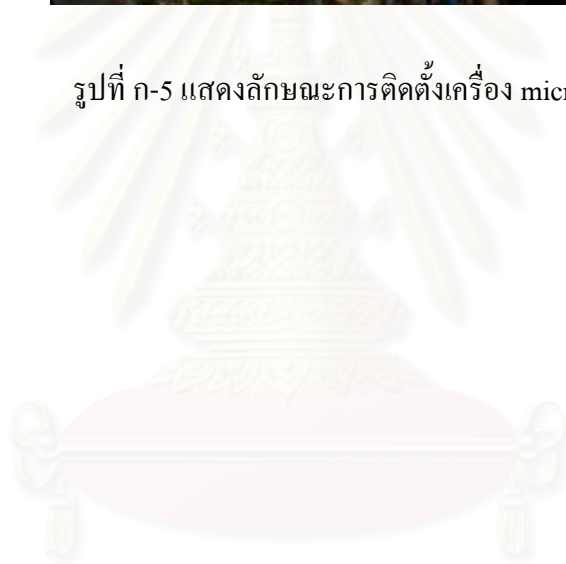
รูปที่ ก-3 แสดงลักษณะพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง



รูปที่ ก-4 แสดงเครื่อง microlog สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ ก-5 แสดงลักษณะการติดตั้งเครื่อง microlog



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

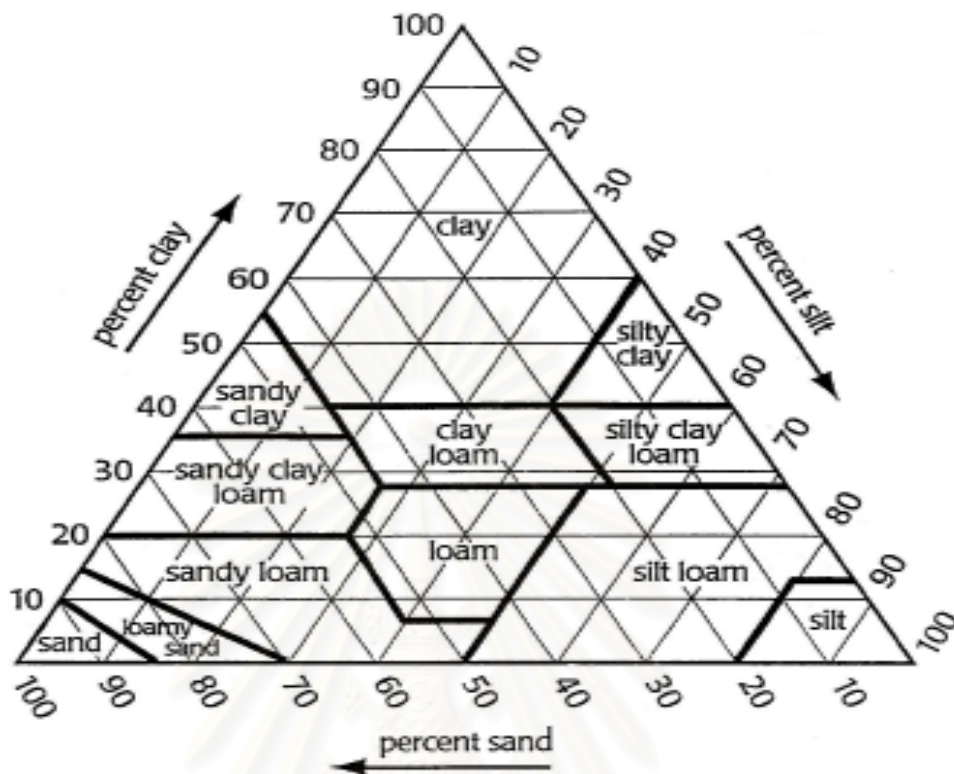
1. ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

pH	สภาพกรดหรือสภาพต่างของดิน
< 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)
3.5-4.5	กรดรุนแรงมาก (extremely acid)
4.6-5.0	กรดจัดมาก (very strongly acid)
5.1-5.5	กรดจัด (strongly acid)
5.6-6.0	กรดปานกลาง (moderately acid)
6.1-6.5	กรดเล็กน้อย (slightly acid)
6.6-7.3	กลาง (neutral)
7.4-7.8	ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)
7.9-8.4	ด่างปานกลาง (moderately alkaline)
8.5-9.0	ด่างจัด (strongly alkaline)
> 9.0	ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การจัดระบบเนื้อดินตามตารางสามเหลี่ยมเนื้อดินสากลของการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ



รูปที่ ข-1 แสดงตารางสามเหลี่ยมเนื้อดิน
ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544)

สัญลักษณ์	Texture class	ชนิดของเนื้อดิน
C	clay	ดินเหนียว
SiC	silty clay	ดินเหนียวปนทรายแป้ง
SiCL	silty clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
CL	clay loam	ดินร่วนเหนียว
SC	sandy clay	ดินเหนียวปนทราย
SCL	sandy clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทราย
Si	silt	ดินทรายแป้ง
SiL	silty loam	ดินร่วนปนทรายแป้ง
L	loam	ดินร่วน
SL	sandy loam	ดินร่วนปนทราย
LS	loamy sand	ดินร่วนปนดินเหนียว
S	sand	ดินทราย

ตารางที่ ข-1 แสดงเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อกำหนดประเภทเนื้อดินจากปริมาณของอนุภาคในกลุ่มขนาดหลัก (ถอดความจากไดอะแกรมสามเหลี่ยมมาตรฐานเพื่อการจำแนกประเภทเนื้อดิน)

ประเภทเนื้อดิน	ปริมาณของอนุภาคในกลุ่มขนาดหลัก (เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก)		
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว
เหนียว (Clay)	0-45	0-40	40-100
เหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay)	0-20	40-60	40-60
เหนียวปนทราย (Sandy clay)	45-65	0-20	35-55
ร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam)	0-20	40-70	30-40
ร่วนเหนียว (Clay loam)	20-45	15-50	30-40
ร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam)	45-80	0-28	20-35
ทรายแป้ง (Silt)	0-20	80-100	0-12
ร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam)	0-50	50-88	0-30
ร่วน (Loam)	20-52	28-50	7-30
ร่วนปนทราย (Sandy loam)	45-85	0-50	0-20
ทรายร่วน (Loamy sand)	70-90	0-15	0-15
ทราย (Sand)	85-100	0-15	0-10

ที่มา : จินตนา กรมน้อย (2537)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค-1 แสดงลักษณะทางกายภาพของขยะก่อนร้อน



ก่อนอบ

หลังอบ

รูปที่ ค-2 แสดงลักษณะทางกายภาพของขยะก่อนและหลังอบ



รูปที่ ค-3 แสดงขนาดของกล้วยก่อนฝง



รูปที่ ค-4 แสดงขนาดของกล้วยหลังฝงของพื้นที่ป่าแสมพื้นฟูใหม่



รูปที่ ค-5 แสดงขนาดของกล้วยหลังฝังในพื้นที่ป่าแสมธรรมชาติ



รูปที่ ค-6 แสดงขนาดของกล้วยหลังฝังในพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง



ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง-1 แสดงลักษณะหลุมที่มีน้ำท่วมขังภายหลังการฝายกลบขยะ



รูปที่ ง-2 แสดงก๊าซที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝายกลบขยะสดในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ ง-3 แสดงลักษณะของฟองสีขาวที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบขยะสดในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ ง-4 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกันของหลุมฝังกลบขยะที่อยู่ติดกันหลังจากการฝังกลบ 7 เดือน



รูปที่ ง-5 แสดงการตายของต้นแสมทะเลที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ป่าแสมธรรมชาติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ จ-1 แสดงต้นแสมทะเลในแปลงทดลองที่ถูกทำลายโดยศัตรูพืช



รูปที่ จ-2 แสดงลักษณะต้นแสมทะเลที่ตายในแปลงทดลอง



ภาคผนวก ฉ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ ^{2/}	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{3/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ^{1/}				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	๒	๒'	๒'	๒'	-
2.	อุณหภูมิ (Temperature)		๐ซ	๒	๒'	๒'	๒'	-
3.	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	๒	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO) ^{3/}	P 20	มก./ล.	๒	6.0	4.0	2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P 80	มก./ล.	๒	1.5	2.0	4.0	-
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม. พี. เอ็น/ 100 มล. เอ็ม. พี. เอ็น/ 100 มล.	๒	5,000	20,000	-	-
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลลีฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P 80	มก./ล.	๒	1,000	4,000	-	-
8.	ไนเตรท (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	๒	5.0	5.0	5.0	-
9.	แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	๒	0.5	0.5	0.5	-
10.	ฟีนอล (Phenols)		มก./ล.	๒	0.005	0.005	0.005	-
11.	ทองแดง (Cu)		มก./ล.	๒	0.1	0.1	0.1	-
12.	นิกเกิล (Ni)		มก./ล.	๒	0.1	0.1	0.1	-
13.	แมงกานีส (Mn)		มก./ล.	๒	1.0	1.0	1.0	-
14.	สังกะสี (Zn)		มก./ล.	๒	1.0	1.0	1.0	-

ลำดับ	คุณภาพน้ำ ^{2/}	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{3/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ^{1/}				
				ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท
				1	2	3	4	5
15.	แคดเมียม (Cd)		มก./ล.	๒	0.005* 0.05*	0.005* 0.05*	0.005* 0.05*	-
16.	โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)		มก./ล.	๒	0.05	0.05	0.05	-
17.	ตะกั่ว (Pb)		มก./ล.	๒	0.05	0.05	0.05	-
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		มก./ล.	๒	0.002	0.002	0.002	-
19.	สารหนู (As)		มก./ล.	๒	0.01	0.01	0.01	-
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)		มก./ล.	๒	0.005	0.005	0.005	-
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	๒	0.1	0.1	0.1	-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		เบคเคอเรล/ล.	๒	1.0	1.0	1.0	-
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	๒	0.05	0.05	0.05	-
23.	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	๒	1.0	1.0	1.0	-
24.	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)		ไมโครกรัม/ล.	๒	0.02	0.02	0.02	-
25.	ดิลดริน (Dieldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๒	0.1	0.1	0.1	-

ลำดับ	คุณภาพน้ำ ^{2/}	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{3/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ^{1/}				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
26.	อัลดริน (Aldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๒	0.1	0.1	0.1	-
27.	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		ไมโครกรัม/ล.	๒	0.2	0.2	0.2	-
28.	เอนดริน (Endrin)		ไมโครกรัม/ล.	๒	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 11 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฉ)

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

3/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ฐ อนุทมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอนุทมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

°ซ องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม. พี. เอ็น หรือ Most Probable Number

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

คุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{1/}						
		ประเภท ที่ 1	ประเภท ที่ 2	ประเภท ที่ 3	ประเภท ที่ 4	ประเภท ที่ 5	ประเภท ที่ 6	ประเภท ที่ 7
1. วัตถุที่ลอยน้ำ (Floatable Solids)	-	๐	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ
2. น้ำมันหรือไขมันบน ผิวน้ำ (Floatable Oil & Grease)	-	๐	มองไม่ เห็น	มองไม่ เห็น	มองไม่ เห็น	มองไม่ เห็น	มองไม่ เห็น	มองไม่ เห็น
3. สีและกลิ่น (Colour & Odour)	-	๐	-	-	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ	ไม่เป็นที่ น้ำ รังเกียจ
4. อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	๐	33	33	33	-	-	Δ 3
5. ความเป็นกรดและ ด่าง (pH)	-	๐	7.5-8.9	7.0-8.5	7.0-8.5	-	-	**
6. ความเค็ม (Salinity)	ส่วนในพัน ส่วน (ppt)	๐	29-35	Δ 10%	Δ 10%	-	-	**
7. ความโปร่งใส (Transparency)	เมตร (m)	๐	Δ 10%	Δ 10%	Δ 10%	Δ 10%	-	**
8. ออกซิเจนละลาย (DO) ^{1/}	มก./ล. (mg/l)	๐	4	4	4	-	-	**
9. แบคทีเรียกลุ่มโคลิ ฟอร์ม (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม. พี. เอ็น /100 มล.	๐	-	-	1000	1000	-	-
10. แบคทีเรียกลุ่มฟี คอล (Fecal Coliform Bacteria)	เอ็ม. พี. เอ็น /100 มล.	๐	-	-	๐	-	-	-
11. ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO ₃ -N)	มก./ล. (mg/l)	๐	๐	๐	๐	-	-	**
12. ฟอสเฟต- ฟอสฟอรัส (PO ₄ -P)	มก./ล. (mg/l)	๐	๐	๐	๐	-	-	**
13. ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล. (mg/l)	๐	0.0001	0.0001	0.0001	-	-	0.0001

คุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{1/}						
		ประเภท ที่ 1	ประเภท ที่ 2	ประเภท ที่ 3	ประเภท ที่ 4	ประเภท ที่ 5	ประเภท ที่ 6	ประเภท ที่ 7
14. แคดเมียม (Cd)	มก./ล. (mg/l)	๖	0.005	0.005	0.005	-	-	0.005
15. โครเมียม (Cr)	"	๖	0.1	0.1	0.1	-	-	**
16. โครเมียมเฮกซะวา เลนต์ (Cr-Hexavalent)	"	๖	0.05	0.05	0.05	-	-	0.1
17. ตะกั่ว (Pb)	"	๖	0.05	0.05	0.05	-	-	**
18. ทองแดง (Cu)	"	๖	0.05	0.05	0.05	-	-	**
19. แมงกานีส (Mn)	"	๖	0.1	0.1	0.1	-	-	**
20. สังกะสี (Zn)	"	๖	0.1	0.1	0.1	-	-	**
21. เหล็ก (Fe)	"	๖	0.3	0.3	0.3	-	-	**
22. ฟลูออไรด์ (F)	"	๖	1.5	1.5	1.5	-	-	**
23. คลอรีนคงเหลือ (Residual Chlorine)	"	๖	0.01	0.01	0.01	-	-	**
24. ฟีนอล (Phenols)	"	๖	0.03	0.03	0.03	-	-	**
25. แอมโมเนีย ไนโตรเจน (NH ₃ -N)	"	๖	0.4	0.4	0.4	-	-	**
26. ซัลไฟด์ (Sulfide)	"	๖	0.01	0.01	0.01	-	-	**
27. ไซยาไนด์ (Cyanide)	"	๖	0.01	0.01	0.01	-	-	**
28. พีซีบี (PCB)	"	๖	๖	๖	๖	-	-	**

คุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{1/}						
		ประเภท ที่ 1	ประเภท ที่ 2	ประเภท ที่ 3	ประเภท ที่ 4	ประเภท ที่ 5	ประเภท ที่ 6	ประเภท ที่ 7
29. สารฆ่าศัตรูพืชและ สัตว์ชนิดที่มีคลอรีน ทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล. (mg/l)	๓	0.05	0.05	0.05	-	-	**
30. กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)	เบคเคอเรล/ล.							
- รังสีแอลฟา (Alpha)		๓	0.1	0.1	0.1	-	-	**
- รังสีเบตา (Beta)***		๓	1.0	1.0	1.0	-	-	**

หมายเหตุ

การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

ประเภทที่ 1 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการสงวนรักษามรดกชาติ ได้แก่ น้ำทะเลซึ่งมีสภาพธรรมชาติและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การศึกษาวิจัยหรือการสาธิตทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพแวดล้อม
- (2) การใช้ประโยชน์จากทัศนียภาพและธรรมชาติ หรือ
- (3) การจัดการและการอนุรักษ์ที่ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่สภาพแวดล้อม

ประเภทที่ 2 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง

ประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์แหล่งธรรมชาติอื่นๆ นอกจากแหล่งปะการัง

ประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ประเภทที่ 5 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการว่ายน้ำ

ประเภทที่ 6 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการกีฬาทางน้ำอย่างอื่นนอกจากการว่ายน้ำ

ประเภทที่ 7 คุณภาพน้ำทะเลบริเวณแหล่งอุตสาหกรรม

^{1/} = ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

๓ = ธรรมชาติไม่ได้รับผลจากการกระทำของมนุษย์

* = ไม่รวมวัตถุลอยน้ำที่เกิดตามธรรมชาติ

มล./ล. = มิลลิกรัมต่อลิตร

** = จะกำหนดตามความจำเป็น

- = ไม่ได้กำหนดค่า

*** = ไม่รวมรังสีจากโพแทสเซียม 40 (Potassium-40) ตามธรรมชาติ

Δ = เปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติ

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ค)



ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. คุณภาพดินตะกอนระหว่างพื้นที่ศึกษา

1.1 ความเป็นกรด-ด่าง

Descriptives

pH

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
A1	14	8.2014	.23052	.06161	8.0683	8.3345	7.46	8.43	
A2	14	8.2385	.22800	.06094	8.1069	8.3701	7.52	8.45	
A3	14	8.2685	.19180	.05126	8.1578	8.3792	7.69	8.55	
B1	14	7.8498	.33406	.08928	7.6569	8.0427	7.05	8.26	
B2	14	7.8666	.26490	.07080	7.7137	8.0196	7.29	8.21	
B3	14	7.7747	.21111	.05642	7.6528	7.8966	7.25	8.02	
Ref.	14	7.9953	.17572	.04696	7.8938	8.0967	7.65	8.37	
Total	98	8.0278	.30055	.03036	7.9676	8.0881	7.05	8.55	
Model									
Fixed Effects			.23878	.02412	7.9799	8.0757			
Random Effects				.07796	7.8371	8.2186			.03847

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.568	6	.595	10.418	.000
Within Groups	5.194	91	.057		
Total	8.762	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

pH

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
B3	14	7.7743		
B1	14	7.8500	7.8500	
B2	14	7.8664	7.8664	
Ref.	14		7.9957	
A1	14			8.2014
A2	14			8.2379
A3	14			8.2679
Sig.		.341	.131	.493

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 การนำไฟฟ้า

Descriptives

CONDUCTIVITY

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
					A1	14			
A2	14	7.7537	2.65775	.71031	6.2192	9.2883	3.31	10.84	
A3	14	7.3629	2.26936	.60651	6.0526	8.6731	3.31	12.11	
B1	14	14.4198	5.50034	1.47003	11.2440	17.5956	3.61	22.60	
B2	14	12.6865	4.11107	1.09873	10.3128	15.0602	3.85	18.33	
B3	14	14.0647	4.33039	1.15734	11.5644	16.5650	3.78	20.43	
Ref.	14	10.9483	3.56897	.95385	8.8876	13.0089	3.72	20.15	
Total	98	10.7962	4.56784	.46142	9.8804	11.7119	3.27	22.60	
Model									
Fixed Effects			3.72238	.37602	10.0492	11.5431			
Random Effects				1.13914	8.0088	13.5835			8.09379

ANOVA

CONDUCTIVITY

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	763.059	6	127.176	9.175	.000
Within Groups	1261.353	91	13.861		
Total	2024.412	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

CONDUCTIVITY

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
A3	14	7.3629			
A2	14	7.7529			
A1	14	8.3379	8.3379		
Ref.	14		10.9479	10.9479	
B2	14			12.6871	12.6871
B3	14				14.0643
B1	14				14.4200
Sig.		.519	.067	.220	.250

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 ความเค็ม

Descriptives

SALINITY

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
					A1	14			
A2	14	4.8807	1.79238	.47903	3.8458	5.9156	1.80	8.43	
A3	14	4.1486	1.51818	.40575	3.2721	5.0252	1.70	7.03	
B1	14	8.7411	3.87475	1.03557	6.5039	10.9784	1.90	14.87	
B2	14	7.7093	3.06077	.81803	5.9420	9.4765	2.00	14.16	
B3	14	8.5291	3.36274	.89873	6.5875	10.4707	2.00	15.80	
Ref.	14	6.4291	2.33132	.62307	5.0830	7.7751	2.00	10.60	
Total	98	6.4976	3.13821	.31701	5.8685	7.1268	1.70	15.80	
Model									
Fixed Effects			2.69933	.27267	5.9560	7.0393			
Random Effects				.70497	4.7726	8.2227			2.95847

ANOVA

SALINITY

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	292.272	6	48.712	6.685	.000
Within Groups	663.064	91	7.286		
Total	955.336	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

SALINITY

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
A3	14	4.1493			
A2	14	4.8807	4.8807		
A1	14	5.0464	5.0464		
Ref.	14		6.4293	6.4293	
B2	14			7.7093	7.7093
B3	14			8.5293	8.5293
B1	14				8.7429
Sig.		.412	.156	.054	.345

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ปริมาณอนุภาคทราย

Descriptives

SAND

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
					for Mean				
					Lower Bound	Upper Bound			
A1	14	28.8943	2.47639	.66184	27.4645	30.3241	23.54	32.94	
A2	14	28.8940	2.07044	.55335	27.6986	30.0894	24.00	31.08	
A3	14	27.3300	1.84392	.49281	26.2654	28.3946	23.60	30.88	
B1	14	31.4143	3.23990	.86590	29.5436	33.2849	24.54	38.08	
B2	14	30.0029	2.18545	.58409	28.7410	31.2647	25.54	33.72	
B3	14	30.1757	1.81495	.48507	29.1278	31.2236	27.30	32.80	
Ref.	14	28.2614	2.98382	.79746	26.5386	29.9842	23.54	32.88	
Total	98	29.2818	2.66905	.26962	28.7467	29.8169	23.54	38.08	
Model									
Fixed Effects			2.42869	.24533	28.7945	29.7691			
Random Effects				.51218	28.0285	30.5351			1.41497

ANOVA

SAND

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	154.245	6	25.708	4.358	.001
Within Groups	536.758	91	5.898		
Total	691.003	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

SAND

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
A3	14	27.3300		
Ref.	14	28.2614	28.2614	
A1	14	28.8943	28.8943	
A2	14	28.8943	28.8943	
B2	14		30.0029	30.0029
B3	14		30.1757	30.1757
B1	14			31.4143
Sig.		.124	.065	.150

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ปริมาณอนุภาคดินเหนียว

Descriptives

CLAY

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
A1	14	32.4943	3.56178	.95192	30.4378	34.5508	25.20	39.96	
A2	14	33.4943	1.72567	.46120	32.4979	34.4907	31.62	37.60	
A3	14	33.1229	2.46780	.65955	31.6980	34.5477	28.84	37.96	
B1	14	30.5971	4.11956	1.10100	28.2186	32.9757	19.80	35.96	
B2	14	30.9029	3.82896	1.02333	28.6921	33.1136	23.80	37.20	
B3	14	32.7657	3.86258	1.03232	30.5355	34.9959	21.80	37.70	
Ref.	14	35.0314	3.20645	.85696	33.1801	36.8828	30.48	42.92	
Total	98	32.6298	3.54115	.35771	31.9198	33.3398	19.80	42.92	
Model									
Fixed Effects			3.35062	.33846	31.9575	33.3021			
Random Effects				.57547	31.2217	34.0379			1.51628

ANOVA

CLAY

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	194.728	6	32.455	2.891	.013
Within Groups	1021.628	91	11.227		
Total	1216.355	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

CLAY

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
B1	14	30.5971		
B2	14	30.9029	30.9029	
A1	14	32.4943	32.4943	32.4943
B3	14	32.7657	32.7657	32.7657
A3	14	33.1229	33.1229	33.1229
A2	14		33.4943	33.4943
Ref.	14			35.0314
Sig.		.078	.070	.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

Descriptives

TKN

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
					for Mean				
					Lower Bound	Upper Bound			
A1	14	1.5479	.34999	.09354	1.3459	1.7500	1.13	2.61	
A2	14	1.7037	.56762	.15170	1.3760	2.0315	1.15	3.52	
A3	14	1.9259	1.07889	.28835	1.3030	2.5488	.97	5.31	
B1	14	3.8219	.60933	.16285	3.4701	4.1737	3.12	5.06	
B2	14	3.4686	.81797	.21861	2.9963	3.9409	2.35	4.80	
B3	14	4.3103	.66005	.17641	3.9292	4.6914	2.66	5.25	
Ref.	14	3.0667	.40947	.10943	2.8303	3.3031	2.04	3.78	
Total	98	2.8350	1.22448	.12369	2.5895	3.0805	.97	5.31	
Model									
Fixed Effects			.68164	.06886	2.6982	2.9718			
Random Effects				.41885	1.8101	3.8599			1.19486

ANOVA

TKN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	103.154	6	17.192	36.979	.000
Within Groups	42.308	91	.465		
Total	145.462	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

TKN

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
A1	14	1.5471			
A2	14	1.7043			
A3	14	1.9250			
Ref.	14		3.0664		
B2	14		3.4686	3.4686	
B1	14			3.8200	3.8200
B3	14				4.3107
Sig.		.171	.122	.176	.060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

Descriptives

OM

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
					for Mean				
					Lower Bound	Upper Bound			
A1	14	2.2226	.77627	.20747	1.7744	2.6708	1.02	3.84	
A2	14	2.2621	.60572	.16189	1.9124	2.6119	1.14	3.09	
A3	14	1.9867	.60565	.16187	1.6370	2.3364	.92	2.86	
B1	14	6.3540	1.78754	.47774	5.3219	7.3861	3.39	10.73	
B2	14	5.8755	2.36312	.63157	4.5111	7.2399	2.26	10.95	
B3	14	6.8131	1.39812	.37366	6.0058	7.6203	4.55	10.07	
Ref.	14	4.8021	1.24251	.33208	4.0847	5.5195	2.46	7.47	
Total	98	4.3309	2.39445	.24188	3.8508	4.8109	.92	10.95	
Model									
Fixed Effects			1.39461	.14088	4.0511	4.6107			
Random Effects				.80300	2.3660	6.2958			4.37478

ANOVA

OM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	379.160	6	63.193	32.490	.000
Within Groups	176.994	91	1.945		
Total	556.154	97			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

OM

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
A3	14	1.9864		
A1	14	2.2229		
A2	14	2.2621		
Ref.	14		4.8021	
B2	14			5.8757
B1	14			6.3543
B3	14			6.8129
Sig.		.626	1.000	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.

2 คุณภาพดินตะกอนระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด

2.1 ความเป็นกรด-ด่าง

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Dumping site	8.0357	336	.31533	.01720
	Non dumping site	8.0085	336	.25538	.01393

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Dumping & Non Dumping site	336	.650	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Dumping - Non Dumping site	.0273	.24482	.01336	.0010	.0535	2.041	335	.042

2.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Dumping site	2.6360	336	1.20213	.06558
	Non dumping site	3.0924	336	1.09938	.05998

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Dumping & Non Dumping site	336	.591	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Dumping - Non Dumping site	-4.564	1.04454	.05698	-.5685	-.3443	-8.010	335	.000

2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Dumping site	1.3315	336	.93677	.05110
	Non dumping site	1.4301	336	.97534	.05321

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Dumping & Non Dumping site	336	.933	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Dumping - Non Dumping site	-.0986	.35172	.01919	-.1364	-.0609	-5.140	335	.000

2.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้งหมด

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Dumping site	4.1733	336	2.45806	.13410
	Non dumping site	4.6010	336	2.05504	.11211

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Dumping & Non Dumping site	336	.678	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Dumping - Non Dumping site	-4.277	1.84718	.10077	-6.260	-.2295	-4.245	335	.000



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3 คุณภาพน้ำระหว่างพื้นที่ศึกษา

3.1 ปริมาณออกซิเจนละลาย

Descriptives

DO

Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
					Lower Bound	Upper Bound			
A1	6	5.4850	1.63669	.66818	3.7674	7.2026	4.35	8.75	
A2	6	4.1900	.86669	.35383	3.2805	5.0995	3.16	5.23	
A3	6	4.6283	.71907	.29356	3.8737	5.3829	3.84	5.75	
B1	6	1.9550	1.46372	.59756	.4189	3.4911	.00	4.07	
B2	6	2.1750	1.52411	.62222	.5755	3.7745	.00	4.25	
B3	6	3.2200	.87645	.35781	2.3002	4.1398	2.09	4.71	
Ref.	6	4.9400	.61185	.24979	4.2979	5.5821	3.80	5.44	
Total	42	3.7990	1.68148	.25946	3.2751	4.3230	.00	8.75	
Model									
Fixed Effects			1.16832	.18028	3.4331	4.1650			
Random Effects				.52003	2.5266	5.0715			1.66552

ANOVA

DO

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	68.149	6	11.358	8.321	.000
Within Groups	47.774	35	1.365		
Total	115.923	41			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

DO

Duncan

SITES	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
B1	6	1.9550		
B2	6	2.1750		
B3	6	3.2200	3.2200	
A2	6		4.1900	4.1900
A3	6		4.6283	4.6283
Ref.	6			4.9400
A1	6			5.4850
Sig.		.084	.055	.087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4 คุณภาพน้ำระหว่างพื้นที่ฝังกลบและไม่ฝังกลบขยะสด

4.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Dumping site	3.2897	144	2.52463	.21039
	No dumping site	4.4447	144	5.40838	.45070

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Dumping & No Dumping site	144	.231	.005

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Dumping - No Dumping site	-1.1550	5.41509	.45126	-2.0470	-.2630	-2.560	143	.012

5. การเจริญเติบโตของต้นแสมทะเล

5.1 การเจริญเติบโตทางด้านความสูง

Descriptives

Time	Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
						Lower Bound	Upper Bound			
1	A1	36	1.5167	2.20629	.36771	.7702	2.2632	.00	8.80	
	A3	36	1.6250	2.39492	.39915	.8147	2.4353	.00	8.00	
	B1	36	1.7028	1.92168	.32028	1.0526	2.3530	.00	7.20	
	B3	36	1.3000	1.42488	.23748	.8179	1.7821	.00	5.50	
	Ref.	36	.5778	.93415	.15569	.2617	.8938	.00	4.00	
	Total	180	1.3444	1.87861	.14002	1.0681	1.6208	.00	8.80	
	Model									
	Fixed Effects			1.85468	.13824	1.0716	1.6173			
	Random Effects				.20329	.7800	1.9089			.11108
2	A1	36	1.4167	2.23140	.37190	.6617	2.1717	.00	7.90	
	A3	36	.9250	1.17531	.19589	.5273	1.3227	.00	5.20	
	B1	36	1.8028	2.45898	.40983	.9708	2.6348	.00	10.00	
	B3	36	2.8611	4.70982	.78497	1.2675	4.4547	.00	24.30	
	Ref.	36	.4444	.54848	.09141	.2589	.6300	.00	2.30	
	Total	180	1.4900	2.73953	.20419	1.0871	1.8929	.00	24.30	
	Model									
	Fixed Effects			2.64160	.19689	1.1014	1.8786			
	Random Effects				.41204	.3460	2.6340			.65506

Time	Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						for Mean				
						Lower Bound	Upper Bound			
3	A1	36	6.4306	6.55194	1.09199	4.2137	8.6474	.00	23.00	
	A3	36	2.4611	3.04596	.50766	1.4305	3.4917	.00	12.40	
	B1	36	2.3722	2.76928	.46155	1.4352	3.3092	.00	9.60	
	B3	36	2.3917	3.65031	.60839	1.1566	3.6268	.00	16.00	
	Ref.	36	.4083	.57390	.09565	.2142	.6025	.00	2.80	
	Total	180	2.8128	4.27455	.31861	2.1841	3.4415	.00	23.00	
	Model									
	Fixed Effects			3.83481	.28583	2.2487	3.3769			
	Random Effects				.98399	.0808	5.5448			4.43270
4	A1	36	7.4139	6.48560	1.08093	5.2195	9.6083	.10	27.50	
	A3	36	1.4083	1.25320	.20887	.9843	1.8324	.00	4.80	
	B1	36	5.5417	5.43104	.90517	3.7041	7.3793	.00	19.50	
	B3	36	3.1583	3.83386	.63898	1.8611	4.4555	.00	13.60	
	Ref.	36	.9250	.84663	.14111	.6385	1.2115	.00	3.20	
	Total	180	3.6894	4.84079	.36081	2.9775	4.4014	.00	27.50	
	Model									
	Fixed Effects			4.20820	.31366	3.0704	4.3085			
	Random Effects				1.23349	.2647	7.1142			7.11556

Time	Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						for Mean				
						Lower Bound	Upper Bound			
5	A1	36	7.0250	7.39078	1.23180	4.5243	9.5257	.00	33.60	6.86838
	A3	36	.9389	1.33936	.22323	.4857	1.3921	.00	5.40	
	B1	36	3.9389	4.82791	.80465	2.3054	5.5724	-2.60	14.50	
	B3	36	4.3389	4.85100	.80850	2.6975	5.9802	.00	16.60	
	Ref.	36	.3278	.36301	.06050	.2050	.4506	.00	1.80	
	Total	180	3.3139	5.11893	.38154	2.5610	4.0668	-2.60	33.60	
	Model	Fixed Effects			4.54731	.33894	2.6450	3.9828		
	Random Effects				1.22006	-.0735	6.7013			
6	A1	36	10.3056	10.27877	1.71313	6.8277	13.7834	.00	31.80	10.51812
	A3	36	2.9472	4.66326	.77721	1.3694	4.5250	.00	19.30	
	B1	36	2.2667	4.36879	.72813	.7885	3.7449	.00	20.20	
	B3	36	5.2389	5.06135	.84356	3.5264	6.9514	.00	18.30	
	Ref.	36	2.3500	3.67925	.61321	1.1051	3.5949	.00	14.20	
	Total	180	4.6217	6.75199	.50326	3.6286	5.6148	.00	31.80	
	Model	Fixed Effects			6.09327	.45417	3.7253	5.5180		
	Random Effects				1.51983	.4019	8.8414			

ANOVA

Time		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Between Groups	29.755	4	7.439	2.163	.075
	Within Groups	601.969	175	3.440		
	Total	631.724	179			
2	Between Groups	122.240	4	30.560	4.379	.002
	Within Groups	1221.162	175	6.978		
	Total	1343.402	179			
3	Between Groups	697.131	4	174.283	11.851	.000
	Within Groups	2573.509	175	14.706		
	Total	3270.641	179			
4	Between Groups	1095.477	4	273.869	15.465	.000
	Within Groups	3099.073	175	17.709		
	Total	4194.550	179			
5	Between Groups	1071.759	4	267.940	12.958	.000
	Within Groups	3618.656	175	20.678		
	Total	4690.415	179			
6	Between Groups	1663.121	4	415.780	11.199	.000
	Within Groups	6497.384	175	37.128		
	Total	8160.505	179			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Time 1

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Ref.	36	.5778	
B3	36	1.3000	1.3000
A1	36		1.5167
A3	36		1.6250
B1	36		1.7028
Sig.		.100	.409

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 2**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Ref.	36	.4444		
A3	36	.9250	.9250	
A1	36	1.4167	1.4167	
B1	36		1.8028	1.8028
B3	36			2.8611
Sig.		.143	.186	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 3**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	36	.4083		
3.00	36		2.3722	
4.00	36		2.3917	
2.00	36		2.4611	
1.00	36			6.4306
Sig.		1.000	.927	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Time 4**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Ref.	36	.9250		
A3	36	1.4083	1.4083	
B3	36		3.1583	
B1	36			5.5417
A1	36			7.4139
Sig.		.627	.079	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 5**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Ref.	36	.3278		
A3	36	.9389		
B1	36		3.9389	
B2	36		4.3389	
A1	36			7.0250
Sig.		.569	.709	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 6**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
B1	36	2.2667	
Ref.	36	2.3500	
A3	36	2.9472	
B3	36	5.2389	
A1	36		10.3056
Sig.		.059	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลาง

Descriptives

Time	Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between- Component Variance
						Lower Bound	Upper Bound			
1	A1	36	.0311	.04201	.00700	.0169	.0453	.00	.14	
	A3	36	.0169	.02692	.00449	.0078	.0261	.00	.12	
	B1	36	.0142	.02183	.00364	.0068	.0216	.00	.09	
	B3	36	.0111	.01389	.00232	.0064	.0158	.00	.07	
	Ref.	36	.0069	.00467	.00078	.0054	.0085	.00	.01	
	Total	180	.0161	.02627	.00196	.0122	.0199	.00	.14	
	Model	Fixed Effects			.02522	.00188	.0123	.0198		
	Random Effects				.00411	.0046	.0275		.00007	
2	A1	36	.0175	.02941	.00490	.0075	.0275	.00	.12	
	A3	36	.0117	.01699	.00283	.0059	.0174	.00	.07	
	B1	36	.0153	.01949	.00325	.0087	.0219	.00	.07	
	B3	36	.0139	.02429	.00405	.0057	.0221	.00	.12	
	Ref.	36	.0094	.01970	.00328	.0028	.0161	.00	.12	
	Total	180	.0136	.02234	.00167	.0103	.0168	.00	.12	
	Model	Fixed Effects			.02241	.00167	.0103	.0169		
	Random Effects				.00167	.0089	.0182		.00000	

Time	Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						Mean				
						Lower Bound	Upper Bound			
3	A1	36	.0853	.10123	.01687	.0510	.1195	.00	.41	
	A3	36	.0394	.04485	.00747	.0243	.0546	.00	.16	
	B1	36	.0281	.02857	.00476	.0184	.0377	.00	.11	
	B3	36	.0178	.02126	.00354	.0106	.0250	.00	.08	
	Ref.	36	.0094	.01068	.00178	.0058	.0131	.00	.04	
	Total	180	.0360	.05813	.00433	.0274	.0446	.00	.41	
	Model									
	Fixed Effects			.05223	.00389	.0283	.0437			
	Random Effects				.01331	-.0009	.0729			.00081
4	A1	36	.0825	.06398	.01066	.0609	.1041	.00	.22	
	A3	36	.0275	.02395	.00399	.0194	.0356	.00	.11	
	B1	36	.0614	.06339	.01056	.0399	.0828	.00	.35	
	B3	36	.0278	.02486	.00414	.0194	.0362	.00	.09	
	Ref.	36	.0133	.01673	.00279	.0077	.0190	.00	.07	
	Total	180	.0425	.05027	.00375	.0351	.0499	.00	.35	
	Model									
	Fixed Effects			.04378	.00326	.0361	.0489			
	Random Effects				.01275	.0071	.0779			.00076

Time	Site	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						Mean				
						Lower Bound	Upper Bound			
5	A1	36	.1267	.10198	.01700	.0922	.1612	.00	.51	
	A3	36	.0206	.02378	.00396	.0125	.0286	.00	.12	
	B1	36	.0472	.05300	.00883	.0293	.0652	.00	.18	
	B3	36	.0231	.02965	.00494	.0130	.0331	.00	.09	
	Ref.	36	.0078	.01267	.00211	.0035	.0121	.00	.05	
	Total	180	.0451	.06881	.00513	.0349	.0552	.00	.51	
	Model									
	Fixed Effects			.05443	.00406	.0370	.0531			
	Random Effects				.02138	-.0143	.1044			.00220
6	A1	36	.1389	.10883	.01814	.1021	.1757	.00	.52	
	A3	36	.0525	.04576	.00763	.0370	.0680	.00	.16	
	B1	36	.0514	.05851	.00975	.0316	.0712	.00	.15	
	B3	36	.0508	.04371	.00729	.0360	.0656	.00	.17	
	Ref.	36	.0272	.03708	.00618	.0147	.0398	.00	.14	
	Total	180	.0642	.07437	.00554	.0532	.0751	.00	.52	
	Model									
	Fixed Effects			.06426	.00479	.0547	.0736			
	Random Effects				.01927	.0107	.1177			.00174

ANOVA

	Time	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Between Groups	.012	4	.003	4.789	.001
	Within Groups	.111	175	.001		
	Total	.123	179			
2	Between Groups	.001	4	.000	.701	.593
	Within Groups	.088	175	.001		
	Total	.089	179			
3	Between Groups	.127	4	.032	11.679	.000
	Within Groups	.477	175	.003		
	Total	.605	179			
4	Between Groups	.117	4	.029	15.258	.000
	Within Groups	.335	175	.002		
	Total	.452	179			
5	Between Groups	.329	4	.082	27.761	.000
	Within Groups	.518	175	.003		
	Total	.847	179			
6	Between Groups	.267	4	.067	16.183	.000
	Within Groups	.723	175	.004		
	Total	.990	179			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Time1

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Ref.	36	.0069	
B3	36	.0111	
B1	36	.0142	
A3	36	.0169	
A1	36		.0311
Sig.		.128	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 2

Duncan

SITE	N	Subset for alpha = .05
		1
Ref.	36	.0094
A3	36	.0117
B3	36	.0139
B1	36	.0153
A1	36	.0175
Sig.		.180

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 3**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Ref.	36	.0094		
B3	36	.0178	.0178	
B1	36	.0281	.0281	
A3	36		.0394	
A1	36			.0853
Sig.		.156	.098	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 4**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Ref.	36	.0133		
A3	36	.0275		
B3	36	.0278		
B1	36		.0614	
A1	36			.0825
Sig.		.190	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 5**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Ref.	36	.0078		
A3	36	.0206		
B3	36	.0231	.0231	
B1	36		.0472	
A1	36			.1267
Sig.		.265	.061	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

Time 6**Duncan**

SITE	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Ref.	36	.0272	
B3	36	.0508	
B1	36	.0514	
A3	36	.0525	
A1	36		.1389
Sig.		.131	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.000.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนันทิยา ลากสาริต เกิดเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2523 ที่ กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2544



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย