

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ด
อักษรย่อ	ธ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การกำจัดมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล	5
2.2 ปฏิกริยาการย่อยสลายของมูลฝอยในบริเวณพื้นที่ฝังกลบ	12
2.3 น้ำชะมูลฝอย	13
2.3.1 องค์ประกอบน้ำชะมูลฝอย	14
2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำชะมูลฝอย	14
2.4 ก๊าซที่เกิดจากพื้นที่ฝังกลบ	16
2.4.1 องค์ประกอบและลักษณะของก๊าซจากพื้นที่ฝังกลบ	16
2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดก๊าซในพื้นที่ฝังกลบ	21
2.4.3 ปริมาณก๊าซที่เกิดจากพื้นที่ฝังกลบ	22
2.5 สรุปสาระสำคัญของเอกสารที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
3.1 การศึกษาปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอย	
จากแบบจำลองที่มีการฝังกลบ 3 ชั้น	30
3.1.1 การศึกษาในระยะปีแรก	30

3.1.2 การศึกษาในระยะปีที่ 2	36
3.2 การศึกษาอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของมูลฝอยชุมชน ปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอยในถังจำลอง การฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว ในระยะปีที่ 2	42
3.2.1 การศึกษาในระยะปีแรก	42
3.2.2 การศึกษาในระยะปีที่ 2	44
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล	47
4.1 การศึกษาปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอย จากถังจำลองที่มีการฝังกลบ 3 ชั้น	47
4.1.1 ปริมาณน้ำฝน	47
4.1.2 ปริมาณน้ำชะมูลฝอย	48
4.1.3 สมดุลของน้ำในระบบ	49
4.1.4 ลักษณะน้ำชะมูลฝอย	52
4.1.5 ปริมาณมลสารสะสมที่ออกมาในน้ำชะมูลฝอย	71
4.1.6 ปริมาณก๊าซ	73
4.1.7 องค์ประกอบและปริมาณก๊าซแต่ละชนิด	74
4.1.8 การนำก๊าซที่ได้จากการฝังกลบมาใช้ประโยชน์	83
4.1.9 อุณหภูมิ	84
4.2 การศึกษาอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของมูลฝอยชุมชน ปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอยในถังจำลอง การฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว ในระยะปีที่ 2	87
4.2.1 ปริมาณน้ำฝน	87
4.2.2 ปริมาณน้ำชะมูลฝอย	88
4.2.3 สมดุลของน้ำในระบบ	94
4.2.4 ลักษณะน้ำชะมูลฝอย	97
4.2.5 ปริมาณก๊าซ	113
4.2.6 องค์ประกอบและปริมาณก๊าซแต่ละชนิด	113
4.2.7 การนำก๊าซที่ได้จากการฝังกลบมาใช้ประโยชน์	124

4.2.8 การทุดตัว	125
4.2.9 ลักษณะและปริมาณมูลฝอยที่เปลี่ยนแปลงหลังการฝังกลบ	125
4.2.10 สมดุลของมวลในระบบ	132
4.2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ และอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในมูลฝอย	133
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	136
5.1 การศึกษาปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอย จากถังจำลองที่มีการฝังกลบ 3 ชั้นในระยะปีที่ 2	136
5.1.1 ปริมาณและลักษณะของน้ำชะมูลฝอย	136
5.1.2 ปริมาณและองค์ประกอบก๊าซ	136
5.2 การศึกษาอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของมูลฝอยชุมชน ปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอยในถังจำลอง การฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียวในระยะปีที่ 2	137
5.2.1 ปริมาณและลักษณะของน้ำชะมูลฝอย	137
5.2.2 ปริมาณและองค์ประกอบก๊าซ	137
5.2.3 อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์	137
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาเพิ่มเติม	137
เอกสารอ้างอิง	138
ภาคผนวก ก ปริมาณน้ำฝนและน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 3 ชั้น	141
ภาคผนวก ข ลักษณะน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 3 ชั้น	147
ภาคผนวก ค ปริมาณก๊าซจากถังจำลองการฝังกลบ 3 ชั้น	152
ภาคผนวก ง องค์ประกอบก๊าซจากถังจำลองการฝังกลบ 3 ชั้น	158
ภาคผนวก จ ปริมาณก๊าซแต่ละชนิดจากถังจำลองการฝังกลบ 3 ชั้น	160
ภาคผนวก ฉ อุณหภูมิภายในถังจำลองการฝังกลบ 3 ชั้น	162
ภาคผนวก ช ปริมาณน้ำฝนและน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลอง การฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	173
ภาคผนวก ซ ลักษณะน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	186
ภาคผนวก ฌ ปริมาณก๊าซจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	203

ภาคผนวก ญ องค์ประกอบก๊าซจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นเดิมครั้งเดียว	211
ภาคผนวก ฐ ปริมาณก๊าซแต่ละชนิดจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นเดิมครั้งเดียว	215
ประวัติผู้เขียน	221

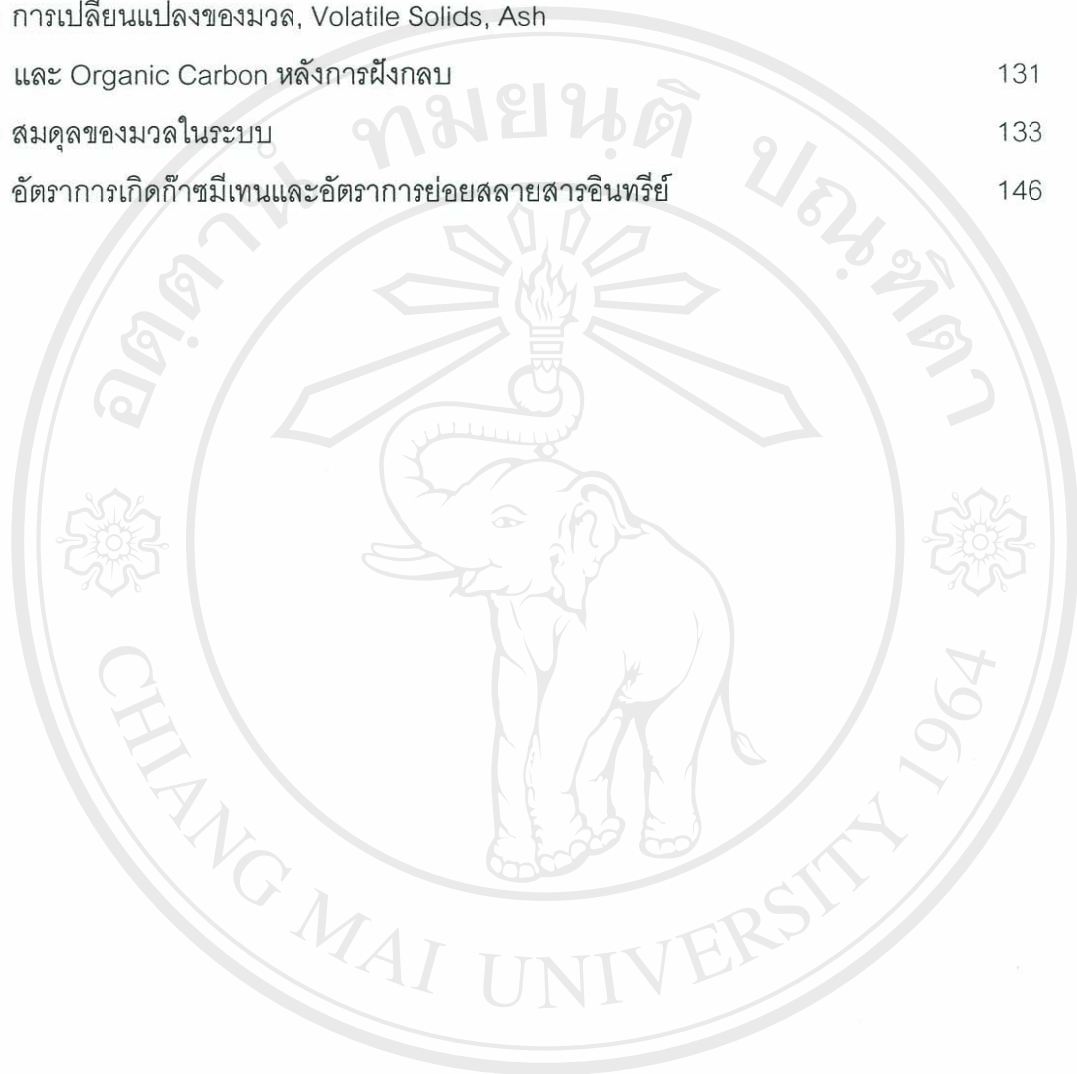


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำชะมูลฝอย	15
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้น	16
2.3 องค์ประกอบและลักษณะของก๊าซที่พบจากพื้นที่ฝังกลบ	17
2.4 ตัวอย่างก๊าซอื่นๆ ที่พบในพื้นที่ฝังกลบ 66 แห่งในแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา	18
2.5 องค์ประกอบของก๊าซจากพื้นที่ฝังกลบที่ระยะเวลาต่างๆ	21
2.6 การย่อยสลายสารอินทรีย์ในมูลฝอยชุมชน	23
2.7 อัตราการเกิดก๊าซจากการฝังกลบมูลฝอยชุมชน	24
3.1 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย	33
3.2 องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย	34
3.3 รายละเอียดของการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง	38
3.4 วิธีการวิเคราะห์	39
3.5 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยที่นำมาทำการฝังกลบชั้นที่ 3	41
3.6 องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยที่นำมาทำการฝังกลบมูลฝอยชั้นที่ 3	41
4.1 สมดุลของน้ำในระบบแต่ละเดือน	51
4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ไธลท์ที่ 50 ของลักษณะน้ำชะมูลฝอยจากการฝังกลบแต่ละชั้น	53
4.3 ปริมาณมลสารสะสมต่อหน่วยน้ำหนักแห้งของมูลฝอย	72
4.4 ช่วงระยะเวลาการเกิดก๊าซหลังการฝังกลบมูลฝอย	78
4.5 ปริมาตรสะสมของก๊าซแต่ละชนิดที่เกิดจากการฝังกลบมูลฝอย 1, 2 และ 3 ชั้น	81
4.6 ปริมาณก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบต่อน้ำหนักแห้งของมูลฝอย	83
4.7 สมดุลของน้ำในระบบแต่ละเดือนในช่วงระยะปีที่ 2 ของการฝังกลบ	96
4.8 ปริมาณสะสมของก๊าซแต่ละชนิด	122
4.9 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย	129
4.10 มวลขององค์ประกอบของมูลฝอย	130

4.19 การเปลี่ยนแปลงของมวล, Volatile Solids, Ash และ Organic Carbon หลังการฝังกลบ	131
4.20 สมดุลของมวลในระบบ	133
4.21 อัตราการเกิดก๊าซมีเทนและอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์	146



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล	6
2.2 พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยแบบต่างๆ	7
2.3 ขั้นตอนการสร้างพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย	8
2.4 ภาพตัดแสดงการฝังกลบมูลฝอย	9
2.5 วิธีการฝังกลบมูลฝอยที่นิยมใช้	11
2.6 ขั้นตอนการย่อยสลายของมูลฝอยในบริเวณพื้นที่ฝังกลบ	13
2.7 ระยะเวลาของการเกิดก๊าซและปริมาณมลสารภายในพื้นที่ฝังกลบ	20
3.1 รายละเอียดของถังจำลองเมื่อทำการฝังกลบมูลฝอย 1 ชั้น และ 2 ชั้น	31
3.2 ถังรับน้ำฝน	35
3.3 รายละเอียดของถังจำลองการฝังกลบมูลฝอย 3 ชั้น	37
3.4 รายละเอียดของถังจำลองการฝังกลบมูลฝอย 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	43
3.5 ถังรับน้ำฝนของถังจำลองการฝังกลบมูลฝอย 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	45
3.6 อุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นโดยวิธีการแทนที่น้ำ ของถังจำลองการฝังกลบมูลฝอย 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	46
4.1 ปริมาณน้ำฝนที่เติมลงสู่ถังจำลองการฝังกลบมูลฝอย 3 ชั้น	48
4.2 ปริมาณน้ำชะมูลฝอย	50
4.3 ปริมาณสะสมของน้ำฝนและน้ำชะมูลฝอย	50
4.4 สมดุลของน้ำในระบบ	51
4.5 พีเอชในน้ำชะมูลฝอย	55
4.6 ความเป็นกรดระเหยในน้ำชะมูลฝอย	56
4.7 ความเป็นกรดรวมในน้ำชะมูลฝอย	57
4.8 ความเป็นด่างรวมในน้ำชะมูลฝอย	57
4.9 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชะมูลฝอย	58
4.10 บีโอดีในน้ำชะมูลฝอย	61

รูป	หน้า
4.11 ซีไอดีในน้ำชะมูลฝอย	62
4.12 บีไอดีต่อซีไอดีของน้ำชะมูลฝอย	63
4.13 ทีไอซีของน้ำชะมูลฝอย	64
4.14 ของแข็งทั้งหมดในน้ำชะมูลฝอย	66
4.15 ของแข็งละลายในน้ำชะมูลฝอย	66
4.16 ไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอย	68
4.17 ฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย	70
4.18 คลอไรด์ในน้ำชะมูลฝอย	70
4.19 ฟีคอลลีโคลิฟอร์มในน้ำชะมูลฝอย	71
4.20 ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน	74
4.21 องค์ประกอบก๊าซจากถังจําลอง	76
4.22 ปริมาณก๊าซแต่ละชนิด	80
4.23 ปริมาณสะสมของก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากถังจําลอง	81
4.24 อุณหภูมิภายในมูลฝอยชั้นที่ 1 ของถังจําลอง	85
4.25 อุณหภูมิภายในมูลฝอยชั้นที่ 2 ของถังจําลอง	86
4.26 อุณหภูมิภายในมูลฝอยชั้นที่ 3 ของถังจําลอง	86
4.27 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในมูลฝอยแต่ละชั้นของถังจําลอง	87
4.28 ปริมาณน้ำฝนที่เติมลงสู่ถังจําลองการฝักกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	89
4.29 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยจากถังจําลองใบที่ 4	90
4.30 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยจากถังจําลองใบที่ 5	90
4.31 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยจากถังจําลองใบที่ 6	91
4.32 ปริมาณสะสมของน้ำฝนและน้ำชะมูลฝอยจากถังจําลองใบที่ 4	91
4.33 ปริมาณสะสมของน้ำฝนและน้ำชะมูลฝอยจากถังจําลองใบที่ 5	92
4.34 ปริมาณสะสมของน้ำฝนและน้ำชะมูลฝอยจากถังจําลองใบที่ 6	92
4.35 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน	93
4.36 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาฝักกลบต่างๆ กัน	93
4.37 สมดุลของน้ำในระบบในแต่ละเดือนของถังจําลองใบที่ 4	94
4.38 สมดุลของน้ำในระบบในแต่ละเดือนของถังจําลองใบที่ 5	95

รูป	หน้า
4.39 สมดุลของน้ำในระบบในแต่ละเดือนของถังจำลองใบที่ 6	95
4.40 พีเอชของน้ำชะมูลฝอยจากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	99
4.41 พีเอชเฉลี่ยของน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	99
4.42 ความเป็นกรดระเหยในน้ำชะมูลฝอย จากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	100
4.43 ความเป็นกรดระเหยเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอย จากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	101
4.44 ความเป็นกรดรวมในน้ำชะมูลฝอย จากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	103
4.45 ความเป็นกรดรวมเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอย จากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	103
4.46 ความเป็นด่างรวมในน้ำชะมูลฝอย จากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	104
4.47 ความเป็นด่างเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอย จากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	104
4.48 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชะมูลฝอย จากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	105
4.49 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำชะมูลฝอย จากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	106
4.50 บีโอดีในน้ำชะมูลฝอยจากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	108
4.51 บีโอดีเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	109
4.52 ซีโอดีในน้ำชะมูลฝอยจากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	110
4.53 ซีโอดีเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	111
4.54 บีโอดีต่อซีโอดีในน้ำชะมูลฝอยจากแต่ละถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	112
4.55 บีโอดีต่อซีโอดีเฉลี่ยในน้ำชะมูลฝอยจากถังจำลองการฝังกลบ 1 ชั้นแบบเดิมครั้งเดียว	112
4.56 ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจากถังจำลองใบที่ 4	114
4.57 ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจากถังจำลองใบที่ 5	115
4.58 ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจากถังจำลองใบที่ 6	115

รูป	หน้า
4.59 ปริมาณก๊าซเฉลี่ยในแต่ละเดือน	116
4.60 ปริมาณก๊าซเฉลี่ยในช่วงเวลาฝังกลบมูลฝอยรวมที่เวลาต่างๆ กัน	116
4.61 องค์ประกอบก๊าซจากถังจำลองในที่ 4	118
4.62 องค์ประกอบก๊าซจากถังจำลองในที่ 5	119
4.63 องค์ประกอบก๊าซจากถังจำลองในที่ 6	119
4.64 ปริมาณก๊าซแต่ละชนิดจากถังจำลองในที่ 4	120
4.65 ปริมาณก๊าซแต่ละชนิดจากถังจำลองในที่ 5	120
4.66 ปริมาณก๊าซแต่ละชนิดจากถังจำลองในที่ 6	121
4.67 ปริมาณก๊าซมีเทนสะสม	122
4.68 อัตราการเกิดก๊าซมีเทนเฉลี่ยในแต่ละเดือน	123
4.69 อัตราการเกิดก๊าซมีเทนเฉลี่ยในช่วงเวลาฝังกลบมูลฝอยรวมที่เวลาต่างๆ กัน	123
4.70 การทรุดตัวของชั้นมูลฝอย	126
4.71 ความหนาแน่นของชั้นมูลฝอย	126
4.72 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยหลังการฝังกลบ 580 วัน	130
4.73 Volatile Solids ที่ลดลงจากเริ่มต้น	131
4.74 Organic Carbon ที่ลดลงจากเริ่มต้น	132
4.75 อัตราการเกิดก๊าซและอัตราการย่อยสลาย Volatile Solids	134
4.76 อัตราการเกิดก๊าซและอัตราการย่อยสลาย Organic Carbon	135

อักษรย่อ

กก.	กิโลกรัม
ก./กก.	กรัมต่อกิโลกรัม
กก./ลบ.ม.	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ซม.	เซนติเมตร
ตัน/ลบ.ม.	ตันต่อลูกบาศก์เมตร
ม.	เมตร
มก./กก.	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
มก./ล	มิลลิกรัมต่อลิตร
มก./ล as CaCO ₃	มิลลิกรัมต่อลิตร as calcium carbonate
มม.	มิลลิเมตร
มล./กก.	มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม
ลิตร/กก.	ลิตรต่อกิโลกรัม
BOD	Biological Oxygen Demand
CH ₄	Methane gas
cm	centimeter
CO ₂	Carbondioxide gas
COD	Chemical Oxygen Demand
H ₂	Hydrogen gas
g./kg. dry wt.-d	gram per kilogram dry weight per day
kg/m ³	Kilogram per cubic metre
l	litre
l/d	litre per day
l/kg. dry wt.	litre per kiligram dry weight
mg/l CaCO ₃	milligram per litre as calcium carbonate
MPN/ 100 ml	Most Probable Number per 100 millilitre
ms/cm	microsiemen per centimeter

N₂

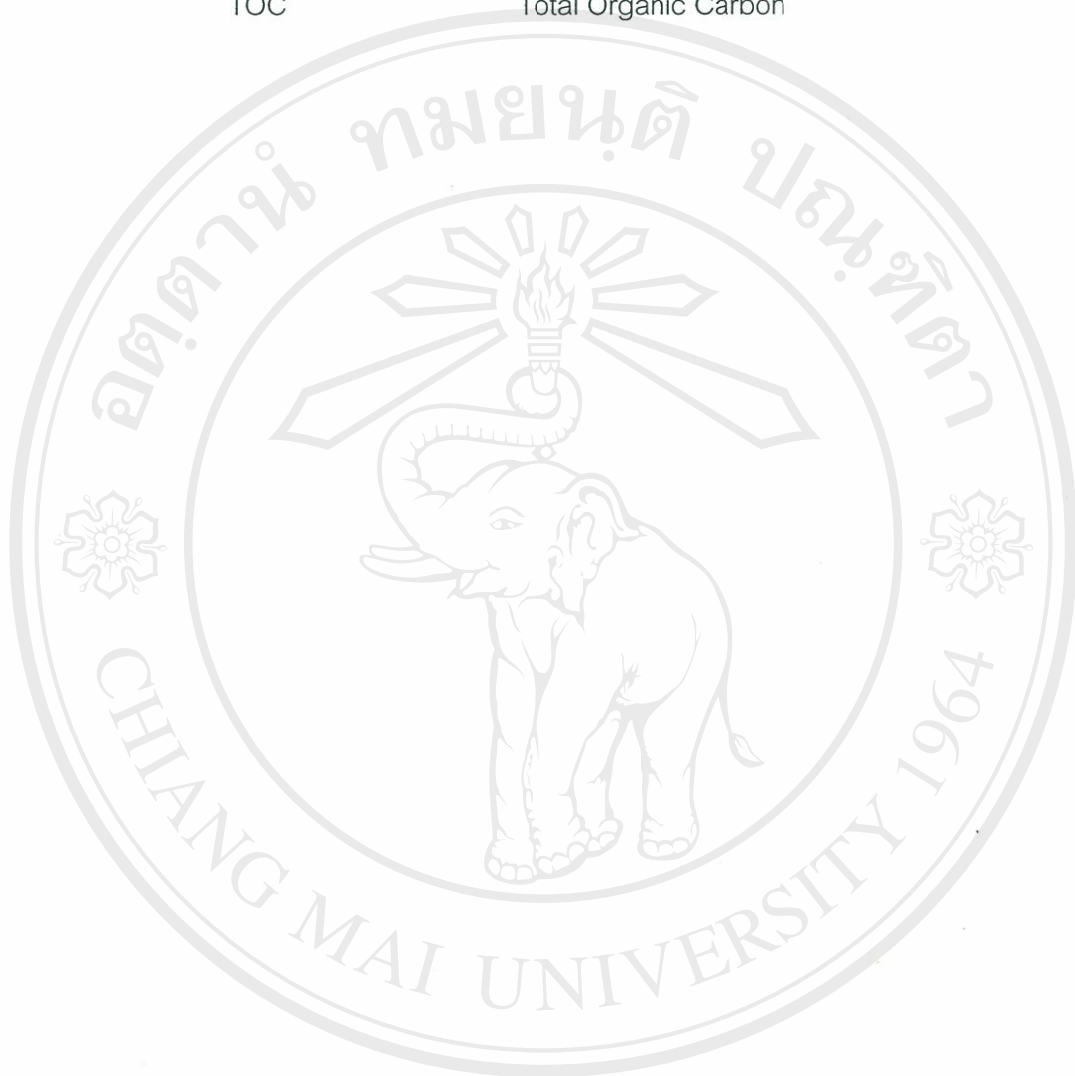
Nitrogen gas

O₂

Oxygen gas

TOC

Total Organic Carbon



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved