

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



250037

การบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยที่ปล่อยอยู่ทับที่เดิมอากาศแบบ Passive

เทียนชัย ตระพนมคุ้ม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ของจรรยาภรณ์

พลภัทร ปรินุญญาวิศกร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

กรกฎาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

60025-4981

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



250037

การบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive



เทียนชัย พรหมแต่้ม

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

กรกฎาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุดหนุนค่าเล่าเรียนค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรรย์ทองสนิท กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ ขจิตวิทยานุกุล ประธานกรรมการ และดร.เชาว์ นกอยู่ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณ นางเปรมฤดี ชามพูนท นายกเทศมนตรีนครพิษณุโลก ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ให้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครพิษณุโลกในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ควบคุมดูแลสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครพิษณุโลกทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเข้าไปทำวิจัยและเก็บข้อมูลในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครพิษณุโลก ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้ความรู้ และความช่วยเหลือสำหรับการทำการวิจัยในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัย และทุกคนในครอบครัว รวมถึงเพื่อนสนิทที่ให้ความสนใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบ และอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการขยะในประเทศไทยและผู้ที่เกี่ยวข้องบ้างไม่มากก็น้อย

เทียนชัย พรหมแต้ม

ชื่อเรื่อง	การบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive
ผู้วิจัย	เทียนชัย พรหมแต่้ม
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปจรรย์ ทองสนิท
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วศ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555
คำสำคัญ	ขยะ การหมักขยะ การบำบัดขยะ Passive Aerated

บทคัดย่อ

250037

ขยะขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก ปริมาณ 29 ตัน ถูกบำบัด ด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive โดยตั้งกองหมัก จำนวน 4 กอง มีความสูง 1.50 เมตร 2.20 เมตร 2.60 เมตร และ 3.00 เมตร ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของขยะระหว่างการบำบัดเป็นระยะเวลา 9 เดือน โดยพบว่า ทุกความสูงของกองหมักมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีคล้ายคลึงกัน โดยที่ กองหมักที่มีความสูงเพิ่มขึ้นมีอัตราการยวบตัวสูงขึ้น ความชื้น และ ความหนาแน่นภายในกองหมักลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 1 เดือนแรก หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนครบ 9 เดือน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่า pH ภายในกองหมักมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง pH 6 – 8 สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมีค่าสูงสุดในช่วงสองเดือนแรก ค่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1 เดือนแรก และลดลงเล็กน้อยภายในระยะเวลา 9 เดือน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะประเภทเศษอาหารมีปริมาณลดลงภายใต้ตลอดระยะเวลา 9 เดือน ในขณะที่สารปรับสภาพดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง อย่างไรก็ตาม สำหรับอุณหภูมิ ภายในกองหมัก พบว่าทุกการทดลอง จะเพิ่มขึ้นภายในหนึ่งเดือนแรก หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการทดลอง กองหมักสูงตั้งแต่ 2.60 และ 3.00 เมตร มีอุณหภูมิที่เหมาะสม เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่า 45 C ตลอดการทดลอง การบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive เป็นวิธีที่สามารถประยุกต์ใช้ในการบำบัดขยะชุมชนได้ และมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับการบำบัดขยะด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น MBT

Title BIOLOGICAL SOLID WASTE TREATMENT BY PASSIVE
AERATED STATIC BARRICADE

Author Tienchai Promtrem

Advisor Assistant Professor Dondrej Tungtrakanpong, Ph.D.

Co - Advisor Assistant Professor Pajaree Thongsanit, Ph.D.

Academic Paper Thesis M.Eng in Environmental Engineering,
Naresuan University, 2012

Keywords Solid waste, Composting pile , Solid waste treatment using
Passive Aerated

ABSTRACT

250037

29 tons of Phitsanulok city's solid waste was processed by passive aerated static biological treatment. The experiment was designed by studying of 4 difference height of composting pile, 1.5 m, 2.2 m, 2.6 m and 3.0 m. All piles were analyzed the physical and chemical changes during a treatment period of 9 months. It was found that the physical and chemical changes of all piles were quite the same. The pile height increased with increasing the pile's settling rate. Both density and moisture content of the waste were reduced rapidly within 1 month, after that they had changed slightly until 9 months. The pH changed between pH 6-8. The total nitrogen increased rapidly within 2 months while the C/N ratio decreased sharply within 1 month and then reduced gradually until 9 months. For analysis of waste composition, it found that food waste was decreased and empty within 9 months. While the soil conditioner (compost) was increased as the same periods. The temperature of all piles increased rapidly within 1 month and then reduced gradually until the end of experiment. However, it found that 2.6 and 3.0 m piles showed excellence performance because of maintaining the temperature over than 45 C until the end. While the C/N ratio decreased sharply within 1 month and then reduced gradually until 9 months. The biological solid waste treatment by passive aerated static barricade is able to apply for municipal solid waste treatment with the same performance as other treatment such as MBT.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตงานวิจัย	3
2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ทฤษฎีเบื้องต้น	4
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
3 การดำเนินงานวิจัย	35
พื้นที่ศึกษา	35
การดำเนินการทดลอง	36
พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์	39
ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง	40
วิธีการเก็บตัวอย่างขยะ	42
วิธีการเตรียมตัวอย่างขยะ	43
สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย	43
4 ผลการวิจัย	45
การเปลี่ยนแปลงความสูงกองหมัก	45
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	48
การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่น	51
การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในกองหมัก	54
การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในกองหมัก	56
การเปลี่ยนแปลงค่าอินทรีย์คาร์บอนในกองหมัก	59

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองหมัก	62
การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมัก	64
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนองค์ประกอบขยะของกองหมักที่ผ่าน การบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive	69
5 บทสรุป.....	70
สรุปผลการวิจัย	70
ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	78
ประวัติผู้วิจัย.....	143

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงองค์ประกอบขยะของชุมชนในองค์ประกอบของส่วนท้องถิ่น.....	5
2 แสดงความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของส่วนประกอบของขยะที่ไม่ถูกอัดมาก่อน	6
3 แสดงปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะจากชุมชน.....	7
4 แสดงค่าเฉลี่ยทั่วไปของพลังงานความร้อนที่หลงเหลืออยู่หลังการเผาไหม้อย่าง สมบูรณ์.....	8
5 แสดงพารามิเตอร์ วิธีวิเคราะห์ ความถี่และจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์ที่ใช้ใน การศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมี – กายภาพที่มีความสูงแตกต่างกัน.....	40
6 แสดงอัตราการยุบตัวของกองหมักแต่ละความสูงของกองหมัก	46
7 แสดงค่าความสูงของกองหมักเฉลี่ยแต่ละความสูงของกองหมัก.....	47
8 แสดงการเปรียบเทียบของอุณหภูมิภายในกองหมัก	50
9 แสดงค่าเฉลี่ยความหนาแน่นในกองหมัก.....	53
10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นภายในกองหมัก.....	55
11 แสดงเปรียบเทียบค่า pH ภายในกองหมัก	58
12 แสดงอัตราการลดลงของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนภายในกองหมัก	61
13 แสดงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยภายในกองหมัก.....	61
14 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดภายในกองหมัก	63
15 แสดงอัตราการลดลงของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนภายในกองหมัก.....	66
16 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเศษอาหารในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร	89
17 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเศษอาหารในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร	90
18 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเศษอาหารในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร	91
19 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเศษอาหารในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร	92
20 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร.....	93
21 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร.....	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
22	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร.....	95
23	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร.....	96
24	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร	97
25	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร	98
26	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร	99
27	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร	100
28	แสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร	101
29	แสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร	103
30	แสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร	105
31	แสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร	107
32	แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร	109
33	แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร	110
34	แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร	111
35	แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร	112
36	แสดงการเปลี่ยนแปลงสารปรับสภาพดินในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร	113
37	แสดงการเปลี่ยนแปลงสารปรับสภาพดินในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร	114
38	แสดงการเปลี่ยนแปลงสารปรับสภาพดินในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร	115
39	แสดงการเปลี่ยนแปลงสารปรับสภาพดินในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร	116
40	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ pH ในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร	117
41	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ pH ในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร	118
42	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ pH ในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร	119
43	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ pH ในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร	120
44	แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร.....	121

สารบัญญัตราสาร (ต่อ)

ตาราง	หน้า
45	แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร..... 122
46	แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร..... 123
47	แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร..... 124
48	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในกองหมักที่ความสูง 1.50 เมตร..... 125
49	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในกองหมักที่ความสูง 2.20 เมตร..... 126
50	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในกองหมักที่ความสูง 2.60 เมตร..... 127
51	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในกองหมักที่ความสูง 3.00 เมตร..... 128
52	แสดงสัดส่วนองค์ประกอบขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ของกองหมักกั้น สูง 1.50 เมตร..... 129
53	แสดงสัดส่วนองค์ประกอบขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ของกองหมักกั้น สูง 2.20 เมตร..... 130
54	แสดงสัดส่วนองค์ประกอบขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ของกองหมักกั้น สูง 2.60 เมตร..... 131
55	แสดงสัดส่วนองค์ประกอบขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ของกองหมักกั้น สูง 3.00 เมตร..... 132
56	แสดงปริมาณกองหมักสูง 1.50 เมตร 133
57	แสดงปริมาณกองหมักสูง 2.20 เมตร 134
58	แสดงปริมาณกองหมักสูง 2.60 เมตร 134
59	แสดงปริมาณกองหมักสูง 3.00 เมตร 135
60	แสดงน้ำหนักเศษอาหารและสารปรับสภาพดินภายในกองหมักสูง 1.50 เมตร 135
61	แสดงน้ำหนักเศษอาหารและสารปรับสภาพดินภายในกองหมักสูง 2.20 เมตร 136
62	แสดงน้ำหนักเศษอาหารและสารปรับสภาพดินภายในกองหมักสูง 2.60 เมตร 136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
63 แสดงน้ำหนักเศษอาหารและสารปรับสภาพดินภายในกองหมักสูง 3.00 เมตร	137
64 แสดงคุณภาพและมาตรฐานของปุ๋ยหมัก	138
65 แสดงต้นทุนในการดำเนินการกองหมักความสูง 1.50 เมตร	139
66 แสดงต้นทุนในการดำเนินการกองหมักความสูง 2.20 เมตร	140
67 แสดงต้นทุนในการดำเนินการกองหมักความสูง 2.60 เมตร	141
68 แสดงต้นทุนในการดำเนินการกองหมักความสูง 3.00 เมตร	142

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงการกองหมักของปุ๋ยจากขยะโดยผสมกับกิ่งไม้ และกาบมะพร้าวเป็น bulking agents และวางบนแท่นไม้ Pallets เพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดีขึ้น.....	17
2 แสดงกระบวนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT	18
3 แสดงกระบวนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี BMT	19
4 แสดงพื้นที่ฝังกลบระยะที่ 1 และตำแหน่งการแบ่งส่วนการใช้งาน.....	21
5 แสดงระบบการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ของเทศบาลนครพิษณุโลก	22
6 แสดงภาพรถไม่ผสมขยะจากบริษัท Faber ประเทศเยอรมนี.....	24
7 แสดงลักษณะขยะหลังผ่านการไม่ผสม	24
8 แสดงการวางเรียงไม้พาเลท	25
9 แสดงการวางไม้พาเลทวางคร่อมที่ระบายอากาศ (Top view)	26
10 แสดงการตั้งกอง MBT	26
11 แสดงลักษณะการวางที่ระบายอากาศ (1).....	27
12 แสดงลักษณะการวางที่ระบายอากาศ (2).....	27
13 แสดงการนำกาบมะพร้าวมาเป็นวัสดุรองก้นธรรมชาติ.....	28
14 แสดงการบำบัดขั้นชีวภาพนี้ใช้ระยะเวลาในการหมัก 9 เดือน	29
15 แสดงสถานที่การกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครพิษณุโลก	35
16 แสดงขั้นตอนการวิจัยการบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive	36
17 แสดงลักษณะท่อ PVC เจาะรู.....	37
18 แสดงภาพแปลนที่แสดงรายละเอียดการตั้งกองหมักขยะ	38
19 แสดงภาพตัดที่แสดงรายละเอียดการตั้งกองหมัก	38
20 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่าง.....	41
21 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิ (สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น).....	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
37 แสดงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนภายในกองหมักบำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดย ก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive ภายในระยะเวลา 9 เดือน	64
38 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนกับ ความสูงกองหมัก	66
39 แสดงปริมาณเศษอาหารของขยะที่บำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิม อากาศแบบ Passive ภายในระยะเวลา 9 เดือน (ข้อมูลจากการคำนวณ)	68
40 แสดงปริมาณสารปรับสภาพดินที่บำบัดขยะด้วยวิธีชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิม อากาศแบบ Passive ภายในระยะเวลา 9 เดือน (ข้อมูลจากการคำนวณ)	68
41 แสดงภาพรถเก็บขนขยะเทกองในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้	79
42 แสดงภาพขยะเข้ารถไม่ผสม	80
43 แสดงการตั้งกองหมัก	81
44 แสดงการตั้งกองหมัก	81
45 แสดงการตั้งกองหมักชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive	82
46 แสดงการตั้งกองหมักชีวภาพโดยก้นกองอยู่กับที่เดิมอากาศแบบ Passive	82
47 แสดงการหาความหนาแน่นของขยะ	85