

## บทที่ 4

## ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

จากการศึกษาการหมักปุ๋ยแบบมีการระบายอากาศโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง และใบไม้แห้ง ที่มีการเติมสารเร่งปุ๋ยหมักสองชนิดคือ เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียกับสารไบโอไนต นั้นสามารถแบ่งหัวข้อเพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองดังต่อไปนี้

## 4.1 ลักษณะของวัตถุดิบ

วัสดุเหลือทิ้งที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะทางเคมีและกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 9 โดยได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ (TOC) ของวัตถุดิบได้แก่ ลำไย สับปะรด ฟรุตสลัด จิงคอง และใบไม้แห้งมีค่า 41.05, 34.69, 34.98, 9.26 และ 39.12 % ตามลำดับ พบว่าจิงคองมีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์น้อยที่สุด ส่วนลำไยมีปริมาณสูงสุด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) มีค่าน้อยคือระหว่าง 0.098-1.61% ทำให้ปริมาณ C/N ratio มีค่าสูง โดยจิงคองมีค่า C/N ratio มากที่สุดคือ 94.49 รองลงมาคือสับปะรดและฟรุตสลัดมีค่า 94.27 และ 80.97 ตามลำดับ ส่วนใบไม้แห้งมีค่า C/N ratio น้อยที่สุดคือ 24.30 ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.094-0.35% พบว่าเศษฟรุตสลัดมีค่าฟอสฟอรัสมากที่สุดคือ 0.35% รองลงมาคือเศษสับปะรดและใบไม้แห้งคือ 0.20 และ 0.18 ตามลำดับ ปริมาณโปตัสเซียมในเศษวัสดุมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.77-1.15% โดยจิงคองมีปริมาณโปตัสเซียมมากที่สุดคือ 1.15% รองลงมาคือเศษฟรุตสลัดคือ 1.08% และใบไม้แห้งมีน้อยที่สุดคือ 0.77% ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.20-118.3 mmho/cm โดยที่เศษจิงคองมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 118.3 mmho/cm ส่วนเศษลำไยมีค่าน้อยที่สุดคือ 1.20 mmho/cm ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) ของเศษวัสดุเหลือทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 7.29-45.68 meq/100g dry weight โดยที่เศษใบไม้แห้งมีค่ามากที่สุดคือ 45.68 meq/100g dry weight และเศษจิงคองมีค่าน้อยที่สุดคือ 7.29 meq/100g dry weight ค่าความชื้นของเศษวัสดุเหลือทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 9.88-87.52 % ซึ่งเศษฟรุตสลัดมีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 87.52% รองลงมาคือเศษสับปะรด เศษจิงคองและเศษลำไยมีค่า 86.59%, 79.18% และ 57.12% ตามลำดับ เศษใบไม้แห้งซึ่งใช้เป็นวัสดุปรับความชื้นมีค่าความชื้นน้อยที่สุดคือ 9.88% ค่าพีเอชของเศษวัสดุเหลือทิ้งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.28-5.98 โดยที่เศษจิงคองมีพีเอชน้อยที่สุดคือ 3.28 เศษสับปะรด เศษฟรุตสลัดและเศษลำไยมีค่า 3.97, 4.45 และ 4.49 ตามลำดับ ส่วนเศษใบไม้แห้งมีพีเอชมากที่สุดคือ 5.98

ตารางที่ 9 ลักษณะของวัสดุคืบ

| ตัวอย่าง | TOC (%)   | TN (%)    | C/N ratio | ฟอสฟอรัส (%) | โปแตสเซียม (%) | ค่าการนำไฟฟ้า (mmho/cm) | CEC (meq/100g dry weight) | ความชื้น (%) | พีเอช     |
|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------|
|          | ค่าเฉลี่ย | ค่าเฉลี่ย | ค่าเฉลี่ย | ค่าเฉลี่ย    | ค่าเฉลี่ย      | ค่าเฉลี่ย               | ค่าเฉลี่ย                 | ค่าเฉลี่ย    | ค่าเฉลี่ย |
| LW       | 41.05     | 1.06      | 38.73     | 0.15         | 0.53           | 1.20                    | 31.96                     | 57.12        | 4.49      |
| PW       | 34.69     | 0.368     | 94.27     | 0.20         | 0.85           | 1.76                    | 10.35                     | 86.59        | 3.97      |
| FW       | 34.98     | 0.432     | 80.97     | 0.35         | 1.08           | 4.73                    | 15.05                     | 87.52        | 4.45      |
| GW       | 9.26      | 0.098     | 94.49     | 0.094        | 1.15           | 118.3                   | 7.29                      | 79.18        | 3.28      |
| DL       | 39.12     | 1.61      | 24.30     | 0.18         | 0.77           | 4.11                    | 45.68                     | 9.88         | 5.93      |

หมายเหตุ

LW = Longan waste (เศษลำไย)

PW = Pineapple waste (เศษสับปะรด)

FW = Fruit salad waste (เศษฟรุตสลัด)

GW = Ginger preserves waste (เศษขิงคอง)

DL = Dry leaves (ใบไม้แห้ง)

## 4.2 อัตราส่วนของวัตถุดิบ

อัตราส่วนของวัตถุดิบและลักษณะทางด้านกายภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แสดงในตารางที่ 10 อัตราส่วนของวัตถุดิบได้ถูกควบคุมด้วยปริมาณความชื้น ซึ่งจะพยายามควบคุมไว้ที่ 55-65% ส่วนปริมาณของวัตถุดิบได้ถูกควบคุมจากปริมาตรของกล่องหมัก ซึ่งต้องทำการผสมในถังหมุน 2-3 ครั้งจึงจะได้ปริมาตรเท่ากับที่ต้องการในกล่องหมัก เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักเป็ยกพบว่า กองที่ 1 และ 2 ใช้เศษลำไยคั่วใบไม้แห้ง เท่ากับ 14.8:1 กองที่ 3 และ 4 ใช้เศษสับประรดคั่วใบไม้แห้งเท่ากับ 2.6:1 กองที่ 5 และ 6 ใช้เศษฟรุตสลัดคั่วใบไม้แห้งเท่ากับ 1.8:1 ส่วนกองที่ 7 และ 8 ใช้เศษขิงคั่วคั่วใบไม้แห้งเท่ากับ 2.6:1 มีการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อปรับค่า C/N ratio ให้เหมาะสมในกองที่ 1, 2, 5 และ 6 โดยนำปุ๋ยยูเรียผสมน้ำ 1 ลิตร แล้วใช้ฝักบัวรดให้ทั่วกองหมักตั้งแต่เริ่มต้นการหมัก การให้ความร้อนโดยก๊าซหุงต้มได้ให้ความร้อนเข้าไปในถังหมักเพื่อกระตุ้นการทำงานของเทอร์โมฟิลิคแบคทีเรีนั่นจะทำให้ความชื้นของกองหมักเมื่อออกจากถังหมักลดลง 2-5% เนื่องจากความร้อนจะทำให้ความชื้นบางส่วนที่ไม่ถูกดูดซับด้วยวัสดุปรับความชื้นระเหยออกสู่อากาศ ส่วนกองปุ๋ยหมักที่ใส่สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นไม่มีการให้ความร้อน โดยจะกระทำที่อุณหภูมิห้องเพียงแต่ใช้ถังหมักเป็นเครื่องคลุกเคล้าวัตถุดิบกับสารเร่งให้เข้ากัน

## 4.3 ปัจจัยในการควบคุมระบบ

### 4.3.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญถึงกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในกองหมัก รูปที่ 18 และตารางในภาคผนวก ข ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับ กองที่ 2 ผลการทดลองพบว่า กองที่ 1 และกองที่ 2 ซึ่งใช้วัตถุดิบอย่างเดียวกันคือ เศษลำไยผสมกับใบไม้แห้งที่บดคั่วแล้ว โดยมีสารไบโอเน็คและเทอร์โมฟิลิคแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักต่างชนิดกันตามลำดับ เมื่อนำออกจากถังหมักและนำไปหมักในกล่องหมักเป็นเวลา 30 วัน พบว่าภายในวันแรกของการหมักในกล่อง กองที่ 1 และ 2 มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิค (Thermophilic phase) คือ 45-65°C และอุณหภูมิอยู่ในช่วงนี้เป็นเวลานาน 14 วัน และ 30 วัน ตามลำดับ ซึ่งช่วงอุณหภูมิดังกล่าวเป็นสภาพที่มีความเหมาะสมต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์นอกจากนี้ยังสามารถทำลายเชื้อโรคและไข่พยาธิบางชนิดได้ (Polprasert, 1989) แสดงว่ากองที่ 2 ซึ่งใช้เทอร์โมฟิลิคแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นมีอัตราการย่อยสลายสูงกว่ากองที่ 1 อีกทั้งในช่วงระยะเวลา 30 วัน ที่ทำการหมักในกล่อง อุณหภูมิในกองที่ 2 สูงกว่ากองที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด โดยกองที่ 1 อุณหภูมิจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ ภายหลังจากวันที่ 14 ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงเมโซฟิลิค (Mesophilic phase) คือ

ตารางที่ 10 อัตราส่วนและลักษณะสมบัติของวัตถุคิปปเมอเรเริ่มต้นการหมัก

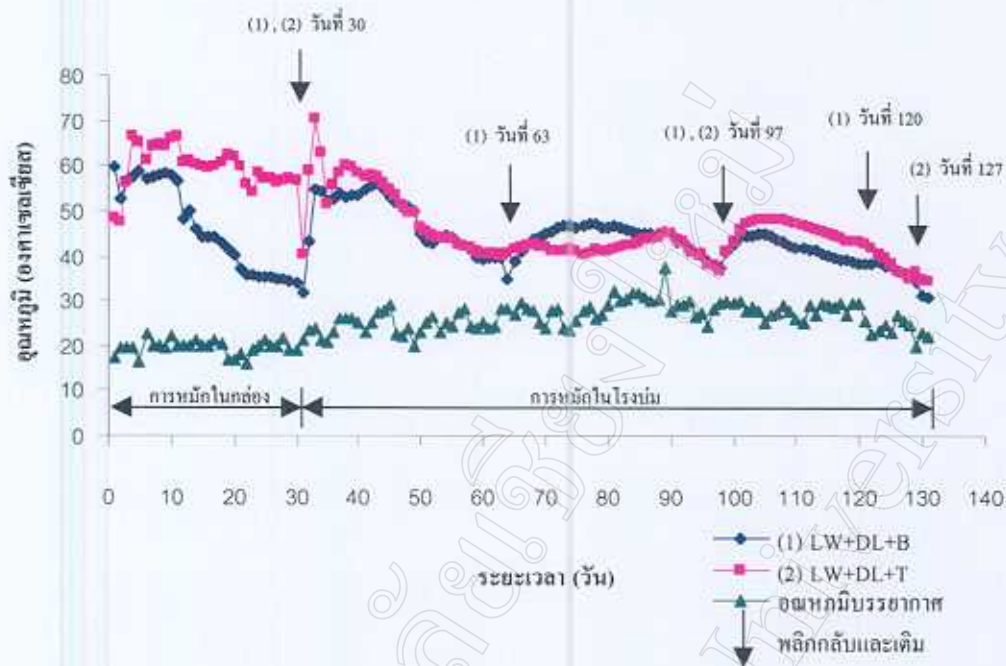
| กองที่      | วัตถุประสงค์       |             |                |             |                  |             |                |             |                |             | ไนโตรเจน<br>รอกหัก<br>สำมะ<br>คุดหัก<br>บน<br>(kg) | น้ำหนัก<br>ทั้งหมด<br>ที่เข้า<br>กล่อง<br>หนัก | ความชื้น<br>ที่เข้ากล่อง<br>หนัก<br>(%) | ฟอรัท<br>เข้า<br>กล่อง<br>หนัก | C/N<br>Ratio<br>เริ่มต้น |             |                |
|-------------|--------------------|-------------|----------------|-------------|------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|----------------|
|             | เก็บวัสดุเหลือทิ้ง |             | ใบไม้แห้ง      |             | ปุ๋ยคอก + รำข้าว |             | สารใบ<br>โสม   |             | ยูเรีย         |             |                                                    |                                                |                                         |                                |                          | น้ำ         |                |
|             |                    |             |                |             |                  |             |                |             |                |             |                                                    |                                                |                                         |                                |                          |             |                |
|             |                    |             |                |             |                  |             |                |             |                |             |                                                    |                                                |                                         |                                |                          |             |                |
|             |                    |             |                |             |                  |             |                |             |                |             |                                                    |                                                |                                         |                                |                          |             |                |
| มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L)     | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L) | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L)   | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L) |             |                |             |                                                    |                                                |                                         |                                |                          |             |                |
| มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L)     | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L) | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L)   | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L) | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L) | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L)                                     | มวล<br>(kg)                                    | ปริมาตร<br>(L)                          | มวล<br>(kg)                    | ปริมาตร<br>(L)           | มวล<br>(kg) | ปริมาตร<br>(L) |
| 1. LW+DL+B  | 116.24             | 400         | 7.83           | 100         | -                | -           | 0.20           | 1.01        | 43.03          | 168.31      | 159.78                                             | 3.15                                           | 162.93                                  | 67.88                          | 5.68                     | 14.41       |                |
| 2. LW+DL+T  | 116.15             | 400         | 7.87           | 100         | 0.41             | 1.30        | -              | 1.01        | 43.03          | 169.77      | 155.23                                             | 3.20                                           | 158.43                                  | 57.59                          | 5.6                      | 14.61       |                |
| 3. FW+DL+B  | 72.88              | 136         | 27.51          | 485         | -                | -           | 0.20           | -           | 20             | 120.59      | 110.14                                             | 4.40                                           | 114.54                                  | 77.11                          | 5.34                     | 23.11       |                |
| 4. FW+DL+T  | 73.02              | 136         | 27.43          | 485         | 0.30             | 0.95        | -              | -           | -              | 100.75      | 86.89                                              | 4.45                                           | 91.34                                   | 67.27                          | 4.86                     | 23.14       |                |
| 5. FW+DL+B  | 112.93             | 160         | 62.65          | 450         | -                | -           | 0.20           | 0.066       | 20             | 195.85      | 190.41                                             | 7.49                                           | 197.90                                  | 68.73                          | 5.17                     | 18.86       |                |
| 6. FW+DL+T  | 113.11             | 160         | 62.73          | 450         | 0.71             | 2.2         | -              | 0.066       | -              | 176.62      | 161.62                                             | 7.56                                           | 169.18                                  | 67.81                          | 5.72                     | 16.79       |                |
| 7. GW+DL+B  | 32.24              | 47          | 12.34          | 106         | -                | -           | 0.20           | -           | 20             | 64.78       | 52.51                                              | 5.88                                           | 58.39                                   | 71.56                          | 5.69                     | 21.02       |                |
| 8. GW+DL+T  | 32.24              | 47          | 12.34          | 106         | 0.15             | 0.50        | -              | -           | -              | 45.23       | 40.89                                              | 5.88                                           | 46.77                                   | 57.71                          | 5.40                     | 23.20       |                |

**หมายเหตุ B = Bionic (สารไบโอติก)**

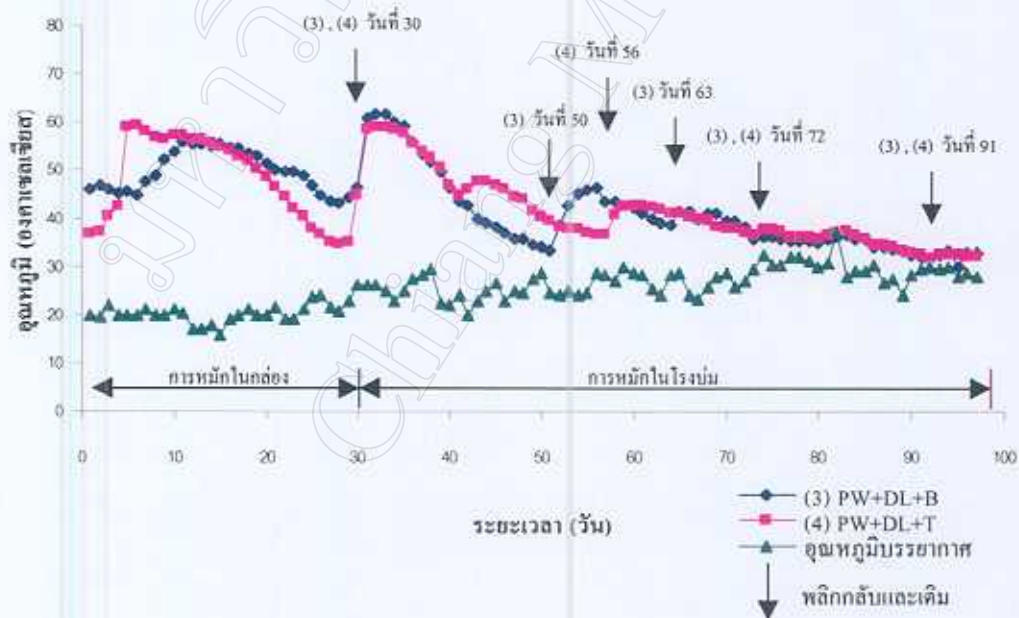
T = Thermophilic bacteria (เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย)

25-45°C ส่วนกองที่ 2 มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิคตลอดระยะเวลา 30 วัน ดังนั้นแสดงว่ากองที่ 2 มีอัตราการย่อยสลายดีกว่ากองที่ 1 เมื่อทำการหมักในกล่องหมัก ภายหลังจากนั้นแล้วนำกองปุ๋ยหมักออกจากกล่องหมัก เพื่อนำมาพลิกกลับและเติมน้ำเพื่อรักษาระดับความชื้นให้เหมาะสมที่ 55-65% แล้วนำไปบ่มต่อในโรงบ่ม พบว่าอุณหภูมิของหมักลดลงในทันที เนื่องจากผลของการพลิกกลับและเติมน้ำ ทำให้กองปุ๋ยหมักสูญเสียความร้อนออกสู่บรรยากาศ แต่หลังจากนั้นภายในระยะเวลา 1-2 วัน อุณหภูมิจะเริ่มเพิ่มขึ้นจนเข้าสู่ภาวะเทอร์โมฟิลิคอีกโดยอุณหภูมิในกองที่ 2 เพิ่มขึ้นสุดที่ 70°C ในวันที่ 33 ของการหมัก หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งทั้งกองที่ 1 และกองที่ 2 เริ่มเข้าสู่ระยะเมโซฟิลิค หลังวันที่ 50 และ 51 ตามลำดับ แต่เมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่า 40°C ของกองที่ 1 จึงได้ทำการพลิกกลับและเติมน้ำในวันที่ 63, 97 และ 120 ตามลำดับ ส่วนในกองที่ 2 ได้ทำการพลิกกลับและเติมน้ำในวันที่ 97 และ 127 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กองที่ 2 มีการพลิกกลับและเติมน้ำตลอดการทดลอง 3 ครั้งซึ่งน้อยกว่ากองที่ 1 ที่ทำการพลิกกลับและเติมน้ำ 4 ครั้งจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 และ 2 ลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศ (น้อยกว่า 35°C) ที่ระยะเวลาในการหมักประมาณ 129 และ 131 วัน ตามลำดับ เรียกว่าช่วงเมทิวเรชัน (Maturation phase) ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์เกิดขึ้นน้อยมาก เพราะสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายจนเกือบหมดแล้ว สังเกตได้จากเมื่อทำการพลิกกลับกองปุ๋ยและเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นแล้วไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักนั้นแสดงว่าปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่แล้ว ซึ่งถือว่าระยะการได้ที่ของปุ๋ยหมักทั้งสองกองมีความใกล้เคียงกันมาก

รูปที่ 19 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4 ซึ่งใช้เศษสับประสมกับใบไม้แห้งเป็นวัตถุดิบเช่นเดียวกัน ซึ่งใบไม้แห้งนั้นไม่ได้ทำการบดตัดให้มีขนาดเล็กก่อน ผลการทดลองพบว่าในช่วง 1-4 วันแรก อุณหภูมิยังไม่เพิ่มขึ้นมากนัก เนื่องจากไม่ได้บดตัดใบไม้แห้งทำให้มีช่องว่างในกองปุ๋ยหมักมากเกินไปจนเกิดการสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศ หลังจากนั้นแล้วอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกองปุ๋ยหมักได้ยุบตัวและอัดแน่นมากขึ้น ซึ่งในช่วง 30 วันแรกของการหมักในกล่อง อุณหภูมิของกองที่ 4 ลดลงเร็วกว่ากองที่ 3 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการใช้ใบไม้แห้งที่ไม่ได้ทำการบดตัดให้มีขนาดเล็กเสียก่อนจึงทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนและการเก็บกักความร้อนได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้การบดตัดใบไม้แห้งก่อนจะช่วยลดปริมาตรวัตถุดิบอีกด้วย โดยกองที่ 3 มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 45-55.8°C ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิค เป็นเวลานานติดต่อกัน 25 วัน ส่วนกองที่ 4 มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 46.4-58.8°C (ช่วงเทอร์โมฟิลิค) เป็นเวลาติดต่อกันนาน 17 วัน



รูปที่ 18 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2

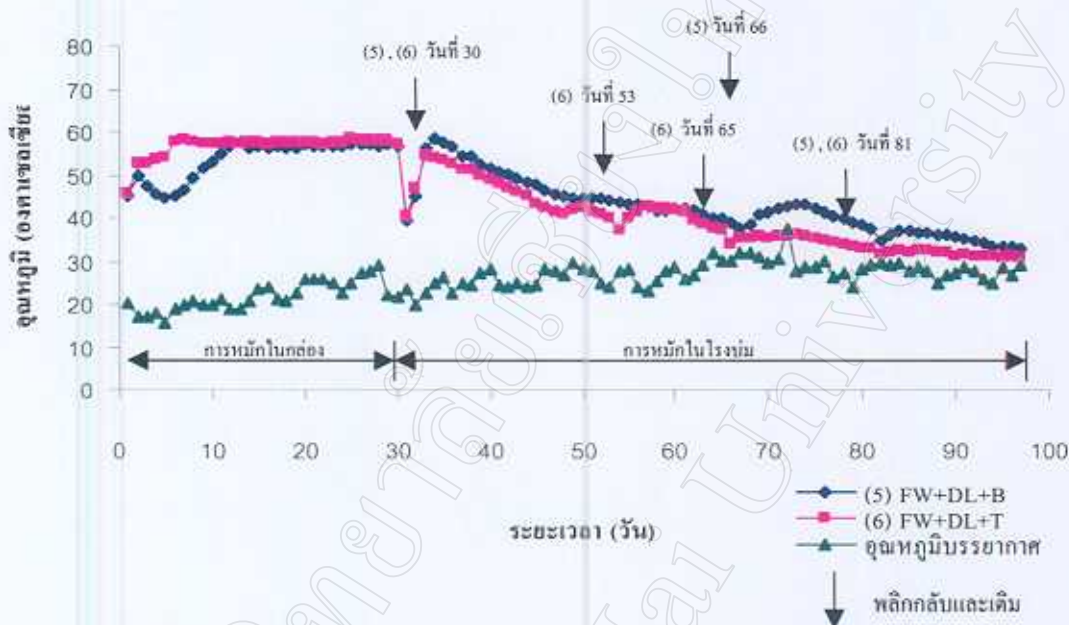


รูปที่ 19 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4

ซึ่งการที่กองปุยหมักมีอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิกนานติดต่อกันหลายวันจะทำให้สามารถทำลายเชื้อโรคบางชนิดได้ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อครบ 30 วันของการหมักในกล่องหมักได้ทำการพลิกกลับกองปุยและเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นให้พอเหมาะ แล้วนำไปหมักต่อในโรงบ่ม หลังจากนั้นพบว่าทั้งกองที่ 3 และ กองที่ 4 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิกอย่างรวดเร็ว โดยอุณหภูมิอยู่ระหว่าง  $46.6-61.7^{\circ}\text{C}$  และ  $46.2-58.7^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ หลังจากนั้นอุณหภูมิจะเริ่มลดลงเข้าสู่ช่วงเมทาซัวเรชัน คืออุณหภูมิต่ำกว่า  $45^{\circ}\text{C}$  โดยที่กองที่ 3 และ 4 เริ่มเข้าสู่ช่วงดังกล่าวตั้งแต่วันที่ 41 และ 47 ตามลำดับ กองที่ 3 มีการพลิกกลับกองปุยและปรับความชื้นในวันที่ 50, 63, 72 และ 91 รวม 4 ครั้งตามลำดับ ส่วนกองที่ 4 มีการพลิกกลับกองปุยและปรับความชื้นในวันที่ 56, 72 และ 91 รวม 3 ครั้งตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อกองปุยเริ่มได้ที่แล้วนั้นแม้จะทำการพลิกกลับและปรับความชื้นให้พอเหมาะแล้วก็ตามแต่อุณหภูมิก็จะไม่เพิ่มขึ้นอีกและจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศ ซึ่งกองที่ 3 และ 4 ปุยหมักเริ่มได้ที่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (อุณหภูมิน้อยกว่า  $35^{\circ}\text{C}$ ) ตั้งแต่วันที่ 86 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นว่าถึงแม้สารเร่งปุยหมักจะต่างชนิดกันแต่ก็ใช้ระยะเวลาในการหมักเท่ากันเมื่อใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์

รูปที่ 20 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุยหมักกองที่ 5 กับกองที่ 6 ซึ่งใช้เศษฟรุตสลัด (ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย เศษสับปะรด เศษฝรั่ง เศษกล้วย และเศษมะละกอ) นามาผสมกับใบไม้แห้งที่บดตัดแล้ว เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสารเร่งปุยหมักทั้งสองชนิดคือ สารไบโอเนคและเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย ผลการทดลองพบว่ากองที่ 5 อุณหภูมิในช่วง 7 วันแรกไม่เพิ่มสูงมากนักซึ่งจะอยู่ในช่วง  $45-50^{\circ}\text{C}$  อาจเนื่องมาจากการกลับตัวของเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก ซึ่งแตกต่างกับกองที่ 6 ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 1-2 วันแรกของการหมัก โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง  $45.4-58.5^{\circ}\text{C}$  ซึ่งเป็นช่วงเทอร์โมฟิลิก ตลอดระยะเวลา 30 วันของการหมักในกล่องหมัก ซึ่งเป็นผลดีคือสามารถทำลายเชื้อโรคบางชนิดได้ อีกทั้งยังแสดงว่าจุลินทรีย์ในกองหมักของทั้งสองกองมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี เมื่อนำออกจากกล่องหมักในวันที่ 30 เพื่อนำมาพลิกกลับและเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นให้พอเหมาะแล้วนำไปหมักต่อในโรงบ่ม พบว่าอุณหภูมิของทั้งสองกองจะสูงขึ้นสู่ช่วงเทอร์โมฟิลิกอีกครั้งหนึ่งและหลังจากนั้นจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ โดยที่กองที่ 5 และ 6 เริ่มเข้าสู่ช่วงเมทาซัวเรชันตั้งแต่วันที่ 48 และ 44 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่ากองที่ 6 เข้าสู่ช่วงดังกล่าวเร็วกว่ากองที่ 5 แสดงว่าสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายไปเกือบหมดแล้ว เมื่อพิจารณาการพลิกกลับและเติมน้ำพบว่ากองที่ 5 มีการพลิกกลับและเติมน้ำในวันที่ 66 และ 81 ส่วนกองที่ 6 มีการพลิกกลับและเติมน้ำในวันที่ 53, 65 และ 81 ซึ่งจะเห็นว่ากองที่ 6 มีจำนวนครั้งของการพลิกกลับมากกว่ากองที่ 5 เมื่อพิจารณาการได้ที่ของปุยพบว่า กองที่ 6 ปุยเริ่มได้ที่ตั้งแต่วันที่ 76 ของการหมัก ซึ่งเร็วกว่ากองที่ 5 ที่ปุยหมักเริ่มได้ที่ตั้งแต่วันที่ 92 ของการหมัก โดยที่ลักษณะ

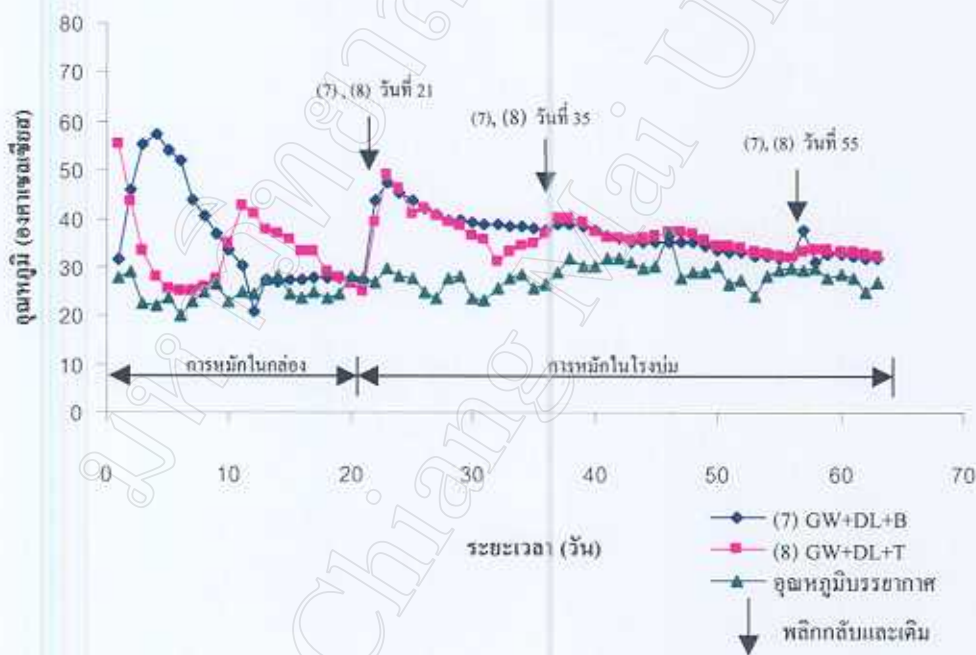
กราฟของทั้งสองกองมีความคล้ายคลึงกันและอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าการใช้สารเร่งทั้งสองชนิดนั้นจะช่วยทำให้อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการหมักได้ดีสำหรับเศษฟรุตสลัด แต่กองที่ 6 ซึ่งใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นจะทำให้ปุ๋ยหมักได้ที่เร็วกว่ากองที่ 5 ซึ่งใช้สารไบโอเนคเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักถึง 16 วัน



รูปที่ 20 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6

ส่วนรูปที่ 21 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักกองที่ 7 กับกองที่ 8 ซึ่งใช้เศษขิงคองเค็มผสมกับใบไม้แห้งที่บดคั่วแล้วเป็นวัตถุดิบเช่นเดียวกัน โดยใช้สารไบโอเนคและเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย เป็นสารเร่งปุ๋ยหมักต่างชนิดกัน ผลการทดลองพบว่า กองที่ 7 อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (31.4-57.6°C) ในช่วง 1-6 วันแรกเท่านั้นแต่หลังจากนั้นก็จะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วจนใกล้เคียงอุณหภูมิบรรยากาศ ตั้งแต่วันที่ 12 แต่ในทางตรงกันข้ามกองที่ 8 อุณหภูมิกลับลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1-6 วันแรก คือลดลงจาก 55.4°C จนใกล้เคียงอุณหภูมิบรรยากาศ แต่พอหลังจากวันที่ 9 อุณหภูมิค่อยๆ เพิ่มขึ้นแต่ไม่สูงมากนักอยู่ในช่วง 35.6-42.7°C และอุณหภูมิเริ่มลดลงหลังวันที่ 11 จนใกล้เคียงอุณหภูมิบรรยากาศอีกครั้ง แสดงว่าในช่วงแรกจุลินทรีย์ในกองที่ 8 กำลังปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมซึ่งมีความเค็มสูง อุณหภูมิในช่วงแรกจึงลดลงและกลับเพิ่มขึ้นอีก แสดงว่าจุลินทรีย์เริ่มทำการย่อยสลายได้บางส่วนแล้ว ส่วนกองที่ 7 เชื้อจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มสูงได้เร็วกว่าจึงทำให้ช่วงแรกกองหมักมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่อุณหภูมิก็ลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน จึงสรุปได้ว่ากระบวนการหมักของกองที่ 7

และ 8 มีการย่อยสลายเกิดขึ้นน้อยมากโดยสังเกตจากเศษวัสดุคืบที่ไม่มีสภาพต่างไปจากตอนเริ่มทดลองมากนัก ผู้ทดลองจึงได้นำวัสดุคืบออกจากกล่องหมักในวันที่ 21 ของการหมักเพราะสังเกตเห็นว่าอุณหภูมิของทั้งสองกองไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเลข และเมื่อนำมาพลิกกลับและเติมน้ำพบว่าอุณหภูมิของทั้งสองกองได้เพิ่มขึ้นอีกครั้ง โดยกองที่ 7 มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง  $35.1-47.6^{\circ}\text{C}$  และกองที่ 8 มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง  $31-49.3^{\circ}\text{C}$  มีการพลิกกลับและเติมน้ำของทั้งสองกองวันที่ 35 และอุณหภูมิไม่เพิ่มขึ้น ซึ่งอุณหภูมิอยู่ในช่วงเมโซฟิลิก จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในช่วงเทอร์โมฟิลิกของทั้งสองกองนั้นมีระยะเวลาสั้นมาก แสดงว่ากิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในกองหมักเกิดขึ้นน้อย ซึ่งส่วนใหญ่ช่วงอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงเมโซฟิลิก ซึ่งไม่เพียงพอต่อการทำลายเชื้อโรค เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าเศษวัสดุคืบคือเศษขี้คองและใบไม้แห้งนั้น ไม่ได้ถูกย่อยสลายเลย จึงสรุปได้ว่าความเค็มที่สูงมากของขี้คองนั้นเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในกองหมัก



รูปที่ 21 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8

ผลจากการเปรียบเทียบอุณหภูมิจากกองปุ๋ยหมักทั้ง 8 กอง สรุปได้ว่ากองที่ 1 ถึง 6 ในระหว่างการหมักมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิกเป็นเวลานานเพียงพอที่จะทำลายเชื้อโรคบางชนิดได้ แต่กองที่ 7 และ 8 กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นน้อยมากโดยสังเกตจากอุณหภูมิในกองหมักที่มีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงสั้นๆ อีกทั้งเศษวัสดุคืบมีสภาพไม่แตกต่างจากตอนเริ่ม

ทดลองมากนัก ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความเต็มที่มีอยู่ในเนื้อของจึงคอง ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกองหมักนั่นเอง ในระหว่างการหมักเมื่อทำการพลิกกลับและเติมน้ำจะทำให้กองปุ๋ยหมักสูญเสียความร้อนออกสู่บรรยากาศ แต่หลังจากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอีกภายใน 1-2 วัน แต่ถ้าหากอุณหภูมิไม่เพิ่มขึ้นแสดงว่าปุ๋ยหมักได้ที่แล้วโดยที่กองที่ 1 ถึงกองที่ 6 ปุ๋ยเริ่มได้ที่ตั้งแต่วันที่ 129, 131, 86, 86, 92 และ 76 ตามลำดับ เมื่อใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์โดยเปรียบเทียบจากวัตถุดิบที่ใช้อย่างเดียวกันพบว่าระยะเวลาการหมักที่ใช้สารเร่งต่างชนิดกันนั้นมีความใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นกองที่ 5 กับ 6 ที่ใช้ฟรุตสลัดเป็นวัตถุดิบมีระยะเวลาการได้ที่ของปุ๋ยหมักแตกต่างกันถึง 16 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบการหมักในกล่องในช่วง 30 วันแรก จะพบว่ากองที่ 1 กับ 2 นั้นการใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักจะเกิดการย่อยสลายที่ดีกว่าการใช้สารไบโอเน็คคือ มีช่วงอุณหภูมิที่สูงอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิกตลอดระยะเวลา 30 วันแรก แต่กองที่ 1 กลับมีอุณหภูมิลดลงหลังวันที่ 14 แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถทนต่อสภาพที่มีอุณหภูมิสูงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานได้ ดังนั้นเมื่อใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์นี้จะเห็นว่าควรใช้เชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียสำหรับการย่อยสลายเศษลำไยและเศษฟรุตสลัด ส่วนเศษสับประรดใช้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดจะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

#### 4.3.2 ความชื้น

ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการหมัก เนื่องจากความชื้นเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ถ้าหากความชื้นของกองปุ๋ยหมักต่ำกว่าร้อยละ 20 จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ภายในกองหมัก ดังนั้นความชื้นที่เหมาะสมควรจะอยู่ระหว่างร้อยละ 50-70 (ค่าเฉลี่ยร้อยละ 60) แต่ถ้าหากความชื้นมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 จะทำให้สารอาหารถูกชะล้างออกไปทำให้คุณภาพของปุ๋ยหมักต่ำลง และเกิดการแพร่กระจายเชื้อโรค อีกทั้งอาจก่อให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนภายในกองปุ๋ยหมักได้ (Polprasert, 1989)

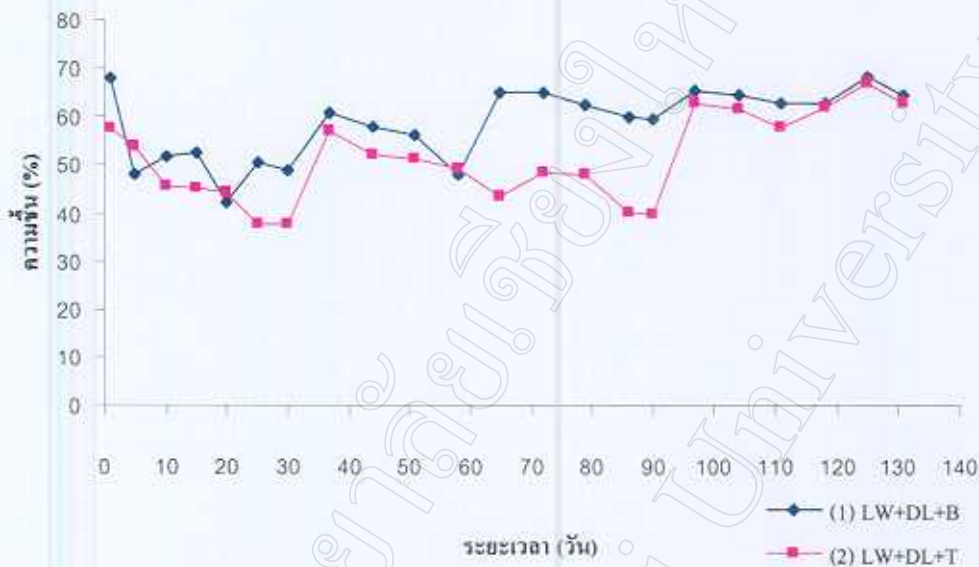
รูปที่ 22 และตารางในภาคผนวก ข ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 กับกองที่ 2 โดยมีความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 67.88% และ 57.59% ตามลำดับ ความชื้นเริ่มต้นเมื่อหมักในกล่องหมักของกองที่ 2 มีค่าน้อยกว่ากองที่ 1 เนื่องจากการให้ความร้อนโดยใช้ก๊าซหุงต้มเพื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 75°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นั้นทำให้น้ำส่วนหนึ่งในกองหมักระเหยสู่บรรยากาศนั่นเอง ความชื้นของทั้งสองกองจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ เมื่อสังเกตจากกราฟอุณหภูมิและความชื้นควบคู่กันจะพบว่าหากอุณหภูมิมียุ่สูงความชื้นในกองหมักก็จะลดลงตามไปด้วยเช่นกัน เนื่องจากความชื้นจะถูกทำให้ระเหยสู่บรรยากาศด้วยความร้อนภายในกองหมักนั่นเอง อีกทั้งเศษลำไยมีเมล็ดปนมาด้วยทำให้เก็บรักษาความชื้นได้น้อย ซึ่งกองที่ 2 ความชื้นจะลดลง

เร็วกว่ากองที่ 1 เนื่องจากมีช่วงอุณหภูมิที่สูงกว่าหลังจากหมักในกล่องนาน 30 วันก็จะนำปุ๋ยหมักมาพลิกกลับและเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นให้อยู่ในช่วง 55-65% แล้วนำไปหมักต่อในโรงบ่ม พบว่าความชื้นของกองที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่ากองที่ 1 ทั้งๆ ที่อุณหภูมิในกองหมักมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิกองที่ 2 จะมีค่าสูงกว่ากองที่ 1 อยู่เล็กน้อย ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองความชื้นมีค่า 64.55% และ 63.05% ในกองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

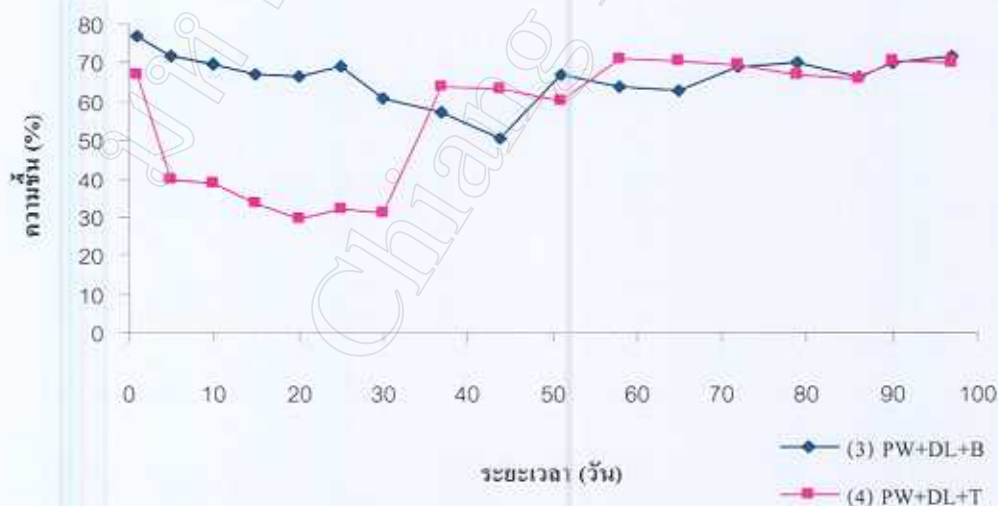
รูปที่ 23 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 3 และกองที่ 4 ความชื้นเริ่มต้นมีค่า 77.11% และ 67.27% ตามลำดับ ค่าความชื้นเริ่มต้นของทั้งสองกองมีค่าสูงเนื่องจากเศษสับประดามีค่าความชื้นที่สูงมากและในช่วงแรกของการหมักน้ำที่อยู่ภายในเนื้อสับประดะยังไม่แพร่ซึมออกมา ซึ่งเมื่ออุณหภูมิในกองหมักเพิ่มขึ้น ความชื้นในกองที่ 3 จะเริ่มลดลงเรื่อยๆ แต่กองที่ 4 ความชื้นจะลดลงรวดเร็วกว่ากองที่ 3 อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากใบไม้แห้งที่ใช้ปรับความชื้นของทั้งสองกองไม่ได้ทำการบดตัดให้มีขนาดเล็กความชื้นจึงระเหยสู่บรรยากาศได้ง่ายนั่นเอง ซึ่งในวันที่ 25 ความชื้นของทั้งสองกองที่ 3 และ 4 มีค่า 69.25% และ 31.84% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าหลังจากวันที่ 5-25 ความชื้นของกองที่ 4 มีค่าเพียง 29.92-39.92% เท่านั้น ซึ่งไม่เหมาะต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองหมัก ทำให้อุณหภูมิมียค่าลดลงเรื่อยๆ หลังวันที่ 5 ของการหมักในกล่อง ซึ่งในทางตรงกันข้ามกองที่ 3 ซึ่งมีความชื้นที่มากกว่า 70% ในช่วง 1-5 วันแรกนั้น ทำให้อุณหภูมิกองหมักยังไม่เพิ่มสูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากกองที่ 3 ต้องมีการรดสารไบโอเน็คที่ผสมกับน้ำ 20 ลิตร ลงไปด้วยทำให้ความชื้นของกองที่ 3 มีค่าสูง แต่เมื่อหลังจากวันที่ 5 ความชื้นลดลงอยู่ในช่วง 65-70% ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี ทำให้อุณหภูมิกองหมักค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิก เมื่อครบกำหนดการหมักในกล่อง 30 วันแล้ว จึงนำกองปุ๋ยทั้งสองมาพลิกกลับและเติมน้ำปรับความชื้นให้พอเหมาะซึ่งมีค่าเท่ากับ 60.82% และ 65.16% ของกองที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งตลอดการหมักได้มีการปรับความชื้นของกองปุ๋ยหมักโดยใช้อุณหภูมิกองปุ๋ยหมักเป็นเกณฑ์ จึงทำให้ค่าความชื้นของกองที่ 3 และ 4 อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญและย่อยสลายของจุลินทรีย์ เมื่อสิ้นสุดการหมักความชื้นมีค่า 71.63% และ 70.27% ตามลำดับ

ส่วนรูปที่ 24 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 5 และ 6 ผลการทดลองพบว่าความชื้นเริ่มต้นมีค่า 68.78% และ 67.81% ตามลำดับ ช่วง 30 วันแรกของการหมักในกล่องนั้น ความชื้นจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิในกองหมักที่เพิ่มขึ้นจนอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิก อีกทั้งการผสมไบโอเน็คที่บดตัดแล้วผสมกับเศษฟรุตสลัดทำให้เก็บรักษาความชื้นได้ดี ผลคือกองปุ๋ยหมักมีความชื้นที่เพียงพอต่อกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก เมื่อสิ้นสุดการหมักในกล่องหมักวันที่ 30 ความชื้นลดลงเหลือ 47.79% และ 48.98% ตามลำดับ จึงทำการพลิกกลับและเติมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้อยู่ในระดับ 55-65% พบ

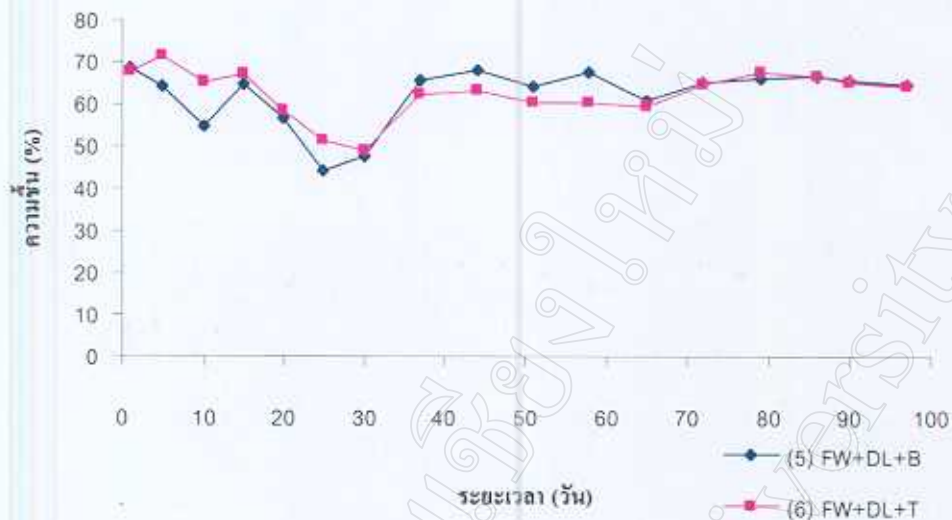
ว่าหลังจากวันที่ 30 ที่นำมาหมักต่อในโรงบ่มแล้วนั้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ความชื้นของทั้งสองกองมีค่าใกล้เคียงกัน และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าความชื้นมีค่า 64.80% และ 64.15% ของกองที่ 5 และ 6 ตามลำดับ



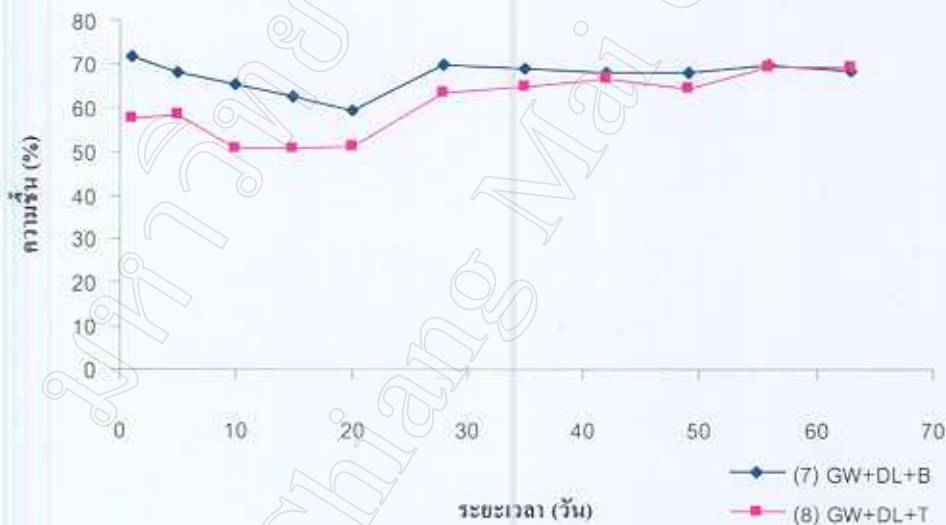
รูปที่ 22 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 กับกองที่ 2



รูปที่ 23 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 3 กับกองที่ 4



รูปที่ 24 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 5 กับกองที่ 6



รูปที่ 25 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 7 กับกองที่ 8

รูปที่ 25 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 7 และ 8 ผลการทดลองพบว่า ค่าความชื้นเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 71.56% และ 57.71% ตามลำดับ จะเห็นว่าความชื้นในกองที่ 8 ก่อนข้างต่ำ เนื่องจากการให้ความร้อนโดยใช้ก๊าซหุงต้มนั้นทำให้ความชื้นระเหยสู่บรรยากาศ ความชื้นของทั้งสองกองมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตลอดการหมักในถ่และอยู่ในช่วง

ที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก แต่ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของกองหมักทั้งสองกองไม่เพิ่มขึ้นและไม่คงที่เป็นเวลานานเลย ทำให้การหมักเกิดขึ้นน้อยมาก ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้ออุณหภูมิต่างๆ ที่ความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะ

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกองปุ๋ยหมักที่ใช้เทอร์โมฟิสิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งนั้น ในตอนเริ่มจะมีการให้ความร้อนโดยใช้ก๊าซหุงต้มเพื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 75°C ในถึงหมุนเป็นเวลา 3 ชม. ซึ่งจะทำให้บางส่วนหนึ่งในกองหมักระเหยสู่บรรยากาศ จึงทำให้ความชื้นเริ่มต้นมีค่าต่ำกว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้สารไบโอเนกเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักที่กระทำการคลุกเคล้าโดยใช้ถังหมุนแต่ทำที่อุณหภูมิห้อง และพบว่ากองที่ 1 กับกองที่ 2 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นในกองหมักก็จะลดลงตามไปด้วย เนื่องจากความชื้นส่วนใหญ่จะถูกทำให้ระเหยสู่บรรยากาศด้วยความร้อนจากกองหมัก โดยกองที่ 2 ความชื้นจะลดลงเร็วกว่ากองที่ 1 และกองที่ 4 ความชื้นจะลดลงเร็วกว่ากองที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากไบโอเนกแห้งที่ใช้ปรับความชื้นของทั้งสองกองไม่ได้ทำการบดตัดให้มีขนาดเล็ก ความชื้นจึงระเหยสู่บรรยากาศได้ง่าย ดังนั้นควรบดตัดไบโอเนกให้เป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนนำไปเป็นวัสดุปรับความชื้น ซึ่งจะช่วยให้ความสามารถในการเก็บรักษาความร้อนและความชื้นในกองหมักได้ดีกว่าเศษไบโอเนกแห้งที่ไม่ได้บดตัด อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปริมาณและการใช้พื้นที่ของกองปุ๋ยหมักลงอีกด้วย ส่วนกองที่ 5 กับ 6 ความชื้นจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิในกองหมักที่อยู่ในช่วงเทอร์โมฟิสิก แต่การผสมไบโอเนกแห้งที่บดตัดแล้วผสมกับเศษฟรุตสลัดจะทำให้เก็บรักษาความชื้นได้ดี ถึงแม้ว่ากองปุ๋ยหมักจะมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแต่กระบวนการหมักเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยในกองที่ 7 และ 8

#### 4.3.3 พีเอช

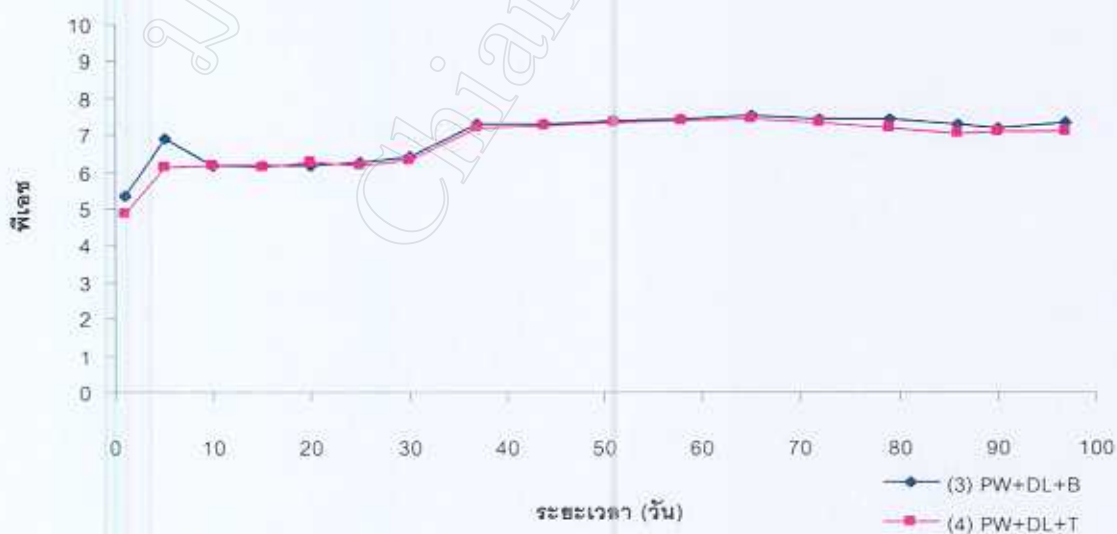
รูปที่ 26 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 และกองที่ 2 โดยมีค่าพีเอชเริ่มต้นที่ 5.68 และ 5.6 ตามลำดับ ซึ่งตลอดระยะเวลาการหมักพบว่าค่าพีเอชของทั้งสองกองมีความคล้ายคลึงกันมากโดยช่วง 10 วันแรกของการหมักพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นจนมีค่าเป็น 6.39 และ 6.26 ตามลำดับ และหลังจากนั้นมีค่าลดลงโดยในวันที่ 30 พีเอชมีค่า 5.8 และ 5.94 ของกองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งหลังจากวันที่ 30 ระดับพีเอชของทั้งสองกอง มีค่าเพิ่มขึ้นจนอยู่ในระดับพีเอชเป็นกลาง คืออยู่ในช่วง 6-7 และพีเอชไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจนสิ้นสุดการทดลอง พีเอชกองที่ 1 และ 2 มีค่า 6.94 และ 7.45 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การได้ของปุ๋ยหมัก

ส่วนรูปที่ 27 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 และกองที่ 4 โดยพีเอชเริ่มต้นมีค่า 5.34 และ 4.86 ตามลำดับ เนื่องจากเศษสับปะรดเป็นที่ทราบกันคืออยู่แล้วว่าน้ำสับปะรดนั้นมีฤทธิ์เป็นกรด จึงทำให้เมื่อเริ่มการหมักพีเอชเริ่มต้นมีฤทธิ์เป็นกรดโดยในการทดลองไม่มีการปรับพีเอชด้วยสารที่มีฤทธิ์เป็นด่างแต่อย่างใด จากผลการทดลองพบว่า ช่วง 5 วันแรก

พีเอชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 6.89 และ 6.13 ของกองที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 19 ซึ่งแสดงอุณหภูมิในกองหมักทั้งสองจึงพบว่าช่วง 5 วันแรก อุณหภูมิอยู่ในช่วงเมโซฟิลิก ซึ่งแสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์เริ่มปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้แล้ว ซึ่งหลังจากนั้นพบว่าพีเอชของทั้งสองกองมีความใกล้เคียงกันมาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.1-6.4 เมื่อนำกองปุ๋ยมาหมักในโรงบ่มภายหลังวันที่ 30 นั้น พบว่าพีเอชทั้งสองกองมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 7.0-7.5 และค่าพีเอชไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก เมื่อการทดสอบสิ้นสุดค่าพีเอชของกองที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 7.33 และ 7.12 ตามลำดับ



รูปที่ 26 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 กับกองที่ 2

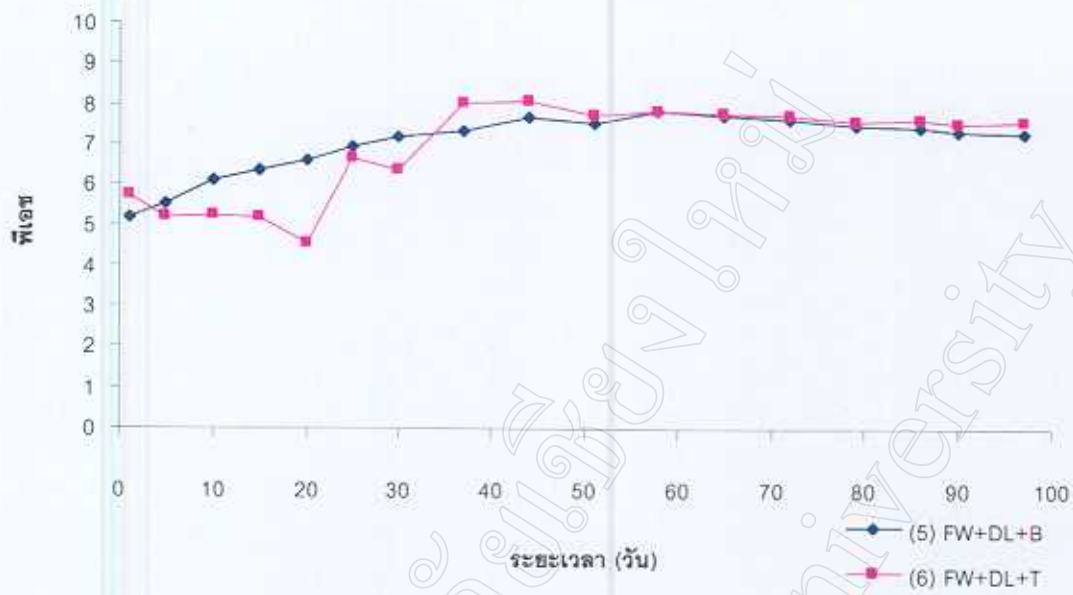


รูปที่ 27 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 กับกองที่ 4

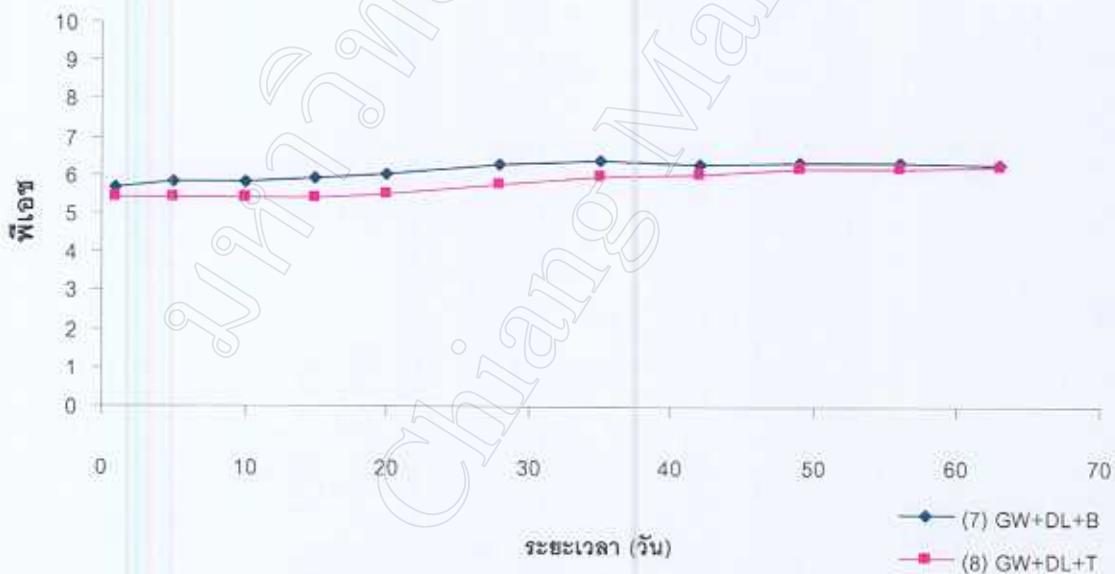
รูปที่ 28 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 และกองที่ 6 โดยพีเอชเริ่มต้นมีค่า 5.17 และ 5.72 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเศษฟรุตสลัคเมื่อผสมกับใบไม้แห้งแล้วมีสภาพเป็นกรด ผลการทดลองพบว่าค่าพีเอชของกองที่ 5 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในช่วง 30 วันแรกของการหมักในกล่อง โดยกองที่ 5 มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 5.17 เป็น 7.19 ในวันที่ 30 ซึ่งแตกต่างจากกองที่ 6 เนื่องจากค่าพีเอชของกองที่ 6 มีค่าลดลงในช่วง 20 วันแรก โดยในวันที่ 20 ค่าพีเอชอยู่ที่ 4.55 ซึ่งสอดคล้องกับช่วงอุณหภูมิในกองหมักที่อยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิก เนื่องจากในช่วงแรกจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็ว และผลิตกรดอินทรีย์บางชนิดมีผลทำให้พีเอชลดลงแล้วหลังจากวันที่ 20 พีเอชมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งวันที่ 30 พีเอชของกองที่ 6 มีค่า 6.34 ในช่วงที่อยู่ในโรงบ่มภายหลังจากวันที่ 30 นั้นพบว่าพีเอชของทั้งกองที่ 5 และ 6 มีความคล้ายคลึงกัน และมีค่าอยู่ในช่วง 7.2-8 โดยค่าพีเอชของกองที่ 6 มีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็น 8.07 ในวันที่ 44 ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าค่าพีเอชของกองที่ 5 และ 6 มีค่า 7.27 และ 7.58 ตามลำดับ

รูปที่ 29 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 7 และกองที่ 8 ซึ่งใช้เศษจึงคองเค็มผสมกับใบไม้แห้ง โดยมีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 5.69 และ 5.4 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองพบว่าพีเอชตลอดการทดลองของทั้งสองกองมีค่าอยู่ในช่วง 5.4-6.4 ซึ่งมีค่าเป็นกรดอ่อนๆ และค่าพีเอชของกองที่ 8 มีค่าต่ำกว่ากองที่ 7 เล็กน้อย ซึ่งเมื่อการทดลองสิ้นสุดลงพบว่าสภาพความเค็มจากกรดเกลือของวัตถุดิบนั้นทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงสรุปได้ว่าสภาพความเค็มดังกล่าวเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในกองหมักที่ 7 และ 8 ดังนั้นจึงควรมีการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมเสียก่อน เช่น การนำคางมาปรับพีเอช และนำวัตถุดิบอื่นๆ มาผสมกันในอัตราส่วนที่พอเหมาะเพื่อลดความเค็มจากกรดเกลือที่มีอยู่ในเนื้อของจึงคองดังกล่าว

จากผลการทดลองจะเห็นว่าพีเอชเริ่มต้นของทุกกองปุ๋ยหมักมีค่าเป็นกรด โดยพีเอชอยู่ในช่วง 5-6 และตลอดระยะเวลาการหมักค่าพีเอชของทุกกองหมักมีความคล้ายคลึงกันมาก โดยพีเอชของกองปุ๋ยหมักจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนอยู่ในระดับพีเอชเป็นกลาง ภายหลังจากวันที่ 30 ระดับพีเอชจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากองที่ 1 ถึง 6 มีพีเอชอยู่ในช่วง 6.94-7.58 แต่กองที่ 7 กับ 8 พีเอชมีค่าเป็นกรดตลอดช่วงการทดลอง เนื่องจากความเค็มจากกรดเกลือเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อกระบวนการหมัก



รูปที่ 28 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 กับกองที่ 6



รูปที่ 29 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมักกองที่ 7 กับกองที่ 8

#### 4.4 ลักษณะทางเคมี

##### 4.4.1 คาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์

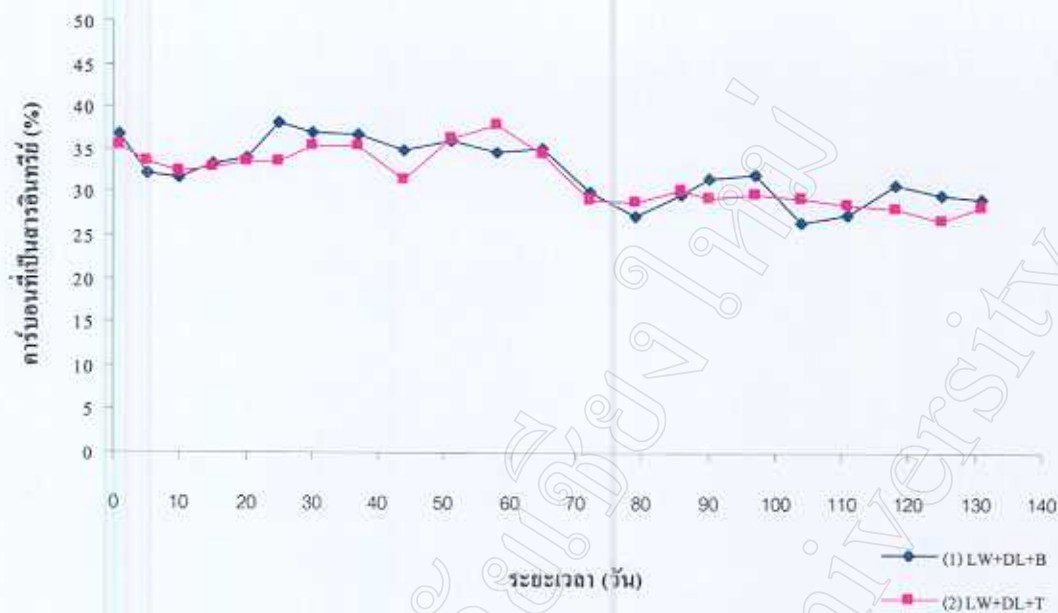
สารประกอบคาร์บอนเป็นสารที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนจนกระทั่งได้โมเลกุลเล็กและนำไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งของพลังงานและสร้างส่วนประกอบของเซลล์

จากรูปที่ 30 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 และกองที่ 2 ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เริ่มต้นเท่ากับ 36.9% และ 35.51% ตามลำดับ ในระหว่างการหมักปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์จะค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาในการหมัก ซึ่งทั้งกองที่ 1 และ 2 มีอัตราการลดลงของคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ใกล้เคียงกัน แต่โดยเฉลี่ยแล้วปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ของกองที่ 2 มีค่าน้อยกว่ากองที่ 1 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากองที่ 1 และ 2 มีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เท่ากับ 29.42% และ 28.51% ตามลำดับ

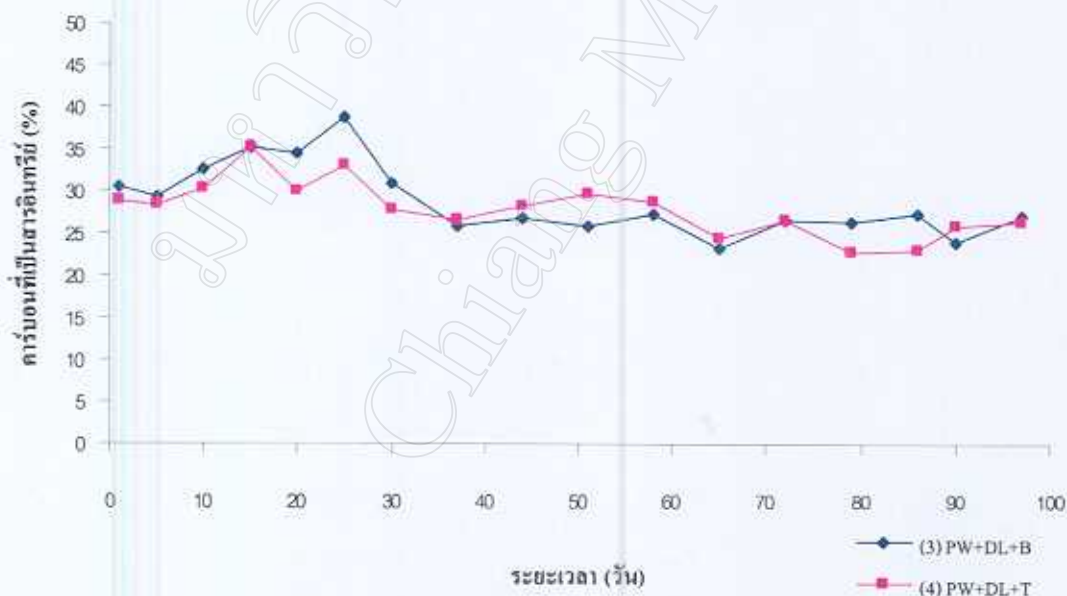
ส่วนรูปที่ 31 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 3 และกองที่ 4 ซึ่งมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 30.51% และ 28.92% ตามลำดับ โดยที่ทั้งกองที่ 3 และ 4 มีอัตราการลดลงของคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ใกล้เคียงกันและเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 27.06% และ 26.41% ตามลำดับ อีกทั้งพบว่าปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์มีการเพิ่มขึ้นในช่วง 25 วันแรก โดยกองที่ 3 และ 4 มีค่าคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 38.7% และ 33.15% ตามลำดับ

รูปที่ 32 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 5 และกองที่ 6 ซึ่งมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 31.69% และ 28.2% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ระหว่างระยะเวลาในการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่ากองที่ 5 และ 6 มีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เท่ากับ 24.64% และ 17.34% ตามลำดับ

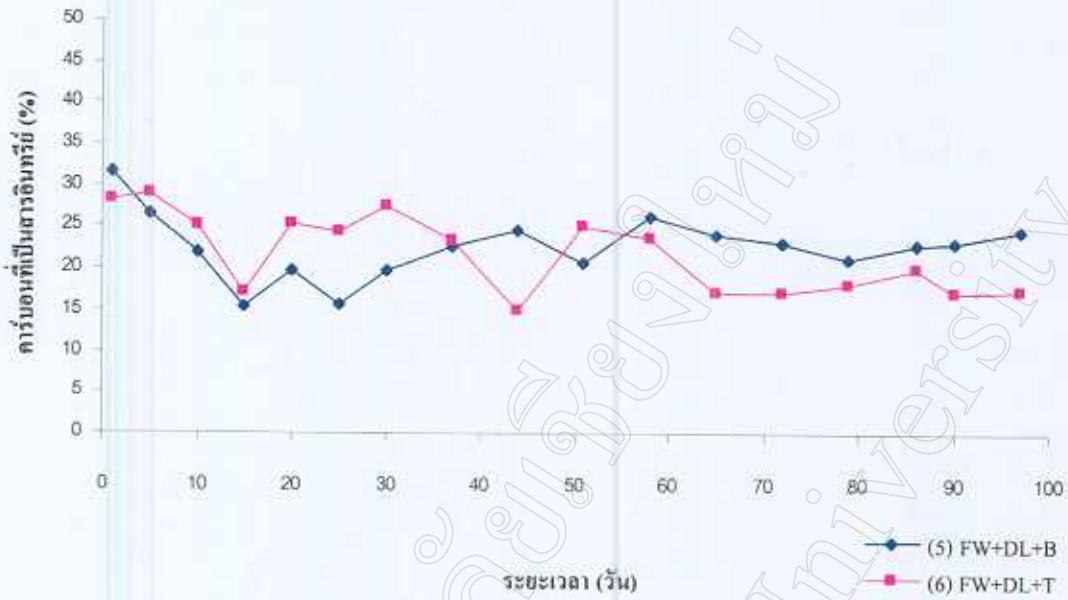
จากรูปที่ 33 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 7 และกองที่ 8 ซึ่งมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 27.53% และ 28.77% ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ไม่มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการทดลอง แสดงว่าไม่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก เนื่องจากไม่มีการนำคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ไปใช้ในการสร้างเซลล์



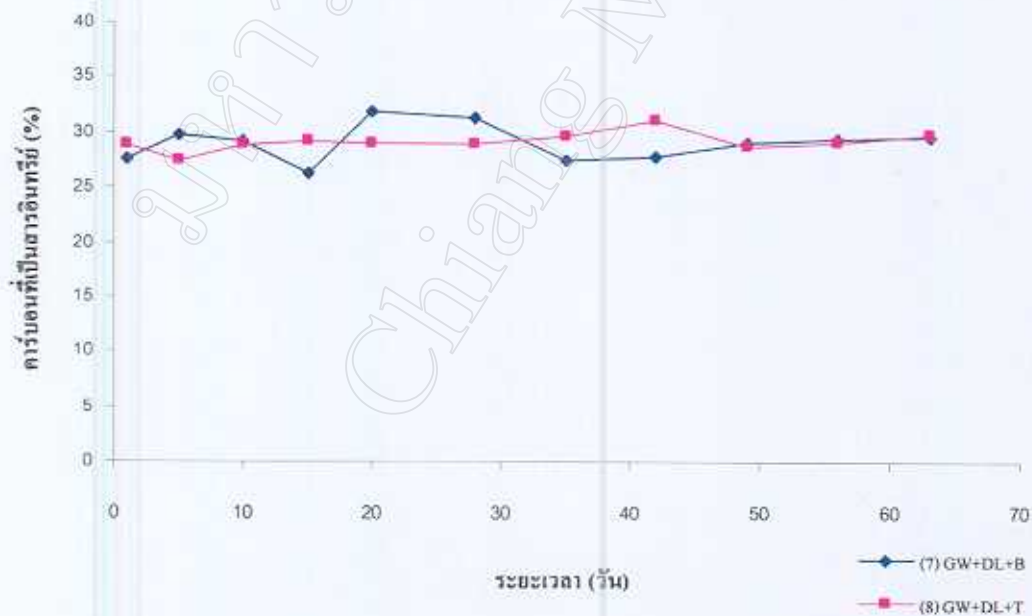
รูปที่ 30 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการรับอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2



รูปที่ 31 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการรับอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4



รูปที่ 32 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก  
กองที่ 5 กับกองที่ 6



รูปที่ 33 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก  
กองที่ 7 กับกองที่ 8

จากผลการทดลองปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ของกองที่ 1 ถึง 6 มีค่าเริ่มต้นที่ 28.20-36.9% เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักแล้วจะทำให้ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์มีค่าลดลงเรื่อยๆ โดยกองที่ 1 ถึง 6 ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ลดลงเหลือ 17.34-29.42% แต่กองที่ 7 และ 8 นั้นปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ไม่มีค่าลดลง เนื่องจากไม่มีการย่อยสลายเกิดขึ้นนั่นเอง

#### 4.2.2 ไนโตรเจนทั้งหมด

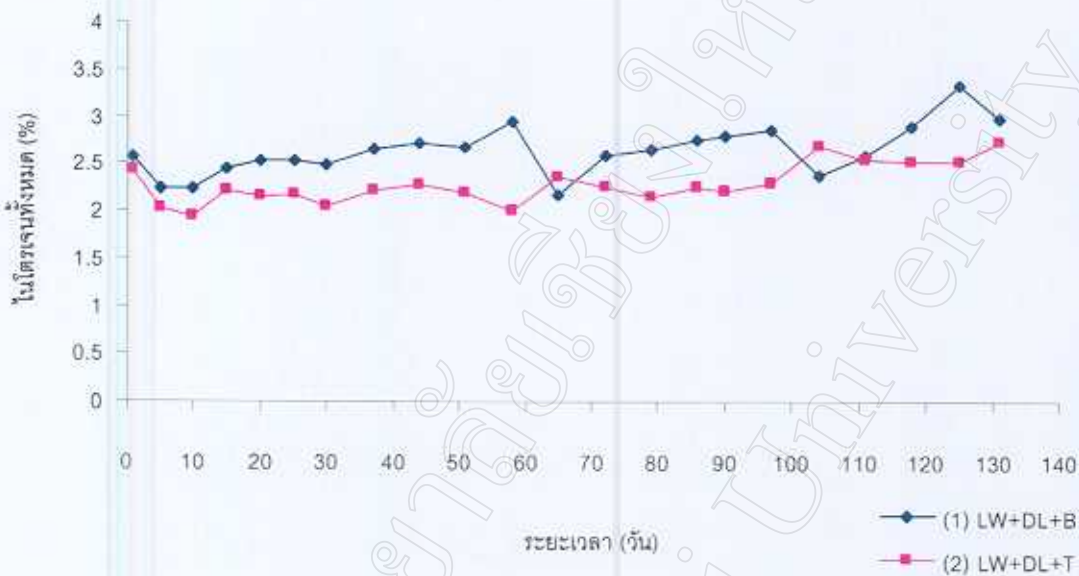
สารประกอบไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จะนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อสร้างส่วนประกอบของเซลล์ ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการควบคุมปริมาณไนโตรเจนโดยใช้อัตราส่วนคาร์บอนกับไนโตรเจนเป็นเกณฑ์ โดยควบคุมอัตราส่วนดังกล่าวไม่ให้เกิน 25 โดยการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักซึ่งถือเป็นวิธีที่เหมาะสมและง่ายต่อการปฏิบัติ

จากรูปที่ 34 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 กับกองที่ 2 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้นที่ 2.56% และ 2.43% ตามลำดับ ซึ่งทั้งกองที่ 1 และ 2 มีการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจน ทำให้ปริมาณไนโตรเจนเริ่มต้นมีค่ามาก แต่การมีไนโตรเจนมากเกินไปนั้นจะทำให้ไนโตรเจนบางส่วนสูญเสียสู่บรรยากาศ ซึ่งผู้ทดลองพบว่าจะมีกลิ่นแอมโมเนียจากกองหมักในช่วง 10 วันแรกของการหมัก โดยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าลดลงเหลือ 2.23% และ 1.94% ตามลำดับ แต่หลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในอัตราที่เพิ่มขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วไนโตรเจนทั้งหมดของกองที่ 1 จะมีค่ามากกว่ากองที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าเท่ากับ 3.0% และ 2.73% ตามลำดับ

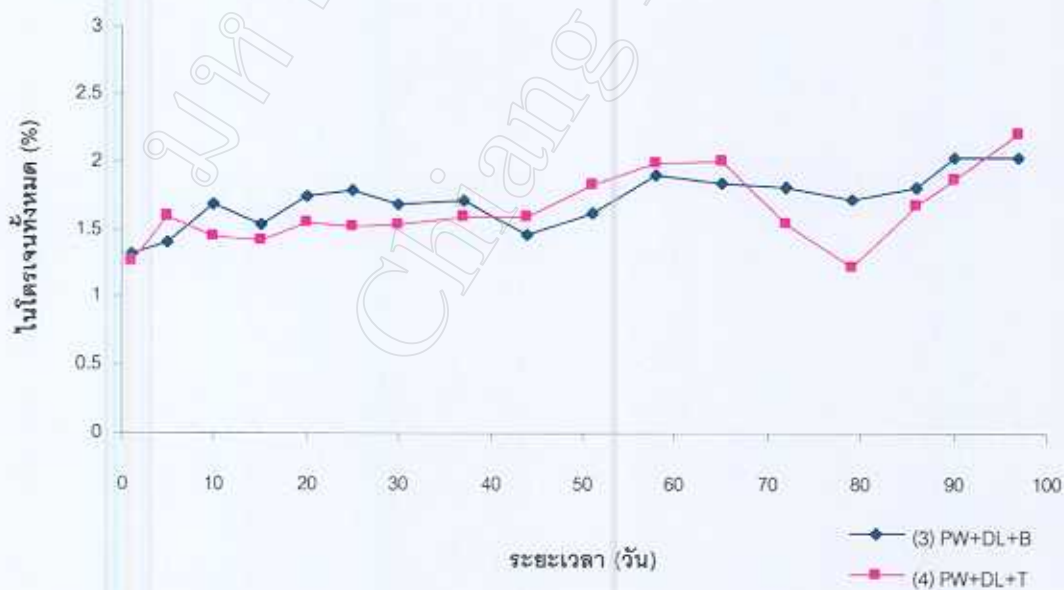
ส่วนรูปที่ 35 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 3 กับกองที่ 4 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้นที่ 1.32% และ 1.25% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าวัตถุดิบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดน้อยแต่เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแล้วพบว่ามีค่าเหมาะสมจึงไม่ต้องเติมปุ๋ยยูเรียเข้าไปอีก ในระหว่างการหมักปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในอัตราที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่ากับ 2.04% และ 2.22% ตามลำดับ

รูปที่ 36 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 5 กับกองที่ 6 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้นที่เท่ากันคือ 1.68% โดยได้มีการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก ในระหว่างการหมักไนโตรเจนทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและเพิ่มขึ้น โดยช่วง 15 วันแรก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าลดลง ซึ่งทั้งสองกองมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 1.16% และ 1.43% ตามลำดับ เนื่องจากมี

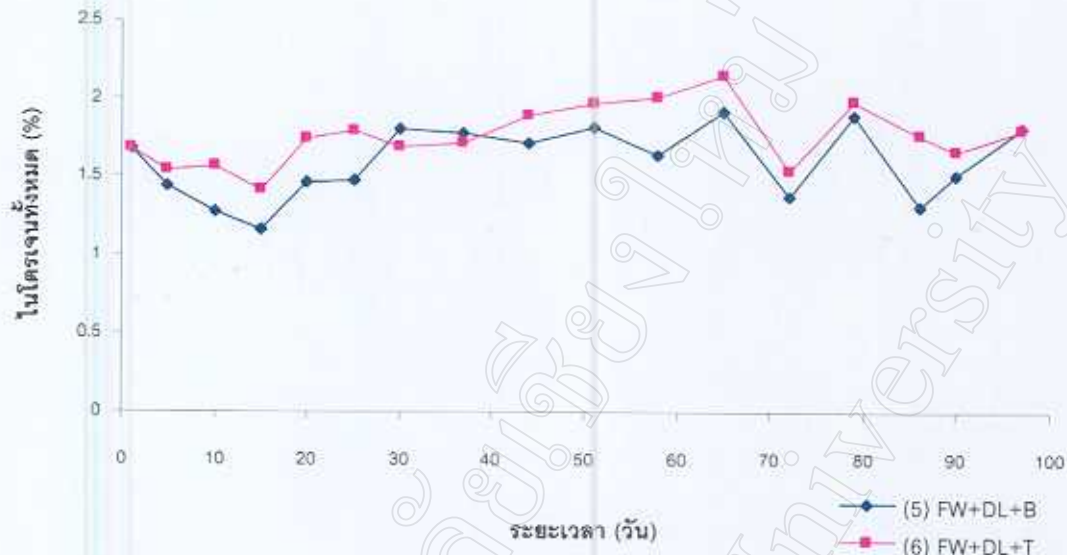
ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมีมาจากการเติมยูเรียนั้นสูญเสียสู่บรรยากาศโดยการระเหย แต่หลังจากนั้นพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดการหมักของกองที่ 5 และ 6 มีค่าเท่ากับ 1.82% และ 1.81% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก



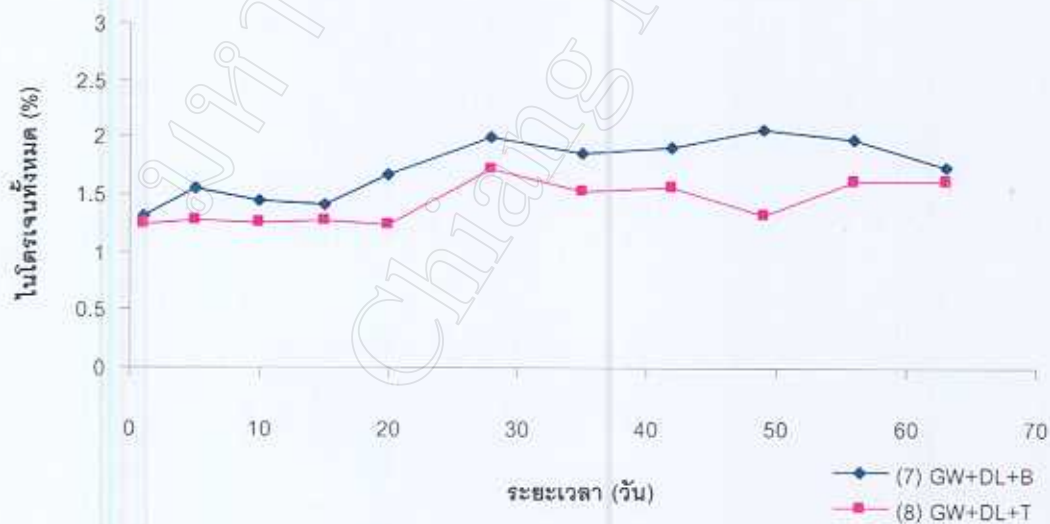
รูปที่ 34 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2



รูปที่ 35 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4



รูปที่ 36 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก  
กองที่ 5 กับกองที่ 6



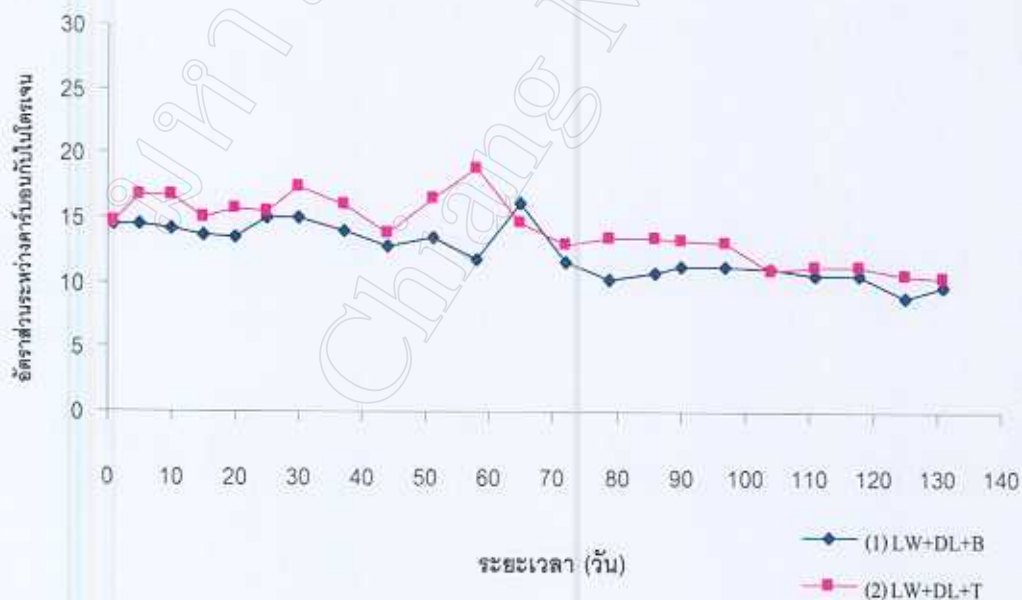
รูปที่ 37 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก  
กองที่ 7 กับกองที่ 8

จากรูปที่ 37 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 7 กับกองที่ 8 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้นที่ 1.31% และ 1.24% ตามลำดับ โดยไม่มีการเติมปุ๋ยยูเรียเพิ่ม โดยตลอดการทดลองทั้งสองกองมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยเฉลี่ยแล้วกองที่ 7 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่ากองที่ 8 ถึงแม้การหมักของทั้งสองกองจะเกิดขึ้นเพียงระยะแรกๆ เท่านั้นจุลินทรีย์จึงมีการนำไนโตรเจนไปใช้ได้เพียงเล็กน้อย เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าไนโตรเจนทั้งหมดของกองที่ 7 และ 8 มีค่าเท่ากับ 1.74% และ 1.63% ตามลำดับ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้สารไบโอเน็คกับกองปุ๋ยหมักที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นในระหว่างการหมักปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในอัตราที่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

#### 4.4.3 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน

ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio) มีความสำคัญในการนำไปใช้พิจารณาการได้ตัวของปุ๋ยหมัก โดยปกติถ้าปุ๋ยหมักมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนประมาณ 26-35 ถือว่าสามารถนำปุ๋ยหมักดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินได้โดยไม่ทำให้พืชเป็นอันตราย แต่ถ้าค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนลดลงน้อยกว่า 20 ถือว่าปุ๋ยหมักนั้นมีคุณภาพดี



รูปที่ 38 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 กับกองที่ 2

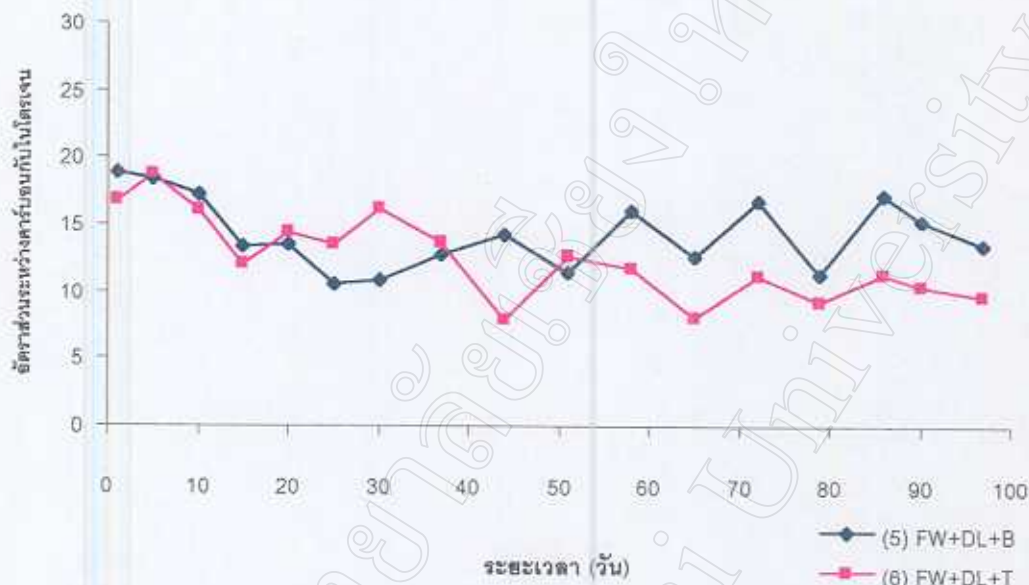
จากรูปที่ 38 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน ในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 กับกองที่ 2 ซึ่งมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนเริ่มต้นเท่ากับ 14.41 และ 14.61 ตามลำดับ ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดเอาไว้ที่ประมาณ 25 เนื่องจากได้มีการเติมปุ๋ยยูเรียเพิ่มเข้าไปทำให้ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าต่ำ ซึ่งผลดีคือกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในกองหมักจะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและจุลินทรีย์จะมีสารอาหารที่เป็นไนโตรเจนเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ แต่ผลเสียคือจะทำให้เกิดการสูญเสียของไนโตรเจนสู่บรรยากาศ เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไป ซึ่งผลการทดลองได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4.2 ในระหว่างการทดลองพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของกองที่ 2 มีค่ามากกว่ากองที่ 1 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากองที่ 1 และ 2 มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนเท่ากับ 9.81 และ 10.4 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกันมาก และจะเห็นว่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่า 20 แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพดี



รูปที่ 39 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 กับกองที่ 4

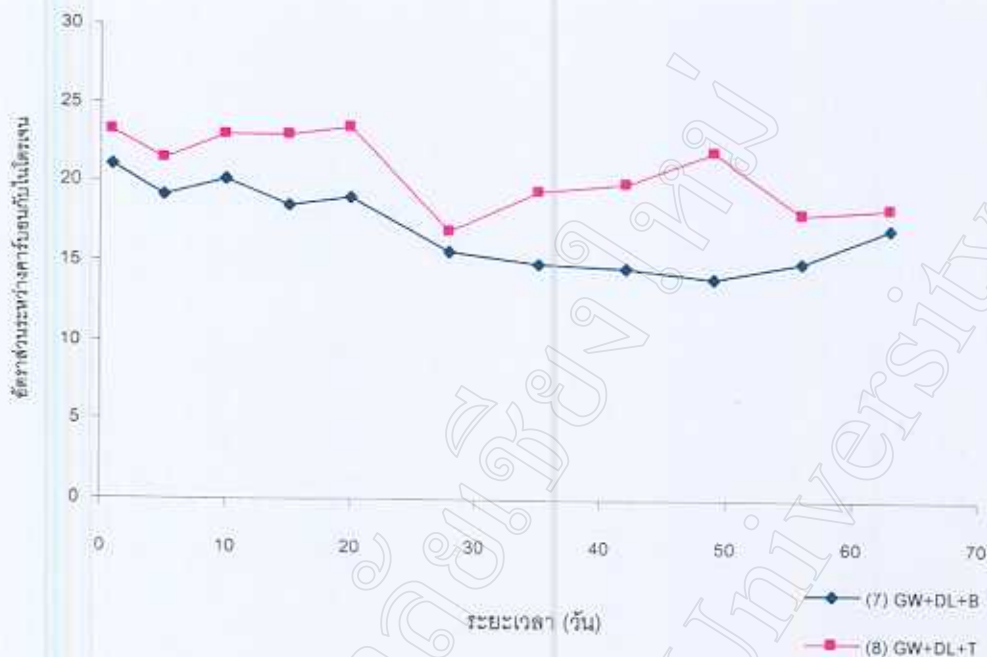
ส่วนรูปที่ 39 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน ในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 กับกองที่ 4 ซึ่งมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนเริ่มต้นเท่ากับ 23.11 และ 23.14 ตามลำดับ ซึ่งตลอดการทดลองค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของทั้งสองกองมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน และมีอัตราลดลง โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่า

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของกองที่ 3 และ 4 เท่ากับ 13.26 และ 11.90 ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากใช้วัสดุคืบอย่างเดียวกัน อีกทั้งปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพดีอีกด้วย



รูปที่ 40 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 กับกองที่ 6

จากรูปที่ 40 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 กับกองที่ 6 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 18.86 และ 16.79 ซึ่งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่า 20 เนื่องจากมีการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มไนโตรเจนให้กับกองปุ๋ยหมัก แต่ผลคือมีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียออกจากกองปุ๋ยหมักในช่วง 15 วันแรกซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4.2 เนื่องจากการใช้วัสดุคืบอย่างเดียวกันทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก อีกทั้งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าทั้งกองที่ 5 และ 6 มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนเท่ากับ 13.84 และ 9.58 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพดีอีกด้วย



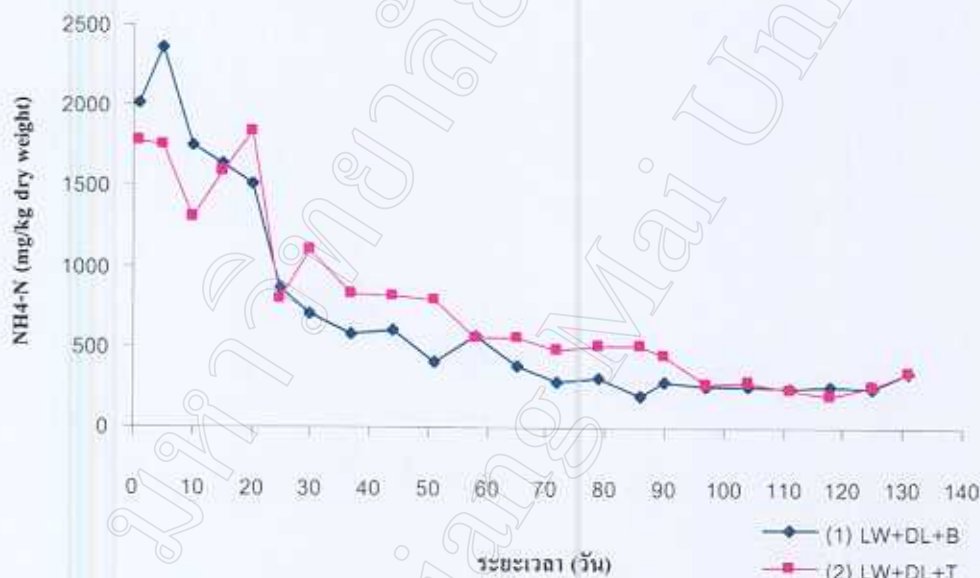
รูปที่ 41 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8

จากรูปที่ 41 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 7 กับกองที่ 8 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 21.02 และ 23.20 ตามลำดับ ซึ่งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ แสดงว่ามีสารอาหารเพียงพอต่อจุลินทรีย์ ตลอดการทดลองค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของกองที่ 7 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากองที่ 8 และค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าลดลงจนสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าเท่ากับ 17.13 และ 18.37 ตามลำดับ

การเติมปุ๋ยยูเรียลงไปกองปุ๋ยหมักจะทำให้กองหมักมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่าน้อย เช่น กองที่ 1 กับ 2 และ กองที่ 5 กับ 6 ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารไบโอเน็คกับเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นไม่ทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของกองปุ๋ยหมักแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการใช้วัตถุดิบอย่างเดียวก็นั้นเอง โดยที่อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนมีอัตราที่ลดลงตลอดระยะเวลาการทดลอง

#### 4.4.4 แอมโมเนียไนโตรเจน

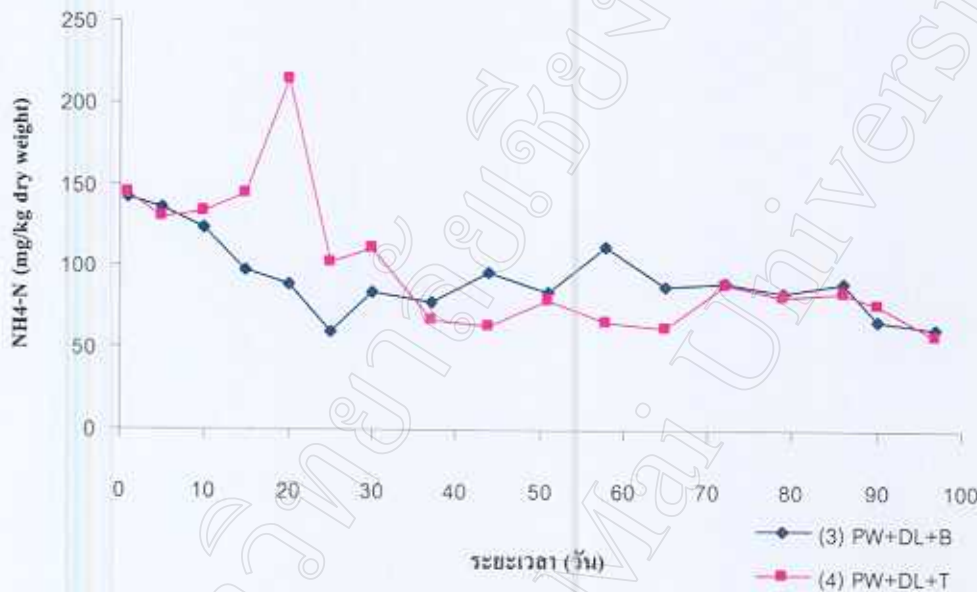
Loizidou M. และ Valkanas L. (1993) รายงานว่าการทำปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนนั้นค่าแอมโมเนียไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 2-4 สัปดาห์ (1920-2228 mg/kg dry weight) และหลังจากนั้นจะลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าน้อยกว่า 100 mg/kg dry weight เมื่อสิ้นสุดการหมัก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Liao, P.H. et al. (1995) ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียไนโตรเจนจะมีค่าสูงขึ้นในระยะแรกของการหมัก ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ในกองหมักจะย่อยสลายโปรตีนไปเป็นกรดอะมิโน และย่อยสลายกรดอะมิโนไปเป็นกรดไขมัน ส่วนสารประกอบแอมโมเนียม จะถูกย่อยสลายต่อไปในสภาพที่มีออกซิเจน โดยไนโตรไฟอิงแบคทีเรีย (Nitrifying Bacteria) จนได้ไนโตรทและไนเตรท ตามลำดับ ซึ่งไนเตรทจะเป็นสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อไป



รูปที่ 42 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 กับกองที่ 2

จากรูปที่ 42 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 กับกองที่ 2 เมื่อเริ่มต้นการหมักมีค่า 2018 และ 1778 mg/kg dry weight ตามลำดับ การที่ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนเริ่มต้นมีค่าสูงนั้นเนื่องมาจากการเติมปุ๋ยยูเรียให้กองหมักดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4.2 จากการทดลองพบว่ากองที่ 1 แอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 5 วันแรก โดยมีค่าเท่ากับ 2359 mg/kg dry weight แล้วหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนกองที่ 2 มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนสูงสุดในวันที่ 20 เท่ากับ 1840 mg/kg dry weight โดยที่ทั้งกองที่

1 และ 2 มีค่าแอมโมเนียในโตรเจนต่ำกว่า 400 mg/kg dry weight ตั้งแต่วันที่ 65 และ 97 ตามลำดับ อีกทั้งยังพบว่าในช่วง 15 วันแรกปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนของกองที่ 1 จะมีค่ามากกว่ากองที่ 2 แต่หลังจากวันที่ 20 เป็นต้นไปพบว่าปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนของกองที่ 2 โดยเฉลี่ยแล้วมีค่ามากกว่ากองที่ 1 เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าทั้งกองที่ 1 และ 2 มีค่าแอมโมเนียในโตรเจนเท่ากับ 346 และ 343 mg/kg dry weight ตามลำดับ

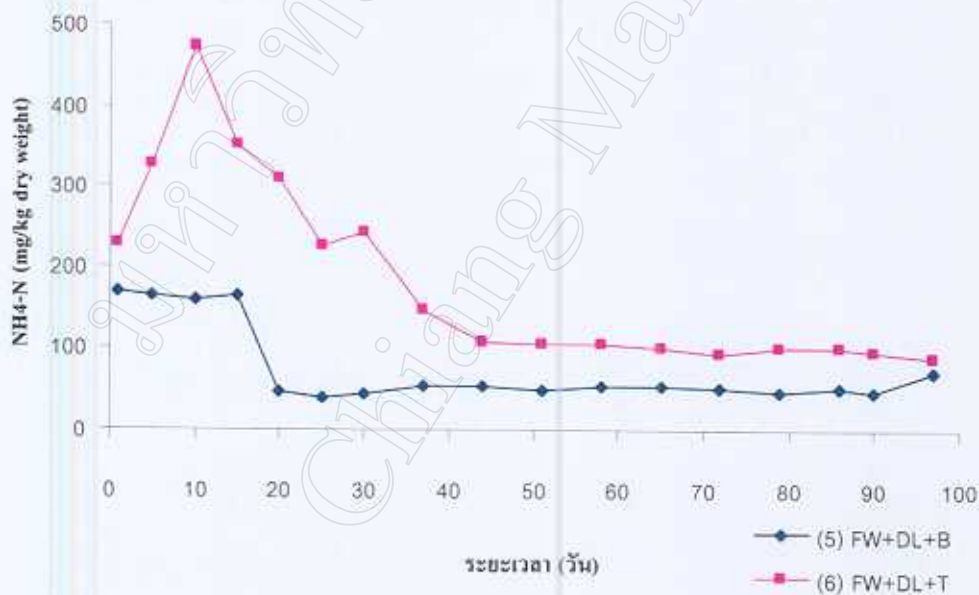


รูปที่ 43 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 กับกองที่ 4

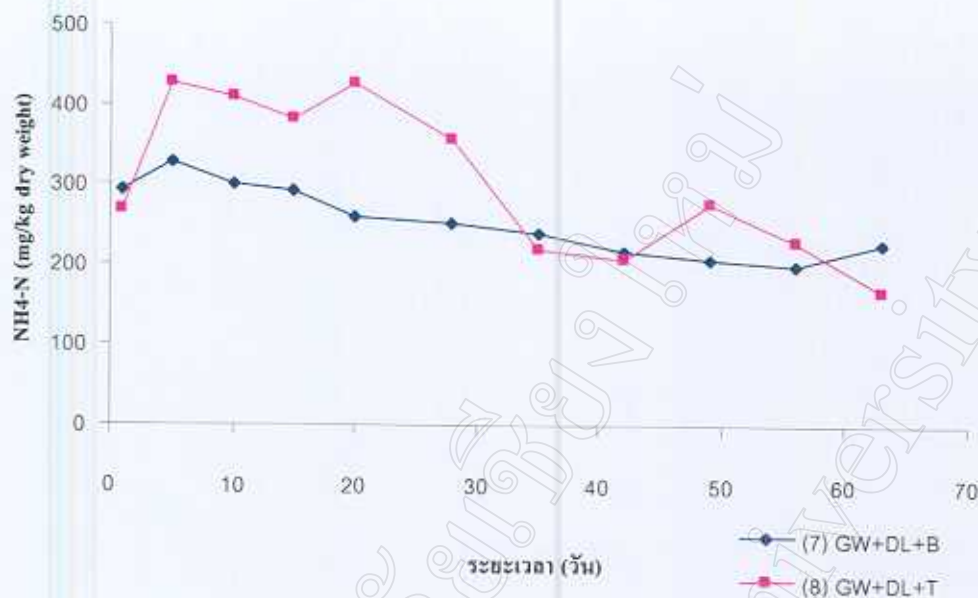
จากรูปที่ 43 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียในโตรเจนในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 3 กับกองที่ 4 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 142 และ 144 mg/kg dry weight ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าค่าแอมโมเนียในโตรเจนเริ่มต้นมีค่าต่ำเนื่องจากไม่ได้เติมปุ๋ยยูเรียให้กองหมักในตอนเริ่มต้นการหมักนั่นเอง ผลการทดลองพบว่าปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนของกองที่ 3 มีค่าลดลงเรื่อยๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกองที่ 4 แล้วพบว่าหลังจากวันที่ 25 กราฟมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ส่วนกองที่ 4 นั้นปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและเพิ่มอย่างรวดเร็วในช่วง 15-20 วันแรก ปริมาณของแอมโมเนียในโตรเจนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 215 mg/kg dry weight เนื่องจากช่วงแรกกองปุ๋ยหมักยังไม่อัดแน่นพอทำให้ก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายนั้นจะลอยขึ้นไปสู่ด้านบนของกองปุ๋ยหมักทำให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีค่าแอมโมเนียสูงในช่วงแรกและหลังจากนั้นจะลดลงอย่าง

รวดเร็ว เมื่อสิ้นสุดการหมักค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของกองที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 62 และ 54 mg/kg dry weight

ส่วนรูปที่ 44 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 5 กับกองที่ 6 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 169 และ 228 mg/kg dry weight ผลการทดลองพบว่ากองที่ 5 มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันแรกที่เริ่มดำเนินการหมัก และลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 15-20 และหลังจากนั้นค่าแอมโมเนียไนโตรเจนก็จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนกองที่ 6 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 10 วันแรก โดยมีค่าสูงสุดในวันที่ 10 เท่ากับ 472 mg/kg dry weight เนื่องจากการเติมยูเรียและก๊าซแอมโมเนียลอยขึ้นสู่ด้านบนกองหมัก แต่หลังจากนั้นก็ลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งหลังวันที่ 44 เป็นต้นไปค่าแอมโมเนียไนโตรเจนจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกองที่ 5 จะมีค่าน้อยกว่ากองที่ 6 อย่างเห็นได้ชัดตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทดลอง นั้นแสดงว่ากองที่ 6 มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ (โปรตีน) โดยจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากองที่ 5 เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กองที่ 5 และ 6 มีแอมโมเนียไนโตรเจนเท่ากับ 72 และ 89 mg/kg dry weight



รูปที่ 44 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 กับกองที่ 6



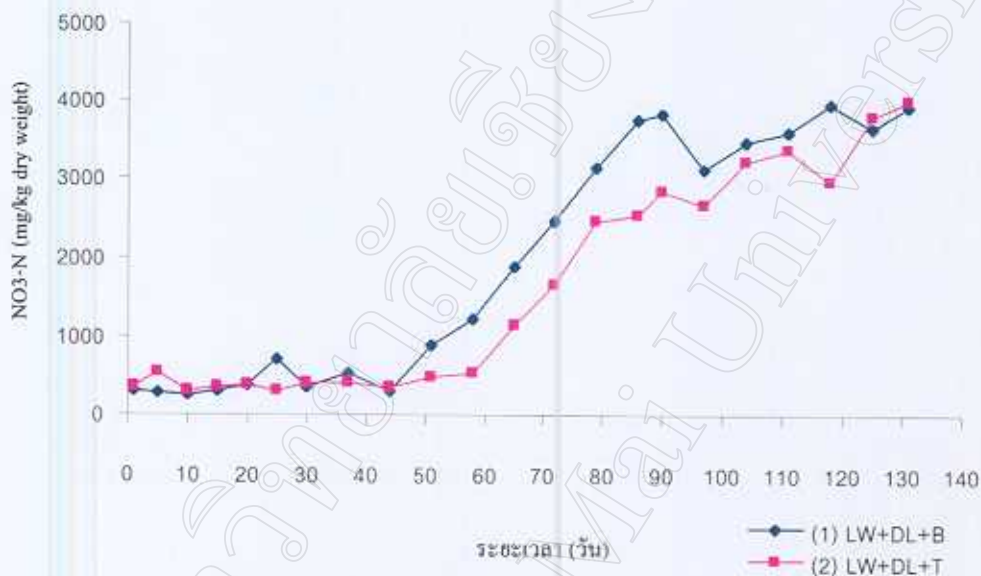
รูปที่ 45 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักกองที่ 7 กับกองที่ 8

จากรูปที่ 45 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 7 กับกองที่ 8 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 292 และ 268 mg/kg dry weight จากการทดลองพบว่ากองที่ 7 มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 5 เท่ากับ 327 mg/kg dry weight หลังจากนั้นค่าลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลองส่วนกองที่ 8 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 5 เท่ากับ 428 mg/kg dry weight และเริ่มลดลงหลังวันที่ 20 ซึ่งปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกองที่ 8 มีค่ามากกว่ากองที่ 7 อย่างเห็นได้ชัด เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากองที่ 7 และ 8 มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเท่ากับ 227 และ 167 mg/kg dry weight

ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วควรจะมีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำกว่า 400 mg/kg dry weight ซึ่งกองที่ 1 กับ 2 เริ่มได้ตั้งแต่วันที่ 65 และ 97 ตามลำดับ ส่วนกองปุ๋ยหมักอื่นๆ มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนเริ่มต้นต่ำกว่า 400 mg/kg dry weight อยู่แล้ว ดังนั้นการนำค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมาเป็นเกณฑ์วัดการได้ของปุ๋ยหมักนั้นจึงใช้ไม่ได้ เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำอยู่แล้ว อีกทั้งยังมีการเติมปุ๋ยยูเรียลงบนกองปุ๋ยหมักกองที่ 1, 2, 5 และ 6 ทำให้ช่วงแรกกองปุ๋ยหมักมีค่าแอมโมเนียสูง และทุกกองหมักมีอัตราการลดลงของแอมโมเนียไนโตรเจนในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

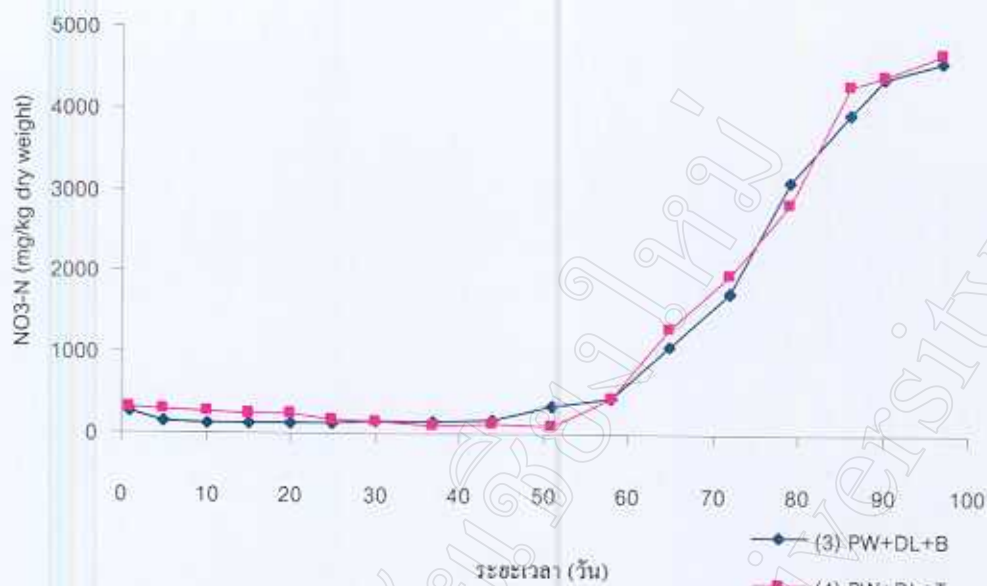
#### 4.4.5 ไนเตรทไนโตรเจน

ไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นไนเตรทไนโตรเจนจึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการได้ตัวของปุ๋ยหมักได้เช่นกัน ซึ่งไนเตรทเกิดจากการที่ไนตริไฟอิงแบคทีเรีย (Nitrifying bacteria) ย่อยสลายแอมโมเนียไนโตรเจนไปเป็นไนเตรทและไนเตรทไนโตรเจนตามลำดับ ซึ่ง Loizidou M. และ Valkanas G. (1993) กล่าวว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (Nitrification) จะไม่เกิดขึ้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการหมัก



รูปที่ 46 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2

จากรูปที่ 46 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 1 กับกองที่ 2 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 314 และ 358 mg/kg dry weight ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าทั้งกองที่ 1 และ 2 ในช่วง 44 วันแรก ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ภายหลังจากนั้นปริมาณไนเตรทไนโตรเจนของกองที่ 1 และ 2 จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังพบว่าไนเตรทไนโตรเจนของกองที่ 1 มีค่ามากกว่ากองที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกัน แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้ดีกว่า แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าไนเตรทไนโตรเจนของกองที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 3946 และ 4040 mg/kg dry weight ตามลำดับ จะเห็นว่ากองที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าไนเตรทไนโตรเจนมากกว่ากองที่ 1 เพียงเล็กน้อย

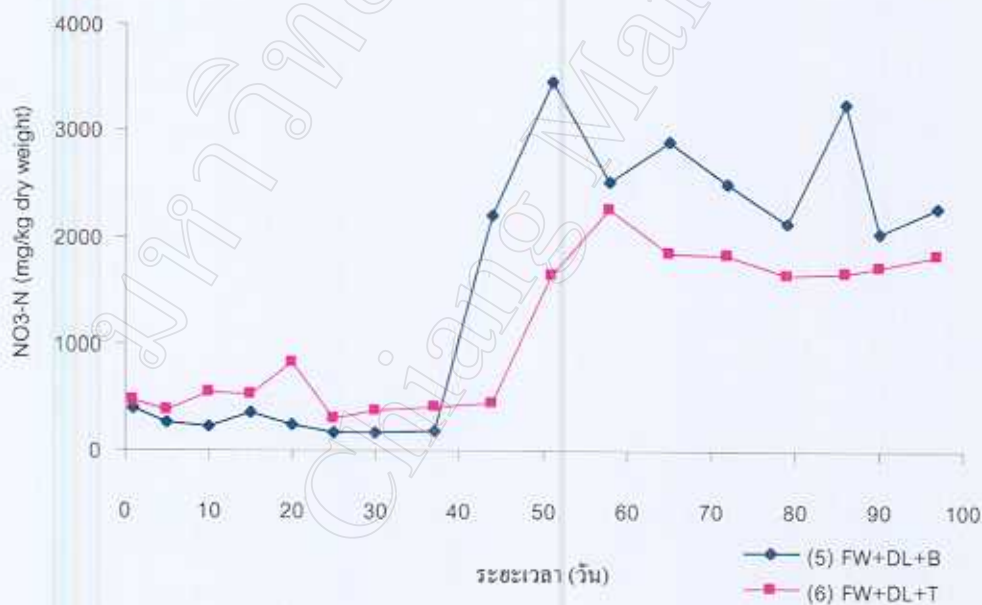


รูปที่ 47 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4

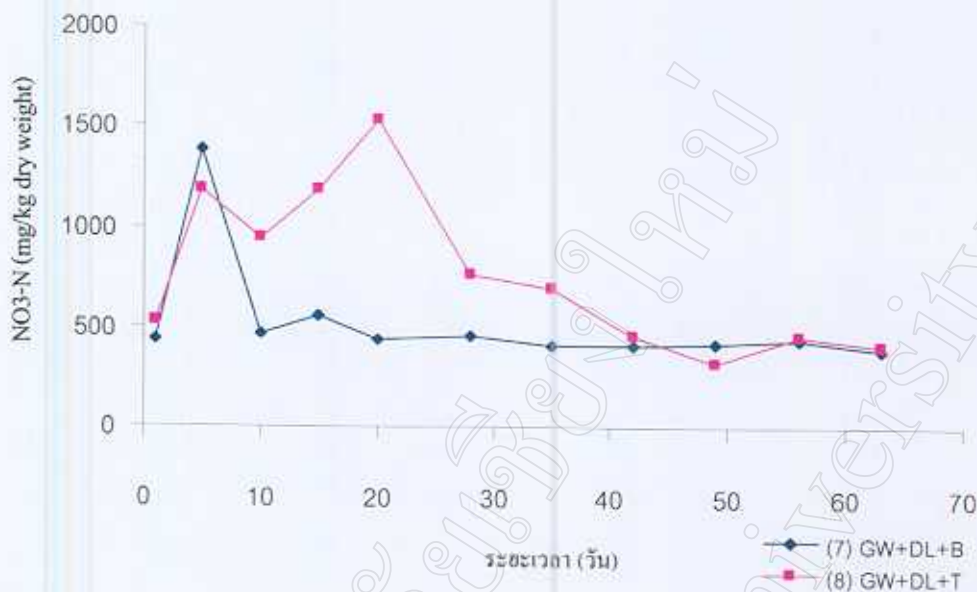
จากรูปที่ 47 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 3 กับกองที่ 4 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 262 และ 314 mg/kg dry weight ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไนเตรทไนโตรเจนในช่วง 5-11 วันแรกของทั้งสองกองมีความคล้ายคลึงกัน และมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ภายหลังจากนั้นไนเตรทไนโตรเจนจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วโดยที่ทั้งสองกองมีค่าไนเตรทไนโตรเจนที่ใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากองที่ 3 และ 4 มีค่าไนเตรทไนโตรเจนเท่ากับ 4575 และ 4690 mg/kg dry weight

ส่วนรูปที่ 48 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 5 กับกองที่ 6 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 399 และ 474 mg/kg dry weight ผลจากการทดลองพบว่ากองที่ 5 และ 6 ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วง 37 และ 44 วันแรกตามลำดับ โดยในช่วงนี้ไนเตรทไนโตรเจนในกองที่ 6 จะมีค่ามากกว่ากองที่ 5 เล็กน้อยในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ภายหลังจากวันที่ 37 กองที่ 5 กลับมีไนเตรทไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่กองที่ 6 ไนเตรทไนโตรเจนเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังจากวันที่ 44 ของการหมัก ซึ่งแสดงว่ากองที่ 5 เกิดปฏิกิริยานิไตรฟิเคชันเร็วและดีกว่ากองที่ 6 จึงส่งผลให้ค่าไนเตรทไนโตรเจนของกองที่ 5 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากองที่ 6 เมื่อเทียบช่วงเวลาเดียวกัน เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าทั้งกองที่ 5 และ 6 มีไนเตรทไนโตรเจนเท่ากับ 2285 และ 1848 mg/kg dry weight ตามลำดับ แสดงว่าปุ๋ยหมักของกองที่ 5 มีคุณภาพดีกว่ากองที่ 6 เมื่อใช้ไนเตรทไนโตรเจนเป็นเกณฑ์

รูปที่ 49 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 7 กับกองที่ 8 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 433 และ 531 mg/kg dry weight ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่ากองที่ 7 มีปริมาณไนเตรทไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5 วันแรก มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1379 mg/kg dry weight และหลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยในวันที่ 10 ลดเหลือเพียง 468 mg/kg dry weight และหลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองพบว่าไนเตรทไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและมีค่าเท่ากับ 392 mg/kg dry weight ส่วนกองที่ 8 ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5 วันแรกเช่นกันและยังเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าสูงสุดในวันที่ 20 มีค่าเท่ากับ 1530 mg/kg dry weight แต่ภายหลังจากนั้นมีค่าลดลง จนเหลือเพียง 406 mg/kg dry weight ในวันสิ้นสุดการทดลอง แสดงว่ามีปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นในช่วงแรกของการหมักแต่เมื่อการทดลองผ่านไปไนเตรทไนโตรเจนมีค่าลดลงแสดงว่าไนตริไฟอิงแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตและย่อยสลายสารอาหารได้อีกต่อไป



รูปที่ 48 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6



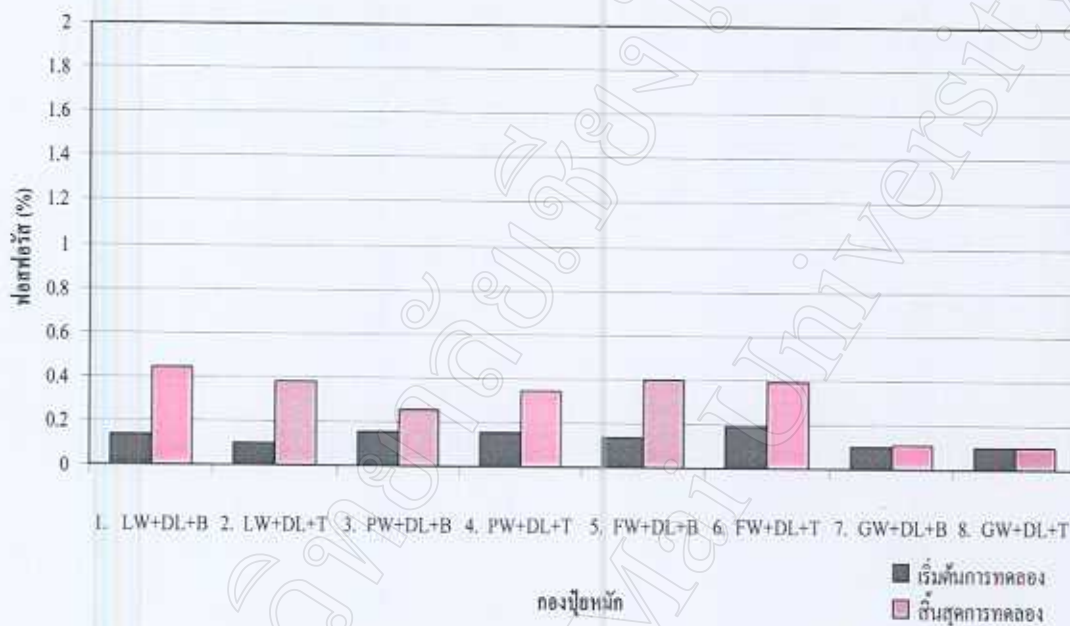
รูปที่ 49 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8

จากการเปรียบเทียบการใช้สารไบโอเน็คกับเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นพบว่าปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่คล้ายคลึงกัน แต่ส่วนใหญ่แล้วเมื่อเทียบช่วงเวลาเดียวกันจะเห็นว่ากองที่ใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งนั้นจะมีปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมากกว่ากองที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่ง แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้ดีกว่า แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

#### 4.4.6 ฟอสฟอรัส

จากรูปที่ 50 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัสในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 1 ถึง 8 ผลการทดลองพบว่าฟอสฟอรัสเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 6 ยกเว้นกองที่ 7 และ 8 ที่เกิดการย่อยสลายน้อยมาก จนถึงได้ว่าไม่มีการหมักเกิดขึ้น โดยตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 8 มีค่าฟอสฟอรัสเริ่มต้นเท่ากับ 0.14%, 0.10%, 0.15%, 0.15%, 0.14%, 0.19%, 0.098% และ 0.099% ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.44%, 0.38%, 0.25%, 0.34%, 0.40%, 0.39%, 0.11%, และ 0.10% ตามลำดับ การที่ฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นนั้นเนื่องจากผลของการย่อยสลายคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ทำให้ปริมาณคาร์บอนลดลง ผลคือเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสต่อน้ำหนักของปุ๋ยหมักทั้งหมดจึงมีค่าสูงขึ้นนั่นเอง ดังนั้นจะเห็นว่ากองที่มีการย่อยสลายปริมาณฟอสฟอรัสเมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีค่ามากกว่าค่าเริ่มต้น แต่ถ้าหากไม่มีการย่อยสลายปริมาณฟอสฟอรัสจะไม่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการหมักดังเช่นกองที่ 7 และ 8 เป็นต้น

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสจากการทดลองกับการสำรวจคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักในประเทศ โดยกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2537) ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสมีค่า 0.35% ( $\pm 0.26$ ) โดยน้ำหนัก ซึ่งปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองกองที่ 1 ถึง 6 นั้นถือว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เหมาะแก่การนำไปใช้ปรับปรุงดิน

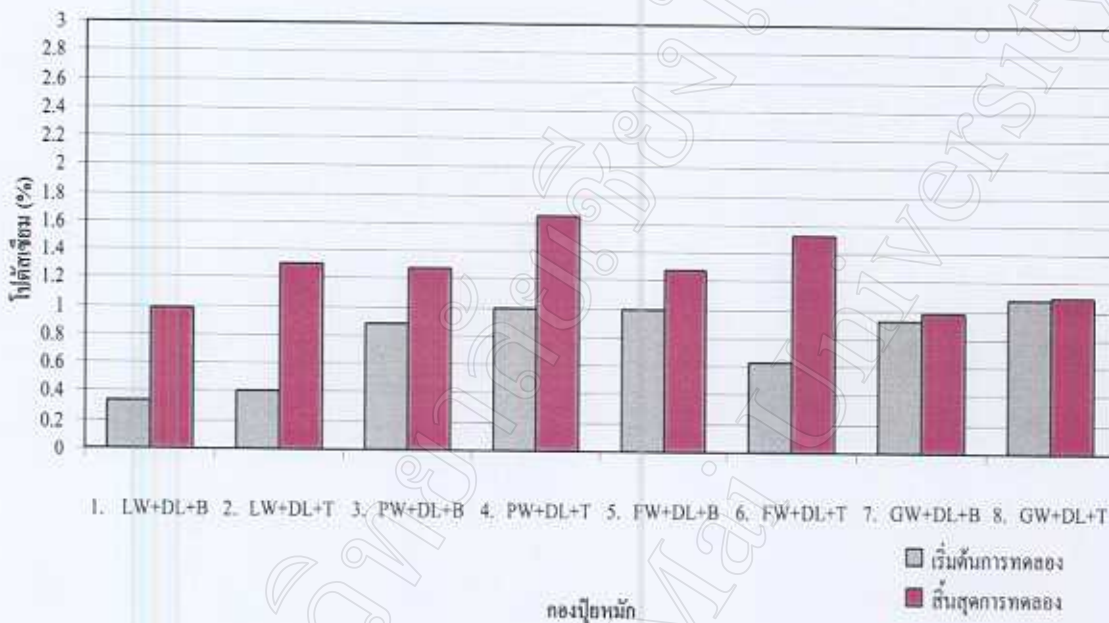


รูปที่ 50 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 ถึง 8

#### 4.4.7 โปตัสเซียม

จากรูปที่ 51 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปตัสเซียมในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 ถึง 8 โดยมีปริมาณโปตัสเซียมเริ่มต้นเท่ากับ 0.34%, 0.40%, 0.88%, 1.00%, 1.00%, 0.63%, 0.93% และ 1.08% ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ตั้งแต่กองที่ 1-6 ปริมาณโปตัสเซียมเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเท่ากับ 0.98%, 1.3%, 1.28%, 1.65%, 1.28% และ 1.53% ตามลำดับ แต่กองที่ 7 กับ 8 ซึ่งถือว่าไม่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นจึงทำให้ปริมาณโปตัสเซียมไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยที่สิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.98% และ 1.1% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกองที่ 1 กับ 2 พบว่า กองที่ 2 มีปริมาณโปตัสเซียมมากกว่ากองที่ 1 ส่วนกองที่ 4 จะมีปริมาณโปตัสเซียมมากกว่ากองที่ 3 ตลอดจนกองที่ 6 จะมีปริมาณโปตัสเซียมมากกว่ากองที่ 5 ซึ่งพบว่ากองที่ 2, 4 และ 6 จะใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก ทำให้คุณภาพของปุ๋ยหมักดีกว่าการใช้สารไบโอเมคเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เมื่อใช้ปริมาณโปตัสเซียมในกองปุ๋ยหมักเป็นเกณฑ์

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปดัสเซียมกับคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทางกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2537) ได้สำรวจไว้มีค่าเท่ากับ 1.50% ( $\pm 1.16$ ) โดยน้ำหนัก จะเห็นว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองกองที่ 1 ถึง 6 มีปริมาณโปดัสเซียมอยู่ในเกณฑ์สำรวจดังกล่าว จึงถือว่าปุ๋ยหมักจากการทดลองมีคุณภาพดีในส่วนที่ว่าด้วยการมีปริมาณโปดัสเซียมที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช



รูปที่ 51 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปดัสเซียมในกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 ถึง 8

#### 4.4.8 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้ถึงปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ของดิน โดยที่ค่าการนำไฟฟ้าขึ้นกับความเข้มข้นของเกลือบางชนิดในดิน ได้แก่ โซเดียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม และ โปดัสเซียมคลอไรด์ หรือ ซัลเฟต เป็นต้น ยังมีเกลือในรูปไนเตรท ( $\text{NO}_3^-$ ), คาร์บอเนต ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) และ ไบคาร์บอเนต ( $\text{HCO}_3^-$ ) ซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่จำกัดและละลายน้ำได้น้อยแตกต่างกัน ส่วนเกลือพวกคลอไรด์และไนเตรทนั้นสามารถละลายน้ำได้ดี

ถ้าดินมีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่มากหรือค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูง ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและคุณสมบัติทั้งทางฟิสิกส์และเคมีของดิน ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้กับสภาพการเจริญเติบโตของพืชนั้น แสดงในตารางที่ 11

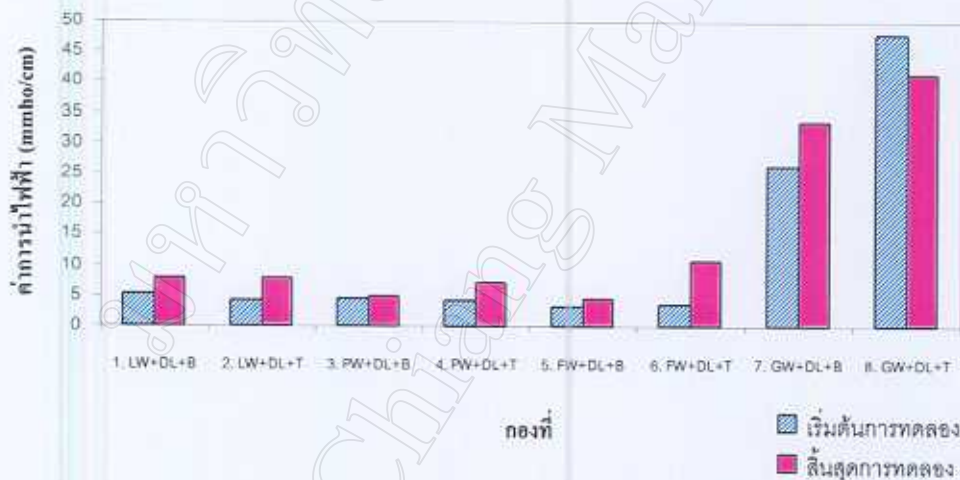
ตารางที่ 11 ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้

| ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้<br>เมื่อสกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ<br>(mmho/cm ที่ 25°C) | การเจริญเติบโตของพืช                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-2                                                                                 | พืชทุกชนิดเจริญเติบโตเป็นปกติ                                                                                                                                                                                                        |
| 2-4                                                                                 | พืชที่นอกเหนือจากพืชพวกส้ม ถั่วต่าง ๆ<br>อาโวคาโด พืช แอปเปิ้ล สดอเบอร์รี่ Prune Plum<br>จะเจริญเติบโตเป็นปกติ                                                                                                                       |
| 4-10                                                                                | พืชพวกหอม กระเทียม มะเขือเทศ พริก แดง อุ่น<br>กล้า ทานตะวัน ธัญพืชต่างๆ (ข้าวโพด<br>ข้าวโอ๊ต ข้าวไรน์ ข้าวสาลี) มีการเจริญเติบโตไม่<br>ดี และให้ผลผลิตต่ำ ส่วนพืชพวกฝ้าย อ้อย<br>หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวบาร์เล่ เป็นพืชที่พอจะทนทาน<br>ได้ |
| มากกว่า 10                                                                          | พืชเศรษฐกิจทั้งหลายให้ผลผลิตต่ำทั้งนั้น                                                                                                                                                                                              |

เมื่อนำค่าการนำไฟฟ้ามาใช้กับกองปุ๋ยหมัก เพื่อตรวจหาปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ของกองปุ๋ยหมักนั้น ผลการทดลองได้แสดงในตารางภาคผนวก ข และรูปที่ 52 พบว่ากองที่ 1 ถึง 8 เมื่อเริ่มดำเนินการหมักมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 5.35, 4.14, 4.67, 4.20, 3.28, 3.76, 26.4 และ 48.1 mmho/cm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากองที่ 7 และ 8 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงมาก แสดงว่ามีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำอยู่สูง เนื่องจากลักษณะวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นขี้คองเล็ม ซึ่งทางโรงงานผู้ผลิตจะใช้เกลือสมุทร (NaCl) ในการคอง ทำให้กองที่ 7 และ 8 มีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกองหมัก จึงไม่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกองที่ 7 กับ 8 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 33.7 และ 41.6 mmho/cm ตามลำดับ ซึ่งควรจะนำเศษขี้คองไปผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นในอัตราส่วนที่พอเหมาะเพื่อให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลงจนอยู่ในช่วงที่จุลินทรีย์สามารถทำงานได้

เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าจากวัสดุที่ใช้ในการหมักอย่างเดียวกัน พบว่ากองที่ 1 กับกองที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้นอยู่ในช่วง 4.14-5.35 mmho/cm ซึ่งถือว่ากองปุ๋ยหมักมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.88

และ 8.03 mmho/cm เนื่องจากมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ควรที่จะพิจารณาถึงความเหมาะสมตามชนิดของพืชที่ได้กล่าวมาแล้วในตารางที่ 11 เพื่อที่พืชจะได้ให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนกองที่ 3 กับกองที่ 4 นั้นมีค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้นอยู่ในช่วง 4-10 เช่นเดียวกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.08 และ 7.25 mmho/cm ตามลำดับ โดยจะเห็นว่ากองที่ 4 มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำมากกว่ากองที่ 3 เมื่อพิจารณากองที่ 5 กับกองที่ 6 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้นอยู่ในช่วง 2-4 mmho/cm ซึ่งถือว่าปริมาณเกลือที่ละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำ แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็น 4.72 และ 10.82 mmho/cm ตามลำดับ จะเห็นว่ากองที่ 6 นั้นมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในเกณฑ์สูง ดังนั้นเมื่อนำไปใช้ควรพิจารณาถึงชนิดของพืชที่เหมาะสมและทนทานต่อปุ๋ยที่มีค่าปริมาณเกลือที่ละลายน้ำสูงได้ หรือการนำไปผสมกับปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ก่อนในอัตราส่วนที่พอเหมาะเพื่อให้มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด โดยสรุปแล้วพบว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้สารไบโอไนคเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก



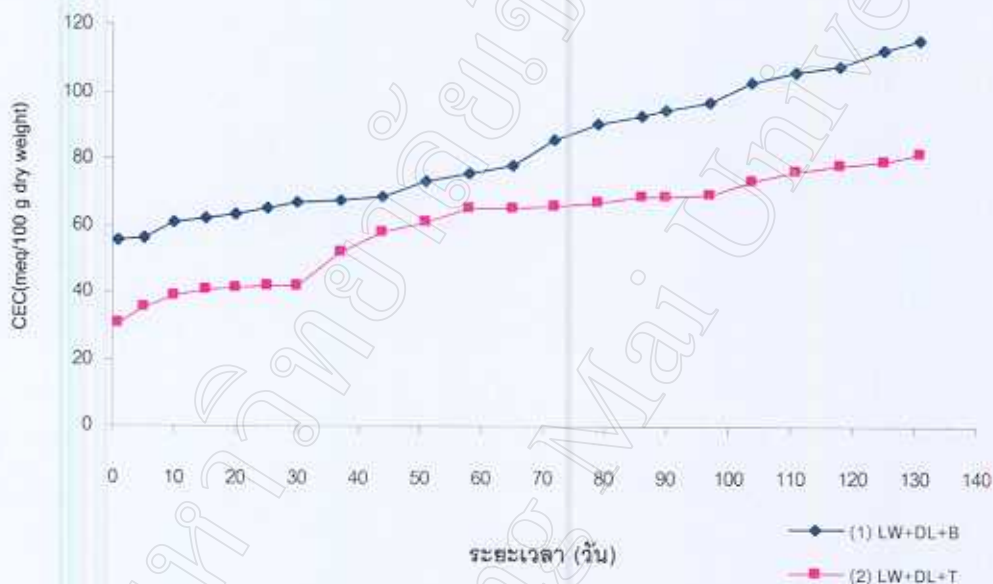
รูปที่ 52 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 ถึง 8

#### 4.4.9 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity หรือ C.E.C ) ของดิน หมายถึง ปริมาณประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดที่ดินหรือสารกอลอยด์นั้นสามารถ

ดูดซับไว้ได้ ซึ่งจะบอกค่าเป็นจำนวน milliequivalent ของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนที่ได้ (Exchangeable cation) ต่อดินแห้งหนัก 100 กรัม (meq/100 g of dry soil )

ประจุบวกซึ่งเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้แก่ แคลเซียม, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, แอมโมเนียม เป็นต้น ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยหมักมีประโยชน์มากในแง่ที่จะใช้พิจารณาถึงปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ลงไปในดิน เพื่อป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารของพืชโดยการกระบวนการชะล้าง เนื่องจากสารอินทรีย์เมื่อถูกย่อยสลายส่วนใหญ่จะมีประจุลบ และขนาดเล็กทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก จึงมีความสามารถที่จะดูดซับธาตุอาหารเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารที่พืชต้องการได้เป็นอย่างดี

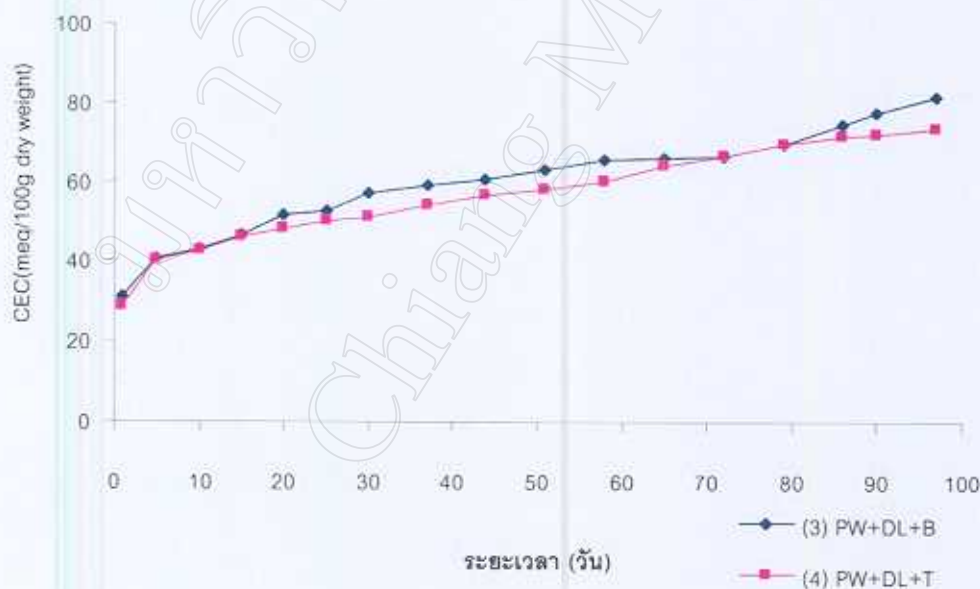


รูปที่ 53 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2

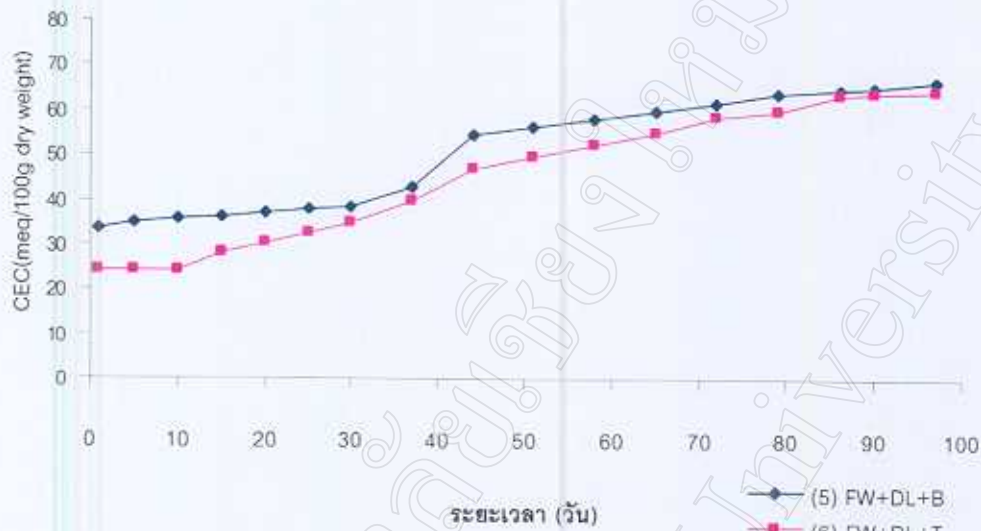
จากรูปที่ 53 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 1 กับกองที่ 2 ผลการทดลองพบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเริ่มต้นของทั้งสองกองมีค่า 55.24 และ 30.33 meq/100 g of dry weight ตามลำดับ โดยที่ตลอดระยะเวลาการดำเนินการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และกองที่ 1 มีค่ามากกว่ากองที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 131 พบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 115.84 และ 81.56 meq/100 g of dry weight ตามลำดับ แสดงว่าวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสม

ใบไม้แห้งเมื่อใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักจะทำให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ดีกว่าการใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก

รูปที่ 54 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 3 กับกองที่ 4 ผลการทดลองพบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเริ่มต้นเท่ากับ 30.96 และ 28.42 meq/100 g of dry weight ตามลำดับ โดยที่ตลอดระยะเวลาการดำเนินการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และกองที่ 3 มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากกว่ากองที่ 4 เพียงเล็กน้อย เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 97 พบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 81.99 และ 74.12 meq/100 g of dry weight ตามลำดับ แสดงว่าวัตถุดิบที่เป็นเศษสับประดผสมกับใบไม้แห้งนั้นเมื่อใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก แล้วจะทำให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ดีกว่าการใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก



รูปที่ 54 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4

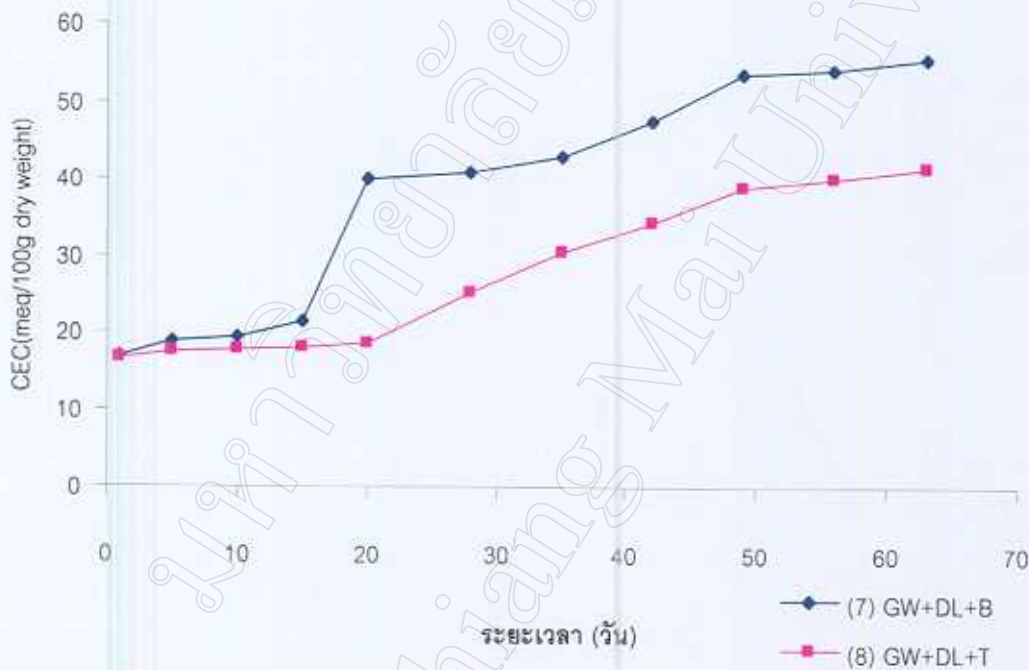


รูปที่ 55 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก  
ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6

รูปที่ 55 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 5 กับกองที่ 6 ผลการทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองทั้งสองกองมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเท่ากับ 33.59 และ 24.18 meq/100 g of dry weight ตามลำดับ โดยที่ตลอดระยะเวลาการดำเนินการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และกองที่ 5 จะมีค่ามากกว่ากองที่ 6 อย่างเห็นได้ชัด เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 97 พบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 66.67 และ 64.57 meq/100 g of dry weight ตามลำดับ แสดงว่าวัตถุดิบที่เป็นเศษฟรุตสลัดผสมกับใบไม้แห้งนั้นเมื่อใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักแล้วจะทำให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ดีกว่าการใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก

จากรูปที่ 56 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในกองปุ๋ยหมัก ของกองที่ 7 กับกองที่ 8 ผลการทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองทั้งสองกองมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเท่ากับ 16.75 และ 16.44 meq/100 g of dry weight

ตามลำดับ โดยที่ในระยะแรกของการหมักในกองทั้งสองกองมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้นไม่มากนัก แต่เมื่อนำไปหมักในโรงบ่มค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยรวมแล้วกองที่ 7 จะมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากกว่ากองที่ 8 อย่างเห็นได้ชัด เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 63 พบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 55.64 และ 41.48 meq/100 g of dry weight โดยกองที่ 7 ที่ใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่ากองที่ 8 ที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก ตลอดระยะเวลาการทดลอง



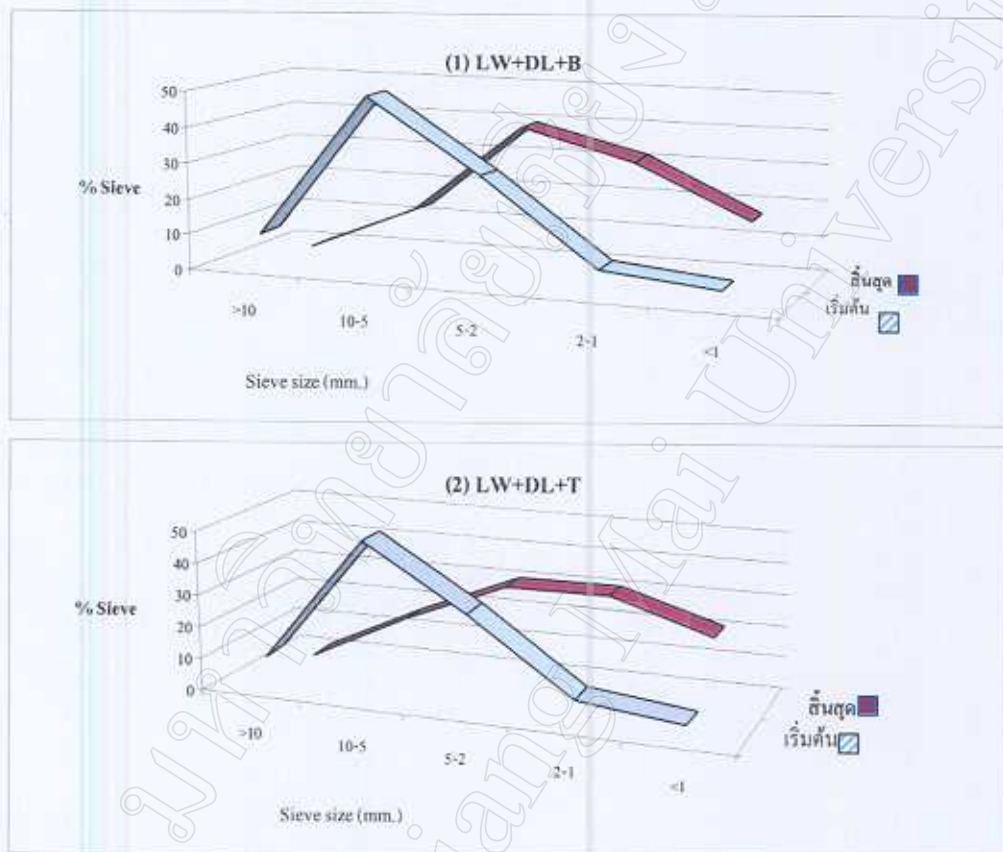
รูปที่ 56 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก  
ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8

จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในระหว่างการหมัก และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของกองปุ๋ยที่ใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งนั้นจะมีค่าสูงกว่ากองปุ๋ยที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่ง ซึ่งจะเห็นได้ชัดในกองที่ 1 กับ 2 และ 5 กับ 6

#### 4.5 ลักษณะทางกายภาพ

##### 4.5.1 การลดลงของขนาด

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทำปฏึกนั้นเมื่อผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักแล้วจะมีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งได้แสดงรายละเอียดของการลดลงของขนาดโดยใช้ตะแกรงร่อนของปุ๋ยหมักกองที่ 1 ถึง 8 ในภาคผนวก ข

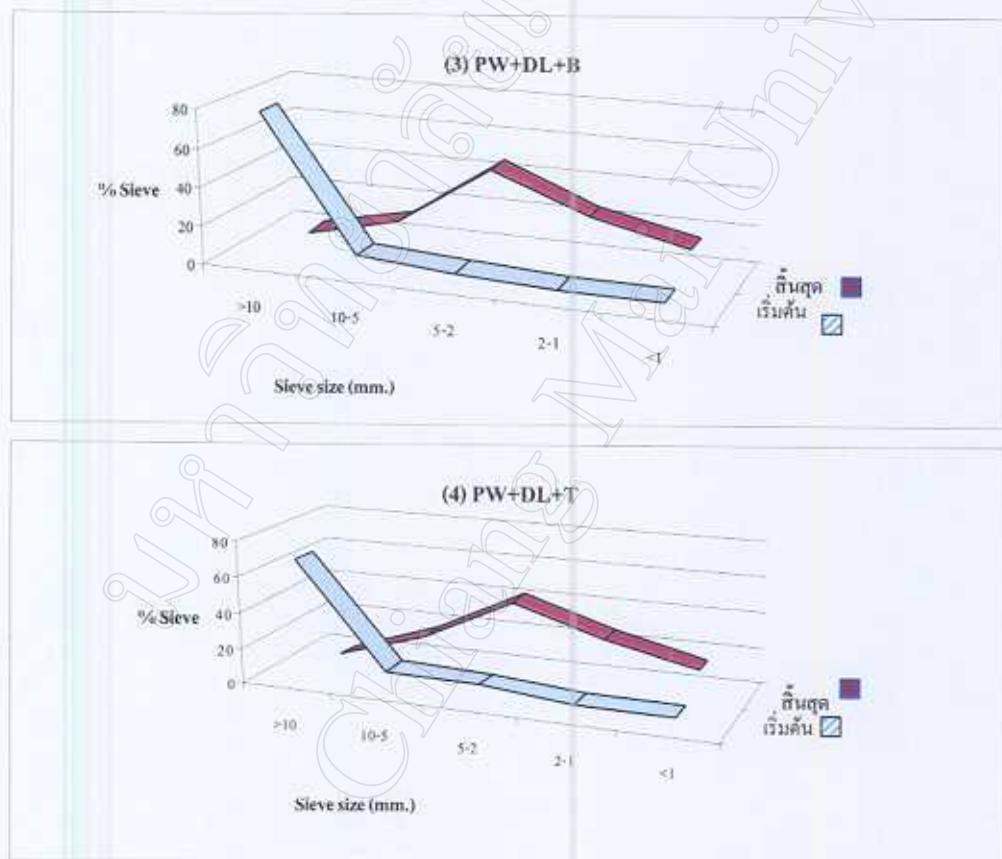


รูปที่ 57 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 กับกองที่ 2

จากรูปที่ 57 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดของวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 กับกองที่ 2 ผลการทดลองพบว่าลักษณะกราฟของทั้งสองกองมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อเริ่มต้นการหมักขนาดวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. จะมีปริมาณมากถึง 59.06% และ 59.02% ตามลำดับ เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก จะเห็นว่าขนาดของวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. จะมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเหลือเพียง 13.45% และ

18.28% ตามลำดับ แต่ยังมีค่ามากกว่า 10% นั้นเป็นเพราะว่าขนาดในเมล็ดลำไยมีขนาดใหญ่และย่อยสลายยากแต่ทั้งนี้เมื่อใช้มือบีบเมล็ดลำไยที่ผ่านกระบวนการหมักมาแล้วเพียงเบาเมล็ดนั้นจะแตกออกอย่างง่ายดาย

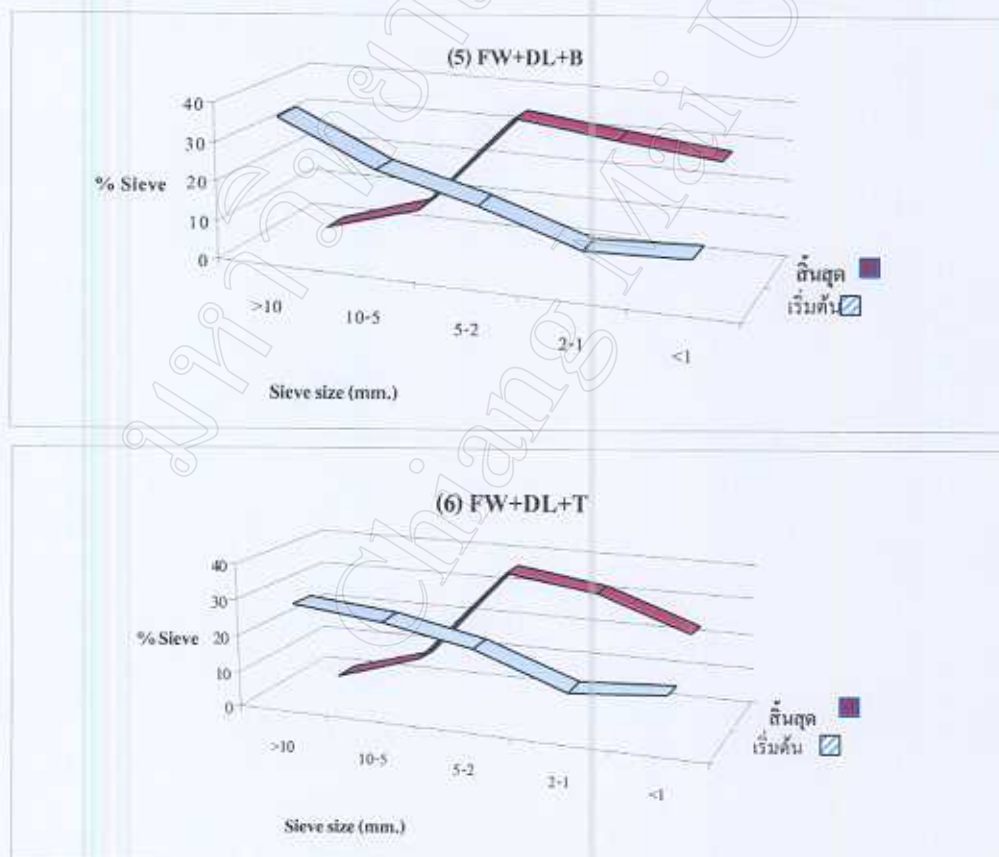
ส่วนรูปที่ 58 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดของวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 กับกองที่ 4 ผลการทดลองพบว่าวัสดุปรับความชื้นที่ใช้คือ ใบไม้แห้ง นั้นไม่ได้ทำการบดคัดแยกก่อนทำให้ปริมาณวัตถุดิบที่มีขนาด มากกว่า 10 มม. นั้นมีค่ามากถึง 77.7% และ 68.68% ตามลำดับ แต่เมื่อผ่านกระบวนการหมักแล้ว ขนาดวัตถุดิบมีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัด โดยวัตถุดิบที่มีขนาดมากกว่า 10 มม. เหลือเพียง 0.82% และ 0.51% ตามลำดับ ซึ่งกราฟของทั้งสองกองมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน



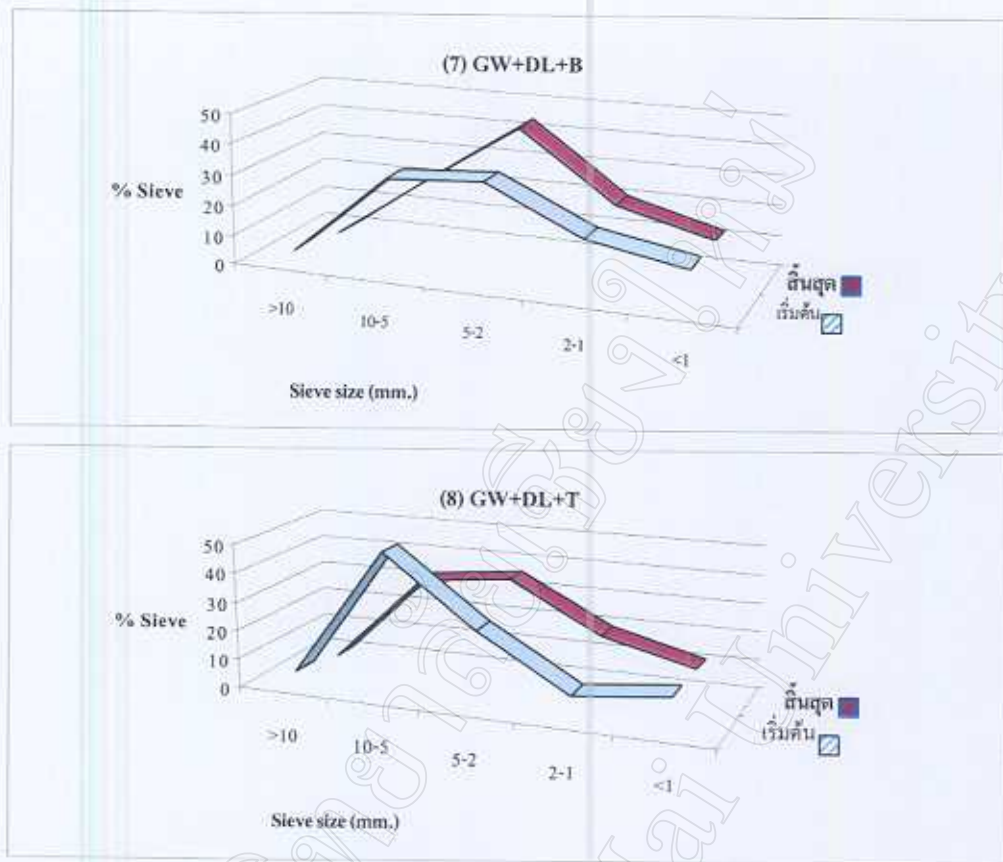
รูปที่ 58 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 กับกองที่ 4

รูปที่ 59 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดของวัตถุขี้บในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6 ผลการทดลองพบว่าลักษณะกราฟของทั้งสองกองมีความคล้ายคลึงกันมาก คือ เมื่อเริ่มต้นการหมักขนาดวัตถุขี้บที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. จะมีปริมาณมากถึง 60.39% และ 53.94% ตามลำดับ แต่เมื่อผ่านกระบวนการหมักแล้วพบว่าขนาดของวัตถุขี้บที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. ลดลง อย่างเห็นได้ชัดโดยเหลือเพียง 7.75% และ 8.70% ตามลำดับ และขนาดวัตถุขี้บที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มม. เพิ่มขึ้นแทน

รูปที่ 60 ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดของวัตถุขี้บในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8 ผลการทดลองพบว่า ลักษณะกราฟทั้งสองกองมีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจาก เป็นวัตถุขี้บอย่างเดียวกัน แต่กระบวนการหมักของทั้งสองกองเกิดขึ้นน้อยมาก โดยเริ่มต้นวัตถุขี้บที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. มีค่าเท่ากับ 34.75% และ 54.59% ตามลำดับ แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ขนาดวัตถุขี้บที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 มม. นั้นยังมีค่าสูง คือ 22.63% และ 33.79% ตามลำดับ โดยค่า จากการทดลองมีสัดส่วนในตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก



รูปที่ 59 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุขี้บในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6



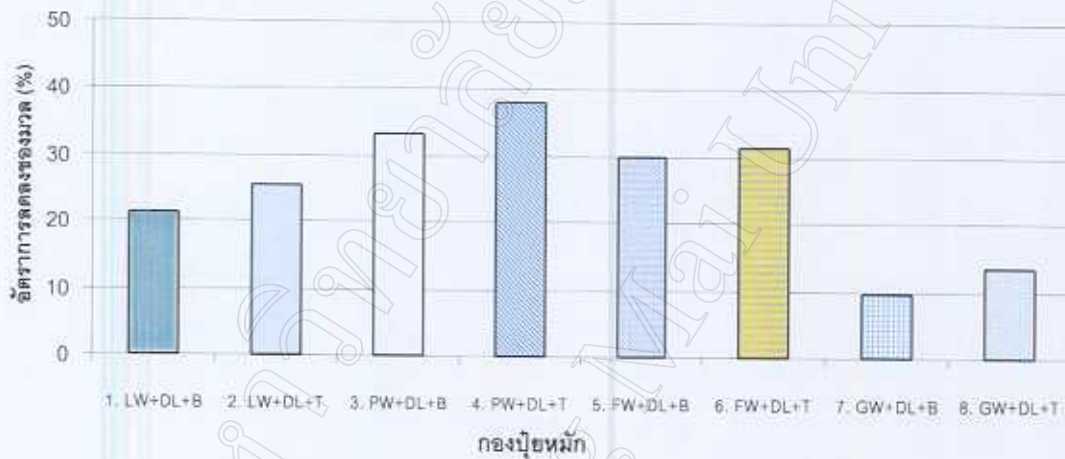
รูปที่ 60 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัสดุคืบในกองปุ๋ยหมัก  
กองที่ 7 กับกองที่ 8

#### 4.5.2 การลดลงของมวล

การลดลงของมวลจะใช้การเปรียบเทียบจากน้ำหนักแห้ง ของปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วกับมวล โดยน้ำหนักแห้งของปุ๋ยเมื่อเริ่มต้นในการหมัก จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาร้อยละของมวลโดยน้ำหนักแห้งที่หายไปในช่วงกระบวนการหมัก โดยวิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก และรายละเอียดการลดลงของมวลแสดงในภาคผนวก ข

จากรูปที่ 61 ได้เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของมวลในกองปุ๋ยหมัก ตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 8 ซึ่งจากการทดลองพบว่าทั้ง 8 กองมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของมวลอยู่ในช่วง 9-38% โดยกองที่ 7 มีการลดลงของมวลต่ำที่สุด รองลงมาคือกองที่ 8 ซึ่งมีค่าการลดลงของมวลเท่ากับ 9.46% และ 13.61% ตามลำดับ เนื่องจากทั้งสองกองนี้มีการย่อยสลายน้อยนั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบกองที่ 1 กับ กองที่ 2 ที่ใช้เศษลำไยผสมกับใบไม้แห้งเป็นวัสดุคืบที่ใช้ในการหมักนั้นพบว่า กองที่ 2 ซึ่งใช้ เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นมีอัตราการลดลงของมวลที่มากกว่ากองที่ 1 ซึ่งมีค่า

การลดลงของมวลเท่ากับ 25.3% และ 21.33% ของกองที่ 2 และ 1 ตามลำดับ ส่วนกองที่ 3 กับกองที่ 4 ซึ่งใช้เศษสับประคดผสมกับใบไม้แห้งเป็นวัตถุดิบนั้นพบว่ากองที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของมวลน้อยกว่ากองที่ 4 ซึ่งค่าการลดลงของมวลเท่ากับ 33.27% และ 38.10% ตามลำดับ กองที่ 5 กับ 6 ที่ใช้เศษฟรุตสลัดผสมกับใบไม้แห้งเป็นวัตถุดิบพบว่ากองที่ 6 มีการลดลงของมวลเท่ากับ 31.51% ซึ่งมากกว่ากองที่ 5 ซึ่งมีค่าการลดลงของมวลเท่ากับ 29.93% จะเห็นได้ว่ากองปุ๋ยที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งนั้นมีค่าการลดลงของมวลมากกว่ากองที่ใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เนื่องจากการสูญเสียคาร์บอนจากการย่อยสลายที่มีค่ามากกว่านั่นเอง แสดงให้เห็นว่าควรที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์สำหรับเศษวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นเศษลำไย เศษสับประคด และเศษฟรุตสลัด



รูปที่ 61 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของมวลในกองปุ๋ยหมัก ตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 8

#### 4.6 ลักษณะทางชีวภาพ

##### 4.6.1 เชื้อโรคและพยาธิ

ในตารางที่ 12 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อโรคจากกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 ถึง 8 โดยที่ผู้ทดลองได้ทำการสุ่มตัวอย่างของปุ๋ยหมักจากทั้ง 8 กองทั้งตอนที่เริ่มต้นการหมักและสิ้นสุดการหมัก โดยส่งไปตรวจหาเชื้อโรคและพยาธิ ณ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยได้ทำการตรวจหาเชื้อที่ทำให้เกิดโรค ได้แก่

ก. *Staphylococcus aureus* เป็นจุลินทรีย์แกรมบวก ซึ่งจะทำให้เกิดการติดเชื้อทางเดินหายใจ ในส่วนบน การติดเชื้อที่ผิวหนัง แผลพุพองตามผิวหนัง การติดเชื้อในช่องท้อง อาหารเป็นพิษ (กองมาตรฐานชั้นสูงตรสารพิษ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2529)

ข. *Streptococcus pyogenes* เป็นจุลินทรีย์แกรมบวก ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อทางผิวหนัง

ค. *Salmonella* จะทำให้เกิดโรคไทฟอยด์

ง. *Shigella* จะทำให้เกิดโรคบิด

จ. *Pseudomonas aeruginosa* จะทำให้เกิดการติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะและระบบสืบพันธุ์

ผลการทดลองพบว่าในตอนเริ่มต้นการหมักทุกกองหมักตรวจไม่พบเชื้อโรคที่เป็นอันตราย ดังกล่าวข้างต้น พบเพียงเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Bacillus* เป็นต้น และเชื้อรา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในกองปุ๋ยหมัก เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ทำการสุ่มตัวอย่างไปตรวจหาเชื้อโรคอีกครั้ง โดยพบว่าตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 8 ตรวจไม่พบเชื้อโรคที่เป็นอันตราย ดังนั้นในการทำปุ๋ยหมักจำเป็นต้องใส่รองเท้าน้ำยาง ถุงมือยาง และผ้าปิดจมูก เพื่อป้องกันการติดเชื้อจากเชื้อโรคและพยาธิ

ตารางที่ 12 ผลการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ โรคและพยาธิจากกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 ถึง 8

| กองที่     | เชื้อโรค                     |         |                               |         |                   |         |                 |         |                               |         |
|------------|------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------|---------|-----------------|---------|-------------------------------|---------|
|            | <i>Staphylococcus aureus</i> |         | <i>Streptococcus pyogenes</i> |         | <i>Salmonella</i> |         | <i>Shigella</i> |         | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |         |
|            | เริ่มต้น                     | สิ้นสุด | เริ่มต้น                      | สิ้นสุด | เริ่มต้น          | สิ้นสุด | เริ่มต้น        | สิ้นสุด | เริ่มต้น                      | สิ้นสุด |
| 1. LW+DL+B | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 2. LW+DL+T | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 3. PW+DL+B | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 4. PW+DL+T | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 5. FW+DL+B | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 6. FW+DL+T | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 7. GW+DL+B | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |
| 8. GW+DL+T | ไม่พบ                        | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   | ไม่พบ             | ไม่พบ   | ไม่พบ           | ไม่พบ   | ไม่พบ                         | ไม่พบ   |

#### 4.7 ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก

เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยที่กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดมาตรฐานเกรดของปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรมไว้ว่าปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีไม่ควรมีธาตุอาหารหลักต่ำกว่า 1-1-0.5 (N-P-K) ซึ่งจากการทดลองพบว่าทุกกองปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.25-0.44% ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินที่จะทำเป็นปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรม ส่วนไนโตรเจนและโปตัสเซียมมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในทุกกองปุ๋ยหมักคืออยู่ในช่วง 1.81-3.00% และ 0.98-1.65% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของพูนศักดิ์

จันทร์จำปี (2541) ที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นพบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักเท่ากับ 1.1-0.8-1.4 และ 1.6-0.9-1.6 จะเห็นว่ามีเพียงปริมาณฟอสฟอรัสเท่านั้นที่มีค่ามากกว่าการทดลองนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้วัตถุดิบต่างชนิดกันจึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักมีค่าแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักจะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจนและโปตัสเซียมในเกณฑ์สูงจึงเหมาะแก่การนำไปใช้กับพืชที่ต้องการใบและผลมากกว่าพืชที่ต้องการดอก เช่น พืชพวกหอม กระเทียม มะเขือเทศ กล้า เป็นต้น

ตารางที่ 13 ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้ว

| การทดลอง                                   | ปริมาณ N-P-K (%)            |
|--------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. LW+DL+B                                 | 3.00-0.44-0.98              |
| 2. LW+DL+T                                 | 2.73-0.38-1.30              |
| 3. PW+DL+B                                 | 2.04-0.25-1.28              |
| 4. PW+DL+T                                 | 2.22-0.34-1.65              |
| 5. FW+DL+B                                 | 1.82-0.40-1.28              |
| 6. FW+DL+T                                 | 1.81-0.39-1.53              |
| 7. GW+DL+B                                 | 1.74-0.11-0.98              |
| 8. GW+DL+T                                 | 1.63-0.10-1.11              |
| พูนศักดิ์ จันทร์จำปี (2541)                | 1.1-0.8-1.4 และ 1.6-0.9-1.6 |
| กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2537) | 1-1-0.5                     |
| Leemaharounguang, S. (1988)                | 1.3-2-1 และ 2.25-2-1        |

#### 4.8 ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

การวิเคราะห์การได้ที่ของปุ๋ยนั้นจะใช้ตัวบ่งชี้หลายๆ ตัวประกอบกันทั้งทางกายภาพและเคมี ดังแสดงในตารางที่ 14 ทั้งนี้เพื่อให้ปุ๋ยหมักที่จะนำไปใช้ประโยชน์นั้นไม่เป็นอันตรายต่อพืช เพราะหากนำปุ๋ยหมักที่ยังไม่ได้ที่ใส่ลงไปดินจะมีผลทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายต่อไปอีกเนื่องจากสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักนั้นยังย่อยสลายไม่หมด จะเกิดการแย่งออกซิเจนจากพืชโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน อีกทั้งยังมีความร้อนเกิดขึ้นจากการย่อยสลายด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบรากของพืช แบคทีเรียจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วทำให้ไนโตรเจนในดินถูกแบคทีเรียดึงไปใช้

ในการสร้างเซลล์ ซึ่งจะไปแย่งไนโตรเจนในดินจากพืชอีกด้วย ทำให้พืชขาดไนโตรเจนโดยใบจะซีดเหลือง (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, 2537) ซึ่งจากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่า ส่วนใหญ่แล้วอุณหภูมิจะเป็นตัวกำหนดการได้ของปุ๋ยเนื่องจากมีระยะเวลานานที่สุด โดยตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 5 ปุ๋ยเริ่มได้ที่ตั้งแต่วันที่ 129, 131, 86, 86 และ 92 ตามลำดับ ยกเว้นกองที่ 6 ที่ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเป็นตัวกำหนดการได้ที่ของปุ๋ยหมักคือวันที่ 86 จะเห็นได้ว่าการใช้สารเร่งปุ๋ยหมักต่างชนิดกันนั้นไม่ได้ทำให้ระยะเวลาในการหมักแตกต่างกันมากนัก โดยที่กองที่ 1 ปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่เร็วกว่ากองที่ 2 เพียงสองวัน ส่วนกองที่ 3 กับ 4 นั้นปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่ในระยะเวลาที่เท่ากัน และกองที่ 5 ปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่ช้ากว่ากองที่ 6 เพียงหกวัน แต่กองที่ 7 กับ 8 นั้นถือว่าการหมักเกิดขึ้นน้อยและต้องใช้เวลาหมักนานกว่า 63 วัน อีกทั้งควรมีการปรับสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก เช่น การนำวัสดุคิบอื่นๆ มาผสมเพื่อลดความเค็มของขี้คองลง หรือการใช้สารเคมีช่วยในการปรับสภาพความเป็นกรดด่างในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม เป็นต้น

#### 4.9 ราคาและสัดส่วนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ราคาเชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเท่ากับ 8,000 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนสารไบโอเน็คราคาขายปลีกเท่ากับ 45 บาทต่อ 200 กรัม (1 ของ) หรือคิดเป็น 225 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าเชื้อเทอร์โมฟิลิกมีราคาแพงกว่าสารไบโอเน็คมากถึง 36 เท่า ทั้งนี้เนื่องเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่นจึงทำให้มีราคาแพง ส่วนสารไบโอเน็คนั้นผลิตในประเทศไทยจึงมีราคาถูกกว่า แต่ถ้าหากมีการใช้เชื้อเทอร์โมฟิลิกแพร่หลายมากขึ้นในอนาคต ราคา ก็จะลดลงเนื่องจากตลาดมีการแข่งขันกันมากขึ้น

สัดส่วนที่ใช้ในการทดลองในกองปุ๋ยหมักกองที่ 2, 4, 6 และ 8 จะใส่เชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียในสัดส่วนที่เท่ากันคือ 0.03% โดยน้ำหนักเปียก โดยจะผสมกับรำข้าวในอัตราส่วน 1:10 (เทอร์โมฟิลิกต่อรำข้าว) ส่วนกองที่ 1, 3, 5 และ 7 จะใส่สารไบโอเน็ค โดยจะละลายสารไบโอเน็ค 1 ของ (200 กรัม) ในน้ำอุ่น 20 ลิตรตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 เมื่อคิดเป็นสัดส่วนแล้วเท่ากับ 0.16%, 0.20%, 0.11% และ 0.45% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าในการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบวัตถุดิบอย่างเดียวกันแล้วนั้นจะใช้สารไบโอเน็คในสัดส่วนที่มากกว่าเชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย แต่ผลการทดลองที่ได้กลับพบว่าลักษณะทางกายภาพและทางเคมีไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งบางพารามิเตอร์ยังบ่งชี้ให้เห็นว่าเชื้อเทอร์โมฟิลิกมีความสามารถในการย่อยสลายที่ดีกว่าสารไบโอเน็ค เช่น อุณหภูมิการลดลงของมวล เป็นต้น แต่ทั้งนี้ตามคู่มือข้อปฏิบัติของสารไบโอเน็ค พบว่าสามารถใช้สารไบโอเน็ค 1 ของ (200 กรัม) กับวัตถุดิบได้ถึง 1,000 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 0.02%

ตารางที่ 14 เวลาที่ใช้ในการหมัก

| กองที่        | อุณหภูมิ<br>(วัน)           | ไนเตรท<br>(วัน)                            | CEC<br>(วัน)              | สรุปเวลาที่ใช้ในการหมัก<br>(วัน) |
|---------------|-----------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 1. LW+DL+B    | <b>129</b>                  | 51                                         | 10                        | 129                              |
| 2. LW+DL+T    | <b>131</b>                  | 65                                         | 51                        | 131                              |
| 3. PW+DL+B    | <b>86</b>                   | 65                                         | 44                        | 86                               |
| 4. PW+DL+T    | <b>86</b>                   | 65                                         | 58                        | 86                               |
| 5. FW+DL+B    | <b>92</b>                   | 44                                         | 65                        | 92                               |
| 6. FW+DL+T    | 76                          | 51                                         | <b>86</b>                 | 86                               |
| 7. GW+DL+B    | 49                          | ไม่เพิ่มขึ้น                               | <b>&gt;63</b>             | >63                              |
| 8. GW+DL+T    | 55                          | ไม่เพิ่มขึ้น                               | <b>&gt;63</b>             | >63                              |
| มาตรฐานที่ใช้ | อุณหภูมิกองที่ <sup>1</sup> | ไนเตรทเริ่มมี<br>ค่าเพิ่มขึ้น <sup>3</sup> | >60 meq/100g <sup>2</sup> | -                                |

หมายเหตุ มาตรฐานที่ใช้

<sup>1</sup> Polprasert, C., et al. (1991)<sup>2</sup> Jenminez, E.J. and Garcia, V.P. (1988)<sup>3</sup> Finstein, M.S. and Miller, F.C. (1985)