

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ สามารถแสดงผลการศึกษาและวิจารณ์ผลได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมัก

4.1.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักเริ่มต้นแต่ละชนิด

วัสดุหมักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยมูลไก่ เศษผัก และใบไม้แห้ง วัสดุหมักทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีดังแสดงในตารางที่ 4.1 เพื่อใช้ในการคำนวณหาอัตราส่วนผสมของการหมักในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการหมัก

| พารามิเตอร์ | ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักเริ่มต้นแต่ละชนิด | | |
|------------------------------|---|--------|-----------|
| | มูลไก่ | เศษผัก | ใบไม้แห้ง |
| ความชื้น (%) | 53.80 | 91.20 | 29.88 |
| คาร์บอน (%โดยน้ำหนักแห้ง) | 19.86 | 43.16 | 40.20 |
| ไนโตรเจน (%โดยน้ำหนักแห้ง) | 2.92 | 4.11 | 0.85 |
| สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน | 6.80 | 10.50 | 47.29 |

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่าวัสดุหมักที่นำมาผสม ได้แก่ มูลไก่มีปริมาณคาร์บอนร้อยละ 19.86 ไนโตรเจนร้อยละ 2.92 และมีความชื้นร้อยละ 53.80 เศษผักมีปริมาณคาร์บอนร้อยละ 43.16 ไนโตรเจนร้อยละ 4.11 และมีความชื้นร้อยละ 91.20 และใบไม้แห้งมีปริมาณคาร์บอนร้อยละ 40.20 ไนโตรเจนเท่ากับร้อยละ 0.85 และความชื้นร้อยละ 29.88 ตามลำดับ

4.1.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักเริ่มต้น

ในการศึกษาได้ทำการผสมวัสดุหมัก ได้แก่แกลบไ้ เศษผักและใบไม้แห้งในอัตราส่วน 1 : 1 : 3.7 โดยน้ำหนักเปียกหรือ 1 : 0.19 : 5.60 โดยน้ำหนักแห้ง และนำมาผสมเข้าให้ทั่วกัน เพื่อให้ได้ค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 30 และทำการเติมน้ำในวัสดุหมักเพื่อปรับค่าความชื้นที่ประมาณร้อยละ 60 แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุหมักมาวิเคราะห์หาค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ความชื้น และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของวัสดุหมัก จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าพีเอชของวัสดุหมักมีค่าเป็นกลาง มีค่าเฉลี่ยประมาณ 7.29 ค่าความชื้นของวัสดุหมักทุกการทดลอง ควบคุมให้มีค่าความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 59.18 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของวัสดุหมัก มีค่าประมาณ 1.310 มิลลิซีเมนต์ต่อเมตร โดยกองหมักกองที่มีความชื้นสูงกว่า จะมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำกว่าเล็กน้อย เนื่องจากมีความชื้นสูงกว่ากองอื่น ทำให้ความเข้มข้นของไอออนในวัสดุหมักมีค่าต่ำกว่ากองหมักอื่น และค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยมีค่าประมาณ 35.38 ซึ่งมีค่าที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักจะต้องมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงประมาณ 7-7.5 มีค่าความชื้นอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 50-60 และมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วงประมาณ 25-50 (Tchobanoglous, 1993)

ตารางที่ 4.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักที่ผสมแล้ว

| กองหมัก | พีเอช | ค่าการนำไฟฟ้า | ความชื้น (%) | คาร์บอน (%) | ไนโตรเจน (%) | อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน |
|------------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|
| 1. CW60 | 7.43 | 1.647 | 58.33 | 36.40 | 1.04 | 35.13 |
| 2. CW40 | 6.87 | 1.387 | 55.06 | 36.11 | 0.93 | 38.69 |
| 3. CW20 | 7.46 | 1.637 | 55.38 | 36.20 | 0.97 | 37.30 |
| 4. CW0 | 7.57 | 1.613 | 56.24 | 35.96 | 1.00 | 35.84 |
| 5. CT60 | 7.13 | 1.186 | 61.81 | 36.08 | 1.06 | 33.93 |
| 6. CT40 | 7.37 | 1.014 | 62.63 | 34.27 | 1.03 | 33.31 |
| 7. CT20 | 7.08 | 0.977 | 62.02 | 36.01 | 1.10 | 32.64 |
| 8. CT0 | 7.44 | 1.040 | 61.99 | 36.33 | 1.00 | 36.21 |
| ค่าเฉลี่ย | 7.29 | 1.310 | 59.18 | 35.92 | 1.02 | 35.38 |

4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติต่างๆของวัสดุหมักในระหว่างการหมักของกองหมักชุดที่ไม่มี การพลิกกองหมัก

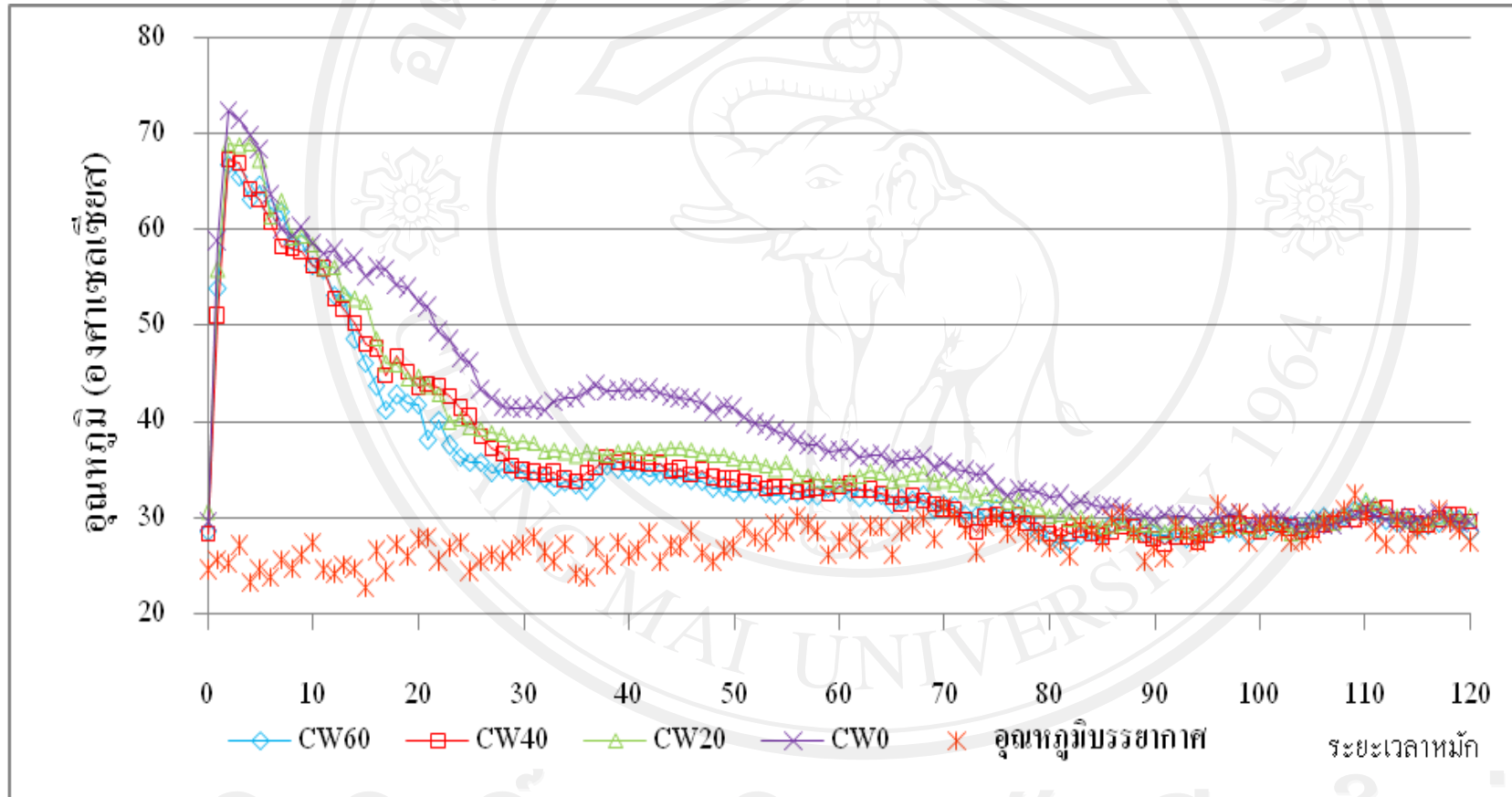
การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการหมักโดยใช้โครงระบายอากาศที่ไม่มีการพลิกกองหมัก เพื่อศึกษาผลของการใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน คือ 0, 3.2, 9.0 และ 15.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่มีต่อการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศ โดยใช้เวลาการหมักทั้งสิ้น 120 วัน ในระหว่างการหมักได้ทำการวัดอุณหภูมิของบรรยากาศและอุณหภูมิของกองหมักทุกวันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาการได้ที่ของปุ๋ยหมัก โดยในระหว่างการหมักได้ทำการควบคุมความชื้นของกองหมักให้มีค่าประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 3, 7, 12, 18, 25, 32, 39, 46, 53, 60, 74, 88, 104 และ 120 ของการหมัก เพื่อวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมัก โดยการรายงานผลการศึกษาก็ได้ทำการแบ่งตามหัวข้อดังต่อไปนี้

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

4.2.1.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

การทดลองหมักในครั้งนี้ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 120 วัน ตลอดระยะเวลาทำการหมักได้ทำการวัดอุณหภูมิบรรยากาศ และอุณหภูมิในตำแหน่งกลางกองหมักทางด้านบน และด้านข้างของกองหมัก เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเฉลี่ยของวัสดุหมักในแต่ละกองหมัก โดยเริ่มวัดตั้งแต่วันแรก (วันที่ 0) ของการหมัก ซึ่งทำการวัดทันทีหลังจากผสมวัสดุหมักและปรับความชื้นให้เหมาะสมแล้ว หลังจากนั้นทำการวัดต่อไปทุกวัน จนกระทั่งสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 120) ซึ่งผลที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และภาคผนวก ข.1

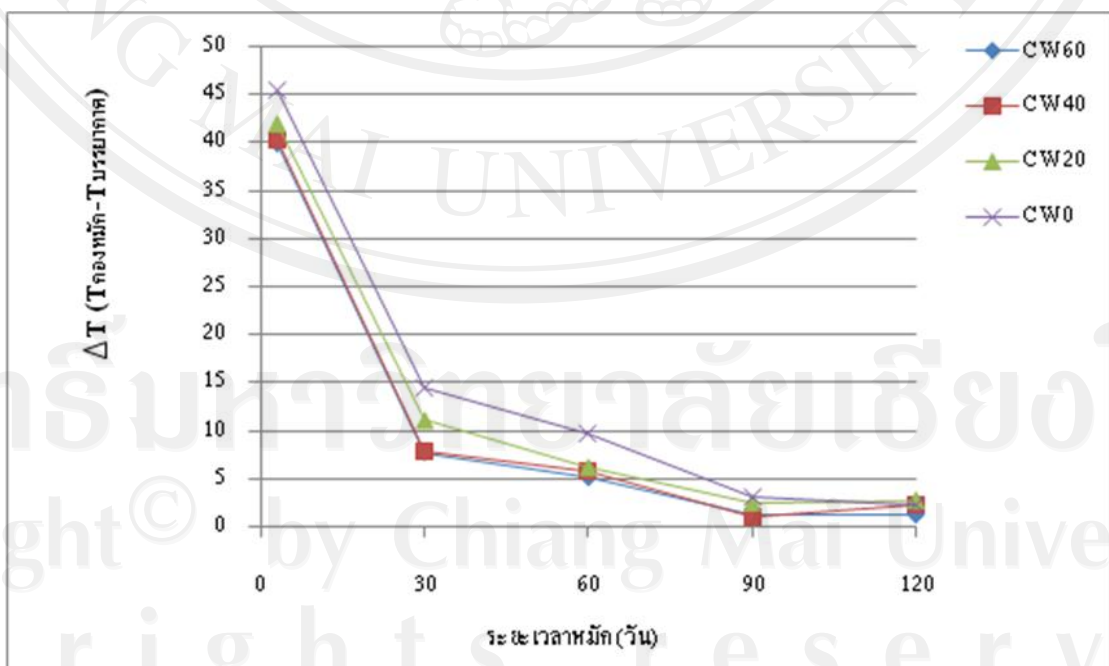
จากรูปที่ 4.1 พบว่าอุณหภูมิบรรยากาศที่วัดได้ตลอดช่วงระยะเวลาในการหมักมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22.8 ถึง 32.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มต้นในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าประมาณ 28.6, 28.4, 30.6 และ 29.6 ตามลำดับ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกองหมักทั้ง 4 กอง ในช่วงแรกมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 66 ถึง 72 องศาเซลเซียส ซึ่งสาเหตุที่กองหมักมีอุณหภูมิสูงในช่วงนี้ เนื่องจากความร้อนซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นมาก หลังจากนั้นอุณหภูมิเฉลี่ยค่อยๆลดลงแต่ก็ยังถือได้ว่ายังอยู่ในระดับอุณหภูมิสูงอยู่ ซึ่งในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยสูงจนถึงวันที่ 13, 13, 14 และ 19 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

ซึ่งการที่กองหมักมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงในช่วงนี้ (ช่วงเทอร์โมฟิลิก) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีอัตราการย่อยสลายสูง มีความร้อนซึ่งเป็นผลผลิตของกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นมาก แสดงว่าจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี หลังจากวันที่ 35 ของการหมัก แนวน้ำของอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจนถึงประมาณวันที่ 45 ของการหมัก จากนั้นอุณหภูมิจะลดลงช้าๆจนกระทั่งมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศ โดยกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 จะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศประมาณวันที่ 70, 70, 80 และ 88 ตามลำดับ ของการหมัก และไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจนกระทั่งสิ้นสุดการหมักในวันที่ 120

จากผลการทดลองในชุดการทดลองที่ไม่มีการพลิกกองหมักดังแสดงในรูปที่ 4.2 พบว่าในระยะเทอร์โมฟิลิกกองหมักที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักต่ำกว่าจะมีอุณหภูมิภายในกองหมักสูงกว่า และอุณหภูมิภายในกองหมักลดลงช้ากว่าเล็กน้อย โดยเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 วันพบว่ากองหมักทั้ง 4 กองได้แก่ CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและมีค่าแตกต่างจากอุณหภูมิบรรยากาศประมาณ 39.8, 40.3, 41.9 และ 45.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อผ่านไป 30 วัน พบว่ากองหมัก CW60 และ CW40 จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน และอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงจากอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 32.1 และ 32.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนกองหมัก CW20 และ CW0 จะมีอุณหภูมิ



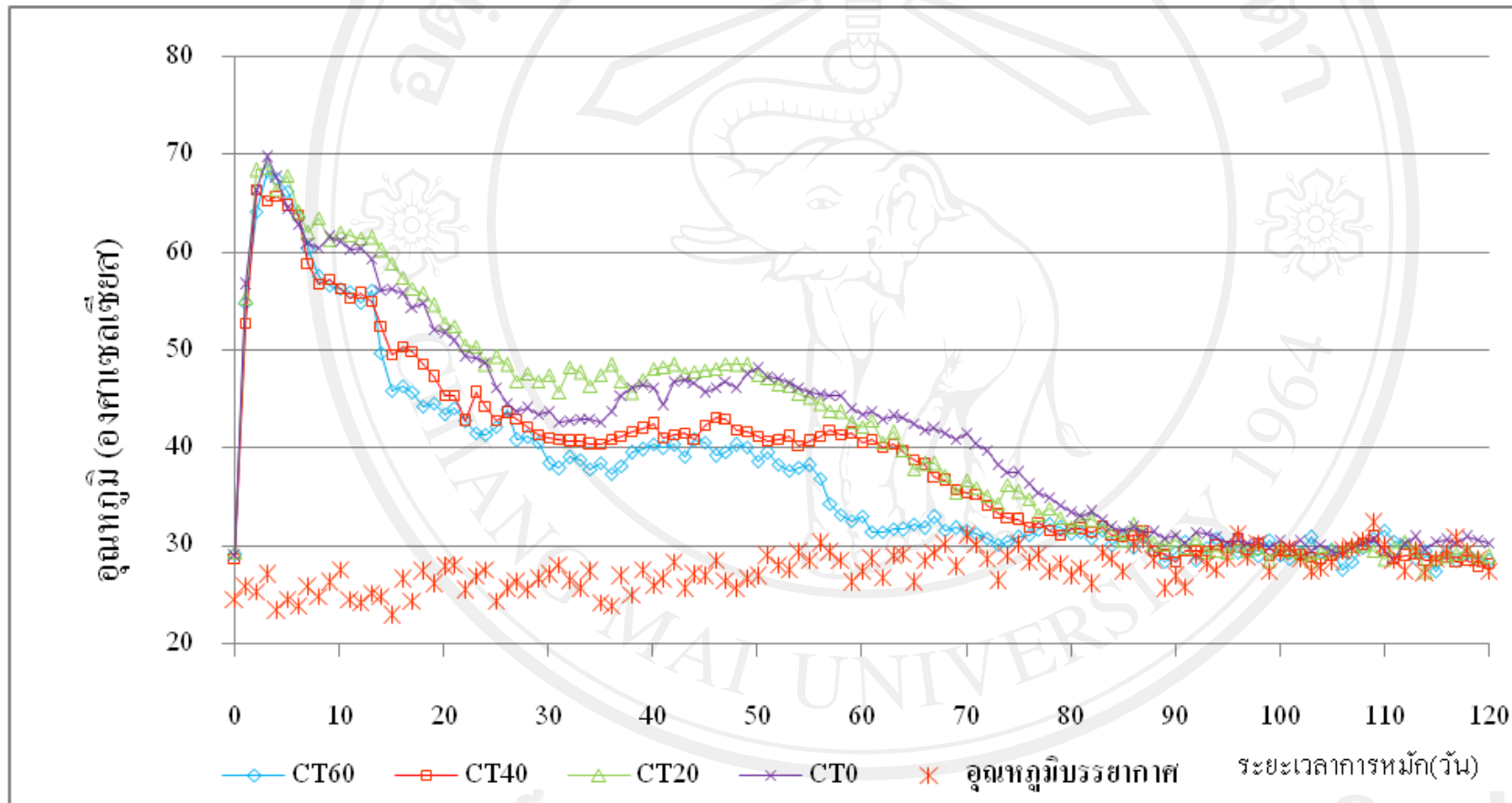
รูปที่ 4.2 การลดลงของอุณหภูมิเฉลี่ยทุกๆ 30 วัน ของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

เฉลี่ยลดลงจากอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 30.9 และ 31.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าขนาดของโครงระบายอากาศที่ใหญ่กว่าจะทำให้อากาศไหลผ่านกองหมักได้ดีกว่าและนำความร้อนภายในกองหมักออกไป ทำให้มีอุณหภูมิภายในกองหมักต่ำกว่ากองหมักที่มีโครงระบายอากาศขนาดเล็ก

4.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

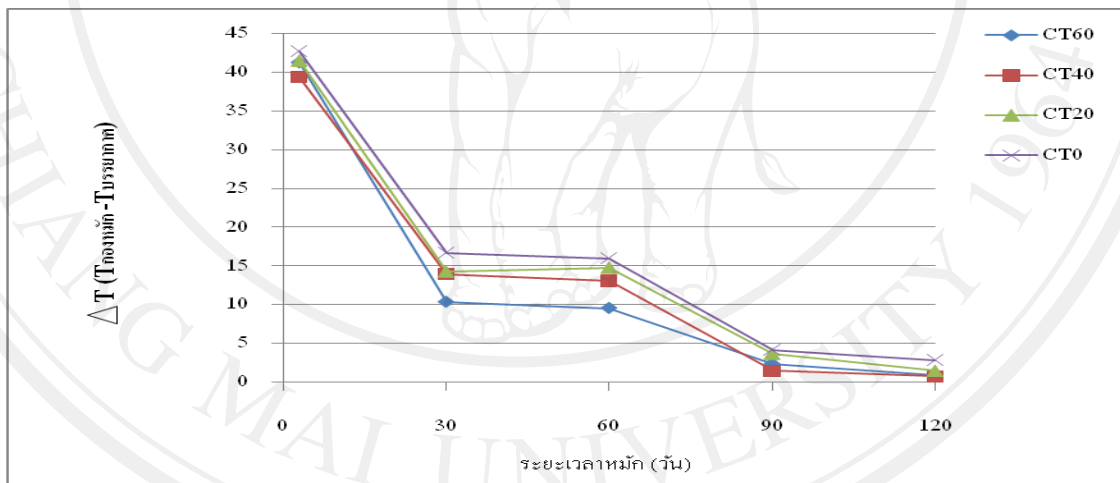
การทดลองหมักปุ๋ยในครั้งนี้ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 120 วัน ตลอดระยะเวลาทำการหมักได้ทำการวัดอุณหภูมิบรรยากาศ และอุณหภูมิในตำแหน่งกลางกองหมักทางด้านบน และด้านข้างของกองหมัก เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของวัสดุหมักในแต่ละกองหมัก โดยเริ่มวัดตั้งแต่วันแรก (วันที่ 0) ของการหมัก ซึ่งทำการวัดทันทีหลังจากผสมวัสดุหมักและปรับความชื้นให้เหมาะสมแล้ว หลังจากนั้นทำการวัดต่อไปทุกวัน จนกระทั่งสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 120) ซึ่งผลที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และภาคผนวก ข.2

จากรูปที่ 4.3 พบว่าอุณหภูมิบรรยากาศที่วัดได้ตลอดช่วงระยะเวลาในการหมักมีค่าอยู่ในช่วง 22.8 ถึง 32.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มต้นในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าประมาณ 29.1, 28.7, 29.3 และ 28.9 ตามลำดับ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในกองหมักทั้ง 4 กอง ในช่วงแรกมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าอยู่ในช่วง 66 ถึง 70 องศาเซลเซียส ซึ่งสาเหตุที่กองหมักมีอุณหภูมิสูงในช่วงนี้ (ระยะเทอร์โมฟิลิก) เนื่องจาก ความร้อนซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นมาก หลังจากนั้น อุณหภูมิเฉลี่ยค่อยๆ ลดลงแต่ก็ยังถือได้ว่ายังอยู่ในระดับอุณหภูมิสูงอยู่ ซึ่งในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีช่วงอุณหภูมิสูง (>55 องศาเซลเซียส) จนถึงวันที่ 13, 15, 20 และ 18 ตามลำดับ ซึ่งการที่กองหมักมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงในช่วงนี้ (ช่วงเทอร์โมฟิลิก) เนื่องมาจากเป็นช่วงที่มีอัตราการย่อยสลายสูง มีความร้อนซึ่งเป็นผลผลิตของกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นมาก แสดงว่าจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี (Ogunwande, 2009) หลังจากนั้นแนวโน้มของอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มลดลงอย่างช้าๆ จนมีค่าประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับนี้จนถึงประมาณวันที่ 50 ของการหมัก หลังจากนั้นเริ่มลดลงช้าๆ จนกระทั่งมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศ โดยกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 จะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศประมาณวันที่ 75, 86, 86 และ 87 ตามลำดับ ของการหมัก และเปลี่ยนแปลงอีกไม่มากนักจนกระทั่งสิ้นสุดการหมักในวันที่ 120



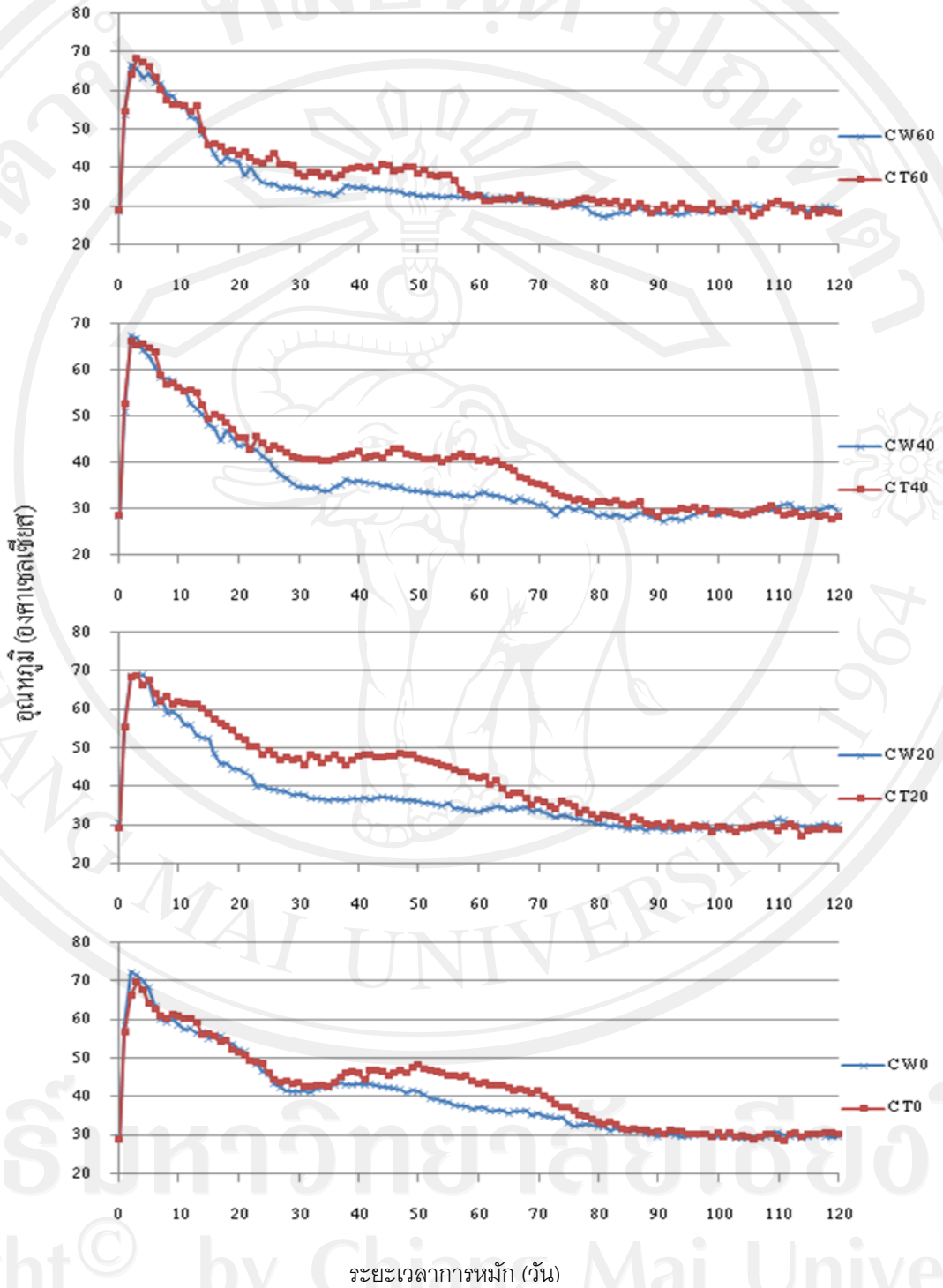
รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองหมักที่มีการพลิกกอง

จากผลการทดลองในชุดการทดลองที่มีการพลิกกองหมักดังแสดงในรูปที่ 4.4 พบว่าในระยะเทอร์โมฟิลิกกองหมักที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักต่ำกว่าจะมีอุณหภูมิภายในกองหมักสูงกว่า และอุณหภูมิภายในกองหมักลดลงช้ากว่าเล็กน้อย โดยเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 วันพบว่ากองหมักทั้ง 4 กอง ได้แก่ CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและมีค่าแตกต่างจากอุณหภูมิบรรยากาศประมาณ 41.3, 39.4, 41.5 และ 42.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อผ่านไป 30 วัน พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงจากอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 30.9, 25.4, 27.2 และ 26.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าขนาดของโครงระบายอากาศที่ใหญ่กว่าจะทำให้อากาศไหลผ่านกองหมักได้ดีกว่าและนำความร้อนภายในกองหมักออกไป ทำให้มีอุณหภูมิภายในกองหมักต่ำกว่ากองหมักที่มีโครงระบายอากาศขนาดเล็ก



รูปที่ 4.4 การลดลงของอุณหภูมิเฉลี่ยทุกๆ 30 วัน ของกองหมักที่มีการพลิกกอง

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกองหมักที่มีขนาดของโครงระบายอากาศเท่ากันดังแสดงในรูปที่ 4.5 พบว่ากองหมักทุกกองที่มีการพลิกกองหมักจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า และลดลงช้ากว่า เนื่องจากการพลิกกองหมักเป็นการช่วยเพิ่มความพรุนภายในกองหมัก ทำให้จุลินทรีย์ได้รับอากาศมากขึ้น และสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีขึ้นนอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากเนื้อปุ๋ยหมักเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปุ๋ยหมักบางส่วนที่อยู่ภายนอกของกองหมักที่ได้จากกองหมักที่ไม่มีการพลิกกองยังมีขนาดใหญ่และน่าจะย่อยสลายต่อไปได้อีก ซึ่งการพลิกกองจะเป็นการช่วยผสมวัสดุหมักส่วนนี้ทำให้เกิดการย่อยสลายจนเข้าสู่สภาวะคงตัวได้ดีขึ้น



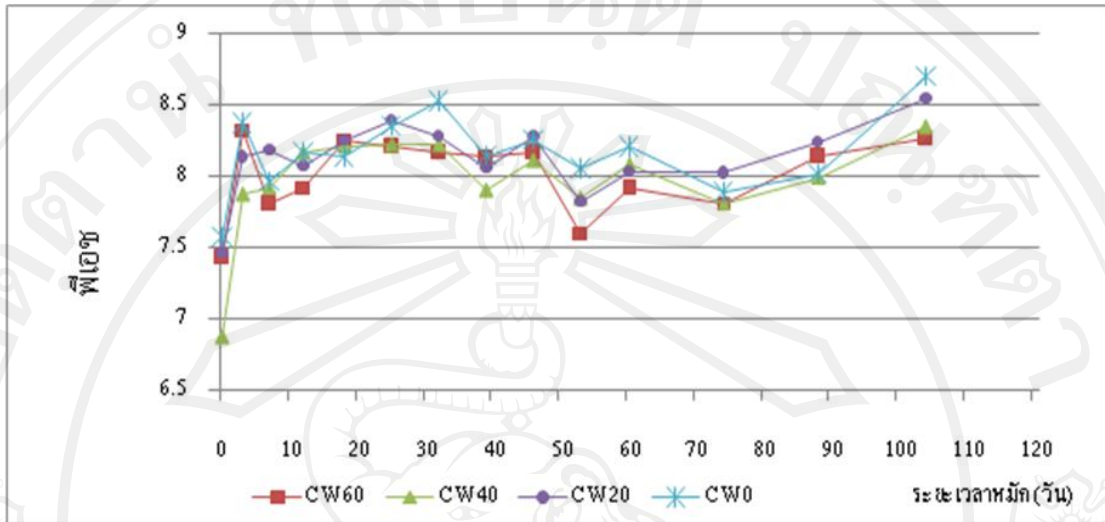
รูปที่ 4.5 อุณหภูมิภายในกองหมักที่เปลี่ยนแปลงของกองหมักที่มีการพลิกและไม่มีการพลิกกองที่มีขนาดโครงสร้างระบายอากาศเท่ากัน

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงพีเอช

4.2.2.1 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

ข้อมูลค่าพีเอชที่วัดได้ในระหว่างการหมักแสดงในรูปที่ 4.6 และภาคผนวก ข.3 โดยพบว่า การเปลี่ยนแปลงพีเอชในแต่ละกลุ่มมีแนวโน้มคล้ายคลึงกันและมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก จากการทดลองพบว่าในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าพีเอชเริ่มต้น 7.43, 6.87, 7.46 และ 7.57 ตามลำดับ ซึ่งโดยปกติในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการหมักพีเอชของวัสดุหมักตอนเริ่มต้นจะมีค่าลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์มีโซฟิลิกเกิดกรดอินทรีย์ทำให้พีเอชของวัสดุหมักลดลง (Tchobanoglous, 1993) แต่จากผลการทดลองพบว่าหลังจากเริ่มกระบวนการหมักพีเอชมีค่าสูงขึ้น น่าจะมีสาเหตุมาจากการรวบรวมเศษใบไม้ และมูลไก่ไว้ก่อนเริ่มการทดลองประมาณ 3 วัน ซึ่งคาดว่าวัสดุหมักทั้ง 2 ชนิดเกิดการย่อยสลายขึ้นแล้ว ซึ่งทำให้ค่าพีเอชของวัสดุหมักไม่ลดลงอีกเมื่อเริ่มกระบวนการหมัก หลังจากนั้นพีเอชของทั้ง 4 กองเพิ่มสูงขึ้นก่อนที่จะเริ่มคงที่ ทั้งนี้การเพิ่มสูงขึ้นของพีเอชในกองหมักเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวภาพของกรดอินทรีย์ และการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ ทำให้มีแอมโมเนียเกิดขึ้น (Ogunwande, 2009) ซึ่งสามารถละลายในรูปของเกลือแอมโมเนียอออน ($\text{NH}_4\text{-N}$) ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดน้อยลง และค่าพีเอชสูงขึ้น (Gao, 2009) จนถึงประมาณวันที่ 32 ค่าพีเอชเริ่มจะลดลงอย่างช้าๆ การลดลงของพีเอชที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักแสดงให้เห็นว่าอาจเกิดสภาพแอนแอโรบิคในกองหมักทำให้จุลินทรีย์ผลิตกรดบางชนิดออกมา (Polprasert, 1989) และการผลิตกรดอินทรีย์บางชนิดจากสารอินทรีย์ในมูลไก่ (Charest and Beauchamp, 2002; Yamada and Kawase, 2006) หลังจากนั้นก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยพีเอชที่วัดได้ในวันสิ้นสุดการหมัก ในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าเป็น 8.26, 8.34, 8.54 และ 8.69 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในแต่ละกองหมักไม่แตกต่างกัน และไม่น่าจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักแต่อย่างใด โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงพีเอชนั้นเป็นไปตามทฤษฎีของกระบวนการหมัก (Tchobanoglous, 1993)

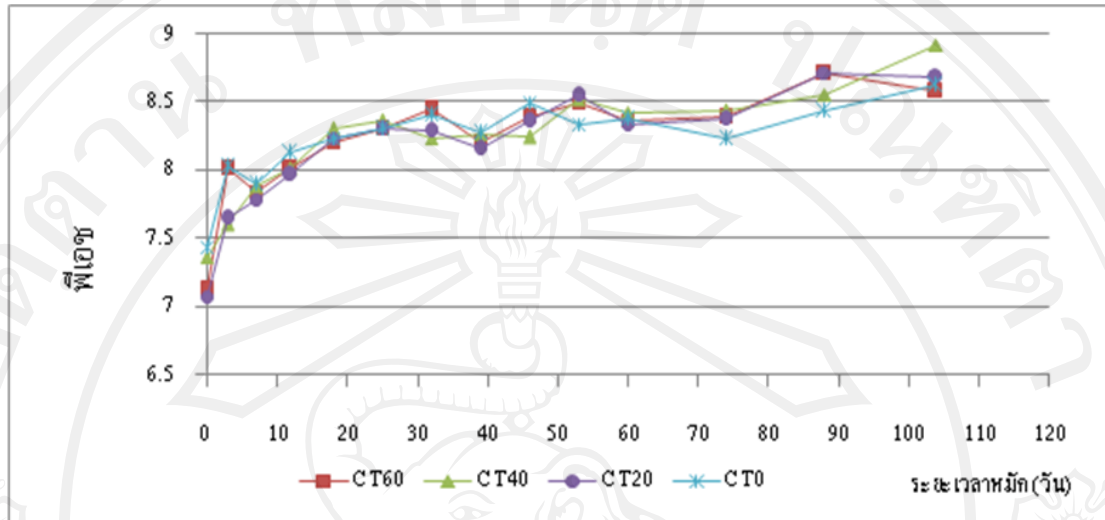


รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

4.2.2.2 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

ข้อมูลค่าพีเอชที่วัดได้ในระหว่างการหมักแสดงในรูปที่ 4.7 และภาคผนวก ข.3 โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงพีเอชในแต่ละกลุ่มมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันและมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก จากการทดลองพบว่าในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าพีเอชเริ่มต้น 7.13, 7.37, 7.08 และ 7.44 ตามลำดับ ซึ่งพีเอชในตอนเริ่มต้นการหมักเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกับกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง โดยพีเอชของทั้ง 4 กองเพิ่มสูงขึ้นอย่างช้าๆ ทั้งนี้การเพิ่มสูงขึ้นของพีเอชในกองหมักเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวภาพของกรดอินทรีย์ และการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ ทำให้มีแอมโมเนียเกิดขึ้น (Ogunwande, 2009) ซึ่งสามารถละลายในรูปของเกลือแอมโมเนียอออน ($\text{NH}_4\text{-N}$) ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดน้อยลง และค่าพีเอชสูงขึ้น (Gao, 2009) จนถึงประมาณวันที่ 32 ค่าพีเอชจะเริ่มคงที่และไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยพีเอชที่วัดได้ในวันสิ้นสุดการหมัก ในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเป็น 8.58, 8.92, 8.68 และ 8.62 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน และมีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในแต่ละกองหมักไม่แตกต่างกัน และไม่น่าจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักแต่อย่างใด โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงพีเอชนั้นเป็นไปตามทฤษฎีของกระบวนการหมัก (Tchobanoglous, 1993)



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของกองหมักที่มีการพลิกกอง

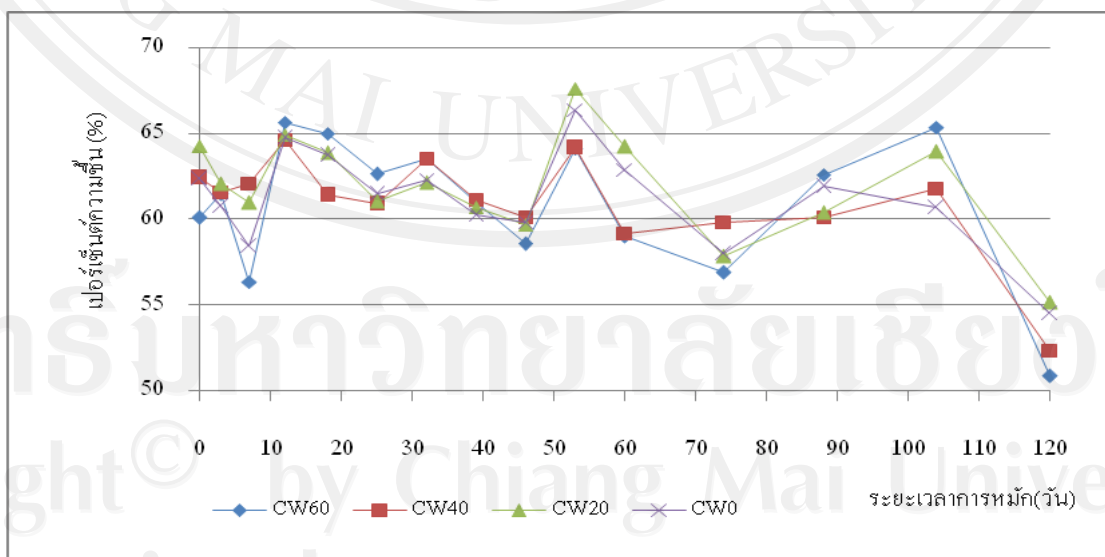
และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชของกองหมักที่มีขนาดของโครงสร้างอากาศเท่ากันพบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกันและมีค่าพีเอชแตกต่างกันเล็กน้อย จึงน่าจะอธิบายได้ว่าในการศึกษาครั้งนี้การพลิกกองหมักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงสร้างอากาศ

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงความชื้น

4.2.3.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

ความชื้นของวัสดุหมักมูลไก่ เศษผัก และเศษใบไม้แห้งที่วิเคราะห์ได้ก่อนทำการผสมมีค่าประมาณ 53.80, 91.20 และ 29.88 ตามลำดับ หลังจากทำการผสมวัสดุหมักเข้าด้วยกันแล้ว ได้ทำการปรับความชื้นให้เหมาะสมต่อกระบวนการหมัก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ (Polprasert, 1989) ระดับความชื้นส่งผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ โดยความชื้นที่มีค่าสูงเกินไปนั้นจะลดความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนนั้นทำงานได้ไม่ดีโดยเฉพาะในช่วงเทอร์โมฟิลิก (Tiquia et al, 1997) ระหว่างที่ทำการหมักจึงต้องทำการควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงดังกล่าวด้วยวิธีการใช้ไม้เจาะรูลงไปกองหมักแล้วเติมน้ำลงไปในรูปทุกๆ 7 วัน และพรมน้ำที่ผิวของกองหมักทุกวันเพื่อให้กองหมักมีความชื้นสม่ำเสมอ และเก็บตัวอย่างจากกองหมักไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.8 และภาคผนวก ข.4

จากรูปที่ 4.8 พบว่าความชื้นเริ่มต้น (วันที่ 0) ของกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าเป็น 60.06, 62.38, 64.24 และ 62.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก ความชื้นของวัสดุหมักมีค่าลดลงทั้ง 4 กองหมัก เนื่องจากเป็นช่วงที่จุลินทรีย์เติบโตได้ดี และมีอัตราการย่อยสลายสูง จนทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นภายในกองหมักสูง (Ogunwande, 2009) แต่หลังจากที่ได้ทำการเติมน้ำเพื่อปรับความชื้น พบว่าความชื้นของทั้ง 4 กองมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างช้าๆ อยู่ในช่วงประมาณ 55 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการปรับความชื้นทำในช่วงตั้งแต่วันที่ 7 ถึง 91 ของการหมัก ทำโดยใช้แทงไม้ทำให้เกิดรูที่กองหมักแล้วเติมน้ำลงไปทุกๆ 7 วัน และหลังจากวันที่ 91 เป็นต้นไปไม่ได้ทำการปรับความชื้น เนื่องจากพบว่าอุณหภูมิของกองหมักทั้ง 4 กองมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศแล้ว สารอินทรีย์ในวัสดุหมักน่าจะถูกละลายไปจนเกือบหมดแล้ว แต่ยังคงพรมน้ำที่ผิวของกองหมักเพื่อไม่ให้วัสดุหมักแห้งจนเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากที่หยุดการปรับความชื้น กองหมักที่มีสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดกองหมักสูงกว่าจะมีการสูญเสียความชื้นมากกว่า ซึ่งเมื่อสังเกตจากการทดลองในช่วงวันที่ 104 ถึง 120 พบว่าความชื้นในวันที่ 104 ของกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าประมาณ 65.33, 61.79, 63.90 และ 60.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าลดลงเหลือประมาณ 50.83, 52.33, 55.11 และ 54.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 120 ของการหมัก หรือมีค่าความชื้นลดลง 14.50, 9.46, 8.79 และ 6.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



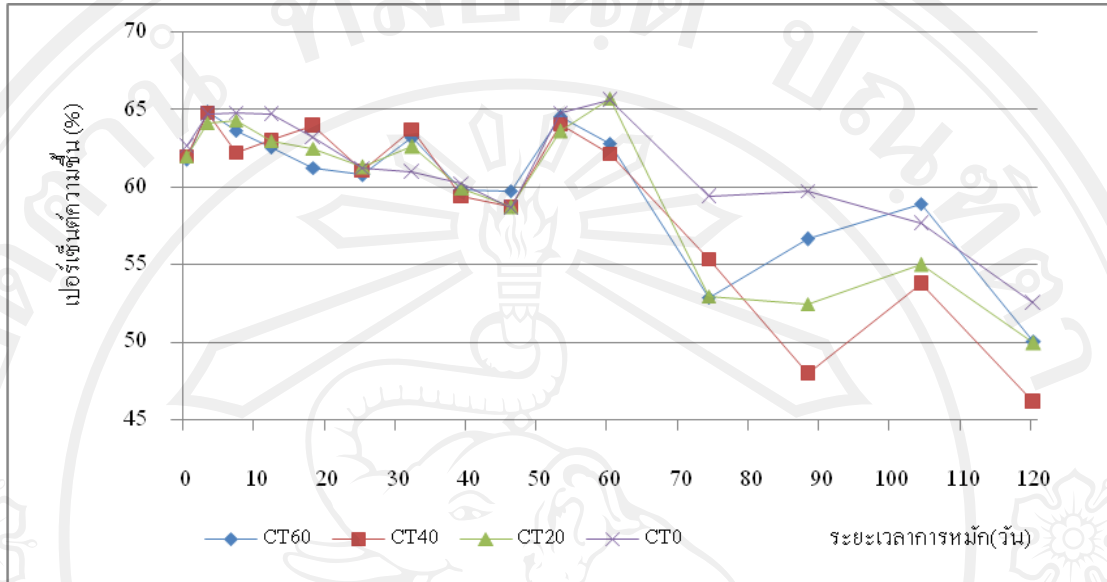
รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ว่าขนาดของโครงข่ายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงข่ายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกันมีผลให้อากาศไหลผ่านกองหมักได้แตกต่างกัน โดยกองหมักที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงข่ายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักสูงกว่าจะทำให้อากาศผ่านเข้าสู่กองหมักได้มากกว่าและทำให้วัสดุหมักสูญเสียความชื้นไปพร้อมกับความร้อนที่ถูกระบายออกไปมากกว่าด้วยเช่นกัน

4.2.3.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

จากรูปที่ 4.9 พบว่าความชื้นเริ่มต้น (วันที่ 0) ของกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเป็น 61.81, 61.99, 62.02 และ 62.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก ความชื้นของวัสดุหมักมีค่าลดลงทั้ง 4 กองหมัก เนื่องจากว่าเป็นช่วงจุลินทรีย์เติบโตได้ดี และมีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์สูง จนทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นภายในกองหมักสูง (Ogunwande, 2009) แต่หลังจากที่ได้ทำการพลิกกองหมักและพรมน้ำเพื่อปรับความชื้นพบว่าความชื้นของทั้ง 4 กองมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างช้าๆ อยู่ในช่วงประมาณ 60 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการพลิกกองหมักเพื่อพรมน้ำปรับความชื้นทำในช่วงตั้งแต่วันที่ 7 ถึง 91 ของการหมัก โดยทำทุกๆ 7 วัน และหลังจากวันที่ 91 เป็นต้นไปไม่ได้ทำการพลิกกองหมักและพรมน้ำเพื่อปรับความชื้น เนื่องจากพบว่าอุณหภูมิภายในกองหมักทั้ง 4 กอง มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศแล้ว ซึ่งสารอินทรีย์ในวัสดุหมักน่าจะถูกย่อยสลายไปจนเกือบหมดแล้ว แต่ยังคงพรมน้ำที่ผิวของกองหมักเพื่อไม่ให้ผิวของกองหมักแห้งจนเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากที่หยุดการพลิกกองหมักและพรมน้ำเพื่อปรับความชื้น กองหมักที่มีสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดโครงข่ายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดกองหมักสูงกว่าจะมีการสูญเสียความชื้นมากกว่า ซึ่งเมื่อสังเกตจากผลการทดลองในช่วงวันที่ 104 ถึง 120 พบว่าความชื้นในวันที่ 104 ของกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าประมาณ 58.94, 53.75, 55.02 และ 57.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าลดลงเหลือประมาณ 50.07, 46.14, 49.96 และ 52.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 120 ของการหมัก หรือมีค่าความชื้นลดลง 8.87, 7.61, 5.06 และ 5.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ว่าขนาดของโครงข่ายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงข่ายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกันมีผลให้อากาศไหลผ่านกองหมักได้แตกต่างกันดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น



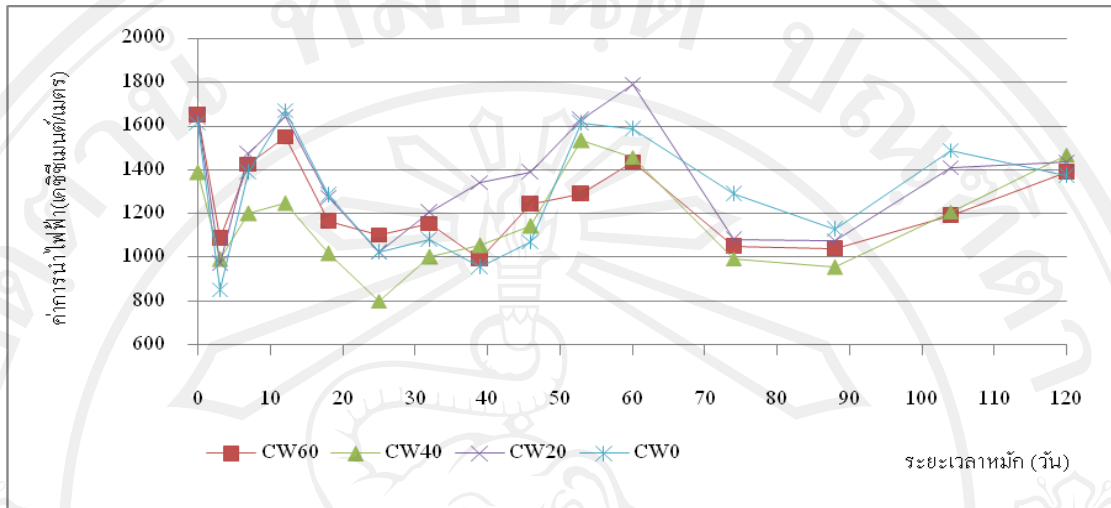
รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองหมักที่มีการพลิกกอง

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า

4.2.4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

การนำไฟฟ้าเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นของเกลือชนิดต่างๆ เช่น โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (Line, 1994) ผลการวิเคราะห์การนำไฟฟ้าของวัสดุหมักในระหว่างกระบวนการหมักได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.10 และภาคผนวก ข.5 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากรูปที่ 4.10 ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักในกลุ่มที่ไม่มีการพลิกกองหมักเริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 1.647, 1.387, 1.637 และ 1.613 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และลดลงอย่างรวดเร็วหลังเริ่มต้นการทดลองวันที่ 3 มีค่าอยู่ในช่วง 1.085, 0.991, 0.970 และ 0.854 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ทั้งนี้ อาจจะมีสาเหตุมาจากที่ในช่วงแรกของการหมักมีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้เกิดการระเหยของแอมโมเนียซึ่งเป็นสาเหตุของการลดลงของค่าการนำไฟฟ้าในการหมักปุ๋ย (Wong, 1995) หลังจากรวันที่ 3 ของการหมัก พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักทั้ง 4 กอง มีค่าเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกับตอนเริ่มต้นทำการหมัก (วันที่ 0) เนื่องจากช่วงเริ่มต้นของการหมักจะมีการแตกตัวของเกลือแร่ เช่น ฟอสเฟต และแอมโมเนียมไอออนออกมาจากสารอินทรีย์ ซึ่งทำให้มีความเข้มข้นของไอออนภายในกองหมักสูงขึ้น เป็นสาเหตุให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น (Gomez-Brandon, 2008)



รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

หลังจากวันที่ 12 ของการหมัก พบว่าในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 ค่าการนำไฟฟ้าของทั้ง 4 กองหมักมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน คือ จะมีค่าลดลงอีกเล็กน้อย ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการตกตะกอนของแร่ธาตุชนิดต่างๆ หรือ แร่ธาตุบางส่วนถูกชะล้างในระหว่างการรักษาระดับความชื้น โดยการเติมน้ำในกองหมัก (Wong et al., 1995) หลังจากนั้นในช่วงประมาณวันที่ 30 ของการหมัก พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีก ซึ่งถ้าหากนำข้อมูลในช่วงนี้ไปเปรียบเทียบกับค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะพบว่า ในช่วงนี้อุณหภูมิภายในกองหมักทั้ง 4 กอง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งน่าจะมีสาเหตุเนื่องมาจากการย่อยสลายภายในกองหมักและเกิดการแตกตัวของเกลือแร่ทำให้ความเข้มข้นของ อีออนของวัสดุหมักเพิ่มสูงขึ้น หลังจากวันที่ 60 ของการหมักพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักก็มีค่าลดลงอีกจนถึงประมาณวันที่ 70 ของการหมัก ซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในกองหมักเริ่มเข้าใกล้อุณหภูมิบรรยากาศและการย่อยสลายภายในกองหมักเริ่มลดลง หลังจากนั้นค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 ก็เริ่มคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจนสิ้นสุดการหมักมีค่า 1.387, 1.468, 1.437 และ 1.372 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ

ค่าการนำไฟฟ้าในทุกกองไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยที่ดีและมีความเสถียรตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน (ไม่เกิน 6 เดซิซีเมนต์/เมตร) แสดงว่าปริมาณเกลือที่ละลายออกมาจากปุ๋ยในทุกถังหมักไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะค่าการนำไฟฟ้านี้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากเกลือที่ละลายในน้ำจะแตกตัวให้ประจุบวกและลบในสารละลาย จึงทำให้สารละลายมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า ซึ่งการนำไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับ

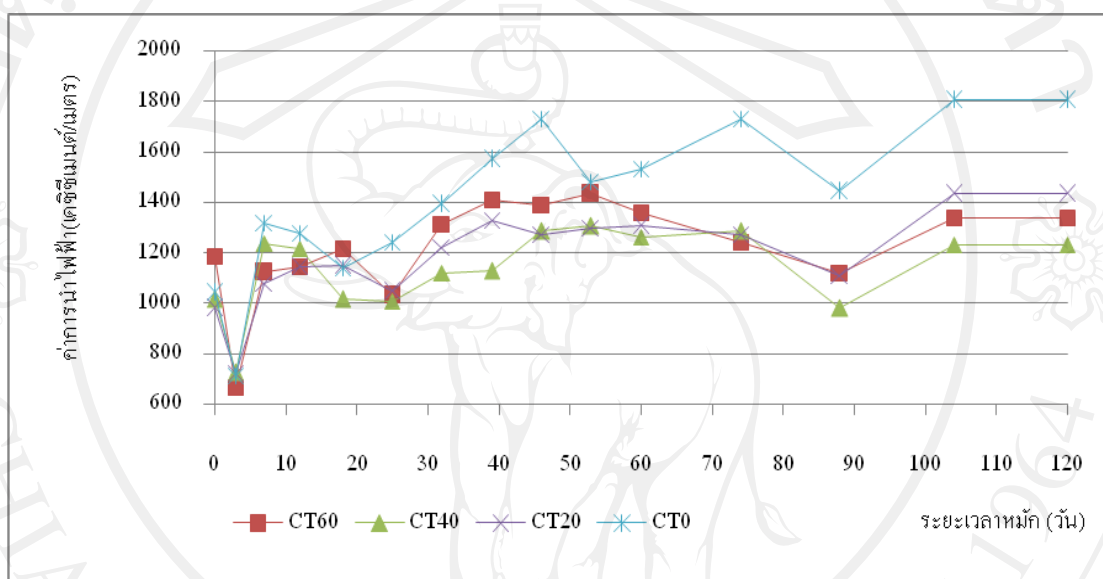
ปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำ ดังนั้นจึงใช้ค่าการนำไฟฟ้าวัดปริมาณเกลือแร่ในวัสดุหมัก เนื่องจากถ้ามีปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำอยู่ในปริมาณมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยจะทำให้รากพืชดูดน้ำได้ยากขึ้นมีผลให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากลักษณะวัสดุหมักที่นำมาใช้ด้วยเพราะวัสดุหมักแต่ละชนิดมีค่าปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำได้แตกต่างกัน

4.2.4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

จากรูปที่ 4.11 ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 เริ่มต้นมีค่าประมาณ 1.186, 1.041, 0.997 และ 1.040 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และลดลงอย่างรวดเร็วหลังเริ่มต้นการทดลองวันที่ 3 มีค่าประมาณ 0.665, 0.724, 0.720 และ 0.712 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ทั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจากที่ในช่วงแรกของการหมักมีอุณหภูมิสูงมาก และเกิดการระเหยของแอมโมเนียซึ่งเป็นสาเหตุของการลดลงของค่าการนำไฟฟ้าในการหมักปุ๋ย (Wong, 1995) หลังจากวันที่ 3 ของการหมัก พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักทั้ง 4 กอง มีค่าเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกับตอนเริ่มต้นทำการหมัก (วันที่ 0) เนื่องจากช่วงเริ่มต้นของการหมักจะมีการแตกตัวของเกลือแร่ เช่น ฟอสเฟต และแอมโมเนียมไอออน ออกมาจากสารอินทรีย์ ซึ่งทำให้มีความเข้มข้นของ ไอออนภายในกองหมักสูงขึ้น เป็นสาเหตุให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น (Gomez-Brandon, 2008; Sanchez-Monedero, 2001; Silva, 2009) หลังจากวันที่ 12 ของการหมัก พบว่าในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 ค่าการนำไฟฟ้าของทั้ง 4 กองหมักมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน คือ จะมีค่าลดลงอีกเล็กน้อยในช่วงวันที่ 18-25 ของการหมัก หลังจากนั้นในช่วงประมาณวันที่ 32 ของการหมัก พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีก ซึ่งถ้าหากนำข้อมูลในช่วงนี้ไปเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะพบว่า ในช่วงนี้อุณหภูมิภายในกองหมักทั้ง 4 กอง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งน่าจะมีสาเหตุเนื่องมาจากมีการย่อยสลายภายในกองหมักและเกิดการแตกตัวของเกลือแร่ทำให้ความเข้มข้นของ ไอออนของวัสดุหมักเพิ่มสูงขึ้น หลังจากนั้นค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหมักในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 ก็เริ่มคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจนสิ้นสุดการหมักมีค่า 1.321, 1.248, 1.396 และ 1.833 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ

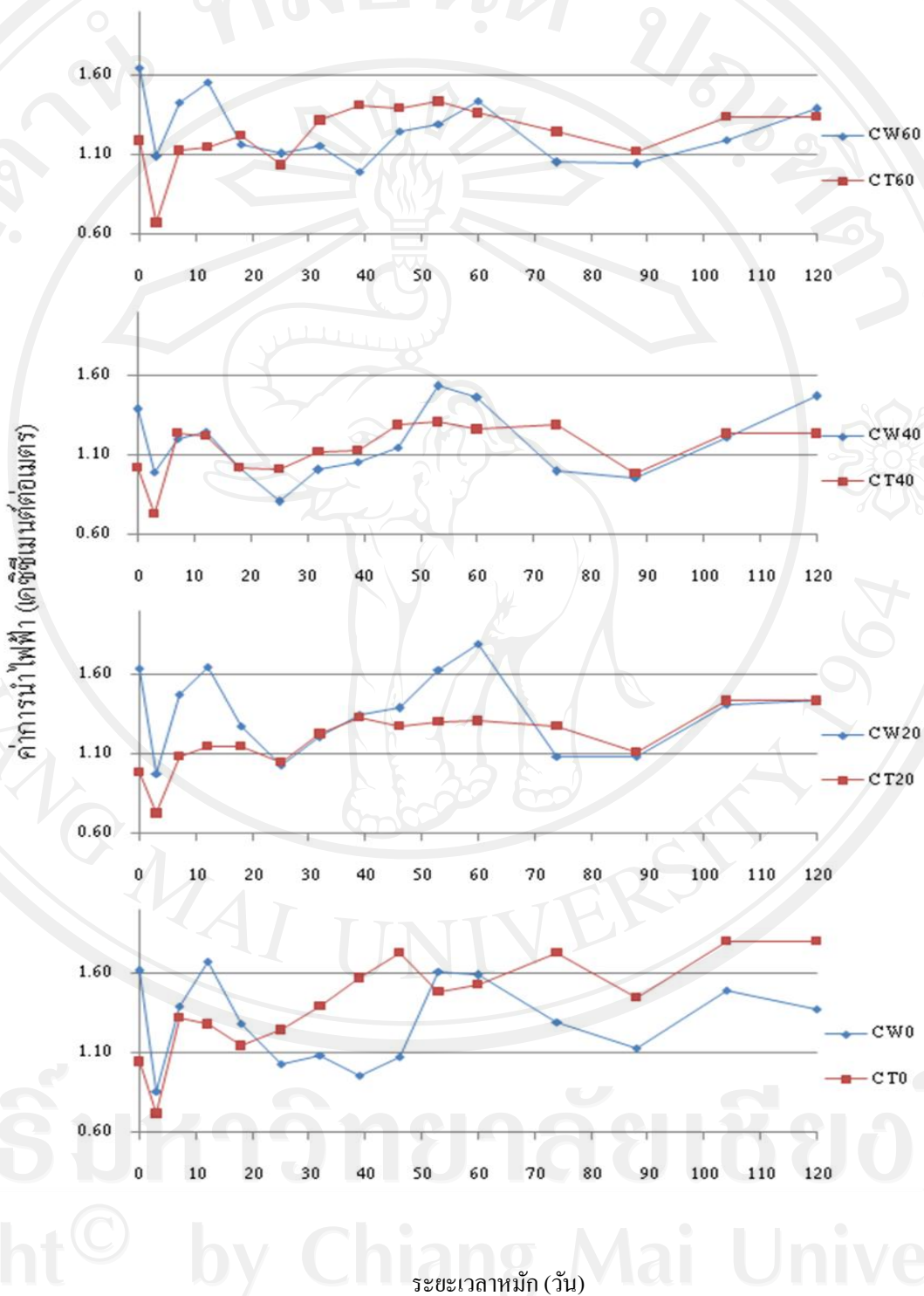
ค่าการนำไฟฟ้าในกองหมักทั้ง 8 กอง ไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยที่ดีและมีความเสถียรตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน (ไม่เกิน 6 เดซิซีเมนต์/เมตร) แสดงว่าปริมาณเกลือที่ละลายออกจากปุ๋ยในทุกถังกองหมักไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะค่าการนำไฟฟ้านี้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากเกลือที่ละลายในน้ำจะแตกตัวให้ประจุบวกและลบในสารละลาย จึงทำให้สารละลายมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า ซึ่งการนำไฟฟ้าจะแปรผัน

ตรงกับปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำ ดังนั้นจึงใช้ค่าการนำไฟฟ้าวัดปริมาณเกลือแร่ในวัสดุหมัก เนื่องจากถ้ามีปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำอยู่ในปริมาณมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยจะทำให้รากพืชดูดน้ำได้ยากขึ้นมีผลให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากลักษณะวัสดุหมักที่นำมาใช้ด้วยเพราะวัสดุหมักแต่ละชนิดมีค่าปริมาณเกลือแร่ที่ละลายน้ำได้แตกต่างกัน



รูปที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่มีการพลิกกอง

จากรูปที่ 4.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าระหว่างกองหมักที่มีขนาดของโครงข่ายอากาศเท่ากันพบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าที่คล้ายกันและมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งโดยปกติกองหมักที่มีอัตราการย่อยสลายสูงกว่าน่าจะมีการแตกตัวของอินออนมากกว่าและมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์อื่นๆ แสดงให้เห็นว่ากองหมักที่มีการพลิกกองมีการย่อยสลายที่ดีกว่า แต่เนื่องจากการพลิกกองหมักอาจทำให้กองหมักสูญเสียแอมโมเนียไปในรูปของก๊าซ และน่าจะสูญเสียตะกอนของแร่ธาตุไปโดยถูกชะล้างจากการเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นระหว่างการพลิกกองมากกว่าการปรับความชื้นโดยไม่มีการพลิกกองหมัก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่มีการพลิกกองไม่แตกต่างจากกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

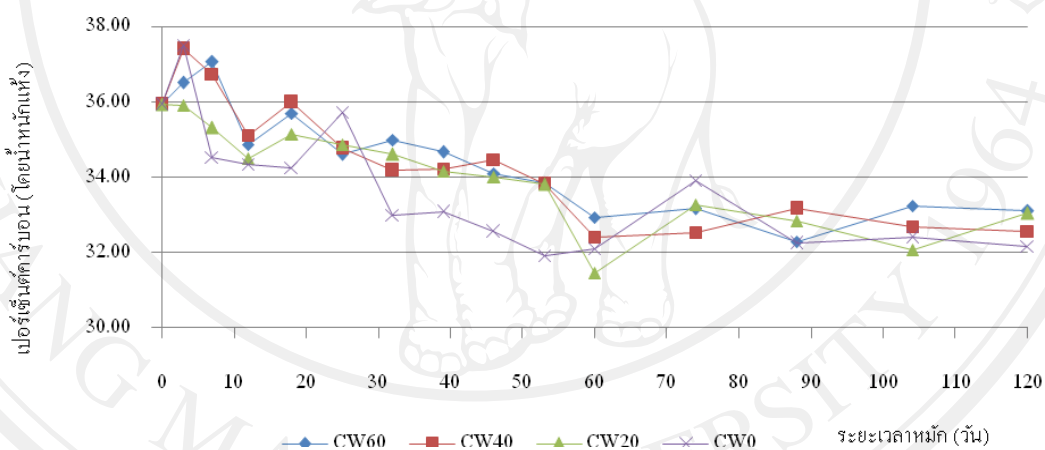


รูปที่ 4.12 ค่าการนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงของกองหมักที่มีการพลิกและไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาด
 โครงระบายอากาศเท่ากัน

4.2.5 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน

4.2.5.1 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มี มีการพลิกกอง

คาร์บอนและไนโตรเจนในมูลไก่มีค่าประมาณ 19.86 และ 2.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในเศษผักมีค่าประมาณ 43.16 และ 4.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในเศษใบไม้แห้งมีค่าประมาณ 40.2 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากที่ได้ทำการผสมวัสดุหมักทั้ง 3 ชนิดเข้าด้วยกันพบว่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นของทั้ง 4 กอง มีค่าเฉลี่ยประมาณ 35.38 (ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้ง 8 กอง มาวิเคราะห์แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย) และผลการวิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในระหว่างการหมักแสดงในรูปแบบที่ 4.13, 4.14, 4.15 และภาคผนวก ข.6

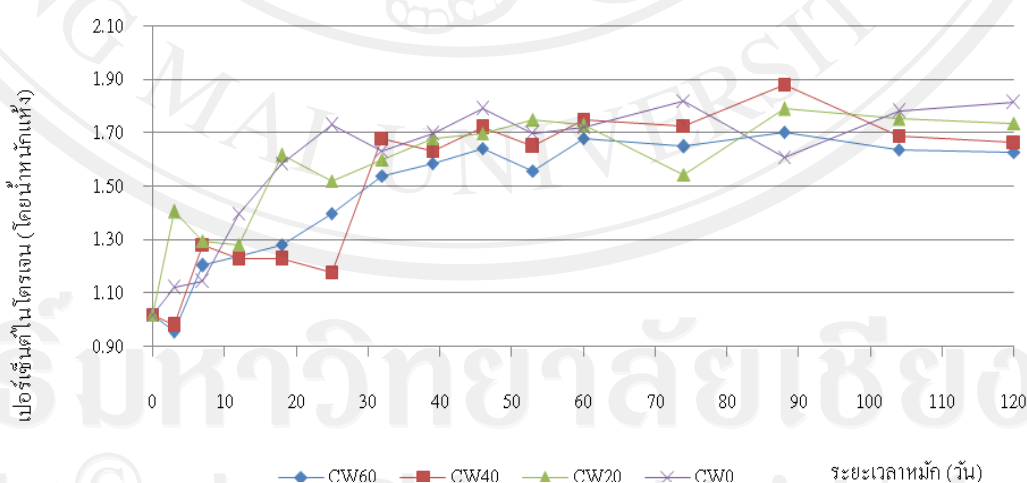


รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของกองหมักที่ไม่มีมีการพลิกกอง

จากรูปที่ 4.13 พบว่าคาร์บอนเริ่มต้น (วันที่ 0) ของกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าเป็น 35.92 เปอร์เซ็นต์ (ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้ง 8 กอง มาวิเคราะห์แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย) และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังจากนั้นคล้ายกันทั้ง 4 กอง คือมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็นช่วงปรับตัว และระยะเทอร์โมฟิลิกที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในปริมาณสูง การลดลงของคาร์บอนในระหว่างการหมักอธิบายได้ว่าจุลินทรีย์จะดึงเอาคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในกองหมักมาใช้เป็นอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ใหม่ และคาร์บอนยังสูญหายไปในรูปแบบของคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Satisha, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิที่วัดได้ในช่วงนั้นมีค่าสูงด้วยเช่นกัน

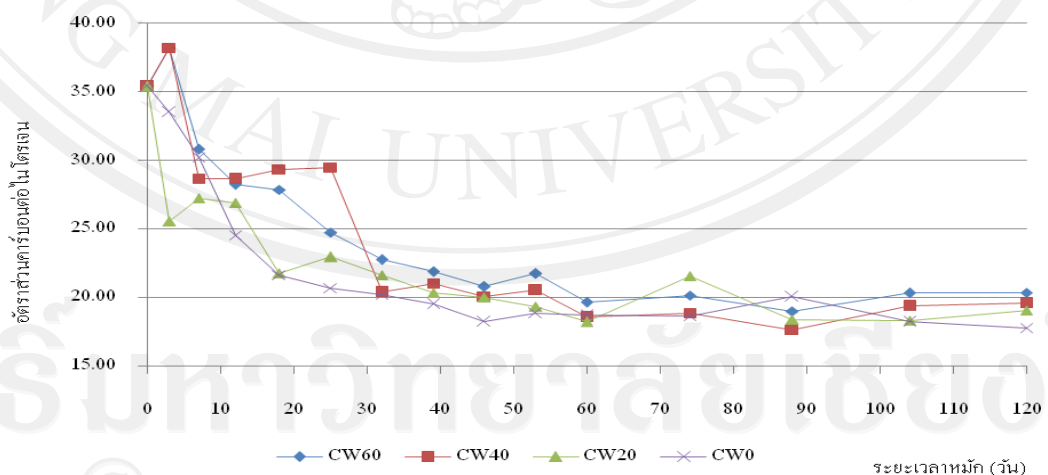
จนถึงประมาณวันที่ 60 ของการหมัก หลังจากนั้นปริมาณคาร์บอนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก โดยในวันสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 120) พบว่าคาร์บอนในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าเป็น 33.10, 32.57, 33.04 และ 32.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายสารอินทรีย์หลังจากวันที่ 60 ของการหมัก เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ค่าที่ได้ค่อนข้างคงที่หรือไม่แตกต่างกัน

ส่วนไนโตรเจนในกองหมักดังแสดงในรูปที่ 4.14 ทั้ง 4 กอง CW60, CW40, CW20 และ CW0 พบว่ามีค่าเริ่มต้น 1.02 เปอร์เซ็นต์ (ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้ง 8 กอง มาวิเคราะห์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงประมาณวันที่ 30 ของการหมัก เนื่องจากเป็นระยะเทอร์โมฟิลิกที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในปริมาณสูง การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนในระหว่างการหมักอธิบายได้ว่าเมื่อเกิดการย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะระเหยสู่บรรยากาศ ทำให้มวลลดลงคาร์บอนจะมีการสูญเสียในสัดส่วนที่สูงกว่าไนโตรเจน ส่งผลปริมาณไนโตรเจนต่อหน่วยน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น (Huang, 2004) ในโตรเจนเป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เช่นเดียวกับคาร์บอน โดยจุลินทรีย์จะดึงไนโตรเจนไปใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างเซลล์ใหม่ หลังจากนั้นมีความสูงชันอย่างช้าๆ จนถึงวันที่ 60 ของการหมัก ก็เริ่มเปลี่ยนแปลงไม่มากนักหรือค่อนข้างคงที่ และพบว่ามีค่าในวันสิ้นสุดการหมัก 1.63, 1.67, 1.74 และ 1.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



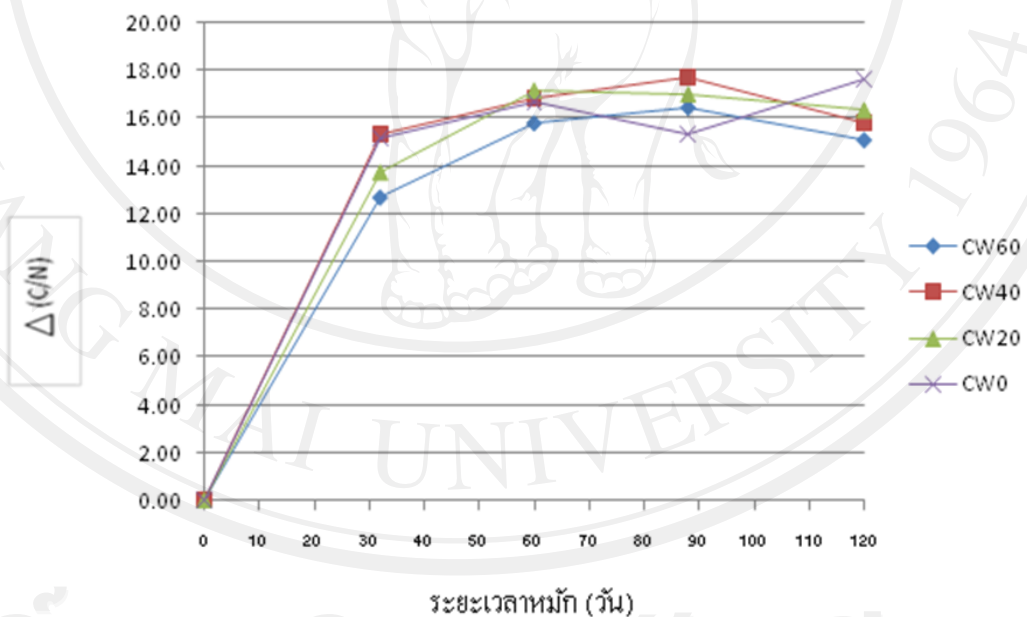
รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

จากผลการทดลองพบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักทั้ง 4 กองหมัก มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในวันที่ 3 ของการหมัก ซึ่งสนับสนุนสมมุติฐานที่ว่าในช่วงแรกของการหมักเป็นช่วงการปรับตัว โดยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชันและการย่อยสลายในกระบวนการหมักยังเกิดขึ้นน้อย จากนั้นอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 7 – 32 ของการหมัก (อัครบัณฑิต, 2547) โดยจากรูปที่ 4.15 พบว่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักทั้ง 4 กอง จะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงวันที่ 32 ของการหมัก เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในปริมาณสูง จากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ อย่างต่อเนื่องและเริ่มคงที่ตามระยะเวลาในการหมักที่แตกต่างกัน โดยกองหมัก CW0 เริ่มคงที่เร็วที่สุดคือ 46 วัน รองลงมาคือกองหมัก CW20, CW40 และ CW60 คือ 53, 60 และ 60 วันตามลำดับ โดยอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในวันสิ้นสุดการหมักของกองหมัก CW60, CW40, CW20, และ CW0 มีค่าประมาณ 20.31, 19.54, 19.02 และ 17.74 ตามลำดับ ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วควรมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 20 (Polprasert, 1989) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อสิ้นสุดการหมัก ($(C/N)_f$) ต่ออัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อเริ่มต้นการหมัก ($(C/N)_i$) ของทั้ง 4 กองหมักพบว่า มีค่า $(C/N)_f / (C/N)_i$ น้อยกว่า 0.75 ดังนั้นการทดลองทั้ง 4 กองจึงได้ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้ว (Jimenez and Garcia, 1989)



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการลดลงของค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักทั้ง 4 กองจากรูปที่ 4.16 พบว่า กองหมักที่มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงมากที่สุดเมื่อสิ้นสุดการหมักคือ CW0 ลดลง 17.64 รองลงมาคือกองหมัก CW20, CW40 และ CW60 ลดลง 16.36, 15.86 และ 15.06 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาร่วมกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองหมักพบว่าสอดคล้องกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักต่ำกว่า เกิดการสะสมของอุณหภูมิภายในกองหมักไม่ลดต่ำจนเกินไป ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีกว่า ซึ่งทำให้วัสดุหมักถูกย่อยสลายจนมีสถานะคงตัวได้เร็วกว่า ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงเร็วกว่าด้วย โดยกองหมักที่ไม่ใช้โครงระบายอากาศ หรือกองหมัก CW0 สามารถลดค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนได้มากที่สุดเมื่อสิ้นสุดการหมัก



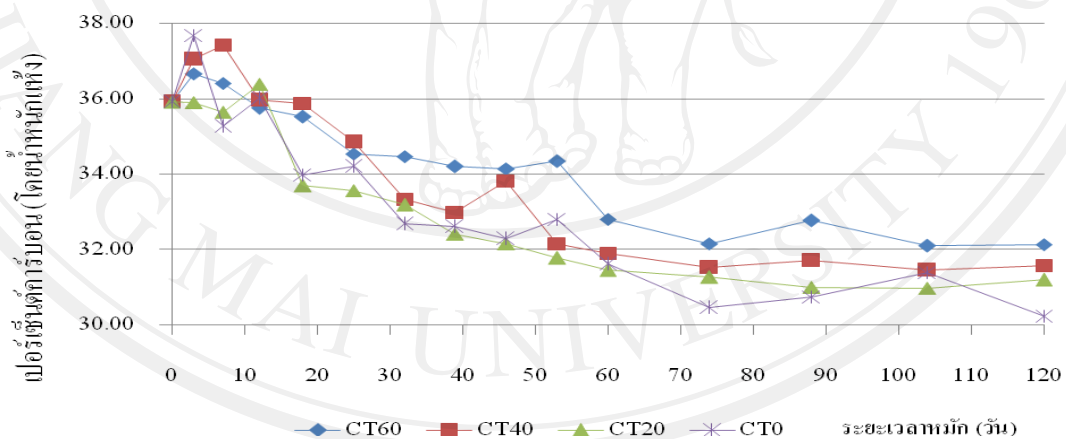
รูปที่ 4.16 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ลดลงระหว่างการหมักของกองหมักที่ไม่พลิกกอง

4.2.5.2 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

หลังจากที่ได้ทำการผสมวัสดุหมักทั้ง 3 ชนิดเข้าด้วยกันพบว่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 35.38

ผลการวิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในระหว่างการหมักแสดงในรูปแบบที่ 4.17, 4.18, 4.19 และภาคผนวก ข.7

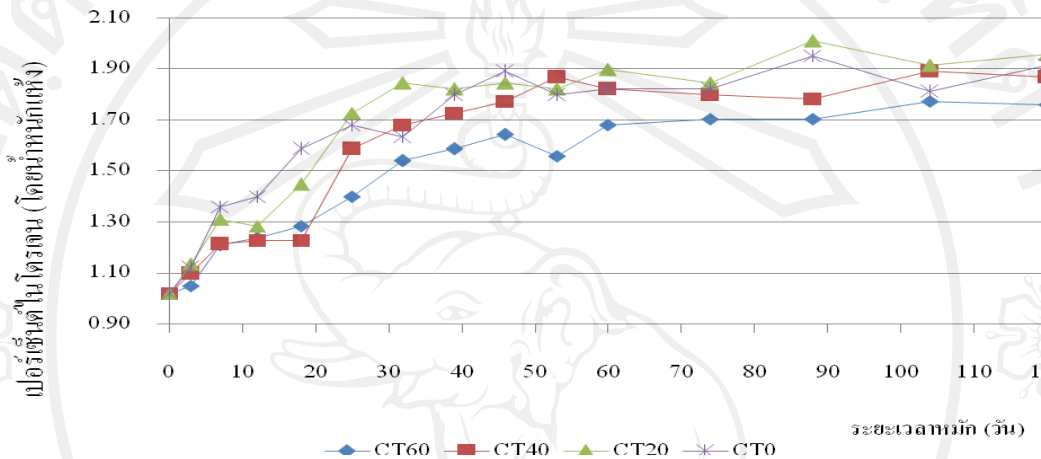
จากรูปที่ 4.17 พบว่าคาร์บอนเริ่มต้น (วันที่ 0) ของกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเป็น 35.92 เปอร์เซ็นต์ (ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้ง 8 กอง มาวิเคราะห์แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย) และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังจากนั้นคล้ายกันทั้ง 4 กอง คือมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการหมัก จนถึงประมาณวันที่ 74 ของการหมัก คาร์บอนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก โดยในวันสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 120) พบว่าคาร์บอนในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเป็น 32.14, 31.59, 31.21 และ 30.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คาร์บอนอินทรีย์ที่เหลือส่วนใหญ่เป็นพวกที่ย่อยสลายได้ยากทำให้คาร์บอนอินทรีย์ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่าคาร์บอนอินทรีย์ลดลงประมาณร้อยละ 8 – 17 ซึ่งคาร์บอนประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณที่ลดลงจะถูกนำไปใช้ร่วมกับไนโตรเจนในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในขณะที่อีก 2 ส่วนที่เหลือนั้นจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ (Tiquia et al., 1997)



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของกองหมักที่มีการพลิกกอง

ส่วนไนโตรเจนดังแสดงในรูป 4.18 ในกองหมักทั้ง 4 กอง CT60, CT40, CT20 และ CT0 พบว่ามีค่าเริ่มต้น 1.02 เปอร์เซ็นต์ (ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้ง 8 กอง มาวิเคราะห์แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย) และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เหมือนกันทั้ง 4 กอง จนถึงประมาณวันที่ 46 ของการหมัก ก็เริ่มเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ซึ่งเมื่อพิจารณา ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนแล้วพบว่าวัสดุหมักถูกย่อยสลายจนเข้า

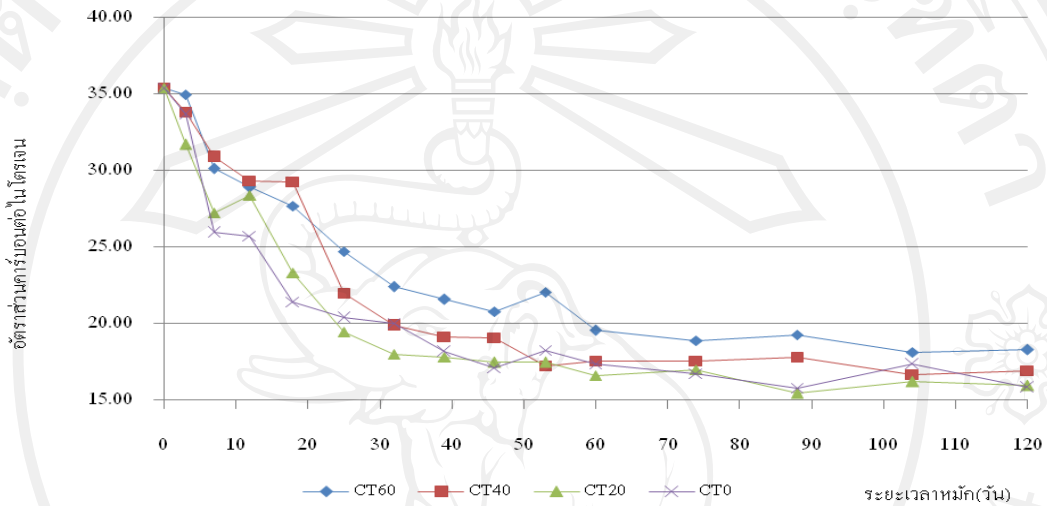
ผู้สภาวะคงตัวในช่วงเวลาใกล้เคียงกันประมาณ 46 – 60 วัน และมีค่าในวันสิ้นสุดการหมักประมาณ 1.76, 1.87, 1.96 และ 1.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง

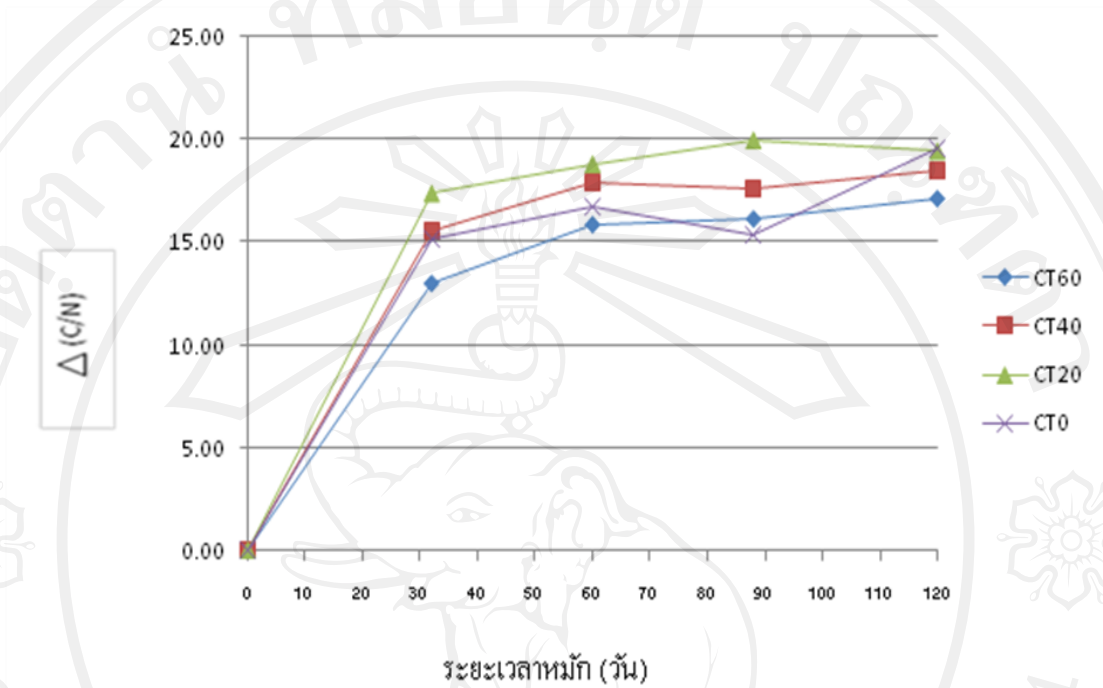
เช่นเดียวกันกับการทดลองที่มีการพลิกกองหมักดังแสดงในรูปที่ 4.19 พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักทั้ง 4 กองหมัก มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในวันที่ 3 ของการหมัก ซึ่งสนับสนุนสมมุติฐานที่ว่าในช่วงแรกของการหมักเป็นช่วงการปรับตัวโดยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชันและการย่อยสลายในกระบวนการหมักยังเกิดขึ้นน้อย จากนั้นอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 7 – 32 ของการหมัก (อักรบัณฑิต, 2547) โดยจากรูปที่ 4.19 พบว่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักทั้ง 4 กอง จะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงวันที่ 32 ของการหมัก เนื่องจากเป็นระยะเทอร์โมฟิลิกที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในปริมาณสูง จากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ อย่างต่อเนื่องและเริ่มคงที่ตามระยะเวลาในการหมักที่แตกต่างกัน โดยกองหมัก CT20 เริ่มคงที่เร็วที่สุดคือ 39 วัน รองลงมาคือ กองหมัก CT0, CT40 และ CT60 คือ 46, 53 และ 60 วันตามลำดับ โดยอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในวันสิ้นสุดการหมักของกองหมัก CT60, CT40, CT20, และ CT0 มีค่าประมาณ 18.27, 16.92, 15.95 และ 15.81 ตามลำดับ ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วควรมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 20 (Hirai, 1983; Polprasert, 1989) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อสิ้นสุดการหมัก ((C/N)_p) ต่ออัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อเริ่มต้นการหมัก ((C/N)_i)

ของทั้ง 4 กองหมักพบว่ามีค่า $(C/N)_f / (C/N)_i$ น้อยกว่า 0.75 ดังนั้นการทดลองทั้ง 4 กองจึงได้ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้ว (Jimenez and Garcia, 1989)



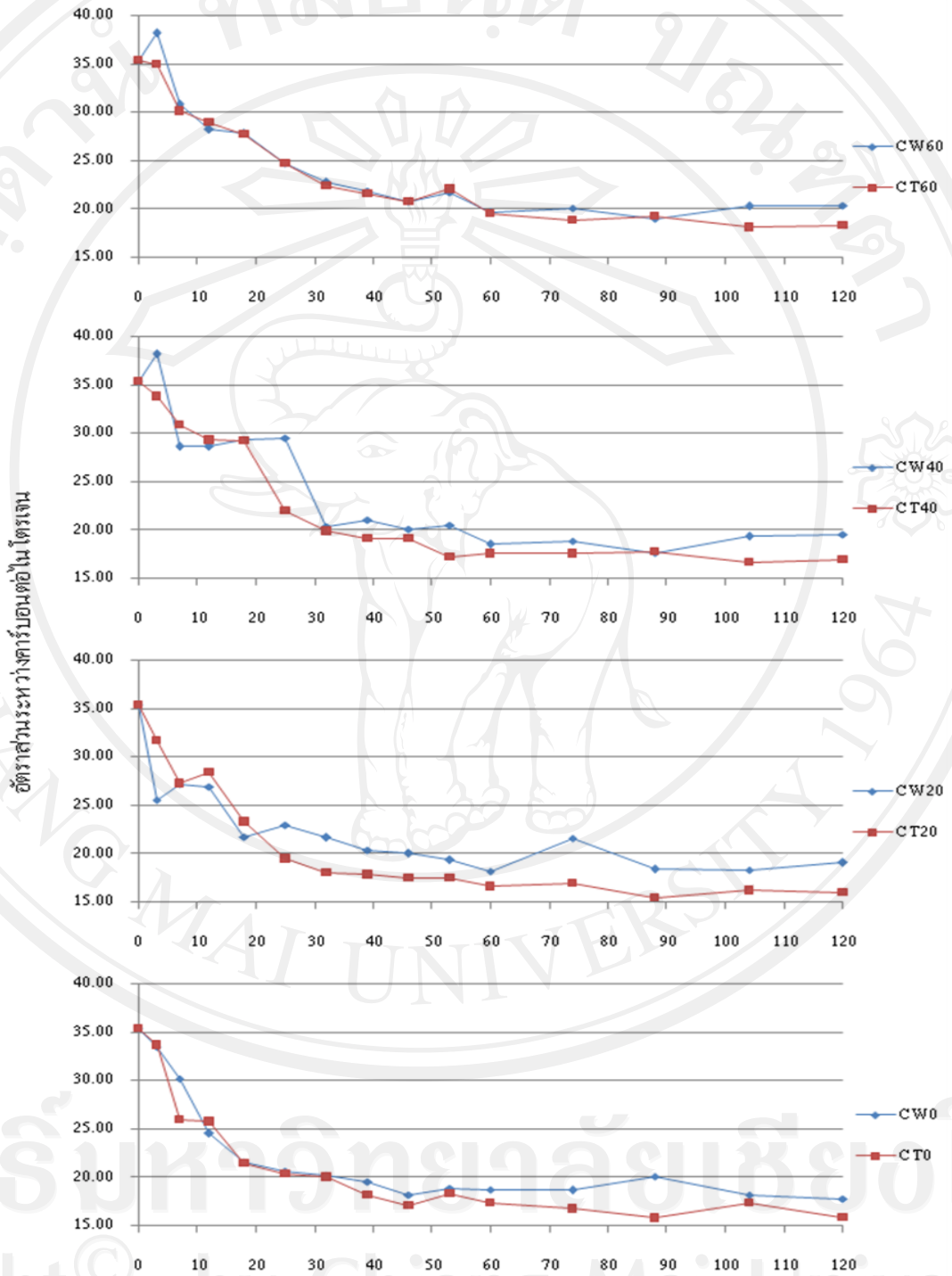
รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการลดลงของค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองหมักทั้ง 4 กอง ดังแสดงในรูปที่ 4.20 พบว่า กองหมักที่มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงมากที่สุดเมื่อสิ้นสุดการหมักคือ CT0 ลดลง 19.57 รองลงมาคือกองหมัก CT20, CT40 และ CT60 ลดลง 19.43, 18.46 และ 17.11 ตามลำดับ โดยในช่วง 32 วันแรกของการหมักพบว่ากองหมัก CW20 มีอัตราการลดลงของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเร็วที่สุด รองลงมาคือกองหมัก CT20, CT40 และ CT60 ตามลำดับ และหลังจากนั้นทั้ง 4 กองหมักมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนคล้ายคลึงกันไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักที่แตกต่างกัน และพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน มีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกัน โดยกองหมักที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่ำกว่าจะสามารถลดอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนได้มากกว่า



รูปที่ 4.20 อัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ในโตรเจนที่ลดลงระหว่างการหมักของกองหมักที่มีการพลิกกอง

จากรูป 4.21 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกองหมักที่มีขนาดของโครงสร้างระบายอากาศเท่ากันพบว่าค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ในโตรเจนตลอดการหมักและเมื่อสิ้นสุดการหมักกองหมักที่มีการพลิกกองหมักจะมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ในโตรเจนต่ำกว่าซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่า การพลิกกองหมักจะช่วยเติมอากาศภายในกองหมัก รวมทั้งเกิดการกระจายตัวของจุลินทรีย์และสารอาหารภายในกองหมัก (Tchobanoglous, 2000) ซึ่งทำให้จุลินทรีย์สามารถเติบโตและย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น



รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ในโตรเจนในระหว่างการหมักของกองหมักที่การพลิกและไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาดของโครงระบายอากาศเท่ากัน

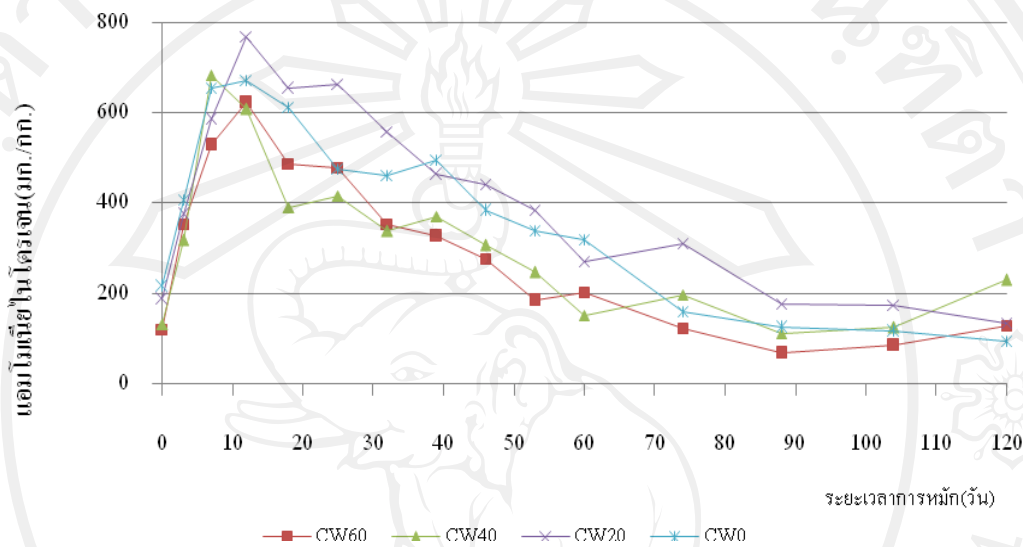
4.2.6 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน

4.2.6.1 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

ผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนในกองหมักทั้ง 4 กอง แสดงได้ดังรูปที่ 4.22 และภาคผนวก ข.8 จากผลการทดลองพบว่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเริ่มต้นในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าเป็น 120.5, 130.9, 187.2 และ 215.3 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 2 สัปดาห์แรกของการหมัก เนื่องจากในช่วงแรกของการหมักจะมีอัตราการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์สูง และได้ผลผลิตเป็นแอมโมเนียม ซึ่งแอมโมเนียมบางส่วนจะละลายน้ำเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมไนโตรเจน (ศุภชัย, 2546) โดยมีค่าสูงสุดในวันที่ 12 (กองหมัก CW60, CW20 และ CW0 เท่ากับ 622.53, 769.41 และ 672.11 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) และ 7 (683.63 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) ของการหมัก หลังจากนั้นปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนก็ลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากแอมโมเนียมไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทไนโตรเจน (Satissha, 2006) จนถึงประมาณวันที่ 74 ก็เริ่มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในช่วงนี้จะเห็นว่าปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในกองหมัก CW20 และ CW0 จะสูงกว่าในกองหมัก CW60 และ CW40 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าไนโตรเจนอินทรีย์ในกองหมัก CW20 และ CW0 เปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียมไนโตรเจนได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกองหมักที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเนื่องจากเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์น้อยกว่ากองหมัก CW20 และ CW0 และมีค่าในวันสิ้นสุดการหมักเป็น 128.7, 229.4, 135.2 และ 95.4 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ ทั้ง 4 การทดลองมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือแอมโมเนียมมีค่าเพิ่มมากขึ้นในช่วงแรก (วันที่ 0 – 12 ของการหมัก) อันเนื่องมาจากกระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน ที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นแอมโมเนียมซึ่งอยู่ในสมดุลของแอมโมเนียม หลังจากนั้นก็มีค่าลดลงเรื่อยๆ (หลังจากวันที่ 12 ของการหมัก) เนื่องจากการระเหยและกระบวนการไนตริฟิเคชัน ที่เปลี่ยนแอมโมเนียมไปเป็นไนเตรทและไนเตรท และมีค่าคงที่ในช่วงสุดท้ายของการหมัก (วันที่ 74 – 120 ของการหมัก)

Sanchez et al. (2000) กล่าวว่า ปุ๋ยหมักที่หมักได้ที่แล้วและมีคุณภาพดีนั้นควรมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนน้อยกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในวันสุดท้ายของการหมักทั้ง 4 กอง มีค่าต่ำกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มี

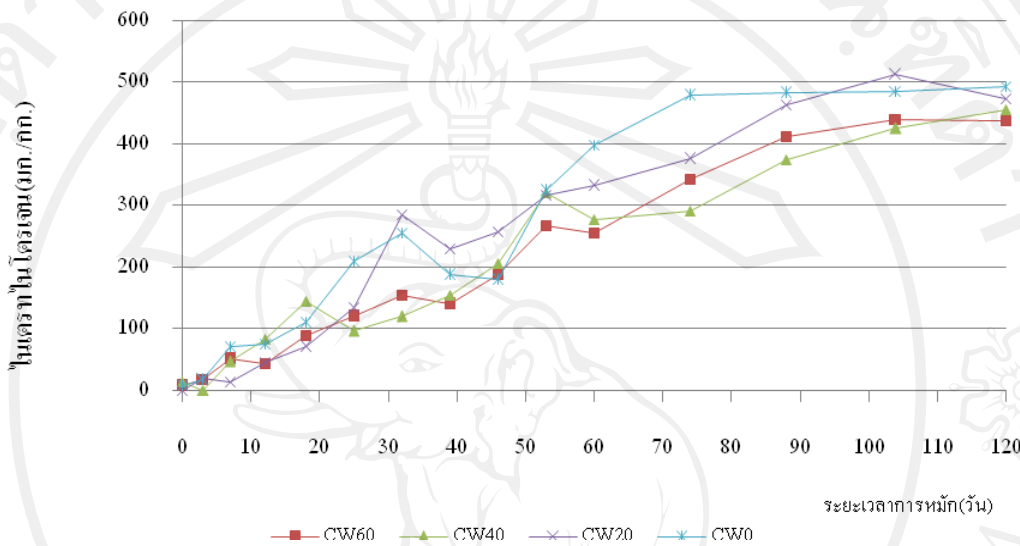
คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี



รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

การเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในรูปที่ 4.23 และภาคผนวก ข.9 พบว่ากองหมักทั้ง 4 กองมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือ ไนเตรทไนโตรเจนนั้นมีค่าน้อยมากในช่วงเริ่มต้นของการหมักโดยค่าเริ่มต้นในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีค่าเป็น 7.1, 14.2, 0 และ 7.1 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 0 - 32 ของการหมัก และลดลงเล็กน้อยในช่วงวันที่ 32 - 39 ของการหมัก และมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงวันที่ 39 - 88 ของการหมัก หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่มีค่าเป็น 438, 455, 473.2 และ 493 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ ในวันสิ้นสุดการหมัก ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในช่วงแรกของการหมัก (วันที่ 0 - 32) เกิดกระบวนการแอมโมนิฟิเคชันไปพร้อมกับกระบวนการไนตริฟิเคชัน ทำให้แอมโมเนียบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นไนเตรท หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของไนเตรทเกิดเนื่องจากกระบวนการไนตริฟิเคชันเป็นหลัก และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งในวันที่ 39 - 90 ของการหมัก โดยจากผลการศึกษาพบว่าปริมาณไนเตรทไนโตรเจนในกองหมัก CW20 และ CW0 จะสูงกว่าในกองหมัก CW60 และ CW40 และจากผลการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนสามารถอธิบายได้ว่าไนโตรเจนอินทรีย์ในกองหมัก CW20

และ CW0 เปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียมไนโตรเจนได้มากกว่า จึงเหลือแอมโมเนียในรูปแอมโมเนียมมากกว่าและถูกเปลี่ยนมาเป็นไนเตรทมากกว่าด้วย



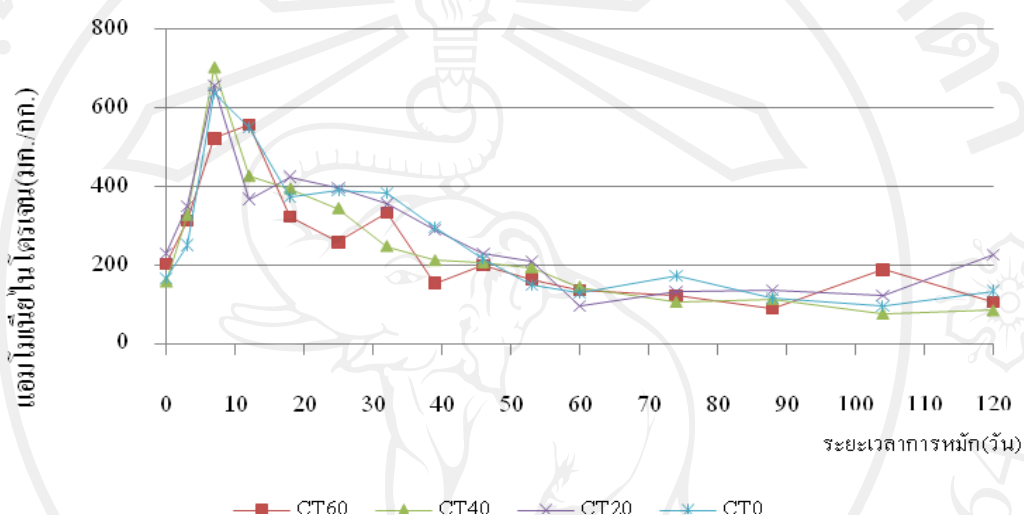
รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วและมีคุณภาพดีควรมีค่าไนเตรทไม่น้อยกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก (Sanchez et al., 2000) ซึ่งปุ๋ยหมักจากการทดลองนี้ทั้ง 4 กอง มีปริมาณไนเตรทมากกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมักทั้ง 4 กอง

4.2.6.2 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

ผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนของกองหมักทั้ง 4 กอง แสดงได้ดังรูปที่ 4.24 และภาคผนวก ข.9 จากผลการทดลองพบว่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเริ่มต้นในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเป็น 202.8, 158.7, 228.4 และ 164.2 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ และเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรกของการหมัก เนื่องจากในช่วงแรกของการหมักจะมีอัตราการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์สูง และได้ผลิตเป็นแอมโมเนีย ซึ่งแอมโมเนียบางส่วนจะละลายน้ำเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมไนโตรเจน (สุภชัย, 2546) หลังจากนั้นปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนก็ลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากแอมโมเนียมไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทไนโตรเจน (Satisha, 2006) จนถึงประมาณวันที่ 60 ของการหมักก็เริ่มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และมีค่าในวันสิ้นสุดการหมักเป็น 105.5, 85.5, 225 และ 132.8

มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ จากผลการศึกษพบว่าปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนทั้ง 4 กองหมัก มีค่าใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการสูญเสียแอมโมเนียในรูปของก๊าซในระหว่างการพลิกกองจึงทำให้ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนใกล้เคียงกัน

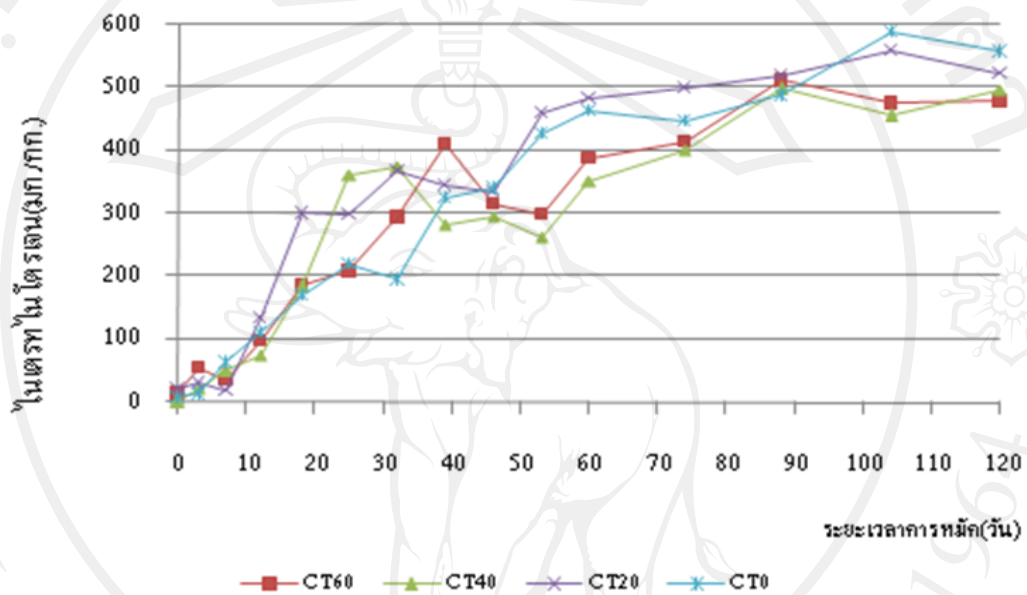


รูปที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง

Sanchez et al. (2000) กล่าวว่า ปุ๋ยหมักที่หมักได้ที่แล้วและมีคุณภาพดินนั้นควรมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนน้อยกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในวันสุดท้ายของการหมักทั้ง 4 กอง มีค่าต่ำกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

การเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในรูปที่ 4.25 และภาคผนวก ข.9 พบว่ากองหมักทั้ง 4 กองมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือ ไนเตรทไนโตรเจนนั้นมีค่าน้อยมากในช่วงเริ่มต้นของการหมักโดยค่าเริ่มต้นในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีค่าเริ่มต้นประมาณ 14.1, 0, 21.3 และ 7.1 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาในการหมักในช่วงวันที่ 0 - 32 ของการหมัก และลดลงเล็กน้อยในช่วงวันที่ 32 - 39 ของการหมัก และมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงวันที่ 39 - 88 ของการหมัก เป็นผลจากกระบวนการไนตริฟิเคชัน เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรทโดยไนโตรโซโมแนสแบคทีเรีย และไนเตรทจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทโดยไนโตรแบคเตอร์แบคทีเรีย หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่

เปลี่ยนแปลงอีกไม่มากนักและมีค่าประมาณ 479, 497.6, 522 และ 558 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ ในวันสิ้นสุดการหมัก โดยที่วัสดุหมักจากกองหมัก CT20 และ CT0 ถูกย่อยสลายจนมีสถานะคงตัวประมาณวันที่ 60 ของการหมัก เร็วกว่ากองหมัก CT60 และ CT40 ซึ่งมีสถานะคงตัวประมาณวันที่ 88 ของการหมัก

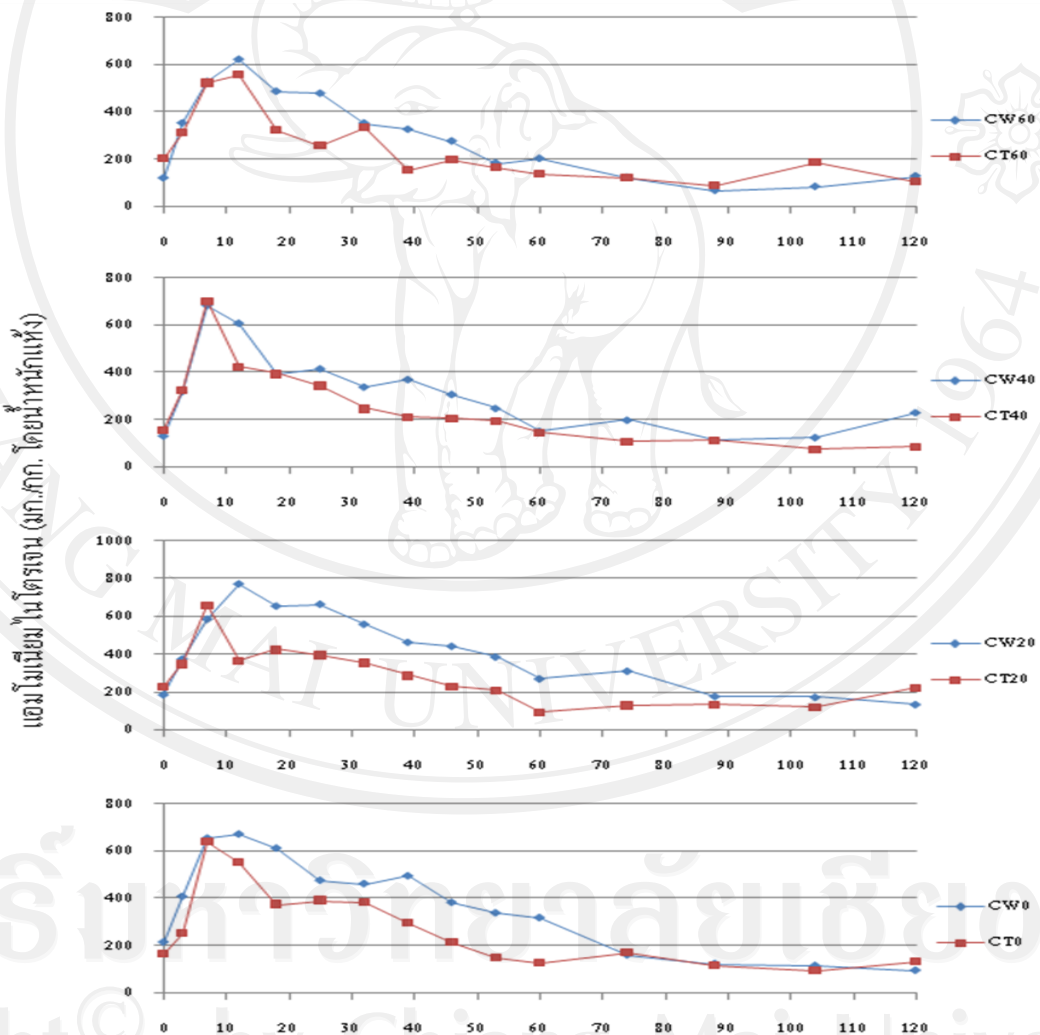


รูปที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง

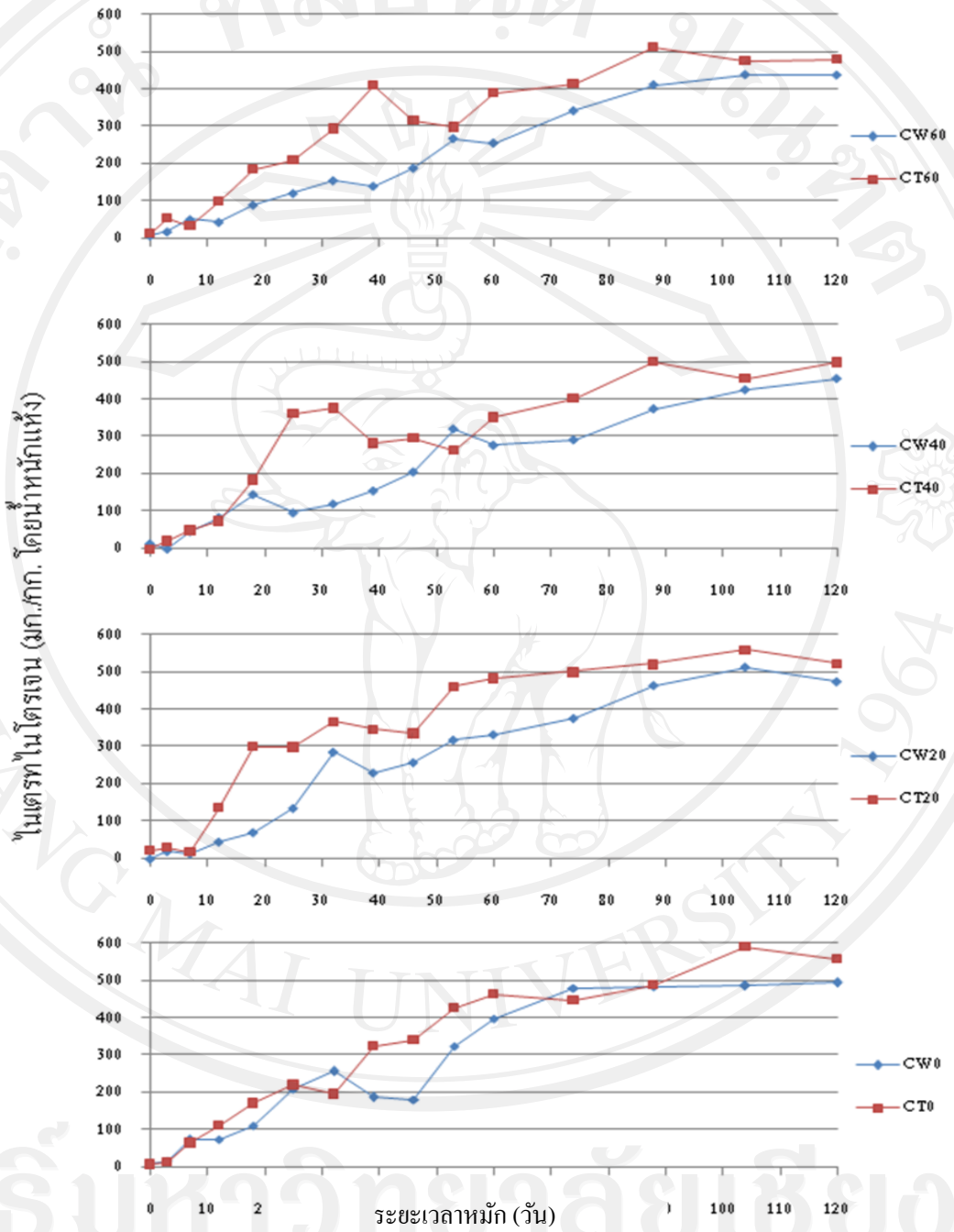
ปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วและมีคุณภาพดีควรมีค่าไนเตรทไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก (Barberis and Nappi 1996 and Sanchez et al., 2000) ซึ่งปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองนี้ทั้ง 4 กอง มีปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมากกว่า 400 มก./กก. โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมักทั้ง 4 กอง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน และพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน และผลเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 4.26 พบว่าในกองหมักที่มีการพลิกกองจะมีปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนต่ำกว่ากองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง ซึ่งผลการศึกษาดูการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียในโตรเจนจากการพลิกกองมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่า และควรจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในโตรเจนเกิดเป็นแอมโมเนียมากกว่า ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าแอมโมเนียในโตรเจนถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 4.27 แสดงให้เห็นว่ากองหมักที่มีการพลิกกองจะเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่าและมีปริมาณไนเตรทในโตรเจนสูงกว่ากองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง



รูปที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในโตรเจนของกองหมักที่มีและไม่มีพลิกกอง ที่มีขนาดโครงระบายอากาศเท่ากัน



รูปที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงในเตรทไนโตรเจนของกองหมักที่มีและไม่มีกรพลิกกอง ที่มีขนาด
 โครงระบายอากาศเท่ากัน

นอกจากนี้เมื่อทำการคำนวณหาปริมาณน้ำหนักของไนโตรเจนทั้งหมดที่มีในแต่ละกองหมักดังตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณน้ำหนักของไนโตรเจนในทุกกองหมักมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนเตรทไนโตรเจนภายในกองหมัก และสูญเสียไปในรูปของแอมโมเนียอย่างมาก

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักของไนโตรเจนทั้งหมดในกองหมัก

| กองหมัก | น้ำหนักแห้ง(กก.) | | ไนโตรเจน (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง) | | น้ำหนักไนโตรเจน(กก.) | |
|---------|------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------|----------|
| | ก่อนหมัก | หลังหมัก | ก่อนหมัก | หลังหมัก | ก่อนหมัก | หลังหมัก |
| CT60 | 45.83 | 29.96 | 1.06 | 1.76 | 0.49 | 0.53 |
| CT40 | 44.84 | 29.08 | 1.03 | 1.87 | 0.46 | 0.54 |
| CT20 | 45.58 | 28.02 | 1.10 | 1.96 | 0.50 | 0.55 |
| CT0 | 45.61 | 25.81 | 1.00 | 1.91 | 0.46 | 0.49 |
| CW60 | 50.00 | 31.47 | 1.04 | 1.63 | 0.52 | 0.51 |
| CW40 | 53.93 | 29.56 | 0.93 | 1.67 | 0.50 | 0.49 |
| CW20 | 53.54 | 27.38 | 0.97 | 1.74 | 0.52 | 0.48 |
| CW0 | 52.51 | 28.24 | 1.00 | 1.81 | 0.53 | 0.51 |

4.2.7 ธาตุอาหาร

4.2.7.1 ธาตุอาหารของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

ผลการวิเคราะห์หาธาตุอาหารซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของวัสดุหมักในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 เมื่อเริ่มต้นการหมักและสิ้นสุดการหมักแสดงดังตาราง 4.4 โดยพบว่าธาตุอาหารในกองหมักทั้ง 4 กอง มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจากการหายไปของมวลวัสดุหมักเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในช่วงระหว่างการหมัก ทำให้ปริมาณธาตุอาหารต่อน้ำหนักแห้งของมวลวัสดุหมักมีค่าเพิ่มขึ้น (ศุภชัย, 2546) โดยสุดท้ายปุ๋ยหมักในกองหมักทั้ง 4 กอง มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมคิดเป็นร้อยละดังนี้ กองหมัก CW60 มีค่าประมาณ 1.73, 0.46 และ 1.17 ตามลำดับ กองหมัก CW40 มีค่าประมาณ 1.88, 0.52 และ 1.08 ตามลำดับ กองหมัก CW20 มีค่าประมาณ 1.99, 0.61 และ 1.23 ตามลำดับ และกองหมัก CW0 มีค่าประมาณ 2.03, 0.53 และ 1.22 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ปริมาณธาตุอาหารตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดการหมักของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

| แร่ธาตุ อาหาร | ปริมาณแร่ธาตุอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมัก) | | | | | | | |
|------------------|--|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | CW60 | | CW40 | | CW20 | | CW0 | |
| | วันที่ 0 | วันที่ 120 | วันที่ 0 | วันที่ 120 | วันที่ 0 | วันที่ 120 | วันที่ 0 | วันที่ 120 |
| N | 1.04 | 1.73 | 0.93 | 1.88 | 0.97 | 1.99 | 1.00 | 2.03 |
| P | 0.38 | 0.46 | 0.35 | 0.52 | 0.43 | 0.61 | 0.40 | 0.53 |
| K | 0.83 | 1.17 | 0.84 | 1.08 | 0.97 | 1.23 | 0.78 | 1.22 |

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทั้ง 4 กองหมัก มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2548) ที่แนะนำว่าปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดินนั้นควรมีปริมาณไนโตรเจนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณฟอสฟอรัสกับโพแทสเซียมใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินที่แนะนำว่าควรมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารหลักเพียงพอแก่ความต้องการของพืช และจากผลการศึกษาพบว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดกองหมักแตกต่างกัน ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักที่ได้แต่อย่างใด

4.2.7.2 ธาตุอาหารของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

ผลการวิเคราะห์หาธาตุอาหารซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของวัสดุหมักในกองหมักทั้ง 4 กอง เมื่อเริ่มต้นการหมักและสิ้นสุดการหมักแสดงดังตาราง 4.5 โดยพบว่าธาตุอาหารในกองหมักทั้ง 4 กอง มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจากการหายไปของมวลวัสดุหมักเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระหว่างการหมัก ทำให้ปริมาณธาตุอาหารต่อน้ำหนักแห้งของมวลวัสดุหมักมีค่าเพิ่มขึ้น (ศุภชัย, 2546) โดยสุดท้ายปุ๋ยหมักในกองหมักทั้ง 4 กอง มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมคิดเป็นร้อยละดังนี้ กองหมัก CT60 มีค่าประมาณ 2.03, 0.44 และ 1.00 ตามลำดับ กองหมัก CT40 มีค่าประมาณ 1.98, 0.47 และ 1.01 ตามลำดับ กองหมัก CT20 มีค่าประมาณ 2.12, 0.43 และ 1.08 ตามลำดับ และกองหมัก CT0 มีค่าประมาณ 2.04, 0.48 และ 0.95 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณธาตุอาหารตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดการหมักของกองหมักที่มีการพลิกกอง

| แร่ธาตุ อาหาร | ปริมาณแร่ธาตุอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมัก) | | | | | | | |
|------------------|--|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | CT60 | | CT40 | | CT20 | | CT0 | |
| | วันที่ 0 | วันที่ 120 | วันที่ 0 | วันที่ 120 | วันที่ 0 | วันที่ 120 | วันที่ 0 | วันที่ 120 |
| N | 1.09 | 2.03 | 1.03 | 1.98 | 0.98 | 2.12 | 1.00 | 2.04 |
| P | 0.32 | 0.44 | 0.31 | 0.47 | 0.29 | 0.43 | 0.36 | 0.48 |
| K | 0.81 | 1.00 | 0.85 | 1.01 | 0.75 | 1.08 | 0.63 | 0.95 |

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทั้ง 4 กองหมัก มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2548) ที่แนะนำว่าปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดินนั้นควรมีปริมาณไนโตรเจนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณฟอสฟอรัสกับโพแทสเซียมใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินที่แนะนำว่าควรมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารหลักเพียงพอแก่ความต้องการของพืช และจากผลการศึกษาพบว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน ร่วมกับการพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักที่ได้แต่อย่างใด

ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักนั้น ไม่ได้ถูกนำไปใช้โดยพืชในทันทีทั้งหมด พืชจะดูดซึมเอาไปใช้เพียงบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือก็จะค่อยๆ ถูกดูดซึมไปใช้ในภายหลัง ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมักที่มีธาตุอาหารมากอยู่เป็นประจำจะทำให้เกิดการสะสมของธาตุอาหารในดิน และดินจะมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในดินควรมีสัดส่วนที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดด้วย พืชจึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

4.2.8 สี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ย

4.2.8.1 สี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ยของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

สี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ยเป็นลักษณะทางกายภาพที่สังเกตได้ง่ายโดยไม่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมี และยังสามารถใช้เป็นครุชนี้อย่างหนึ่งในการบ่งบอกการได้ที่ของปุ๋ยหมักได้อีกด้วย ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้แสดงการเปลี่ยนแปลงสี และลักษณะเนื้อปุ๋ย ตั้งแต่

เริ่มทำการหมักจนถึงสิ้นสุดการหมักในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 แสดงในรูปที่ 4.28, 4.29, 4.30 และ 4.31 ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.28 ถึง 4.31 พบว่ากองหมักทั้ง 4 กอง ในช่วงเริ่มต้นของการหมักจะมีสีน้ำตาลตามสีของวัสดุที่ใช้ในการหมัก และมีกลิ่นจากมูลไก่ค่อนข้างรุนแรง หลังจากทำการหมักต่อไปในช่วงสัปดาห์แรกพบว่ามีไอร้อนออกมาจากกองหมัก และน้ำที่ไหลออกมาจากกองหมักทั้ง 4 กอง มีกลิ่นของแอมโมเนีย เนื่องจากเป็นระยะปรับตัวที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในโตรเจนพบว่าสอดคล้องกัน โดยสัปดาห์แรกของการหมักเป็นช่วงที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในโตรเจนและมีอัตราการเกิดแอมโมเนียสูง เป็นเช่นนี้เหมือนกันหมดทั้ง 4 กอง และเมื่อผ่านไปประมาณสัปดาห์ที่ 2 พบว่าวัสดุหมักทั้ง 4 กองเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีเทาลักษณะคล้ายเป็นพวกเชื้อรา ลักษณะเนื้อของวัสดุหมักเริ่มเปื่อยยุ่ย หลังจากนั้นเมื่อทำการหมักต่อไปในสัปดาห์ที่ 3 เมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพบว่าความร้อนกองหมักทั้ง 4 กอง นั้นลดลงเข้าสู่ช่วงเทอร์โมฟิลิกซึ่งเป็นช่วงที่มีอัตราการย่อยสลายสูง ในกองหมัก ทั้ง 4 กอง ยังคงมีกลิ่นของแอมโมเนียอยู่เล็กน้อย ในขณะที่เดียวกันสีของวัสดุหมักก็มีสีคล้ำขึ้นเล็กน้อย และลักษณะเนื้อวัสดุหมักเริ่มเปื่อยยุ่ยทั้ง 4 กองหมัก จนกระทั่งผ่านไปประมาณ 8 สัปดาห์ของการหมักพบว่า กองหมัก CW20 มีสีคล้ำขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลเข้มและมีกลิ่นคล้ายดินธรรมชาติ ส่วนกองหมัก CW60, CW40 และ CW0 มีสีน้ำตาลเข้มเมื่อผ่านไปประมาณ 10 สัปดาห์ และสีของวัสดุหมักภายในกองหมักมีสีเข้มกว่าวัสดุหมักที่อยู่ข้างนอกอย่างชัดเจน ซึ่งในกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 วัสดุหมักที่อยู่ภายนอกบางส่วนยังคงมีลักษณะคล้ายกับเศษใบไม้แห้ง ที่ยังไม่ถูกย่อยสลายไปมากนัก ส่วนลักษณะเนื้อวัสดุหมักภายในกองหมักนั้นมีลักษณะอ่อนนุ่มและขาดออกจากกันได้ง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่แล้ว และเมื่อพิจารณาร่วมกับพารามิเตอร์อื่นๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยเป็นระยะที่พารามิเตอร์อื่นๆ เข้าสู่ภาวะคงตัวแล้ว อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการหมัก เนื้อของวัสดุหมักโดยรวมมีขนาดเล็กกว่าเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังคงมีวัสดุหมักอยู่ในช่วงระยะบ่ม และยังคงมีการย่อยสลายอยู่อย่างช้าๆ ซึ่งทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีความละเอียดมากขึ้น (อักรบัณฑิต, 2547)

จากผลการทดลองพบว่า การหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่ หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกันนั้น วัสดุหมักที่ได้จากกองหมัก CW0 จะมีการเปลี่ยนสีเข้มขึ้นเร็วกว่าเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาจากวันที่สิ้นสุดการทดลองพบว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากกองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีสี กลิ่น และ

ลักษณะเนื้อปุ๋ยคล้ายกัน ซึ่งน่าจะสรุปได้ว่าสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดโคจรระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดกองหมักแตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ย



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.28 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW60 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.29 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW40 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.30 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW20 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.31 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW0 ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการหมัก

4.2.8.2 สี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ยของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

ผลการเปลี่ยนแปลงสี และลักษณะเนื้อปุ๋ย ตั้งแต่เริ่มทำการหมักจนถึงสิ้นสุดการหมัก ในกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 แสดงในรูปที่ 4.32, 4.33, 4.34 และ 4.35 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.32 ถึง 4.35 พบว่ากองหมักทั้ง 4 กอง ในช่วงเริ่มต้นของการหมักจะมีสีน้ำตาลตามสีของวัสดุที่ใช้ในการหมัก และมีกลิ่นจากมูลไก่ค่อนข้างฉุนมาก ขนาดของเศษผักและเศษใบไม้มีขนาดใหญ่กว่า 3 เซนติเมตร หลังจากที่ทำการหมักต่อไปในช่วงสัปดาห์แรกพบว่าน้ำที่ไหลออกมาจากกองหมักทั้ง 4 กอง มีกลิ่นของแอมโมเนีย และเมื่อทำการพลิกกองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 พบว่ามีความร้อนเกิดขึ้นและมีกลิ่นของแอมโมเนีย เนื่องจากเป็นระยะปรับตัวที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในโตรเจนเกิดแอมโมเนียขึ้นมา ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไนโตรเจนในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก โดยเป็นเช่นนี้เหมือนกันหมดทั้ง 4 กอง และเมื่อผ่านไปประมาณสัปดาห์ที่ 2 พบว่าวัสดุหมักทั้ง 4 กองเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีเทา ลักษณะคล้ายเป็นพวกเชื้อรา และลักษณะเนื้อของวัสดุหมักเริ่มเปียกชุ่มหลังจากนั้นเมื่อทำการหมักต่อไปในสัปดาห์ที่ 3 พบว่าความร้อนของกองหมักทั้ง 4 กองนั้นลดลง และที่กลิ่นของแอมโมเนียเริ่มลดลงด้วยเช่นกัน ในขณะที่เดียวกันสีของวัสดุหมักก็มีสีคล้ำขึ้นเล็กน้อย และลักษณะเนื้อวัสดุหมักเริ่มเปียกชุ่มทั้ง 4 กองหมัก จนกระทั่งผ่านไปประมาณ 8 สัปดาห์ของการหมักพบว่า กองหมักทั้ง 4 กอง มีสีคล้ำขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลเข้มและมีกลิ่นคล้ายดินธรรมชาติ ส่วนลักษณะเนื้อวัสดุหมักภายในกองหมักนั้นมีลักษณะอ่อนนุ่มและขาดออกจากกันได้ง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่แล้ว และพบว่ามีคุณสมบัติคล้ายกันกับพารามิเตอร์อื่นๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุหมักเข้าสู่สภาวะคงตัวในระยะเวลานี้ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการหมัก เนื้อของวัสดุหมักโดยรวมมีขนาดเล็กกว่าเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังคงมีวัสดุหมักอยู่ในช่วงระยะบ่ม และยังคงมีการย่อยสลายอยู่อย่างช้าๆ ซึ่งทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีความละเอียดมากขึ้น (อัครบัณฑิต, 2547)

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ย ในระหว่างการหมักทั้ง 4 กอง ไม่แตกต่างกันในช่วงเวลาเดียวกัน แสดงว่าการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน และพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

ในระหว่างการหมักแต่อย่างใด



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.32 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT60 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.33 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT40 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



วันที่ 120

รูปที่ 4.34 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT20 ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการหมัก



วันที่ 0



วันที่ 7



วันที่ 18



วันที่ 32



วันที่ 46



วันที่ 60



วันที่ 88



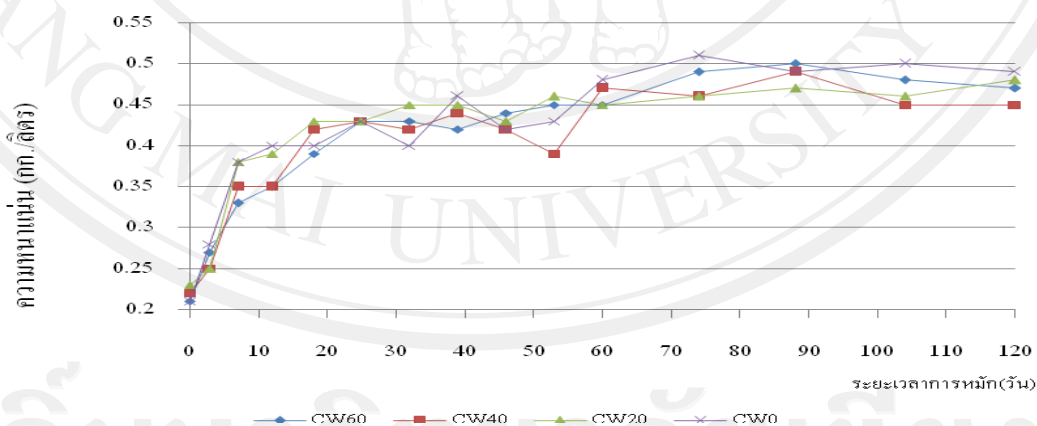
วันที่ 120

รูปที่ 4.35 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT0 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก

4.2.9 ความหนาแน่น

4.2.9.1 ความหนาแน่นของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

จากรูปที่ 4.36 และภาคผนวก ข.10 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเริ่มต้นและสิ้นสุดของวัสดุหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 พบว่าวัสดุหมักมีความหนาแน่นในวันเริ่มต้นการหมักเป็น 0.21, 0.22, 0.23 และ 0.21 กก./ลิตร ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่ามีความหนาแน่นประมาณ 0.47, 0.45, 0.48 และ 0.49 กก./ลิตร ตามลำดับ การที่ความหนาแน่นของวัสดุหมักมีค่าสูงขึ้นเนื่องมาจากสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายจนมีขนาดลดลงทำให้มีความหนาแน่นมากขึ้น ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของทั้ง 4 กองมีลักษณะคล้ายกันคือ ในสัปดาห์แรกของการหมักความหนาแน่นของวัสดุหมักจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และเริ่มคงที่ โดยจะเริ่มคงที่ประมาณวันที่ 60 ของการหมัก ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะพบว่าสอดคล้องกัน โดยช่วงแรกของการหมักมีอุณหภูมิสูงเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างรวดเร็วทำให้วัสดุหมักมีขนาดลดลง และเมื่อเวลาผ่านไปจนถึงประมาณวันที่ 70 ของการหมักอุณหภูมิกองหมักเริ่มใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศ วัสดุหมักถูกย่อยสลายจนมีสภาพค่อนข้างคงตัว ขนาดของวัสดุหมักจึงเปลี่ยนแปลงอีกไม่มากนัก ส่งผลให้ความหนาแน่นค่อนข้างคงที่ด้วย

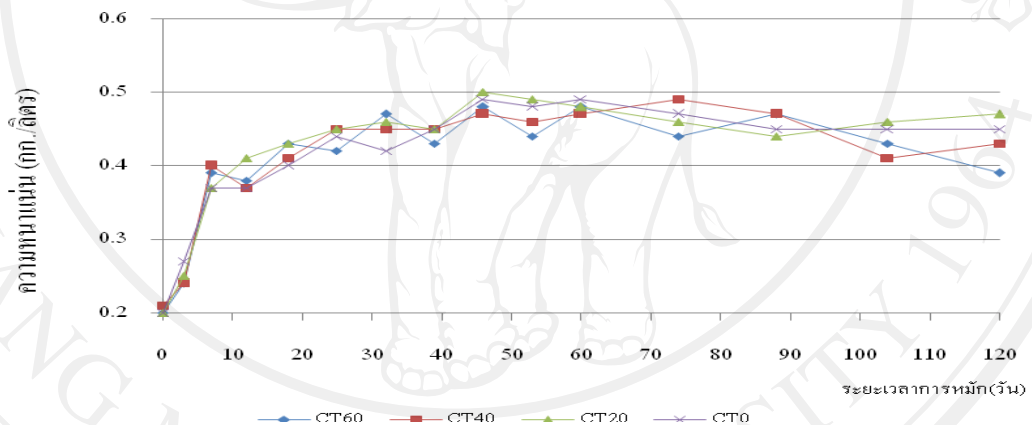


รูปที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของกองหมักที่ไม่มีพลิกกอง

4.2.9.2 ความหนาแน่นของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

จากรูปที่ 4.37 และภาคผนวก ข.10 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเริ่มต้นและสิ้นสุดของวัสดุหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 พบว่าวัสดุหมักมีความหนาแน่นในวันเริ่มต้นการหมักเป็น 0.20, 0.21, 0.20 และ 0.20 กก./ลิตร ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก

พบว่ามีความหนาแน่นประมาณ 0.39, 0.43, 0.47 และ 0.45 กก./ลิตร ตามลำดับ การที่ความหนาแน่นของวัสดุหมักมีค่าสูงขึ้นเนื่องมาจากสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายจนมีขนาดลดลงทำให้มีความหนาแน่นมากขึ้น ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของทั้ง 4 กองมีลักษณะคล้ายกันคือ ในสัปดาห์แรกของการหมักความหนาแน่นของวัสดุหมักจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และเริ่มคงที่ โดยจะเริ่มคงที่ประมาณวันที่ 46 ของการหมัก และในช่วงท้ายของการหมักความหนาแน่นของกองหมักทั้ง 4 กองลดลงอีกเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นพบว่าในช่วงท้ายของการหมัก (หลังจากวันที่ 74) ความชื้นของวัสดุหมักมีค่าลดลง เนื่องจากวัสดุหมักถูกย่อยสลายจนมีสถานะคงตัวแล้วจึงเติมน้ำเพื่อปรับความชื้นน้อยลง ทำให้วัสดุหมักมีความหนาแน่นน้อยลงด้วย



รูปที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของกองหมักที่มีการพลิกกอง

4.3 การลดลงของมวลและขนาดปุย

4.3.1 การลดลงของมวล

4.3.1.1 การลดลงของมวลของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

การลดลงของมวลวัสดุหมักเป็นการเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของวัสดุหมักเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดกระบวนการหมัก ดังได้แสดงผลในตาราง 4.6 กองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 พบว่ามีน้ำหนักของวัสดุหมักในวันเริ่มต้นการหมักเป็น 50.00, 53.93, 53.54 และ 52.51 กก. โดย น้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่าน้ำหนักมีค่าลดลงไปเหลือประมาณ 31.47, 31.46, 30.08 และ 29.06 กก. โดย น้ำหนักแห้งของวัสดุหมักตามลำดับ หรือมีน้ำหนักลดลง 28.08, 33.39, 36.43 และ 36.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศพบว่า สัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของหมักที่แตกต่างกัน มีผลต่อการลดลงของมวลเล็กน้อย โดยจากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าของหมักที่มีสัดส่วนของพื้นที่หน้าตัดโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของหมักต่ำกว่า จะเกิดการย่อยสลายได้ดีกว่า โดยที่ของหมัก CW0 และ CW20 มีน้ำหนักลดลง 36.67 และ 36.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าของหมัก CW60 และ CW40 ซึ่งมีน้ำหนักลดลง 28.08 และ 33.39 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 การลดลงของมวลวัสดุหมักของของหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

| น้ำหนัก | ของหมัก | | | |
|--|---------|--------|--------|--------|
| | CW60 | CW40 | CW20 | CW0 |
| 1. เมื่อเริ่มดำเนินการหมัก | | | | |
| - นน.รวมของวัสดุหมัก (กก. โดย นน.เปียก) | 120.00 | 120.00 | 120.00 | 120.00 |
| - ความชื้นของวัสดุหมัก (เปอร์เซ็นต์) | 58.33 | 55.06 | 55.38 | 56.24 |
| - นน.รวมของวัสดุหมัก (กก. โดย นน.แห้ง) | 50.00 | 53.93 | 53.54 | 52.51 |
| 2. ตัวอย่างวัสดุหมักที่เก็บไปวิเคราะห์ | | | | |
| - นน. ตัวอย่างรวม (กก. โดย นน.แห้ง) | 6.24 | 6.36 | 6.22 | 6.62 |
| 3. เมื่อสิ้นสุดการหมัก | | | | |
| - นน.รวมของปุ๋ยหมัก (กก. โดย นน.เปียก) | 64.00 | 66.00 | 67.00 | 65.00 |
| - ความชื้นของปุ๋ยหมัก (เปอร์เซ็นต์) | 50.83 | 52.33 | 55.11 | 54.45 |
| - นน.รวมของปุ๋ยหมัก (กก. โดย นน.แห้ง) | 31.47 | 31.46 | 30.08 | 29.06 |
| 4. มวลที่หายไปของวัสดุหมักในระหว่างการหมัก | | | | |
| - นน. วัสดุหมักที่หายไป (กก. โดย นน.แห้ง) | 12.29 | 16.11 | 17.24 | 16.83 |
| - เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่หายไปของวัสดุหมัก | 28.08 | 33.39 | 36.43 | 36.67 |

4.3.1.2 การลดลงของมวลของของหมักที่มีการพลิกกองทุก ๆ 7 วัน

การลดลงของมวลวัสดุหมักเป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของวัสดุหมักเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดกระบวนการหมัก ดังได้แสดงผลในตาราง 4.7 ของหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 พบว่ามีน้ำหนักของวัสดุหมักในวันเริ่มดำเนินการหมักเป็น 45.83, 44.84, 45.58 และ 45.61 กก. โดย น้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่าน้ำหนักมีค่าลดลงไปเหลือประมาณ 29.96, 29.08, 26.02 และ 24.07 กก. โดย น้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ หรือมีน้ำหนักลดลง 23.70, 27.19, 33.97 และ 37.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองการหมักปุ๋ยโดยใช้โครงระบายอากาศที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่ของหน้าตัดของหมักที่แตกต่างกัน และมีการพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน มีผลต่อการลดลงของมวลเล็กน้อย โดยจากผลการทดลองพบว่ากองหมักที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่ หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักต่ำกว่า จะมีการลดลงของมวลมากกว่า โดยกองหมักที่มีการลดลงของมวลมากที่สุดคือ CT0 รองลงมาคือ CT20, CT40 และ CT60 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 การลดลงของมวลวัสดุหมักของกองหมักที่มีการพลิกกอง

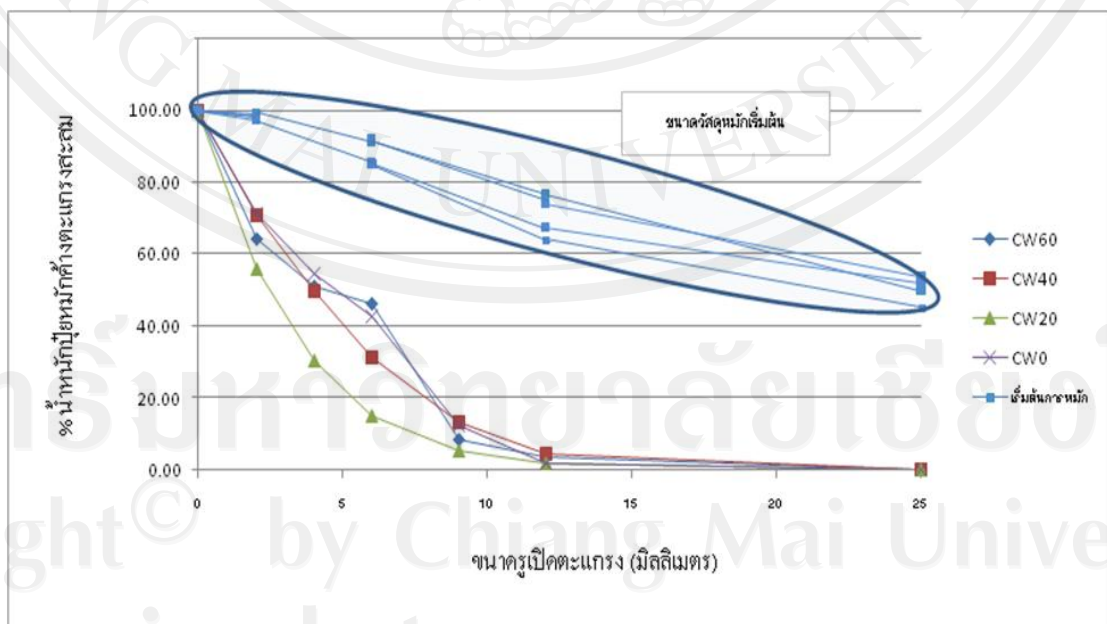
| น้ำหนัก | กองหมัก | | | |
|--|---------|--------|--------|--------|
| | CT60 | CT40 | CT20 | CT0 |
| 1. เมื่อเริ่มต้นการหมัก | | | | |
| - นน.รวมของวัสดุหมัก (กก. โดย นน.เปียก) | 120.00 | 120.00 | 120.00 | 120.00 |
| - ความชื้นของวัสดุหมัก (เปอร์เซ็นต์) | 61.81 | 62.63 | 62.02 | 61.99 |
| - นน.รวมของวัสดุหมัก (กก. โดย นน.แห้ง) | 45.83 | 44.84 | 45.58 | 45.61 |
| 2. ตัวอย่างวัสดุหมักที่เก็บไปวิเคราะห์ | | | | |
| - นน. ตัวอย่างรวม (กก. โดย นน.แห้ง) | 6.57 | 5.97 | 6.17 | 6.25 |
| 3. เมื่อสิ้นสุดการหมัก | | | | |
| - นน.รวมของปุ๋ยหมัก (กก. โดย นน.เปียก) | 60.00 | 54.00 | 52.00 | 52.00 |
| - ความชื้นของปุ๋ยหมัก (เปอร์เซ็นต์) | 50.07 | 46.14 | 49.96 | 52.50 |
| - นน.รวมของปุ๋ยหมัก (กก. โดย นน.แห้ง) | 29.96 | 29.08 | 26.02 | 24.70 |
| 4. มวลที่หายไปของวัสดุหมักในระหว่างการหมัก | | | | |
| - นน. วัสดุหมักที่หายไป (กก. โดย นน.แห้ง) | 9.30 | 10.57 | 13.39 | 14.66 |
| - เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่หายไปของวัสดุหมัก | 23.70 | 27.19 | 33.97 | 37.25 |

4.3.2 ขนาดของปุ๋ยหมัก

4.3.2.1 ขนาดของปุ๋ยหมักของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการลดลงขนาดของปุ๋ยหมัก พบว่าขนาดของปุ๋ยหมักในกองหมักทั้ง 4 กอง มีสัดส่วนของปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 12.7 มิลลิเมตร มากกว่าร้อยละ 95 ดังแสดงในรูปที่ 4.38 และภาคผนวก ข.10 ซึ่งตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2551) ระบุว่าปุ๋ยอินทรีย์ต้องมีขนาดเล็กกว่า 12.5×12.5 มิลลิเมตร ซึ่งวัสดุบางส่วนมีขนาดใหญ่เกินมาตรฐานปุ๋ย

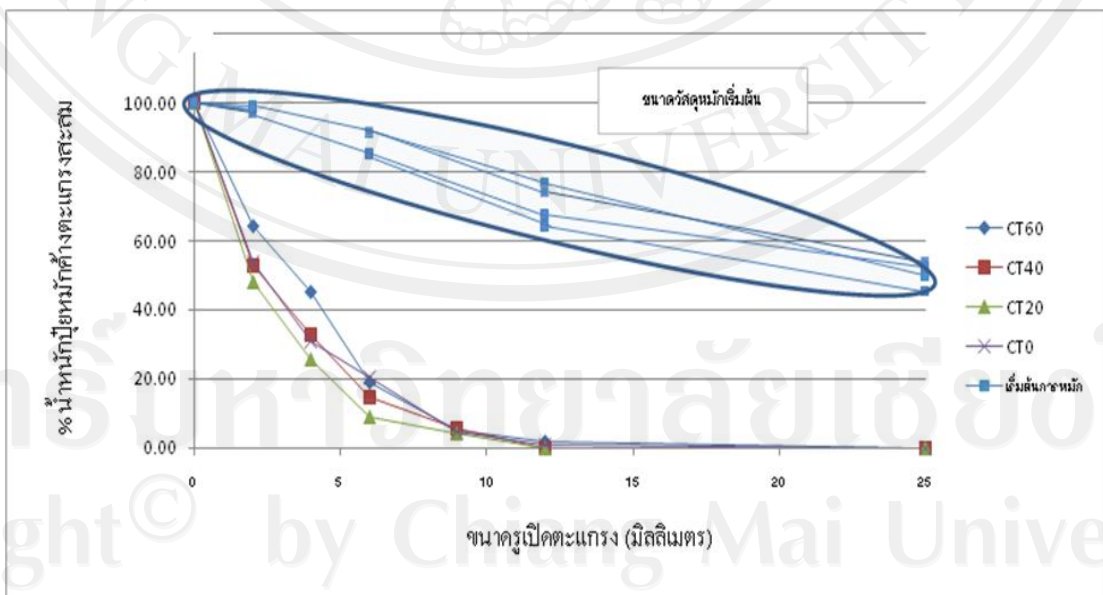
เนื่องในกระบวนการหมักไม่มีการพลิกกองหมัก ส่งผลทำให้วัสดุหมักบางส่วนที่อยู่ด้านนอกของกองหมักย่อยสลายช้าและยังคงมีขนาดใหญ่อยู่ และการอัดตัวกันแน่นและจับกันเป็นก้อนบริเวณด้านล่างของกองหมักจากการกดทับโดยน้ำหนักของวัสดุหมักเองจนวัสดุหมักไม่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาดรูเปิด 12.7 มิลลิเมตรได้ และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่ากองหมัก CW60, CW40, CW20 และ CW0 มีสัดส่วนของปุ๋ยหมักที่มีขนาดใหญ่กว่า 12.7 มิลลิเมตร 3.91, 4.65, 1.93 และ 2.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือมีขนาดเล็กกว่า 12.7 มิลลิเมตร 96.09, 95.35, 98.07 และ 97.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งก่อนทำการหมักพบว่าวัสดุหมักที่มีขนาดใหญ่กว่า 12.7 มิลลิเมตร ประมาณ 64.09 – 76.64 เปอร์เซ็นต์ จากผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่ากองหมักที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักต่ำกว่าจะเกิดการย่อยสลายภายในกองหมักได้ดีกว่า ทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า โดยวัสดุหมักจากกองหมัก CW20 มีขนาดใหญ่กว่ารูเปิด 6.35 มิลลิเมตร ประมาณ 14.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ CW40 ประมาณ 31.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกองหมัก CW60 และ CW0 มีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 46.10 และ 42.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับการลดลงของมวลและความหนาแน่นแล้วพบว่า สอดคล้องกันโดยในกองหมัก CW3 และ CW4 จะมีการลดลงของน้ำหนักและมีความหนาแน่นมากกว่ากองหมัก CW1 และ CW2 เมื่อสิ้นสุดการหมัก



รูปที่ 4.38 น้ำหนักของปุ๋ยหมักที่ค้างตะแกรงจากกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง

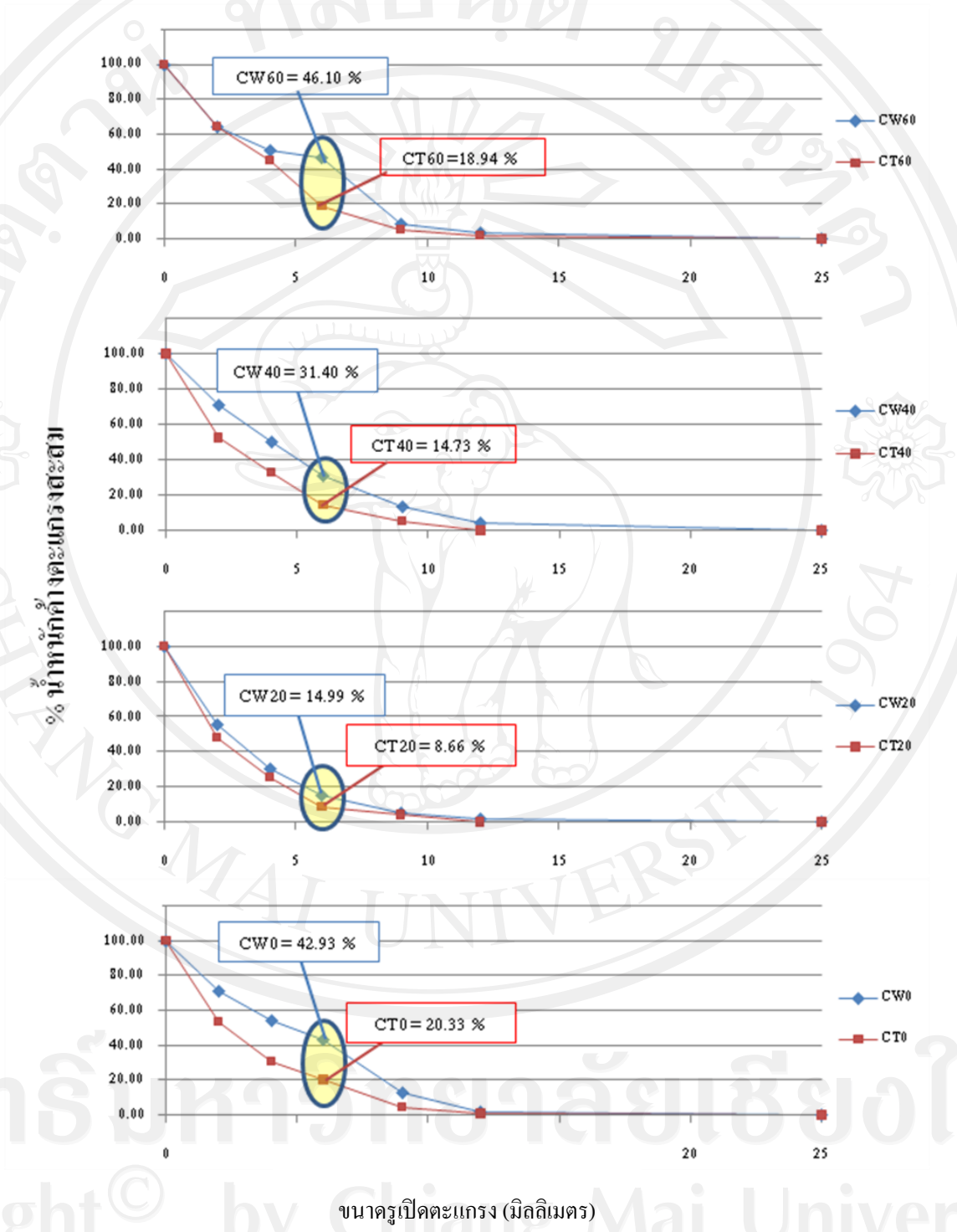
4.3.2.2 ขนาดของปุ๋ยหมักของกองหมักที่มีการพลิกกองทุกๆ 7 วัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการลดลงขนาดของปุ๋ยหมัก พบว่าขนาดของปุ๋ยหมักในกองหมักทั้ง 4 กอง มีสัดส่วนของปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 12.7 มิลลิเมตร มากกว่าร้อยละ 98 ดังแสดงในรูปที่ 4.39 และภาคผนวก ข.11 ซึ่งตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2551) ระบุว่าปุ๋ยอินทรีย์ต้องมีขนาดเล็กกว่า 12.5×12.5 มิลลิเมตร ซึ่งวัสดุบางส่วนมีขนาดใหญ่เกินมาตรฐานปุ๋ยเนื่องจากการอัดตัวกันแน่นและจับกันเป็นก้อนจากการกดทับโดยน้ำหนักของวัสดุหมักเองจนวัสดุหมักไม่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาดรูเปิด 12.7 มิลลิเมตรได้ และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่ากองหมัก CT60, CT40, CT20 และ CT0 มีสัดส่วนของปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 12.7 มิลลิเมตร 98.62, 100.00, 100.00 และ 99.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งก่อนทำการหมักพบว่าวัสดุหมักมีขนาดใหญ่กว่า 12.7 มิลลิเมตร ประมาณ 64.09 – 76.64 เปอร์เซ็นต์จากผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่าขนาดของปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักโดยการใช้โครงระบายอากาศที่มีสัดส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของโครงระบายอากาศต่อพื้นที่หน้าตัดของกองหมักแตกต่างกัน และมีการพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน มีผลไม่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับความหนาแน่นแล้วพบว่าสอดคล้องกันโดยในกองหมักทั้ง 4 กองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง และมีขนาดของปุ๋ยใกล้เคียงกันเมื่อสิ้นสุดการหมัก



รูปที่ 4.39 น้ำหนักของปุ๋ยหมักค้ำตะแกรงจากกองหมักที่มีการพลิกกอง

จากรูป 4.40 เมื่อเปรียบเทียบขนาดของปุ๋ยหมักตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2552) ระบุว่าปุ๋ยอินทรีย์ต้องมีขนาดเล็กกว่า 12.5×12.5 มิลลิเมตร พบว่าขนาดของปุ๋ยหมักทั้ง 8 กอง มีขนาดตามค่ามาตรฐานสูงกว่า 98 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเปรียบเทียบขนาดของปุ๋ยหมักที่ได้จากกองหมักที่มีขนาดของโครงสร้างอากาศเท่ากันพบว่าในกองหมักที่มีการพลิกกองหมักทุกๆ 7 วัน จะได้ปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่ากองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง เนื่องจากการพลิกกองหมักทำให้วัสดุหมักมีขนาดเล็กลงเนื่องจากแรงกระแทกในระหว่างการพลิกกองและยังเป็นการช่วยเพิ่มอากาศและความพรุนภายในกองหมัก ทำให้จุลินทรีย์สามารถเติบโตและย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากเนื้อปุ๋ยหมักเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปุ๋ยหมักบางส่วนที่อยู่ภายนอกของกองหมักที่ได้จากกองหมักที่ไม่มีการพลิกกองยังมีขนาดใหญ่และน่าจะย่อยสลายต่อไปได้อีก ซึ่งการพลิกกองจะเป็นการช่วยผสมวัสดุหมักส่วนนี้ทำให้เกิดการย่อยสลายจนเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปุ๋ยหมักจากกองหมัก CW60 และ CT60 มีขนาดใหญ่กว่า 6.35 มิลลิเมตรประมาณ 46.10 และ 18.94 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยหมักจากกองหมัก CW40 และ CT40 มีขนาดใหญ่กว่า 6.35 มิลลิเมตรประมาณ 31.40 และ 14.73 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยหมักจากกองหมัก CW20 และ CT20 มีขนาดใหญ่กว่า 6.35 มิลลิเมตรประมาณ 14.99 และ 8.66 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยหมักจากกองหมัก CW0 และ CT0 มีขนาดใหญ่กว่า 6.35 มิลลิเมตรประมาณ 42.93 และ 20.33 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.40 ขนาดของปู้หมักที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักของกองหมักที่มีการพลิกและไม่มี การพลิกกอง ที่มีขนาดโครงระบายอากาศเท่ากัน