บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล/ผลการทดลอง

1 ศึกษาปริมาณไส้เดือนที่เหมาะสมในการย่อยสลายขยะอินทรีย์สังเคราะห์

การทดลองในครั้งนี้ได้แบ่งไส้เดือนออกเป็น 5 อัตราส่วนดังนี้คือ อัตราส่วนที่ 1 ชุดการทดลองควบคุม, อัตราส่วนที่ 2 ไส้เดือนปริมาณ 25 ก./กก.ขยะ, อัตราส่วนที่ 3 ไส้เดือนปริมาณ 50 ก./กก.ขยะ, อัตราส่วนที่ 4 ไส้เดือนปริมาณ 100 ก./กก.ขยะ, อัตราส่วนที่ 4 ไส้เดือน 150ก./กก.ขยะ และอัตราส่วนที่ 5 ไส้เดือน 200 ก./กก.ขยะ พบว่าเมื่อทำการทดลองไส้เดือนหนีออกจากกล่อง เนื่องจากพื้นที่ผิวไม่เพียงพอกับปริมาณไส้เดือน ซึ่งดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก ง

1.1 การเคลื่อนไหวของไส้เดือนในตู้ลิ้นชัก

ในการทดลองครั้งนี้ได้มีการสุ่มชั่งน้ำหนัก และนับจำนวนไส้เดือนสัปดาห์ละครั้งตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์โดยได้แสดงผลการทดลอง

ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 25 ก. พบว่าไส้เดือนส่วนมากยังคงอยู่ที่ลิ้นชัก A ของการหมักตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 7 และเมื่อทำการวัดน้ำหนักไส้เดือนในครั้งสุดท้ายพบว่า น้ำหนักรวมของไส้เดือนเพิ่มขึ้นเป็น 30.55 กรัมดังภาพ 18 26, ตาราง 18 ในภาคผนวก จ

ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 50 ก. พบว่าไส้เดือนส่วนมากจะเคลื่อนที่อยู่ระหว่างในลิ้นชัก A และ ลิ้นชัก B เท่านั้น โดยที่ไส้เดือนจะขึ้นไปที่ลิ้นชัก B หลังจากทำการหมักไปแล้ว 3 สัปดาห์ 5.1 ก. หลังจากนั้นไส้เดือนจะขึ้นไปไปกินอาหารในลิ้นชัก B เพิ่มมากขึ้น และเมื่อทำการวัดปริมาณไส้เดือนครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่ามีไส้เดือนอยู่ที่ลิ้นชัก A, B, C และ D เท่ากับ 25.39, 29.33, 0.58 และ 0.36 กรัม เมื่อพิจารณาน้ำหนักรวมสุดท้ายพบว่าไส้เดือนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 55.68 กรัม ดังภาพ 18-25 และ 27, ตาราง 17 ในภาคผนวก จ

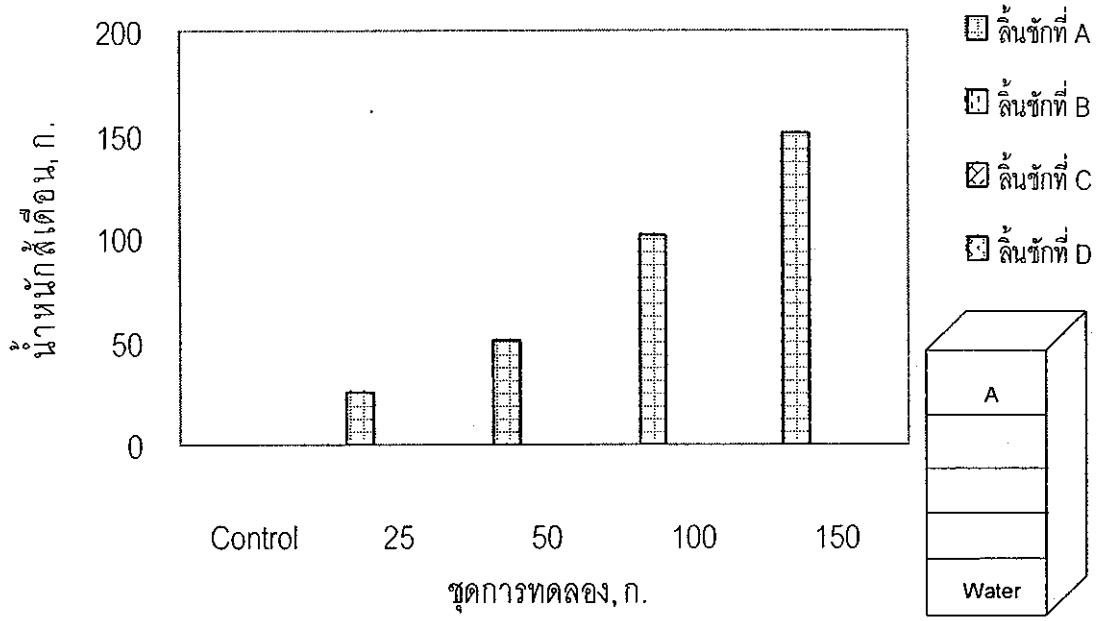
ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 100 ก.พบว่าไส้เดือนจะเคลื่อนที่หลังจากทำการใส่ขยะในแต่ละชั้นไปแล้ว 1 สัปดาห์ โดยที่ไส้เดือนเคลื่อนที่ไปลิ้นชัก B ในสัปดาห์ที่ 2 ประมาณ 33.77 กรัม เนื่องจากอาหารที่ใส่ในชั้น A เริ่มหมด ทำให้ไส้เดือนบางส่วนเริ่มเคลื่อนที่ไปในลิ้นชัก B เมื่อระยะเวลาในการหมักเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 พบว่า มีไส้เดือนอยู่ตามลิ้นชัก A, B และ C ร้อยละ 47.03, 44.94 และ 13.35 กรัม ตามลำดับ เมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 4 ไส้เดือนก็เริ่มขึ้นมากินอาหารในลิ้นชัก D โดยมีไส้เดือนอยู่ตามลิ้นชัก A, B, C และ D 29.27, 44.12, 25.15 และ 7.99 กรัม ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 5 ไส้เดือนส่วนมากก็จะอาศัยอยู่ที่ ลิ้นชัก B และ C แต่หลังจากนั้น

ไส้เดือนไส้เดือนจากลิ้นชัก A และ B ก็จะเคลื่อนที่มาอยู่ที่ ลิ้นชักC และ D เมื่อทำการวัดปริมาณไส้เดือนในแต่ละชั้นครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่า มีไส้เดือนอยู่ที่ลิ้นชัก A, B, C และ D 14.63, 17.73, 37.59 และ 37.69 กรัม ตามลำดับ พบว่าน้ำหนักรวมของไส้เดือนจะมีค่ามากที่สุดที่สัปดาห์ที่ 4 โดยเพิ่มขึ้นเป็น 108.31 ก. หลังจากนี้น้ำหนักรวมของไส้เดือนได้เริ่มลดลงเนื่องน้ำหนักไส้เดือนในลิ้นชัก A และ B เริ่มลดลง เนื่องจากอาหารหมด และจากการสังเกตพบว่ามีไส้เดือนโดยสังเกตจากมีลูกไส้เดือนเกิดขึ้นบางส่วนเกิดขึ้นมา แต่เมื่อวัดน้ำหนักรวมสุดท้ายพบว่าไส้เดือนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 107.66 ก. ดังภาพ 18-25 และ 28, ตาราง 19 ในภาคผนวก จ

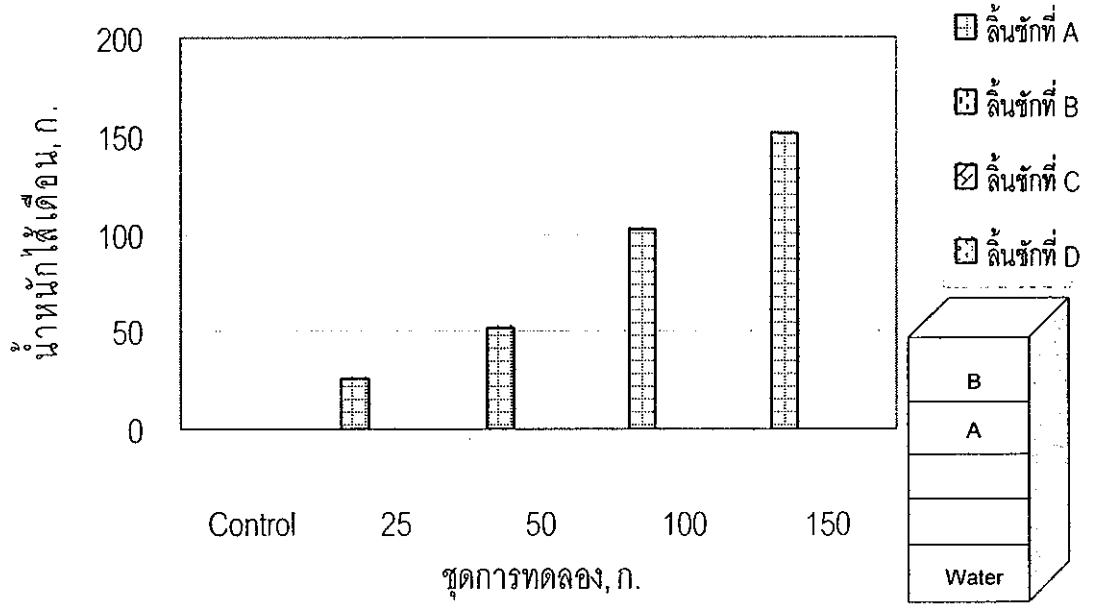
ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 150 ก.พบว่าไส้เดือนจะเคลื่อนที่หลังจากทำการใส่อาหารในแต่ละชั้นไปแล้ว 1 สัปดาห์เช่นเดียวกับการหมักที่อัตราส่วนไส้เดือนเริ่มต้นที่ 100ก. โดยที่ไส้เดือนอัตราส่วนเริ่มต้นที่ 150 ก. เคลื่อนที่ไปในลิ้นชัก B ในสัปดาห์ที่ 2 37.80 กรัม เนื่องจากอาหารที่ใส่ในชั้น A เริ่มหมด ทำให้ไส้เดือนบางส่วนเริ่มขึ้นมากินอาหารในลิ้นชัก B เมื่อระยะเวลาในการหมักเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 พบว่า ได้มีไส้เดือนอยู่ตามลิ้นชัก A, B และ C 69.07, 57.68 และ 28.85 กรัม ตามลำดับ เมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 4 ไส้เดือนก็เริ่มขึ้นมากินอาหารในลิ้นชัก D โดยมีไส้เดือนอยู่ตามลิ้นชัก A, B, C และ D 48.25, 59.52, 30.55 และ 19.37 กรัม ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 5 ไส้เดือนส่วนมากก็จะอาศัยอยู่ที่ลิ้นชัก B และ C แต่หลังจากนั้นไส้เดือนไส้เดือนจากลิ้นชัก A และ B ก็จะขึ้นมาอยู่ที่ลิ้นชักC และ D เมื่อทำการวัดปริมาณไส้เดือนในแต่ละชั้นครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่า มีไส้เดือนอยู่ที่ลิ้นชัก A, B, C และ D เท่ากับ14.14, 47.61, 52.26 และ 43.80กรัม ตามลำดับ พบว่าน้ำหนักรวมของไส้เดือนจะมีค่ามากที่สุดที่สัปดาห์ที่ 5 โดยเพิ่มขึ้นเป็น 158.17กรัม หลังจากนี้น้ำหนักรวมของไส้เดือนได้เริ่มลดลงเนื่องน้ำหนักไส้เดือนในลิ้นชัก A และ B เริ่มลดลง เนื่องจากอาหารหมด และจากการสังเกตพบว่ามีไส้เดือนโดยสังเกตจากมีลูกไส้เดือนเกิดขึ้นบางส่วนเกิดขึ้นมา แต่เมื่อวัดน้ำหนักรวมสุดท้ายพบว่าไส้เดือนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 157.82 ก. ดังภาพ 18-25 และ 29, ตาราง 20 ในภาคผนวก จ

จากผลการทดลองทั้ง 4 ปริมาณ คือ ไส้เดือนเริ่มต้น 25, 50, 100 และ 150 ก. พบว่าไส้เดือนเริ่มต้น 25 ก.ยังคงอยู่ที่ชั้น A ซึ่งเป็นชั้นที่ใส่ไส้เดือนเข้าไปตั้งแต่เริ่มต้น ส่วนไส้เดือนเริ่มต้น 50 ก. อยู่ที่ชั้น A และ B แต่ไส้เดือนที่ 100 และ 150ก. จะอยู่ครบทั้ง 4 ชั้นในชั้น A, B, C และ D แต่ที่ปริมาณไส้เดือนเริ่มต้น 150 ก.ขึ้นไปกินอาหาร ในชั้นถัดไปมากกว่าปริมาณไส้เดือนเริ่มต้น 100 ก. ดังนั้นไส้เดือนเริ่มต้น 150 ก.น่าที่จะนำไปใช้งานดีกว่าอัตราส่วนอื่น จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ไส้เดือนขึ้นไปกินอาหารในชั้นต่อไปเนื่องจากอาหารในชั้นเก่าหมด และเริ่มไม่เพียงพอต่อ

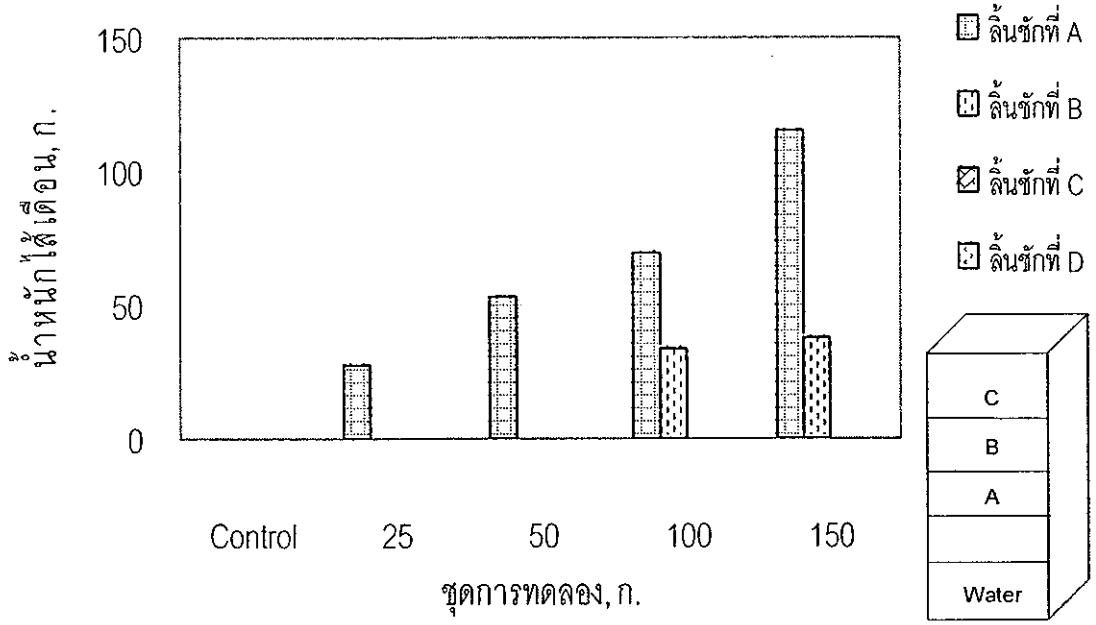
ปริมาณไส้เดือน และไส้เดือนไม่ขึ้นไปกินอาหารในชั้นถัดไปเนื่องจากอาหารในชั้นเก่ามีปริมาณที่เพียงพอต่อปริมาณไส้เดือนที่มีอยู่



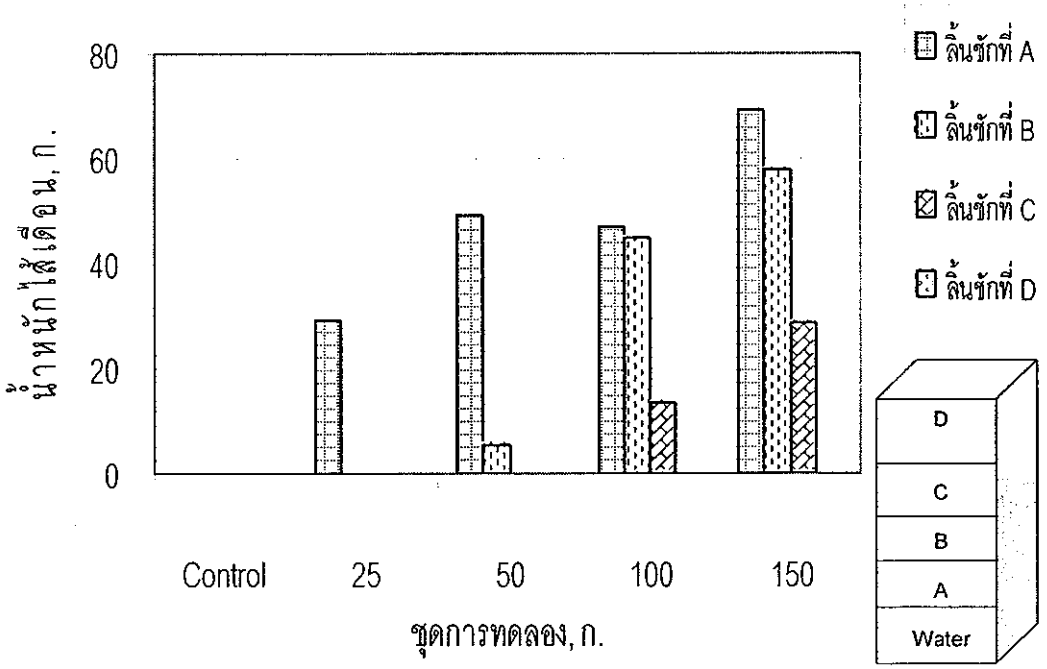
ภาพ 18 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์เริ่มต้น



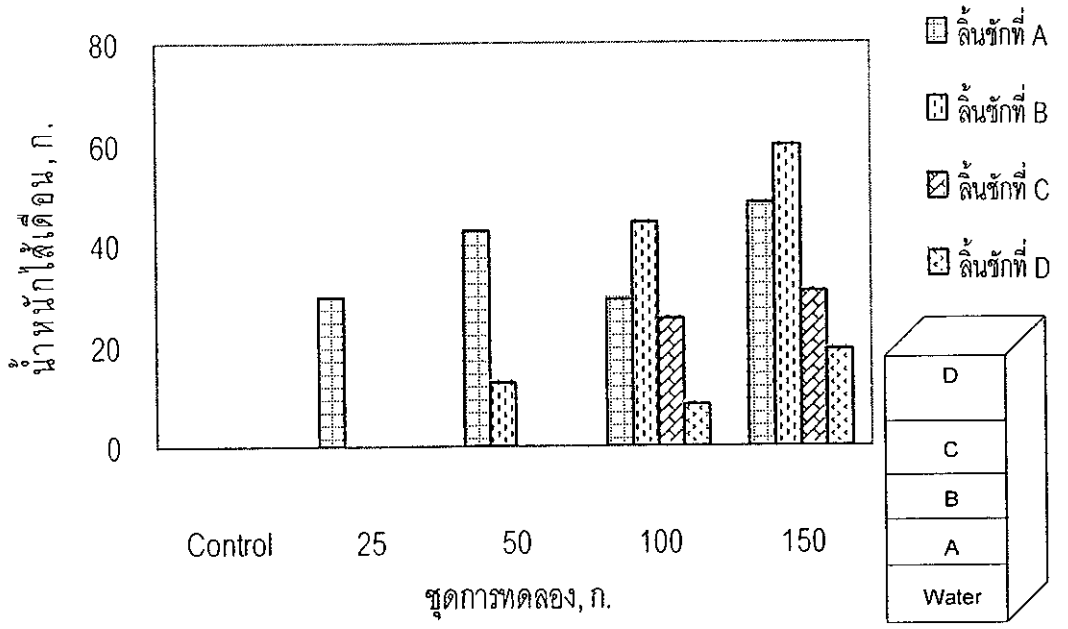
ภาพ 19 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 1



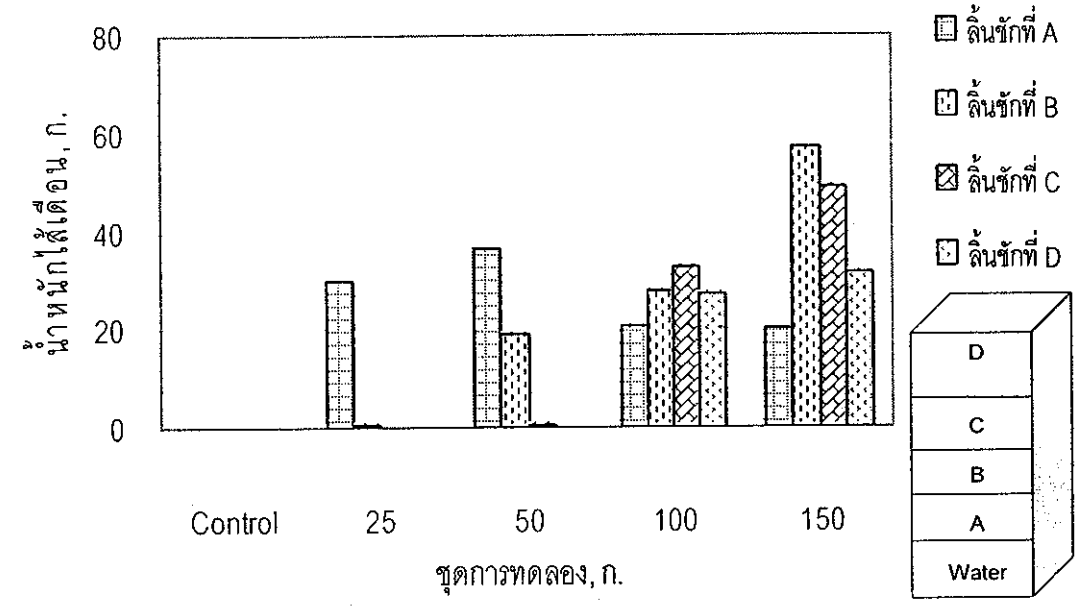
ภาพ 20 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 2



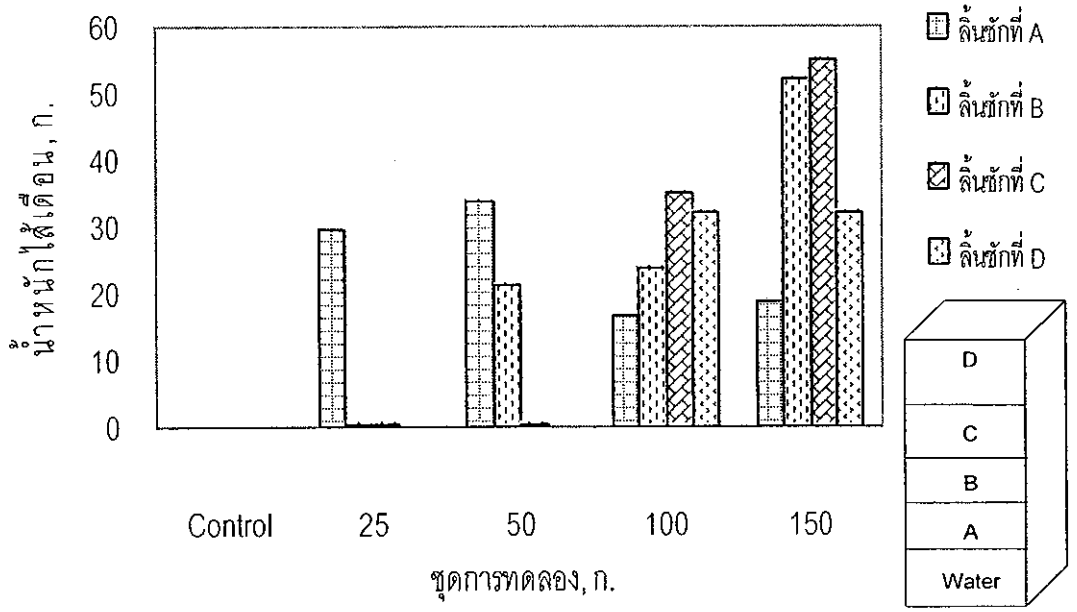
ภาพ 21 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 3



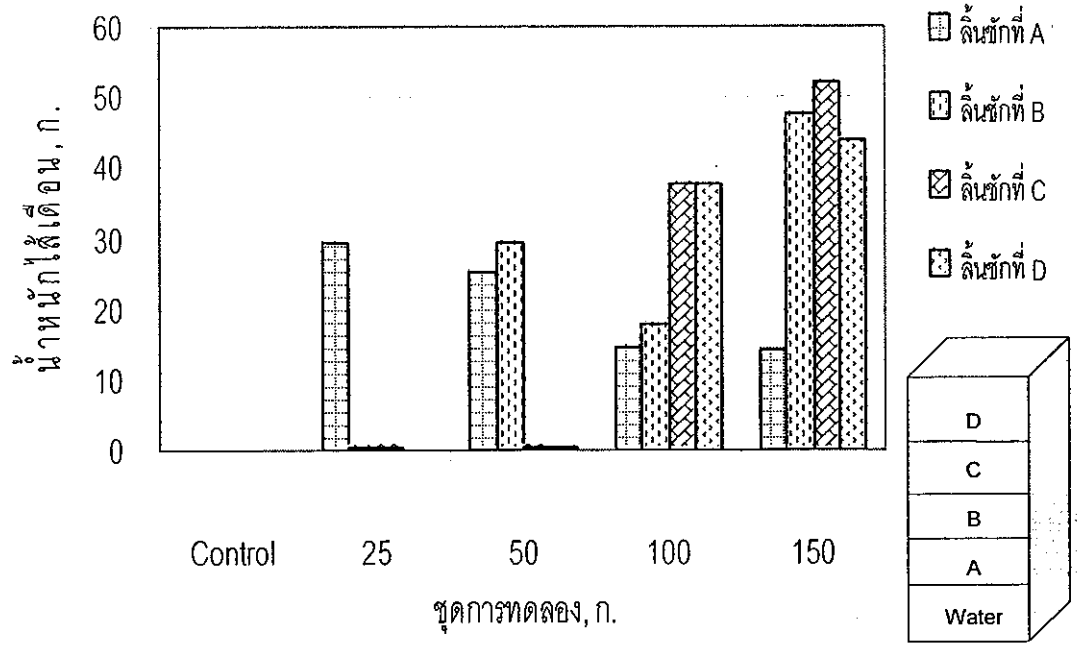
ภาพ 22 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 4



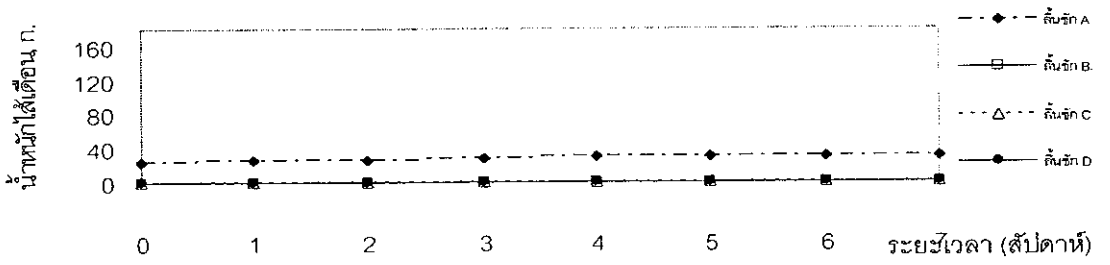
ภาพ 23 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 5



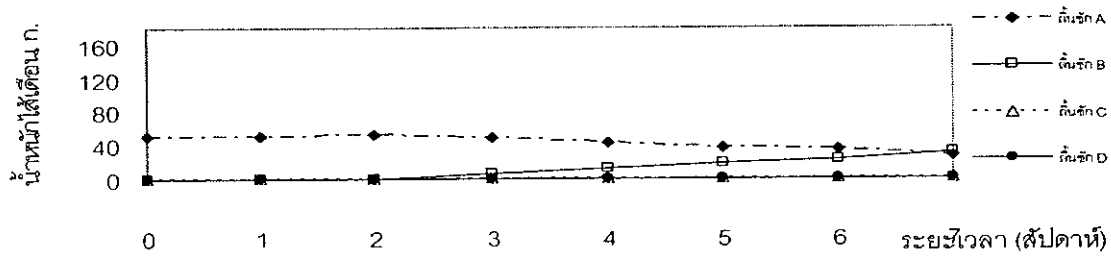
ภาพ 24 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 6



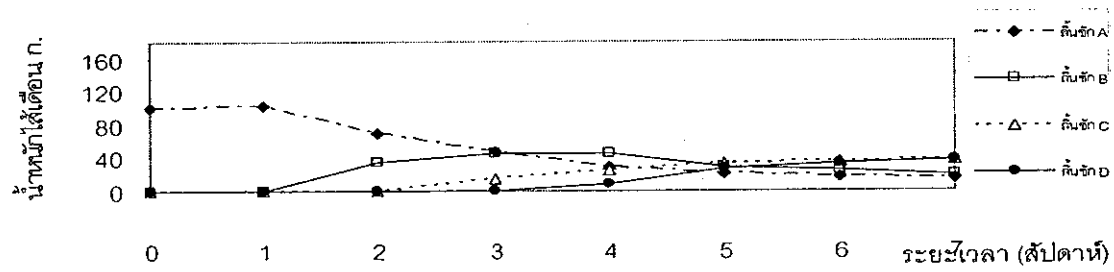
ภาพ 25 น้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 7



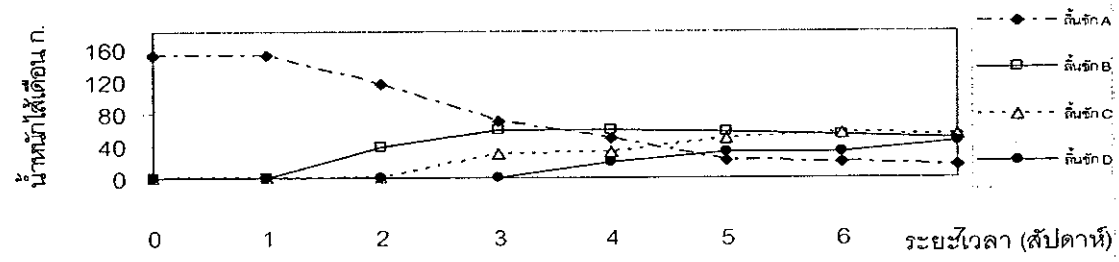
ภาพ 26 น้ำหนักไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 27 น้ำหนักไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 28 น้ำหนักไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 29 น้ำหนักไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

1.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวไส้เดือน

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนเพื่อทราบถึงการเจริญเติบโตของไส้เดือน และการเพิ่มจำนวนตัวของไส้เดือน ซึ่งการหาน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว สามารถทำได้ตามการเตรียมไส้เดือนในหัวข้อ 3.4 ผลการทดลองได้แสดงในภาพ 30-41 และตาราง 25–28 ในภาคผนวก จ

ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 25 ก. เมื่อเริ่มต้นค่าน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวไส้เดือนเท่ากับ 88.1 มก. หลังจากนั้นพบว่าค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนในลิ้นชัก A จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงสัปดาห์ที่ 5 ของการหมักก็จะมีค่าลดลง และเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเป็น 93.1, 94.1, 94.7 และ 94.4 มก. ดังภาพ 31-38, ตาราง 25 ในภาคผนวก จ

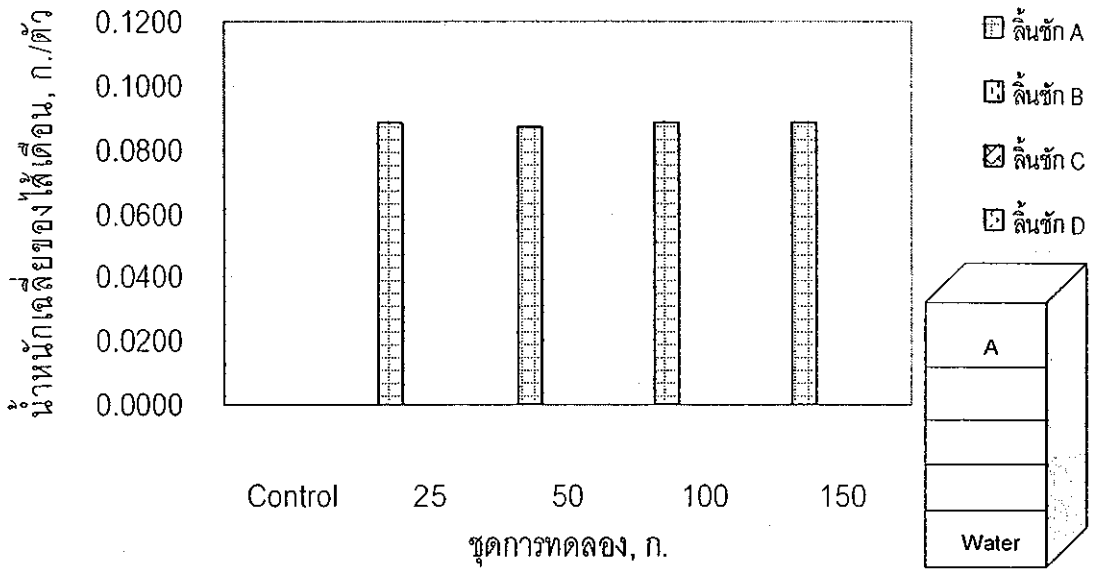
ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 50 ก. เมื่อเริ่มต้นค่าน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวไส้เดือนเท่ากับ 86.8 มก. หลังจากนั้นพบว่าในลิ้นชัก A มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ของการหมักพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนได้ลดลง เนื่องจากอาหารหมดทำให้ไส้เดือนไม่มีอาหารเพียงพอต่อการกิน และอาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนของไส้เดือนโดยสังเกตจากมีลูกไส้เดือนเกิดขึ้น ส่วนในลิ้นชัก B พบว่าค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนจะลดลงในสัปดาห์ 7 ของการหมัก เนื่องจากไส้เดือนบางส่วนในลิ้นชัก A ที่มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนน้อยขึ้นมากินอาหารในลิ้นชัก B นี้ เมื่อพิจารณาน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนที่ ชั้น ที่ C และ D ที่มีไส้เดือนขึ้นไป เพียง 1–7 ตัวนั้น พบว่ามีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเป็น 90.5, 90.6, 90.5 และ 90.5 มก. ดังภาพ 31-37 และ 39, ตาราง 26 ในภาคผนวก จ

ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 100 ก. เมื่อเริ่มต้นค่าน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวไส้เดือนเท่ากับ 86.75 มก. หลังจากนั้นพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนในลิ้นชัก A และ B ลดลงในสัปดาห์ที่ 6 ของการหมัก เนื่องจากว่าอาหารเริ่มหมดในสัปดาห์นี้ และอาจเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มจำวนไส้เดือนโดยการสังเกตพบว่ามีลูกไส้เดือนเกิดขึ้น เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเป็น 90.1, 90.5, 91.1และ 91.7 มก. ดังภาพ 31-37 และ 40, ตาราง 27 ในภาคผนวก จ

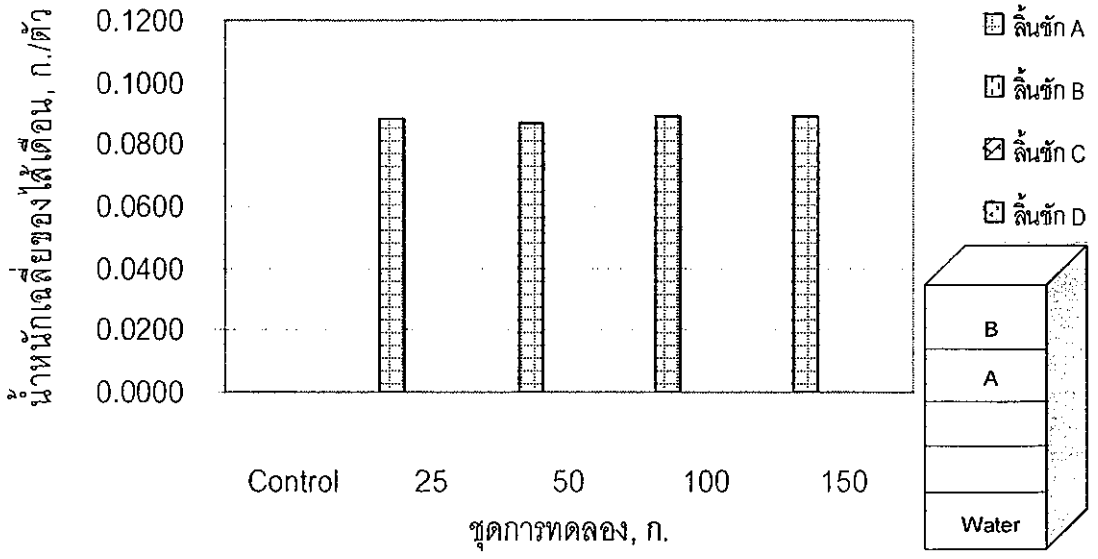
ผลการทดลองการหมักขยะโดยใช้ปริมาณไส้เดือน 150 ก. เมื่อเริ่มต้นค่าน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวไส้เดือนเท่ากับ 91.0 มก. หลังจากนั้นพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของในลิ้นชัก A และ Bจะลดลงในสัปดาห์ที่ 6 ของการหมัก เนื่องจากว่าอาหารเริ่มหมดในสัปดาห์นี้ และอาจเป็นผลเนื่องมาจากการ

เพิ่มจำนวนไส้เดือนโดยการสังเกตพบว่ามีลูกไส้เดือนเกิดขึ้น เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเป็น 89.5, 90.0, 93.3 และ 92.8 มก.ดังภาพ 31-37 และ 41, ตาราง 28 ในภาคผนวก จ

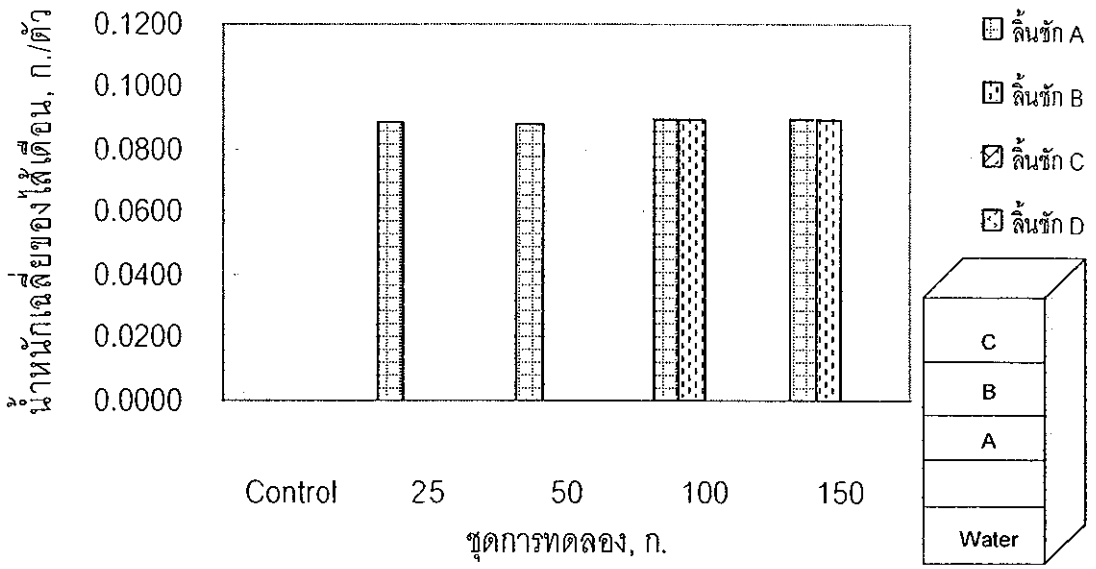
จากการทดลองพบว่าไส้เดือนแต่ละอัตราส่วนมีการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเริ่มต้นของไส้เดือนแต่ละอัตราส่วนโดยดูได้จากภาพ 40-41



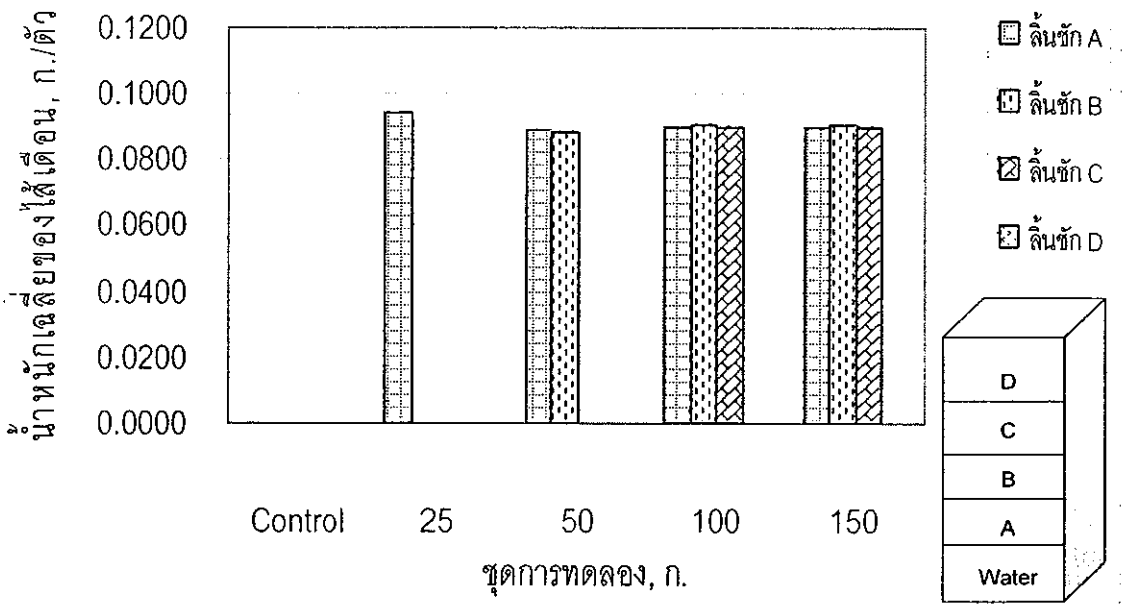
ภาพ 30 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์เริ่มต้น



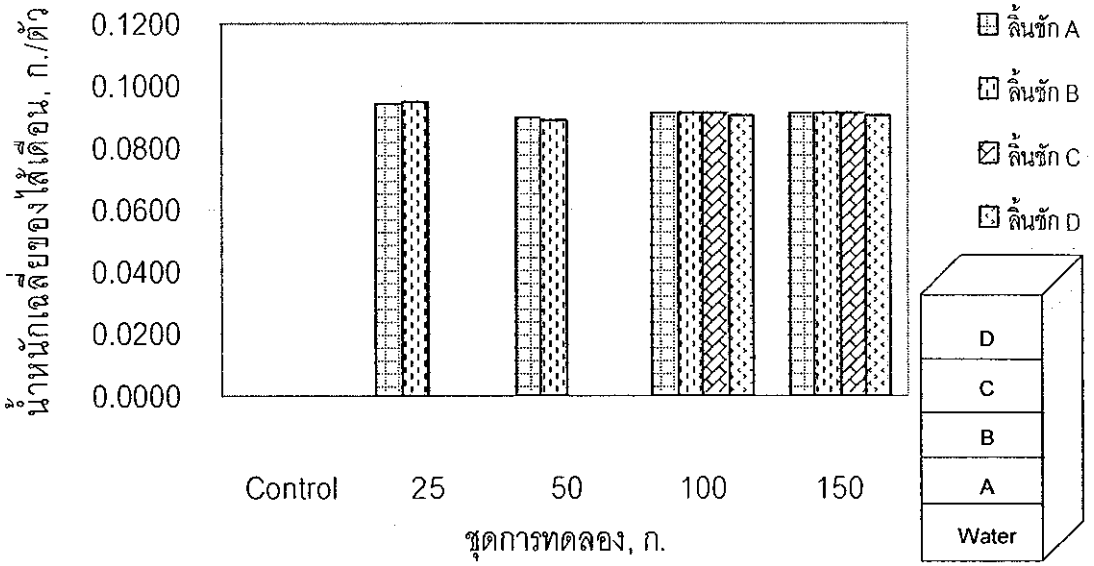
ภาพ 31 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 1



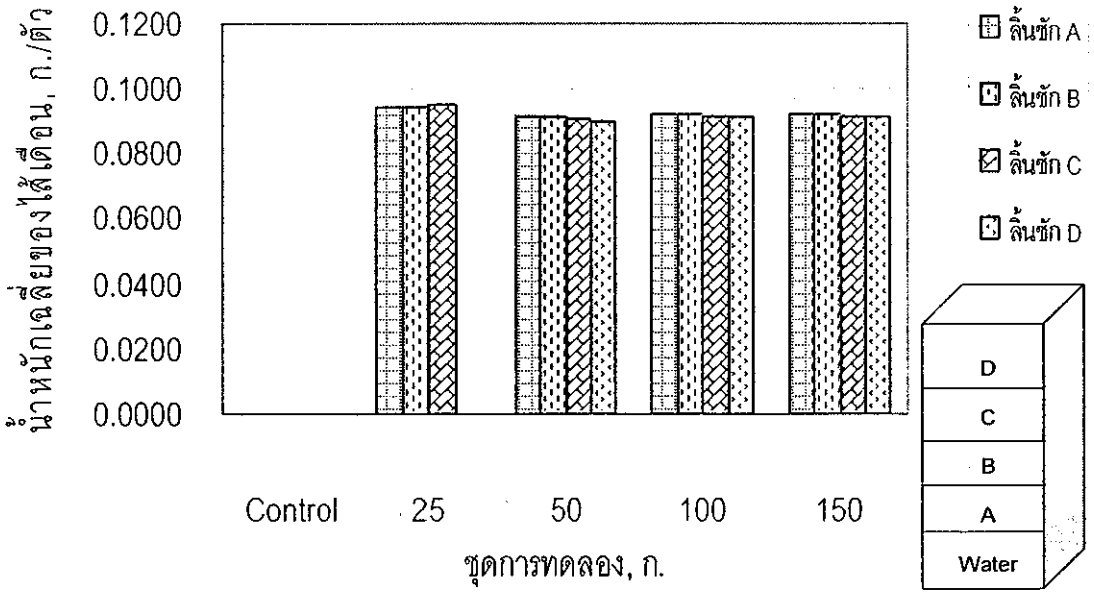
ภาพ 32 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 2



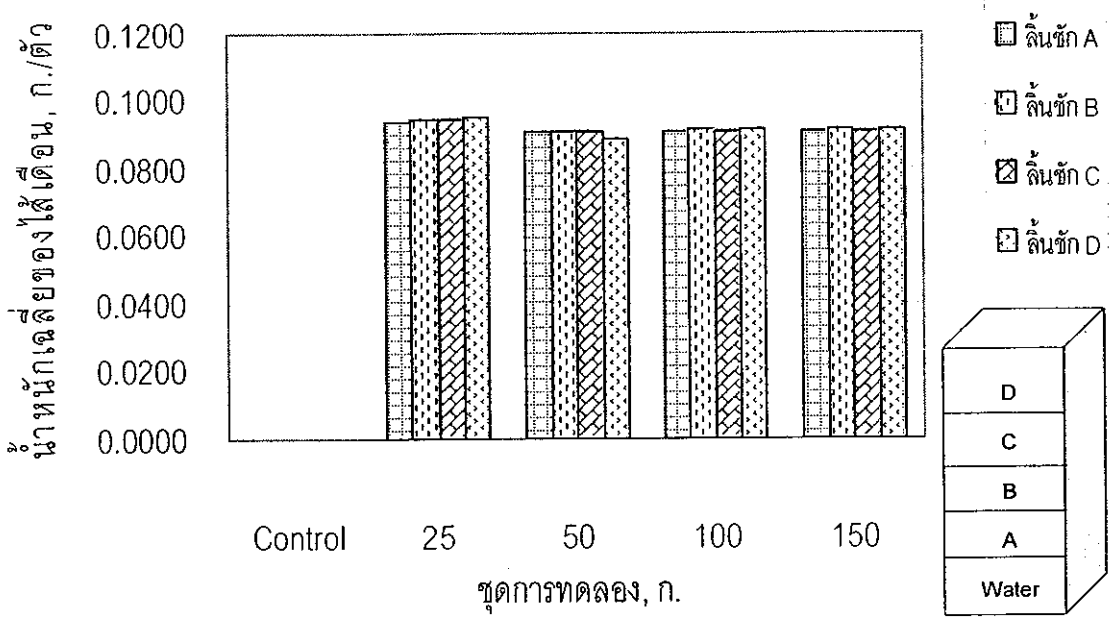
ภาพ 33 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 3



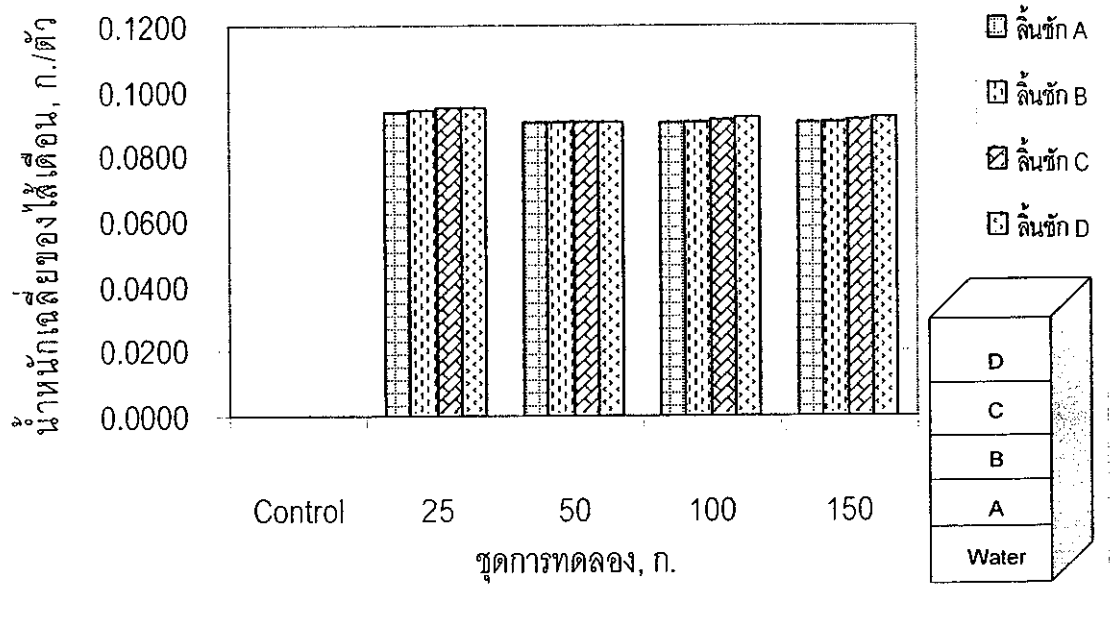
ภาพ 34 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 4



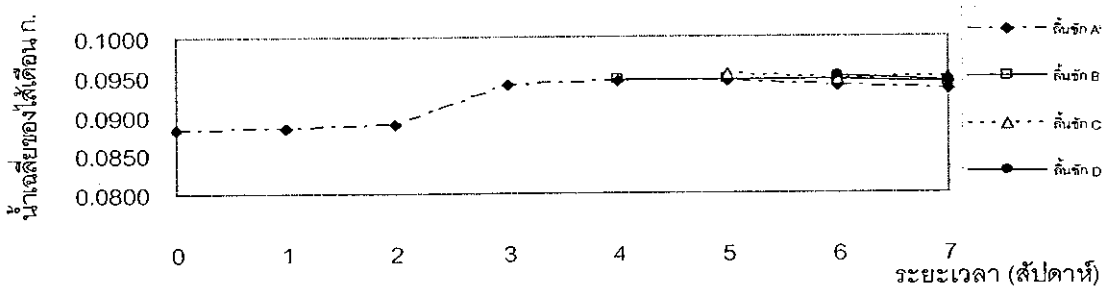
ภาพ 35 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 5



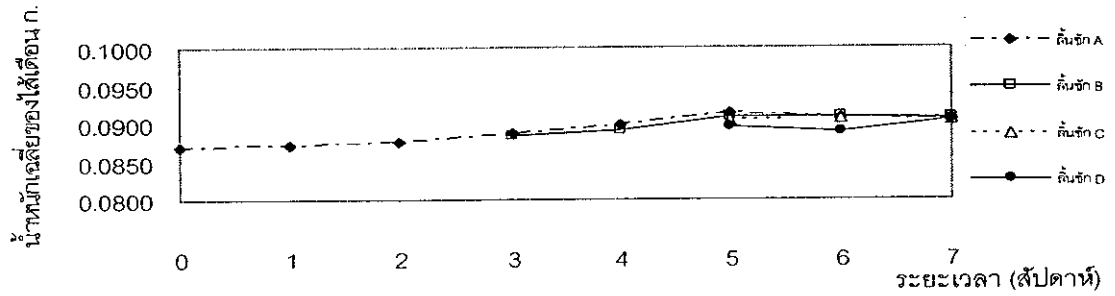
ภาพ 36 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 6



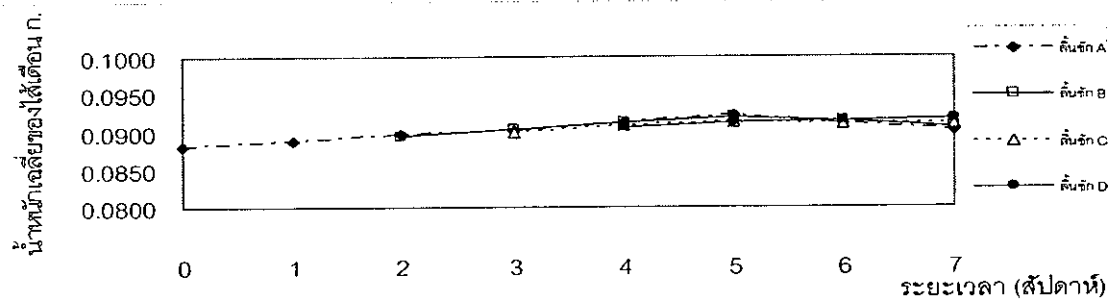
ภาพ 37 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 7



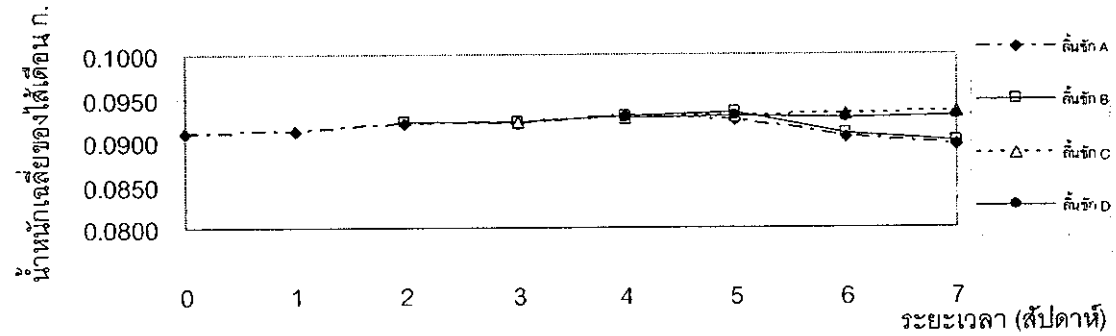
ภาพ 38 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 39 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 40 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



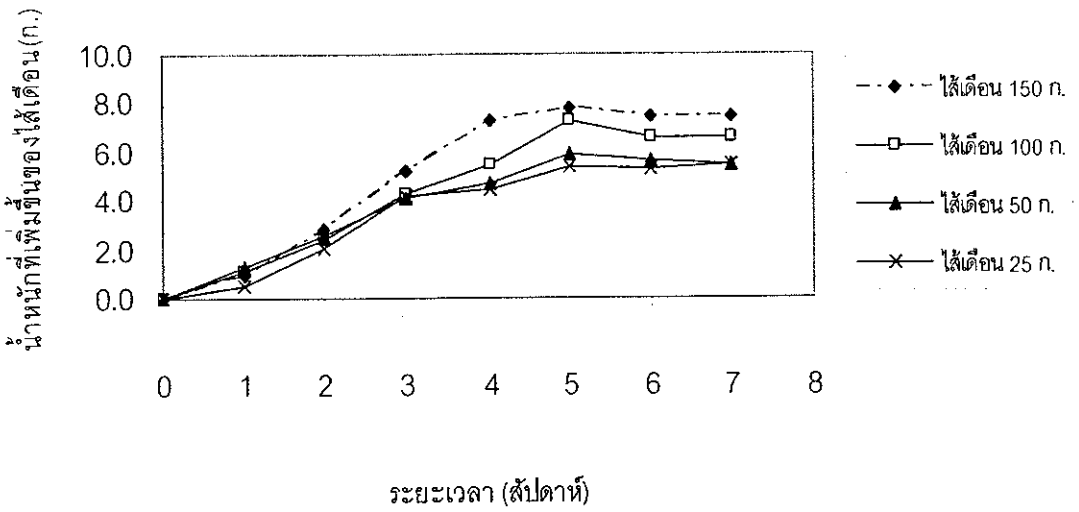
ภาพ 41 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

1.3 อัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือน

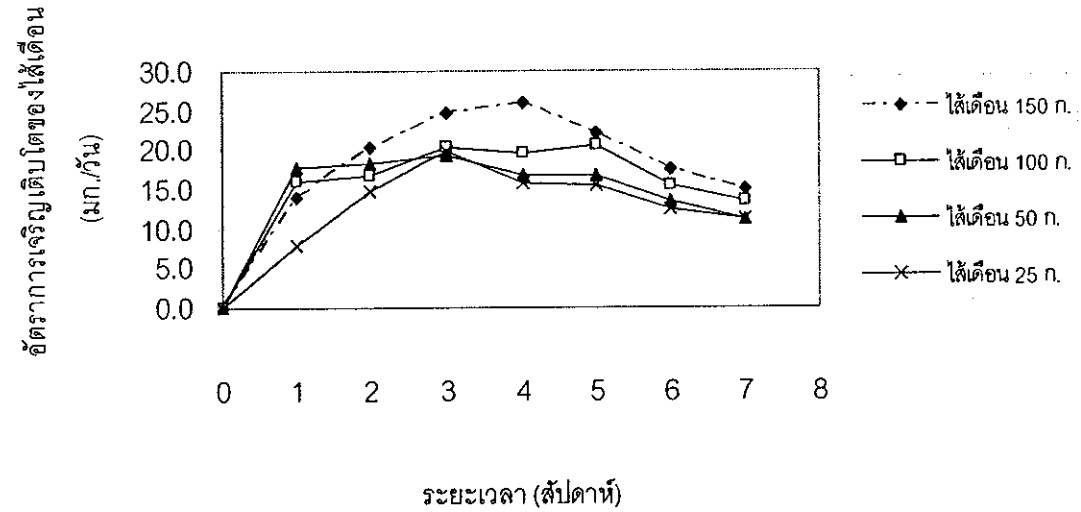
จากผลการทดลองพบว่าในสัปดาห์ที่ 1-4 ไส้เดือนทุกปริมาณมีการเพิ่มน้ำหนักอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปริมาณอาหารที่เพียงพอกับปริมาณไส้เดือนในแต่ละชั้นดังภาพ 42 หลังจากนั้นไส้เดือนมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 โดยที่ไส้เดือน 25, 50, 100, และ 150 ก. มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.4, 5.9, 7.3 และ 7.8 ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าที่ไส้เดือนปริมาณมากที่สุดมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากที่สุด และจะลดลงตามปริมาณไส้เดือนเริ่มต้น ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Dominguez & Edward (1997) รายงานว่าไส้เดือนที่มีความหนาแน่นมากที่สุดจะมีน้ำหนักเพิ่มมากที่สุดเนื่องจากไส้เดือนมีการผสมพันธุ์ได้เร็วกว่า

หลังจากนั้นน้ำหนักไส้เดือนลดลงในสัปดาห์ที่ 6 และเมื่อวัดน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าน้ำหนักไส้เดือนที่ 25, 50, 100, และ 150 ก. มีค่าเท่ากับ 5.5, 5.5, 6.6 และ 7.4 ตามลำดับ ซึ่งการที่ไส้เดือนมีน้ำหนักตัวลดลงเนื่องจากไส้เดือนมีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่อาหารเริ่มลดลงทำให้มีอาหารไม่พอต่อปริมาณไส้เดือน (Chaudhuri & Bhattahari, 2002) ผลการทดลองได้แสดงในภาพ 42 และตาราง 29 ในภาคผนวก จ

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนพบว่าพบว่าไส้เดือน 25, 50, 100, และ 150 ก. มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เท่ากับ 15.41, 16.89, 20.71 และ 22.16 มก./วัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไส้เดือนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Chaudhuri et al., (2003) ซึ่งใช้ไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* หมักขยะจากใบยางแล้วพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโต 5.04 มก./วัน ซึ่งพบว่าชนิดอาหารที่ใช้ในการหมักขยะมีผลต่อการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของไส้เดือน (Dominguez, Edwards & Michelle, 2000) นอกจากนี้การทดลองของ Dominguez & Edward (1997) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนที่แตกต่างกัน มีผลจากความหนาแน่นของไส้เดือนที่แตกต่างกันโดยไส้เดือนที่มีความหนาแน่นมากกว่ามีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่า ผลการทดลองได้แสดงในภาพ 43 และตาราง 30ในภาคผนวก จ



ภาพ 42 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนในแต่ละสัปดาห์, ก.



ภาพ 43 อัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือน, มก./วัน

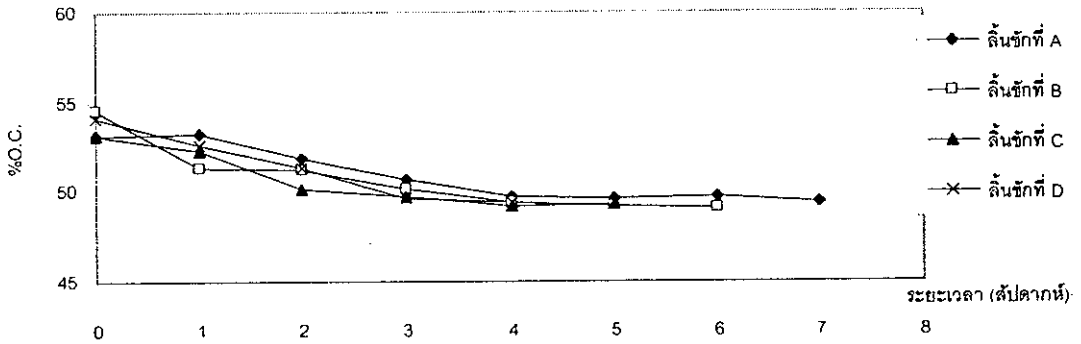
1.4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมี และทางกายภาพ

1.4.1 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

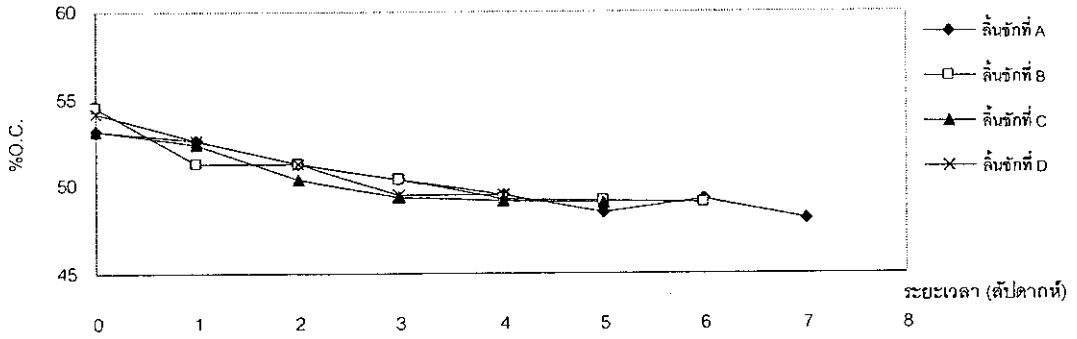
อินทรียวัตถุมีความสำคัญต่อองค์ประกอบของดินอย่างมากด้วยเหตุที่เป็นแหล่งอาหารสำรองในดินและมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อความเจริญเติบโตของพืชในแง่ของอาหารพืช กล่าวได้ว่าเป็นแหล่งสำรองของธาตุไนโตรเจนในสภาพมีอุณหภูมิความชุ่มชื้นที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบคาร์บอน และไนโตรเจน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เริ่มต้นตลอดจนสิ้นสุดกระบวนการหมักของการทดลอง

<u>อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในขยะ</u>

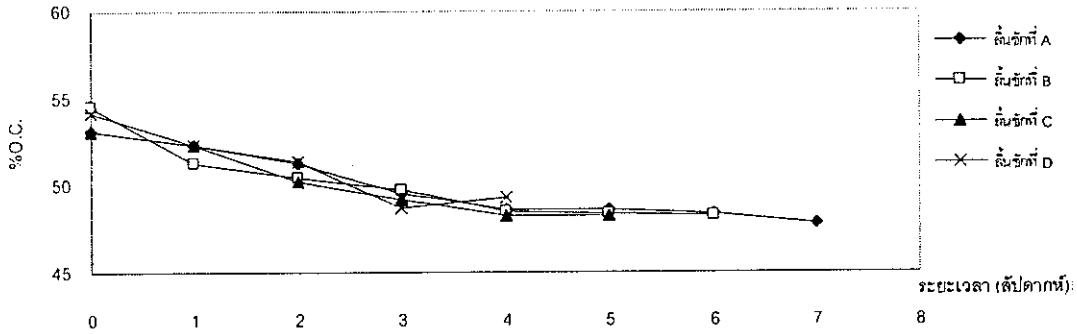
จากผลการทดลองพบว่า ในชุดการทดลองควบคุม และการทดลองที่ใส่เดือนปริมาณ 25, 50, 100 และ 150 ก. มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบคาร์บอนที่เหมือนกันคือ เมื่อเริ่มต้นกระบวนการหมักมีค่าองค์ประกอบคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 53.8 ในระหว่างการหมักค่าองค์ประกอบคาร์บอนลดลง เนื่องจากแบคทีเรียได้เปลี่ยนรูปองค์ประกอบคาร์บอนไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Loh et al., 2005) และเมื่อวัดค่าองค์ประกอบคาร์บอนในครั้งสุดท้ายพบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 47.52 ดังแสดงในภาพ 44-48 และตาราง 31.34 ในภาคผนวก จ



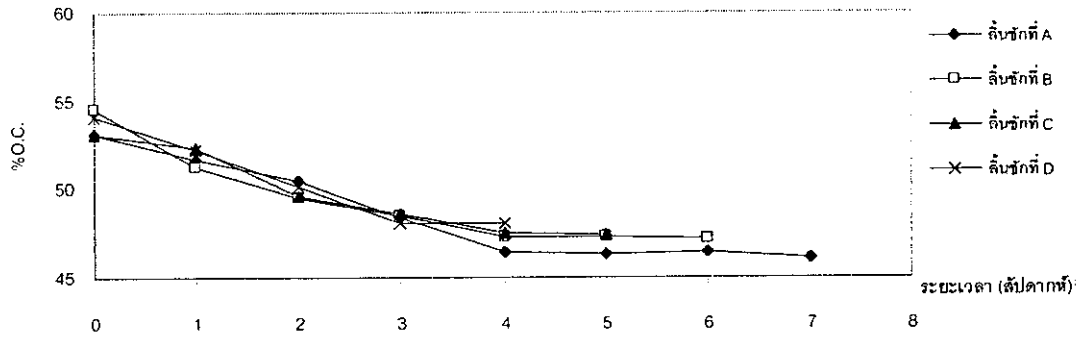
ภาพ 44 องค์ประกอบคาร์บอนในชุดการทดลองควบคุมที่ขยะ 1 กก.



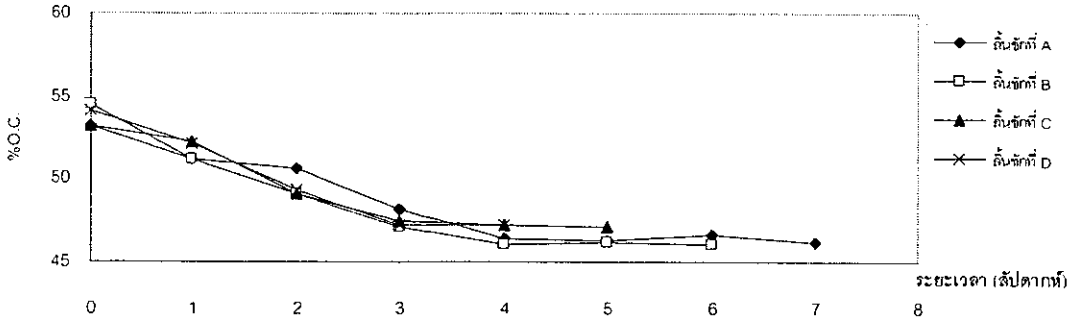
ภาพ 45 องค์ประกอบคาร์บอนที่ไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 46 องค์ประกอบคาร์บอนที่ไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



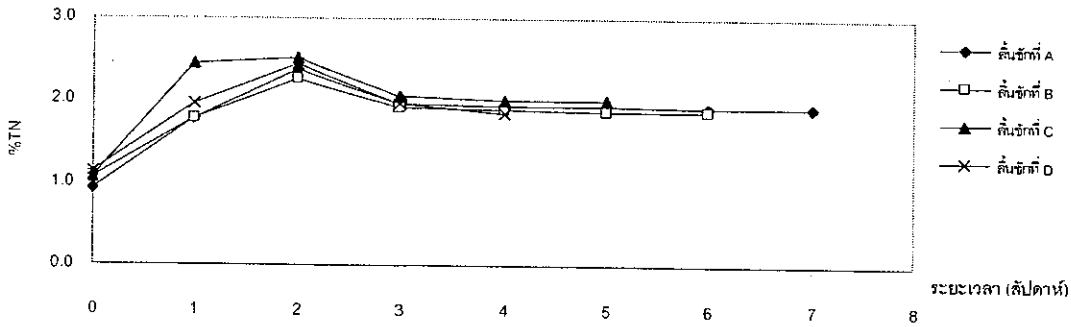
ภาพ 47 องค์ประกอบคาร์บอนที่ไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



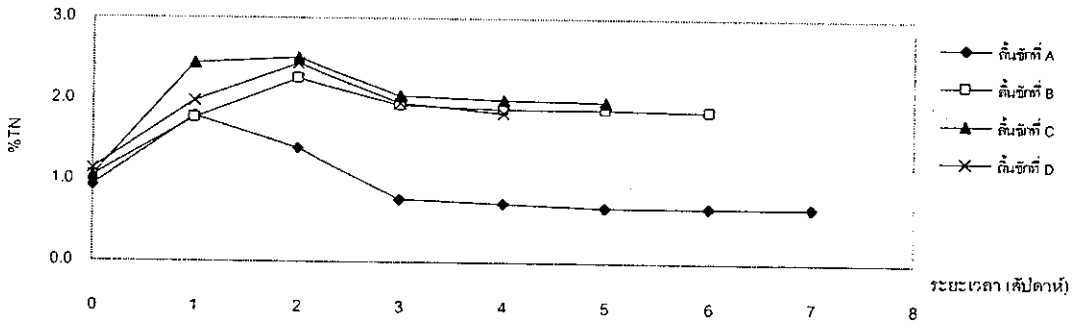
ภาพ 48 องค์ประกอบคาร์บอนที่ไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบไนโตรเจนพบว่าเมื่อเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.03 ในช่วง 1 สัปดาห์แรกค่าองค์ประกอบไนโตรเจนของทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2 เนื่องจากองค์ประกอบคาร์บอนในขยะได้ลดลง ทำให้องค์ประกอบในโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้น (Loh et al., 2005) ซึ่งในช่วง 1 สัปดาห์พบว่าการย่อยสลายเกิดจากแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ เพราะว่าในขยะที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นขยะสด ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการกินอาหารของไส้เดือน เนื่องจากไส้เดือนกินอาหารที่เน่าแล้วเล็กน้อย และในช่วงนี้เป็นช่วงที่อุณหภูมิขึ้นสูงเฉลี่ย 35^{0}ซ ซึ่งไม่ใช่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อไส้เดือน เพราะไส้เดือนสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 29.5-30^{0}ซ (อานัฐ ตันโช, 2543) เมื่ออุณหภูมิลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ของการหมักจะเห็นความแตกต่างระหว่างการหมักที่มีผลเนื่องจากการกินไส้เดือน และการหมักที่ไม่มีผลเนื่องจากการกินของไส้เดือน คือ ในการหมักที่ไม่มีผลเนื่องจากากรกินของไส้เดือน ค่าองค์ประกอบไนโตรเจนสูงที่สุดในสัปดาห์นี้ มีค่า เฉลี่ยร้อยละ 2.41 ต่อจากนั้นค่าจะลดลงและเริ่มคงที่เฉลี่ยร้อยละ 1.9 แต่ในการทดลองที่มีผลเนื่องจากการกินอาหารของไส้เดือนพบว่าในสัปดาห์ที่ 2ค่าองค์ประกอบไนโตรเจนลดลงเนื่องจากไส้เดือนกินอาหาร ทำให้ค่าองค์ประกอบไนโตรเจนในอาหารเริ่มลดลงไปพร้อมกับอาหารที่ไส้เดือนกินเข้าไป โดยองค์ประกอบไนโตรเจนเริ่มคงที่ประมาณสัปดาห์ที่ 5 ของการหมัก เมื่อวัดค่าองค์ประกอบไนโตรเจนในครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่า ปริมาณไส้เดือน 25 ก.ในลิ้นชัก A มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.67 ปริมาณไสเดือน 50 ก.ในลิ้นชัก A และ B มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.35 และ 0.80 ตามลำดับ ปริมาณไส้เดือนที่ 100 ก. ในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.27, 0.40, 0.70 และ 0.70 ตามลำดับ และปริมาณไส้เดือนที่ 150 ก. ในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.27, 0.34, 0.70 และ 0.54 ตามลำดับ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ค่าองค์ประกอบไนโตรเจนจะ

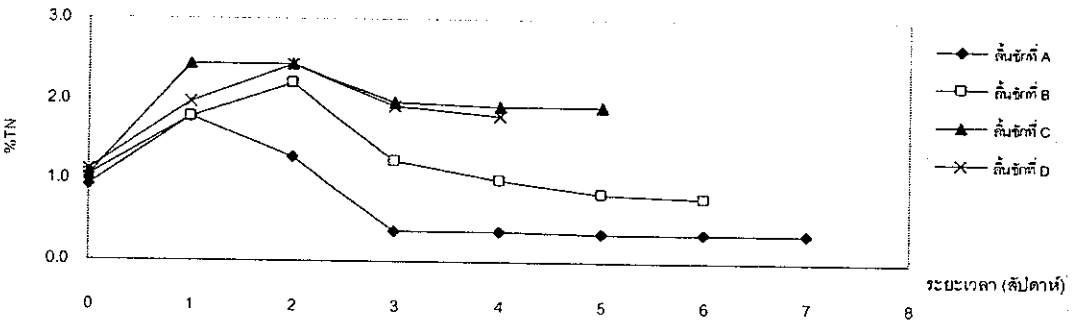
ลดลงต่ำสุดในไส้เดือนปริมาณมากที่สุด เนื่องจากปริมาณไส้เดือนที่มากกว่าจะกินอาหารหมดได้เร็วกว่า ดังแสดงในภาพ49-53 และตาราง 35-38 ในภาคผนวก จ



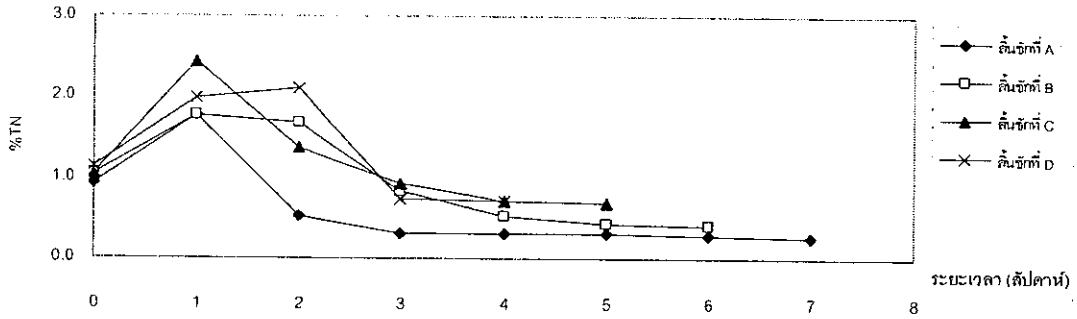
ภาพ 49 องค์ประกอบไนโตรเจนในชุดการทดลองควบคุมที่ขยะ 1 กก.



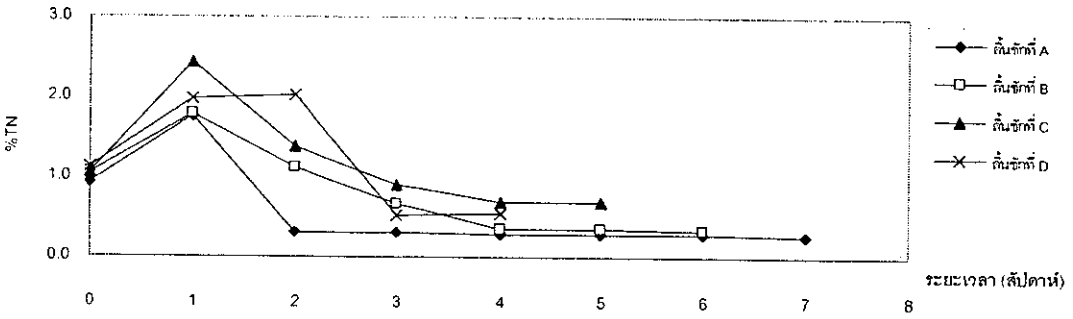
ภาพ 50 องค์ประกอบไนโตรเจนที่ไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 51 องค์ประกอบไนโตรเจนที่ไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



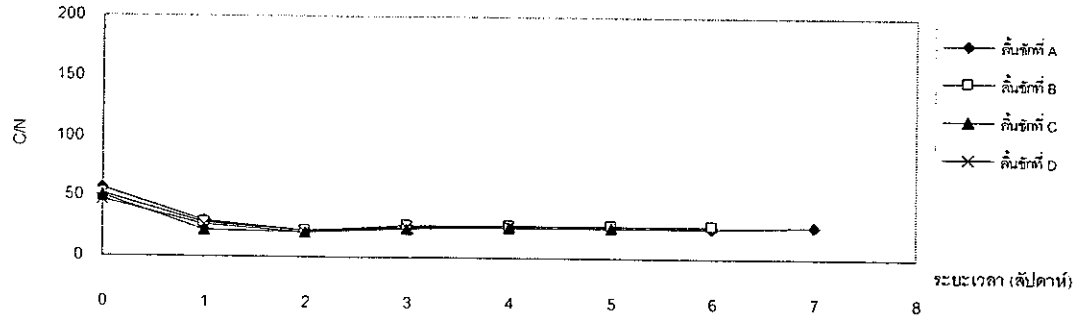
ภาพ 52 องค์ประกอบไนโตรเจนที่ไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



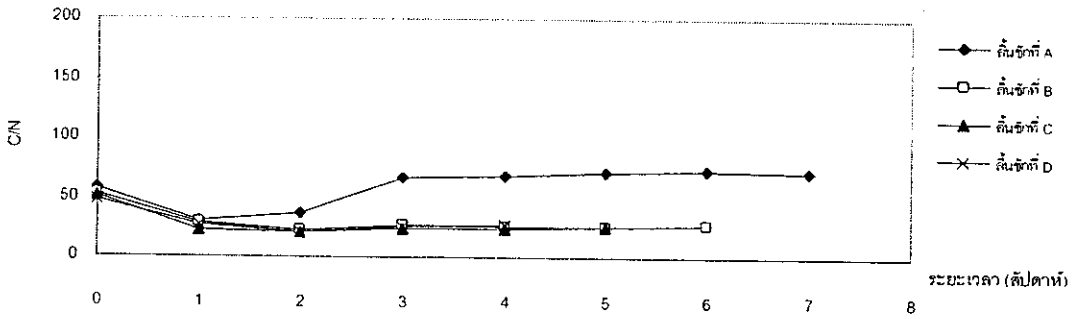
ภาพ 53 องค์ประกอบไนโตรเจนที่ไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เมื่อเริ่มต้นการทดลองมีค่าร้อยละ 51.9 โดยค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนจะแปรผันตามค่าองค์ประกอบไนโตรเจนที่เปลี่ยนไป เมื่อวัดค่าครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าการทดลองที่ไม่มีผลเนื่องจากการกินอาหารของไส้เดือนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 26.07 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานในภาคผนวก ข แล้วพบว่ามีค่าสูงกว่ามาตรฐาน แต่ค่าดังกล่าวอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 ถือว่าสามารถนำไปใช้ในดินโดยไม่มีอันตราย ได้ แต่ถ้าค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงถึง 20:1 ถือว่าปุ๋ยหมักมีคุณภาพดี (บุญสม เกษแก้ว และ พลศักดิ์ บุปพลไชย, 2543) และเมื่อวัดค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 ในการทดลองที่มีผลเนื่องจากการกินอาหารของไส้เดือนพบว่า ปริมาณไส้เดือน 25 ก.ในลิ้นชัก A มีค่าเท่ากับร้อยละ 71.59 ปริมาณไสเดือน 50 ก.ในลิ้นชัก A และ B มีค่าเท่ากับร้อยละ 136.62 และ 60.74 ตามลำดับ ปริมาณไส้เดือนที่ 100 ก. ในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเท่ากับร้อยละ 171.02, 117.88, 68.28และ 68.34 ตามลำดับ และปริมาณไส้เดือนที่ 150 ก. ในลิ้นชัก A, B, C และ D มีค่าเท่ากับร้อยละ 171.09, 134.49, 106.67 และ 87.78 ตามลำดับ ดังในภาพ 54-58 และตาราง

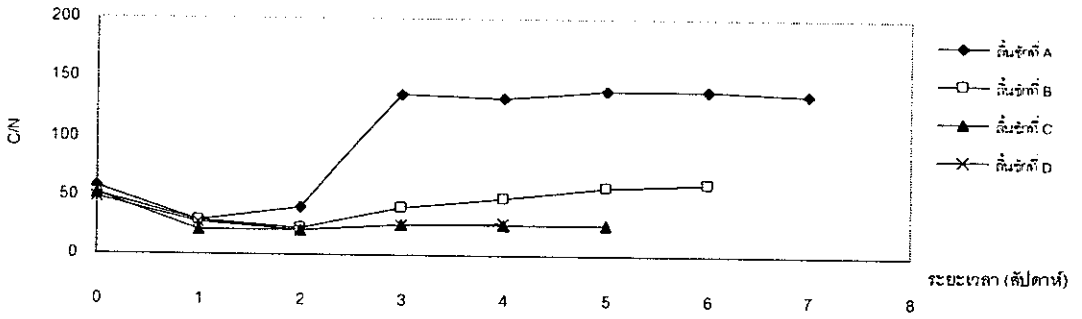
39-42 ในภาคผนวก จ



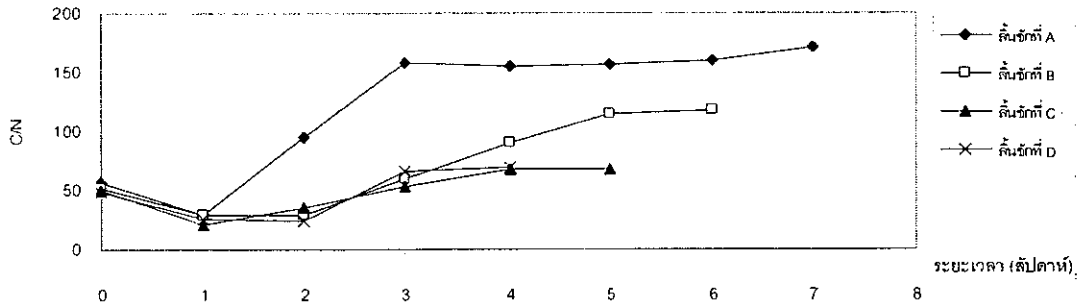
ภาพ 54 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในชุดการทดลองควบคุมที่ขยะ 1 กก.



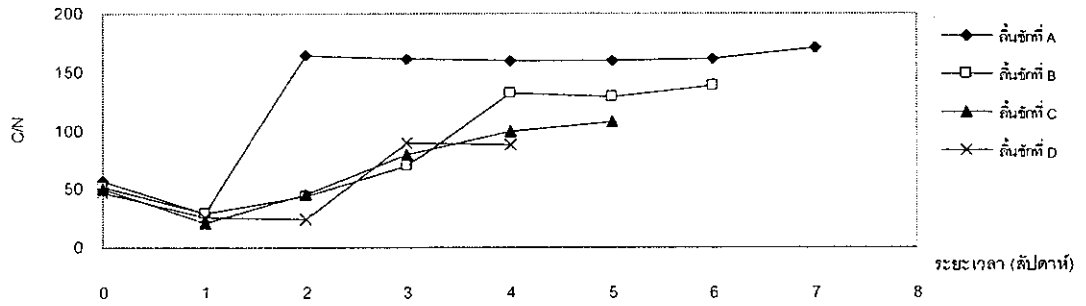
ภาพ 55 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 56 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 57 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 58 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดิน

จากผลการทดลองพบว่าค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 29.7 เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในชุดการทดลองควบคุมและการทดลองที่ไม่มีไส้เดือนขึ้นไปกินอาหารมีค่าไม่แตกต่างไปจากเดิมมากนัก คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28.75 เนื่องจากเมื่อวัดค่าองค์ประกอบคาร์บอน และองค์ประกอบไนโตรเจนแล้วไม่พบการเปลี่ยนแปลง แต่ในชุดการทดลองที่มีใส่ไส้เดือนพบว่า ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยลดลงมาอยู่ที่ร้อยละ 25 เนื่องจากเมื่อทำการวัดค่าองค์ประกอบคาร์บอนและไนโตรเจนของดินในชุดการทดลองที่มีผลเนื่องจากการกินของไส้เดือนแล้วพบว่ามีการเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองที่วัดได้เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง ได้แสดงในตาราง 3

ตาราง 3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดิน

ชุดการทดลอง	ลิ้นชักที่ A			ลิ้นชักที่ B			ลิ้นชักที่ C			ลิ้นชักที่ D		
	%C	%N	C/N	%C	%N	C/N	%C	%N	C/N	%C	%N	C/N
ดินเริ่มต้น	17.4	0.59	29.47	17.29	0.57	30.03	17.46	0.59	29.57	17.19	0.58	29.3
Control	19.71	0.65	30.36	19.10	0.66	28.96	18.24	0.67	27.37	18.21	0.65	27.9
ไส้เดือน 25 ก.	20.12	0.78	25.64	19.19	0.65	29.32	18.27	0.66	27.49	18.48	0.66	28.2
ไส้เดือน 50 ก.	20.64	0.81	25.57	20.60	0.79	26.23	18.98	0.66	28.75	17.56	0.66	26.8
ไส้เดือน100 ก.	21.67	0.84	25.91	21.34	0.84	25.36	20.01	0.81	24.81	19.91	0.80	24.8
ไส้เดือน150 ก.	21.54	0.84	25.58	21.01	0.84	24.95	20.13	0.82	24.49	20.10	0.81	24.81

1.4.2 **องค์ประกอบฟอสฟอรัส**

การพิจารณาองค์ประกอบฟอสฟอรัสองกระบวนการหมักปุ๋ยก็สามารถบอกได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าตามมาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และมักขาดแคลนในดินทั่วไปในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสในขยะและดินเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง

<u>องค์ประกอบฟอสฟอรัสในขยะ</u>

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบฟอสฟอรัสเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.22 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นในชุดการทดลองควบคุม และการทดลองในอัตราส่วนต่างๆ ที่ไส้เดือนไม่ขึ้นไปกินขยะโดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.33 ซึ่งก็ยังถือค่าดังกล่าวยังไม่ได้ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน, 2534 ที่ได้แนะนำไว้ว่าปุ๋ยหมักที่ได้ ควรมีองค์ประกอบฟอสฟอรัสร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนการทดลองที่มีไส้เดือนขึ้นไปกินอาหารพบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.12 ซึ่งเป็นค่าที่บอกได้ว่าไส้เดือนมีการกินขยะเป็นอาหารจนเหลือแต่ขี้เลื่อย ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 องค์ประกอบฟอสฟอรัสในขยะ

ชุดการทดลอง	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
	% P	% P	% P	% P
ขยะเริ่มต้น	0.22	0.22	0.23	0.22
Control	0.32	0.34	0.31	0.33
ไส้เดือนเริ่มต้น 25 ก.	0.10	0.33	0.32	0.33
ไส้เดือนเริ่มต้น 50 ก.	0.10	0.13	0.31	0.32
ไส้เดือนเริ่มต้น 100 ก.	0.10	0.11	0.13	0.13
ไส้เดือนเริ่มต้น 150 ก.	0.10	0.11	0.11	0.12

<u>องค์ประกอบฟอสฟอรัสในดิน</u>

จากการศึกษาองค์ประกอบฟอสฟอรัสในดินพบว่ามีค่าเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.27 และเมื่อทำการวัดค่าในครั้งสุดท้ายพบว่า ในชุดการทดลองควบคุมที่ไม่มีการใส่ไส้เดือนลงไปตั้งแต่เริ่มต้นและการทดลองในอัตราส่วนต่างๆ ที่ไส้เดือนไม่ขึ้นไปกินขยะองค์ประกอบฟอสฟอรัสในดินจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.27 แต่ในกลุ่มที่มีผลเนื่องจากการกินอาหารของไส้เดือนพบว่าค่าองค์ประกอบฟอสฟอรัสจะมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.36 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในการทดลองที่มีไส้เดือนกินอาหาร เมื่อมันกินเสร็จแล้วมันจะถ่ายมูลที่มีองค์ประกอบฟอสฟอรัสออกมาด้วย ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 องค์ประกอบฟอสฟอรัสในดิน

ชุดการทดลอง	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
	% P	% P	% P	% P
ดินเริ่มต้น	0.27	0.27	0.27	0.28
Control	0.28	0.27	0.27	0.28
ไส้เดือนเริ่มต้น 25 ก.	0.35	0.28	0.28	0.28
ไส้เดือนเริ่มต้น 50 ก.	0.35	0.35	0.27	0.27
ไส้เดือนเริ่มต้น 100 ก.	0.36	0.35	0.35	0.35
ไส้เดือนเริ่มต้น 150 ก.	0.37	0.35	0.35	0.35

1.4.3 องค์ประกอบโพแทสเซียม

การพิจารณาองค์ประกอบโพแทสเซียมของกระบวนการหมักปุ๋ยก็สามารถบอกได้ว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าตามมาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และมักขาดแคลนในดินทั่วไป ในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมในขยะและดิน เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง

<u>องค์ประกอบโพแทสเซียมในขยะ</u>

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบโพแทสเซียมเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.28 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นในชุดการทดลองควบคุม และการทดลองในอัตราส่วนต่างๆ ที่ไส้เดือนไม่ขึ้นไปกินขยะโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.41 ซึ่งก็ยังถือค่าดังกล่าวยังไม่ได้ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน, 2534 ที่ได้แนะนำไว้ว่าปุ๋ยหมักที่ได้ ควรมีองค์ประกอบฟอสฟอรัสร้อยละ 1 โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนการทดลองที่มีไส้เดือนขึ้นไปกินอาหารพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.18 ซึ่งเป็นค่าที่บอกได้ว่าไส้เดือนมีการกินขยะเป็นอาหารจนเหลือแต่ขี้เลื่อย ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 องค์ประกอบโพแทสเซียมในขยะ

ชุดการทดลอง	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
	% K	% K	% K	% K
ขยะเริ่มต้น	0.29	0.28	0.27	0.28
Control	0.42	0.42	0.40	0.42
ไส้เดือนเริ่มต้นที 25 ก.	0.19	0.41	0.40	0.42
ไส้เดือนเริ่มต้นที 50 ก.	0.18	0.19	0.40	0.40
ไส้เดือนเริ่มต้นที 100 ก.	0.17	0.18	0.19	0.19
ไส้เดือนเริ่มต้นที 150 ก.	0.17	0.18	0.18	0.19

องค์ประกอบโพแทสเซียมในดิน

จากผลการทดลององค์ประกอบฟอสฟอรัสในดินพบว่ามีค่าเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.08 และเมื่อทำการวัดค่าในครั้งสุดท้ายพบว่า ในชุดการทดลองควบคุมที่ไม่มีการใส่ไส้เดือนเข้าไปตั้งแต่เริ่มต้น และการทดลองในอัตราส่วนต่างๆที่ไส้เดือนไม่ขึ้นไปกินขยะองค์ประกอบฟอสฟอรัสในดินจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคือจะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.10 แต่ในกลุ่มที่มีผลเนื่องจากการกินอาหารของไส้เดือนพบว่าค่าองค์ประกอบฟอสฟอรัสจะมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.17 ดังแสดงในตาราง 7 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในการทดลองที่มีไส้เดือนกินอาหาร เมื่อมันกินเสร็จแล้วมันจะถ่ายมูลที่มีองค์ประกอบโพแทสเซียมออกมาด้วย

ตาราง 7 องค์ประกอบโพแทสเซียมในดิน

ชุดการทดลอง	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
	% K	% K	% K	% K
ดินเริ่มต้น	0.07	0.07	0.07	0.08
Control	0.11	0.11	0.10	0.11
ไส้เดือนเริ่มต้นที 25 ก.	0.16	0.11	0.10	0.11
ไส้เดือนเริ่มต้นที 50 ก.	0.18	0.15	0.10	0.11
ไส้เดือนเริ่มต้นที 100 ก.	0.18	0.16	0.17	0.16
ไส้เดือนเริ่มต้นที 150 ก.	0.18	0.17	0.18	0.16

1.4.4 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวก

ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของปุ๋ยหมักที่เกิดขึ้นเพราะว่า เมื่อนำปุ๋ยที่มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกมากไปใส่ต้นไม้จะทำให้ต้นไม้สามารถนำธาตุอาหารที่ส่วนใหญ่เป็นประจุบวกไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวก ในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมในขยะและดิน เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิอออนบวกในขยะ

จากผลการทดลองพบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกสามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ ในกลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ไม่มีการใส่ไส้เดือนและไม่มีผลเนื่องจากไส้เดือนไม่ขึ้นไปกินอาหาร พบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 71 meq/100 g เป็น 84 meq/100 g ส่วนกลุ่มที่ 2 มีผลเนื่องจากการกินอาการของไส้เดือนพบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกในแต่ละชั้นจะมีค่าเรียงจากน้อยไปหามากดังนี้คือลิ้นชัก A, B, C, และ Dตามลำดับ เช่นที่อัตราส่วนไส้เดือนเริ่มต้นที่ 150 ก. ในลิ้นชัก A วัดค่าได้ 50.7 meq/100 g ลิ้นชัก B วัดค่าได้ 51.3 meq/100 g ลิ้นชัก C วัดค่าได้ 53.9 meq/100 g และลิ้นชัก D วัดค่าได้ 59.3 meq/100 g ซึ่งสามารถอธิบายผลได้ดังนี้คือในลิ้นชัก Aมีอัตราส่วนไส้เดือนเริ่มต้นที่ 150 ก.ซึ่งมากกว่าชั้นอื่นๆ แต่เมื่อทำการหมักผ่านไปไส้เดือนจะกระจายไปอยู่ตามชั้นต่างๆ ทำให้ในชั้นที่มีไส้เดือนอยู่มากมีการกินอาหารที่ดีกว่าจนในที่สุดค่าที่วัดได้ในครั้งสุดท้ายมีค่าใกล้เคียงกับขี้เลื่อย ที่มีค่าเท่ากับ 55 meq/100 g นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกจะลดลงจากค่าอัตราส่วนไส้เดือนเริ่มต้นจากมากไปหาน้อย ดังนี้คือในลิ้นชัก A ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกที่อัตราส่วนไส้เดือนเริ่มต้นที่ 150 ก. มีค่า 50.7 meq/100 g, 100 ก. มีค่า 53.4 meq/100 g, 50 ก. มีค่า 54.7 meq/100 g และ 25 ก. มีค่า 67.5 meq/100 ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกในขยะ

ชุดการทดลอง	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
	meq/100g	meq/100g	meq/100g	C meq/100g
ขยะเริ่มต้น	70.8	71.3	71.8	71.8
Control	83.7	83.4	84.3	83.9
ไส้เดือนเริ่มต้นที 25 ก.	67.5	83.4	84.2	83.9
ไส้เดือนเริ่มต้นที 50 ก.	59.7	69.4	84.2	83.8
ไส้เดือนเริ่มต้นที 100 ก.	53.4	59.3	62.1	62.0
ไส้เดือนเริ่มต้นที 150 ก.	50.7	51.3	53.9	59.3

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกในดิน

จากผลการทดลองค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกในดินพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักจากค่าเริ่มต้นที่ 25.5 – 29.9 meq/100 g ไปเป็น 27.8 – 29.0 meq/100 g ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกในดิน

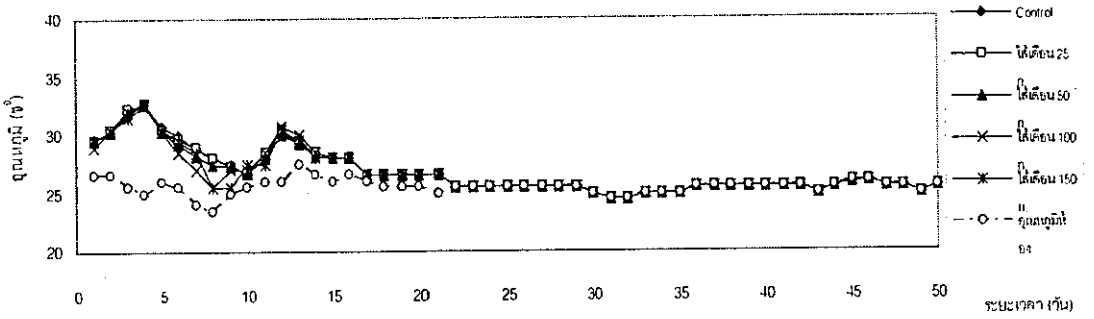
ชุดการทดลอง	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g
ดินเริ่มต้น	28.7	28.5	29.9	28.8
Control	28.9	28.8	28.8	27.8
ไส้เดือนเริ่มต้นที 25 ก.	29.0	27.9	27.9	28.9
ไส้เดือนเริ่มต้นที 50 ก.	28.0	27.9	28.9	28.9
ไส้เดือนเริ่มต้นที 100 ก.	29.0	27.9	28.9	27.9
ไส้เดือนเริ่มต้นที 150 ก.	27.9	28.0	28.0	27.8

1.4.5 อุณหภูมิ

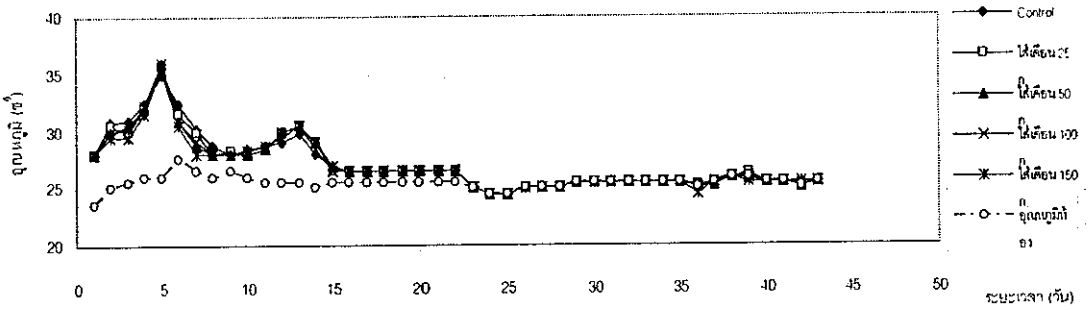
การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการทดลองตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน-ปลายเดือนธันวาคม พ.ศ.2547 ซึ่งวัดอุณหภูมิบรรยากาศทุกๆวันในช่วงเวลา 9.00–11.00 น. ตลอดระยะเวลา 50 วัน มีค่าอยู่ระหว่าง 23.5 -27.5 ซ^0 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในลิ้นชักได้แสดงในภาพ 59-62และตาราง 50-53 ในภาคผนวก จ

ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันในทุกชุดการทดลอง เนื่องจากขยะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณ 1 กก. และความสูงในชั้นขยะประมาณ 5 ซม.ทำให้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ไม่สูงมากนัก กล่าวคือในช่วงสัปดาห์แรกของกระบวนการหมักขยะภายในลิ้นชักมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากเกิดการย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยแบคทีเรีย (Loh et al., 2005) โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยวัดได้ 35 ซ^0 ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้พวกคาร์โบไฮเดรต เช่นแป้ง และน้ำตาลถูกย่อยสลาย แต่หลังจากทำการหมักผ่านไป 1-2 สัปดาห์ อุณหภูมิได้ลดลงใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องโดยเฉลี่ย 25.5 ซ^0 อุณหภูมิลดลงเนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีมากเริ่มตายทำให้อัตราการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ลดลงตามไปด้วยซึ่งก็มีผลให้อุณหภูมิลดลงด้วยเช่นกัน (อานุภาพ แก้วทอง, 2541) และ Edwards, Dominguez & Neuhauser (1998)

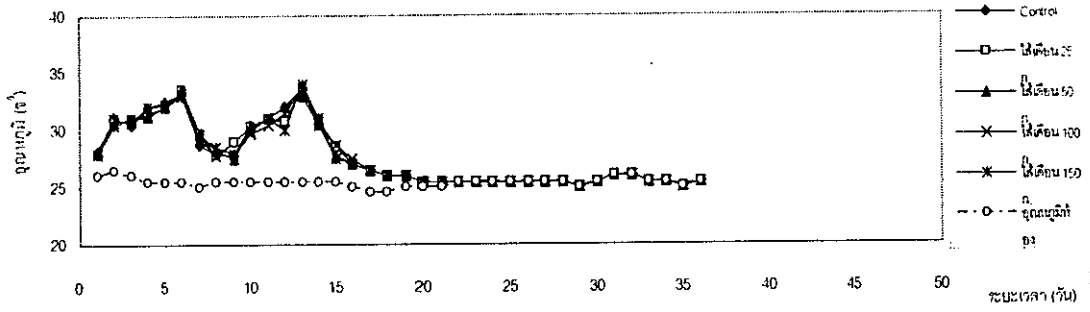
รายงานว่าที่อุณหภูมิ 25 ซ^{0} ไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* มีการแพร่พันธุ์และให้ผลผลิตดีที่สุด



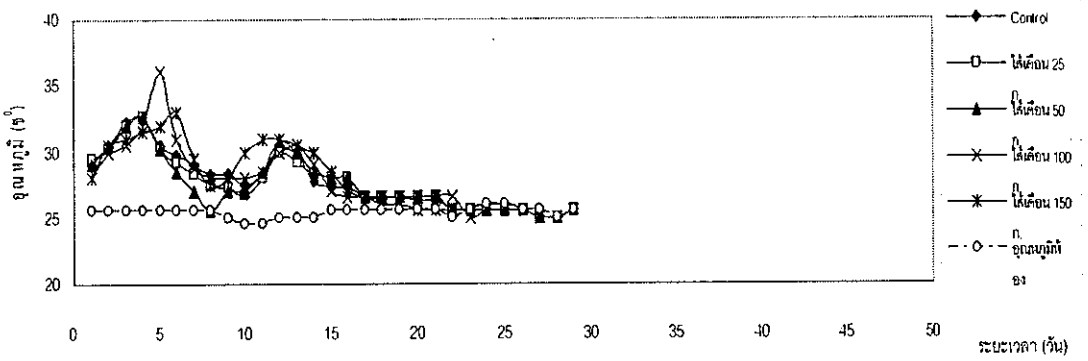
ภาพ 59 อุณหภูมิขยะลิ้นชัก A



ภาพ 60 อุณหภูมิขยะลิ้นชัก B



ภาพ 61 อุณหภูมิขยะลิ้นชัก C



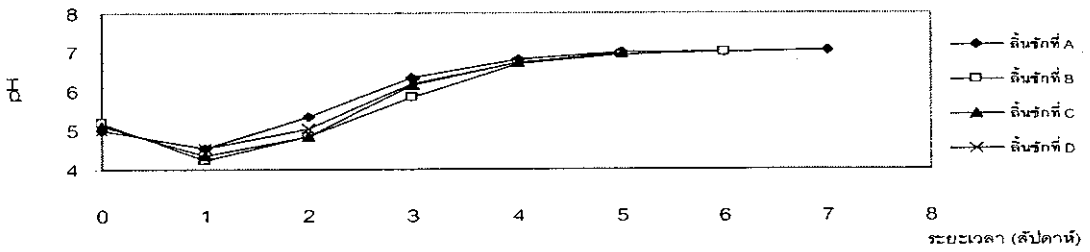
ภาพ 62 อุณหภูมิขยะลิ้นชัก D

1.4.6 pH

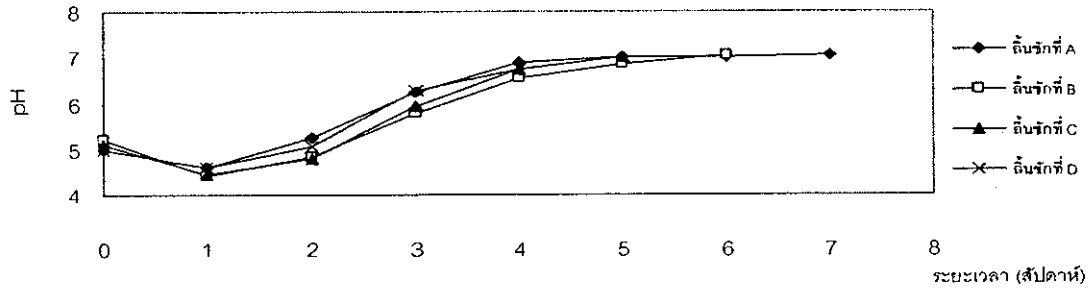
จากการทดลองได้ทำการวัดค่า pH ทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลาการหมัก เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการหมัก ว่ามีสภาพเหมาะสมกับไส้เดือนหรือไม่ pHได้แสดงในภาพ 63-67และตาราง 54-57 ในภาคผนวก จ

<u>pH ในขยะ</u>

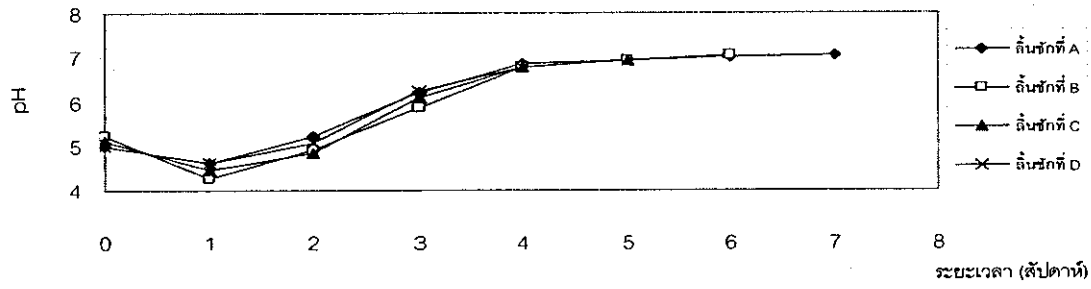
จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเริ่มต้นการหมัก pH เริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.1 หลังจากที่กระบวนการหมักผ่านไปประมาณ 1 สัปดาห์ pH ลดลงมาเฉลี่ยอยู่ที่ 4.4 ซึ่งเป็นสภาพของกรด ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงสัปดาห์แรกของการหมักมีการย่อยสลายขยะอินทรีย์โดยแบคทีเรีย ย่อยสลายขยะอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์บางส่วนมีคุณสมบัติเป็นกรด (Ndegwa, Thomson & Das, 2000) หลังจากการหมักผ่านไป 2 สัปดาห์ pH มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังมีสภาพเป็นกรด ซึ่งไส้เดือนชอบภาพมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5 (Edwards, 1995) เมื่อกระบวนการหมักผ่านไปประมาณ 1 เดือน pH จะมีสภาพเป็นกลางที่ช่วง 6.8 -7.0 ซึ่งไส้เดือนจะเจริญเติบโตได้ดีที่ช่วง pH 5–8 แต่จะดีที่สุดเมื่อประมาณ 7.0 หรือระดับความเป็นกลาง (อานัฐ ตันโช, 2543) ซึ่งผลการทดลองได้แสดงในภาพ 63-67 และตาราง 54-57 ในภาคผนวก จ



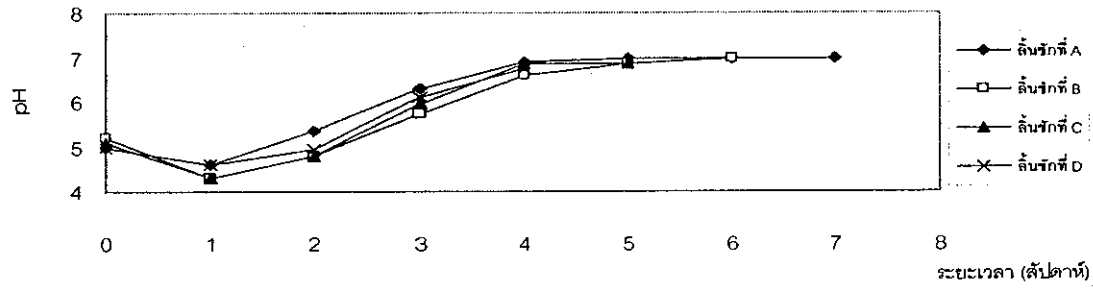
ภาพ 63 pH ในชุดการทดลองควบคุมที่ขยะ 1 กก.



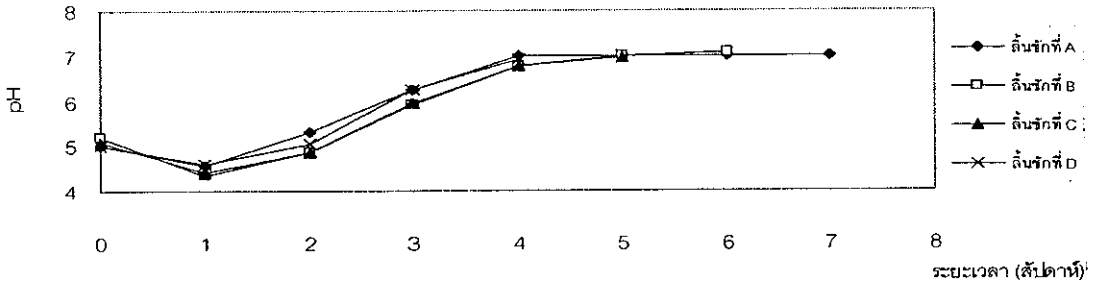
ภาพ 64 pH ที่อัตราส่วนไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 65 pH ที่อัตราส่วนไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 66 pH ที่อัตราส่วนไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 67 pH ที่อัตราส่วนไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

pH ในดิน

จากผลการทดลองพบว่าในทุกชุดการทดลองค่า pH ในดินเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ย 7.2 เมื่อทำการหมักผ่านไป 1สัปดาห์พบว่า ค่าpH เริ่มลดลงมาเล็กน้อยโดยเฉลี่ยที่ 6.9 ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากน้ำชะขยะที่มีส่วนประกอบของกรดอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่มีมากในช่วงสัปดาห์แรก และค่า pH จะยังคงอยู่ในช่วงนี้ตลอดการทดลอง ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 pH ในดิน

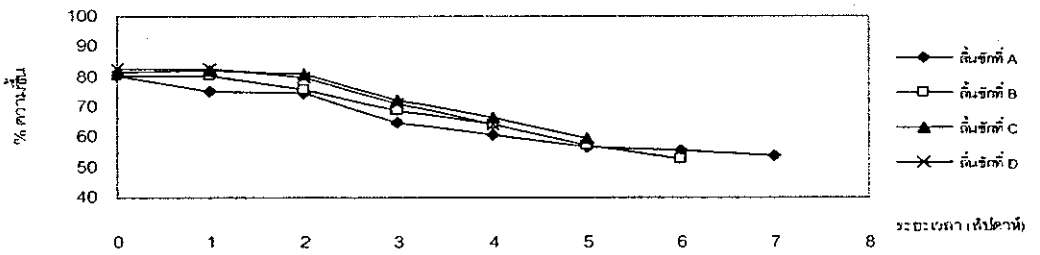
ชุดการทดลอง	ลิ้นชักที่ A	ลิ้นชักที่B	ลิ้นชักที่ C	ลิ้นชักที่ D
ขยะเริ่มต้น	7.2	7.1	7.2	7.3
Control	6.8	6.8	6.9	6.8
ไส้เดือนเริ่มต้นที 25 ก.	6.8	6.8	6.8	6.9
ไส้เดือนเริ่มต้นที 50 ก.	6.8	6.9	6.8	6.8
ไส้เดือนเริ่มต้นที 100 ก.	6.9	6.8	6.9	6.8
ไส้เดือนเริ่มต้นที 150 ก.	6.8	6.9	6.8	6.8

1.4.7 **ความชื้น**

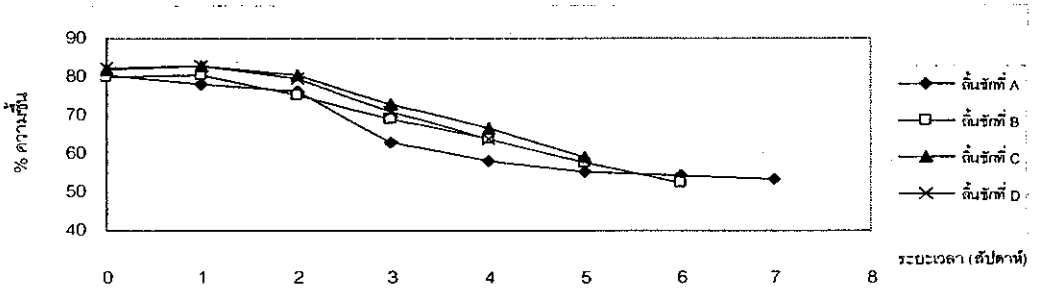
ปัจจัยสำคัญในกระบวนการหมักอีกสิ่งหนึ่งคือ ความชื้น ช่วงค่าความชื้นที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักคือ ร้อยละ 50 -70 เพราว่าน้ำมีความจำเป็นต่อกระบวนการดูดซึมสารอาหารและกระบวนการขับถ่ายของเสีย (อานุภาพ แก้วทอง, 2541) นอกจากนี้ Newzeland Earthworm association (2002) แนะนำว่าค่าความชื้นไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 45 เนื่องจากความชื้นนี้จะเป็นผลดีต่อการอยู่รอดของแบคทีเรียในมูลของไส้เดือน

<u>ความชื้นในขยะ</u>

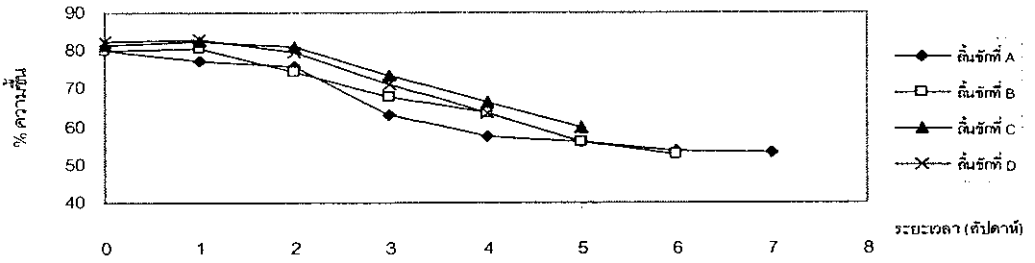
จากการทดลองพบว่าค่าชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 81 และหลังจากนั้น 1–2 สัปดาห์ค่าความชื้นได้ลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ซึ่งก็เป็นเวลาเดียวกับที่อุณหภูมิขึ้นสูงเนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ ทำให้น้ำในกองขยะระเหยออก แต่เนื่องจากรูปแบบในการหมักเป็นแบบระบบปิด และทำการทดลองภายในห้องที่ปิดมิดชิด ทำให้ความชื้นในแต่ละสัปดาห์ลดลงไม่มากนัก อย่างไรก็ตามเพื่อรักษาสภาพความชื้นให้เหมาะสม ต่อกระบวนการหมัก จึงควบคุมความชื้นไว้ไม่ให้ต่ำกว่าร้อยละ 50 ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ นอกจากนั้นยังได้มีการตรวจสอบค่าความชื้นของการหมักทุกๆสัปดาห์ตลอดระยะเวลาการหมัก ค่าความชื้นขยะได้แสดงในภาพ 68-72 และตาราง 59-62 ในภาคผนวก จ



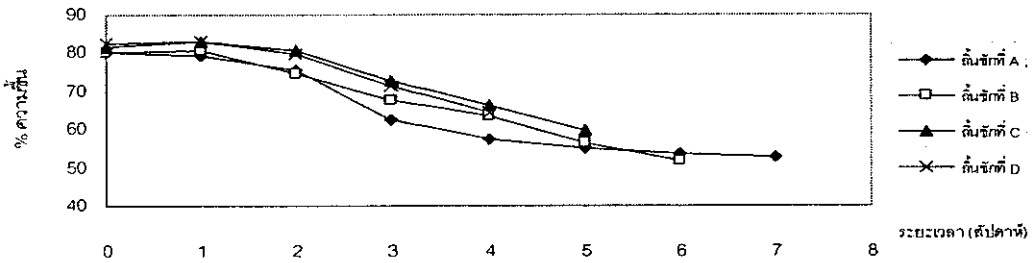
ภาพ 68 องค์ประกอบความชื้นของขยะในชุดการทดลองควบคุมที่ขยะ 1 กก.



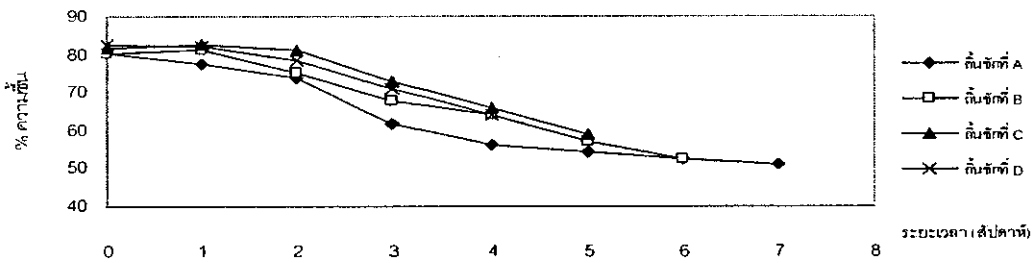
ภาพ 69 องค์ประกอบความชื้นของขยะ ที่ไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 70 องค์ประกอบความชื้นของขยะ ที่ไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



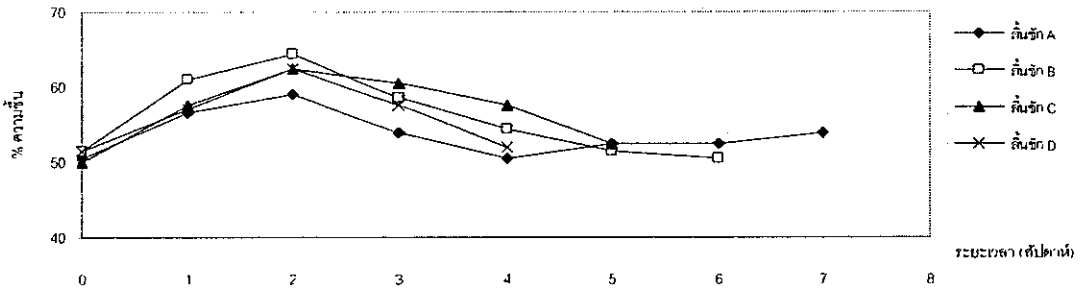
ภาพ 71 องค์ประกอบความชื้นของขยะ ที่ไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



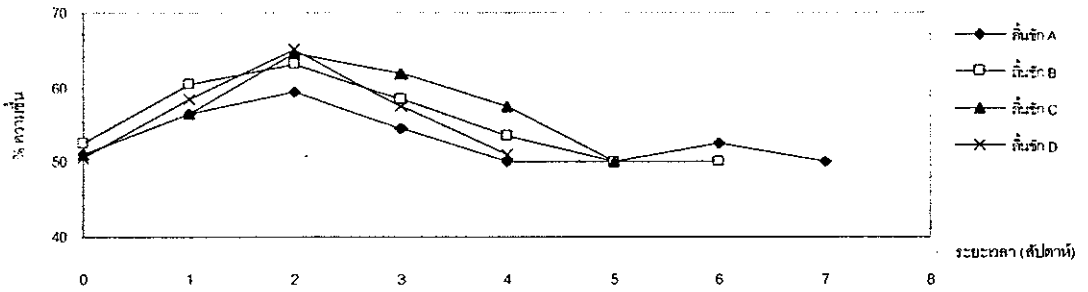
ภาพ 72 องค์ประกอบความชื้นของขยะ ที่ไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

ความชื้นในดิน

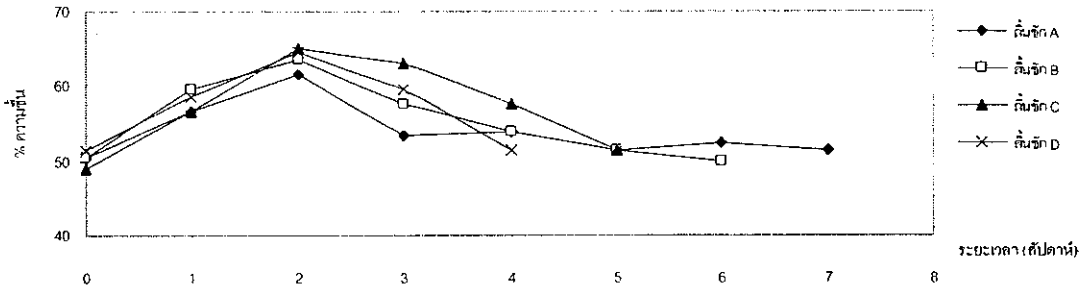
จากการทดลองพบว่าค่าความชื้นเริ่มต้นของดินในทุกการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 51.5 และจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำชะขยะที่ออกมาจากขยะ แต่จะไม่ไหลลงไปยังชั้นถัดไป และเมื่อสัปดาห์ที่ 3 ของการหมักพบว่า ค่าความชื้นในดินของทุกการทดลองมีค่าลดลง เนื่องจากชั้นอาหารที่อยู่ข้างบนเริ่มแห้งในการทดลองที่ไม่มีไส้เดือน และในการทดลองที่มีไส้เดือนอาหารก็เริ่มหมดในสัปดาห์นี้ และเนื่องจามีการเจาะรูระบายอากาศบริเวณด้านข้างจึงทำให้อากาศด้านนอกบางส่วนสมารถเข้ามาข้างในได้ทำให้ความชื้นในดินลดลง อย่างไรก็ตามเพื่อรักษาสภาพความชื้นให้เหมาะสม ต่อกระบวนการหมัก จึงควบคุมความชื้นไว้ไม่ให้ต่ำกว่าร้อยละ 50 ด้วยวิธีการสเปรย์น้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ นอกจากนั้นยังได้มีการตรวจสอบค่าความชื้นของการหมักทุกๆสัปดาห์ตลอดระยะเวลาการหมักค่าความชื้นดินได้แสดงในภาพ 73-77 และตาราง 63-66 ในภาคผนวก จ



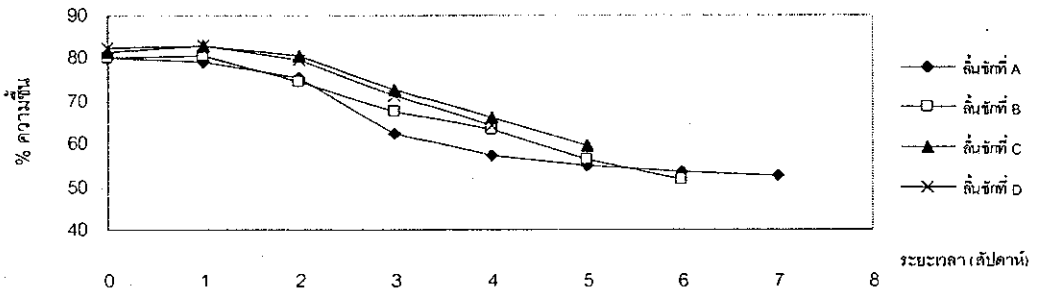
ภาพ 73 องค์ประกอบความชื้นของดินในชุดการทดลองควบคุมที่ขยะ 1 กก.



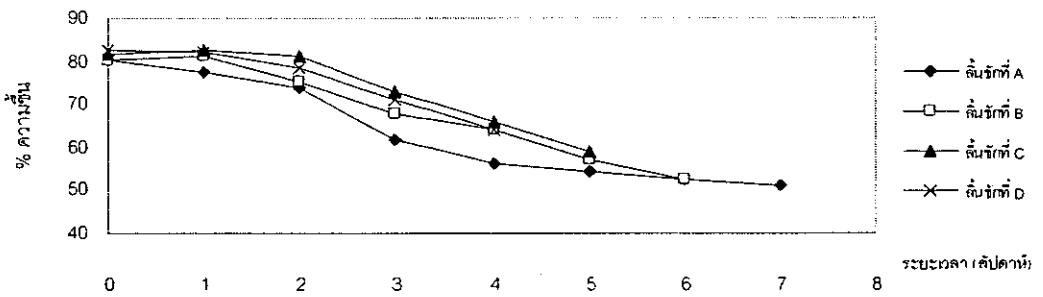
ภาพ 74 องค์ประกอบความชื้นของดิน ที่ไส้เดือน 25 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 75 องค์ประกอบความชื้นของดิน ที่ไส้เดือน 50 ก. : ขยะ 1 กก.



ภาพ 76 องค์ประกอบความชื้นของดิน ที่ไส้เดือน 100 ก. : ขยะ 1 กก.



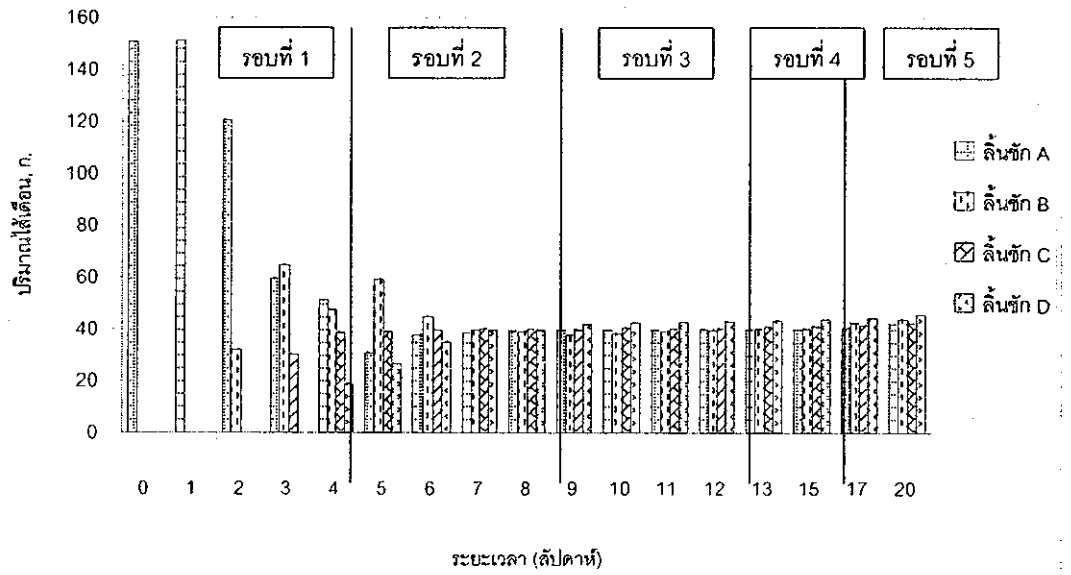
ภาพ 77 องค์ประกอบความชื้นของดิน ที่ไส้เดือน 150 ก. : ขยะ 1 กก.

2 การศึกษาการใช้ไส้เดือนหมักขยะอินทรีย์สังเคราะห์ในตู้ลิ้นชักแบบต่อเนื่อง

จากผลการทดลองในการทดลองที่ 1 พบว่าเมื่อทำการหมักผ่านไป 1 เดือนที่อัตราส่วนไส้เดือน 150 ก.ไส้เดือนกินอาหารหมดเร็วกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ในการทดลองใช้ไส้เดือนหมักขยะอินทรีย์สังเคราะห์ในตู้ลิ้นชักแบบต่อเนื่อง จึงได้เลือกอัตราส่วนที่ 150 ก. มาทำการทดลองต่อ โดยวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

2.1 การเคลื่อนไหวของไส้เดือนในตู้ลิ้นชัก

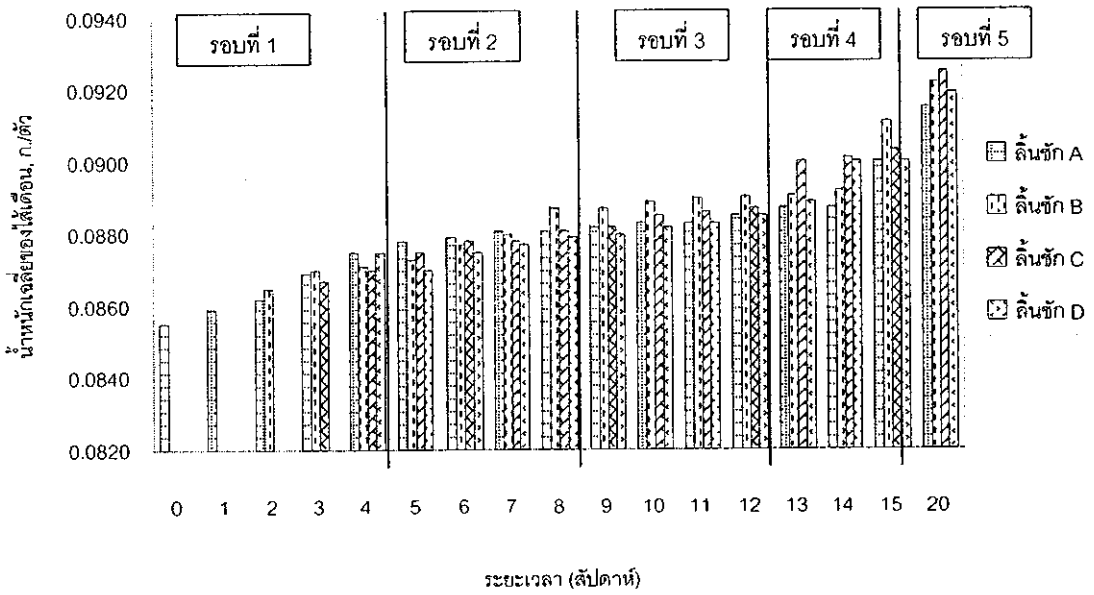
จากการทดลองพบว่า ในรอบแรกของการหมักไส้เดือนกระจายอยู่ตามลิ้นชัก A, B, C และ D เท่ากับ 51.36, 47.38, 38.62 และ 18.46 ก. ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าไส้เดือนส่วนมากยังอยู่ที่ลิ้นชัก B แต่หลังจากการหมักในรอบที่ 2 พบว่าไส้เดือนจากลิ้นชัก B เริ่มขึ้นไปกินอาหารในลิ้นชักC และ D มากขึ้น เมื่อทำการวัดค่าน้ำหนักไส้เดือนในสัปดาห์สุดท้ายของการหมักในสัปดาห์ที่ 5 พบว่าไส้เดือนอยู่ที่ลิ้นชัก A, B, C, และ D เท่ากับร้อยละ 39.02, 39.21, 40.08 และ 39.73 ก. ตามลำดับ ดังภาพ 78 ในภาคผนวก ฉ จากค่าดังกล่าวจะเห็นได้ว่าไส้เดือนจะอยู่ในชั้นต่าง ๆ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันมาก และหลังจากนั้นพบว่าปริมาณไส้เดือนในชั้นต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งอาจมีสาเหตุจากปริมาณไส้เดือนที่เพียงพอกับอาหารที่ใส่เข้าไป เมื่อไส้เดือนมีอาหารที่สมบูรณ์ทำให้ไส้เดือนมีการเจริญเติบโตที่ดี และมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้น ในแต่ละชั้น เมื่อทำการชั่งน้ำหนักไส้เดือนในครั้งสุดท้ายพบว่า ไส้เดือนอยู่ที่ลิ้นชัก A, B, C, และ D เท่ากับ 42.09, 43.51, 41.35 และ 44.19 ก.ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาน้ำหนักรวมในสัปดาห์ที่ 20 พบว่าไส้เดือนมีน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้นเป็น 173.92 ก. ดังแสดงในภาพ 78 และตาราง 67 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 78 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไส้เดือนในแต่ละชั้นแบบต่อเนื่อง

2.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวของไส้เดือน

จากการทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นไส้เดือนมีน้ำหนักเฉลี่ย/ตัวเท่ากับ 85.5 มก. หลังจากการหมักในสัปดาห์ที่ 5 พบว่าไส้เดือนแต่ละชั้นกระจายอยู่ตามชั้นชั้นต่างๆ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีอาหารที่เพียงพอ ทำให้ไส้เดือนมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อวัดค่าเฉลี่ยต่อตัวในสัปดาห์ที่ 20 พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนมีค่าเป็น 91.5, 92.2, 92.5และ 91.9 มก. ในลิ้นชัก A, B, C และ D ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 79 และตาราง 69 ในภาคผนวก ฉ

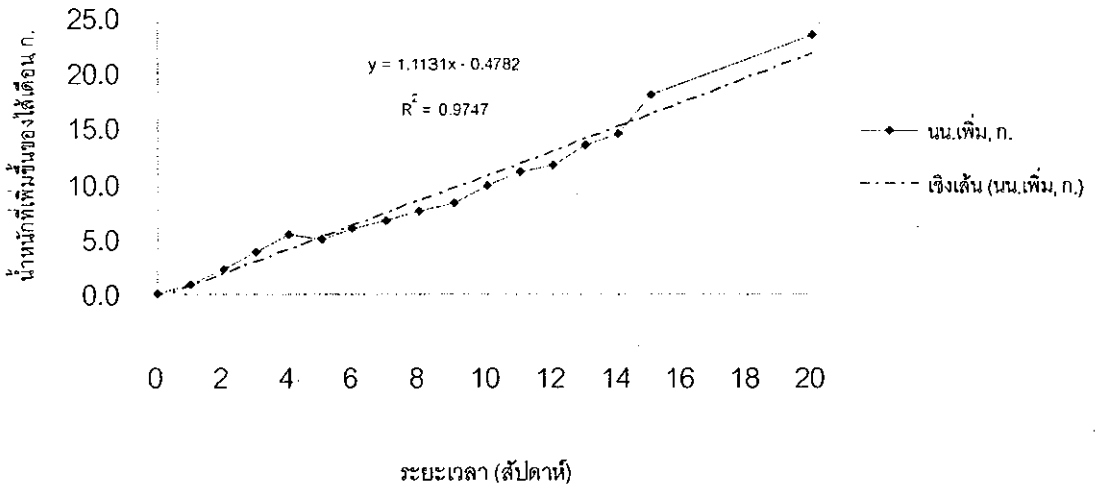


ภาพ 79 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนในการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

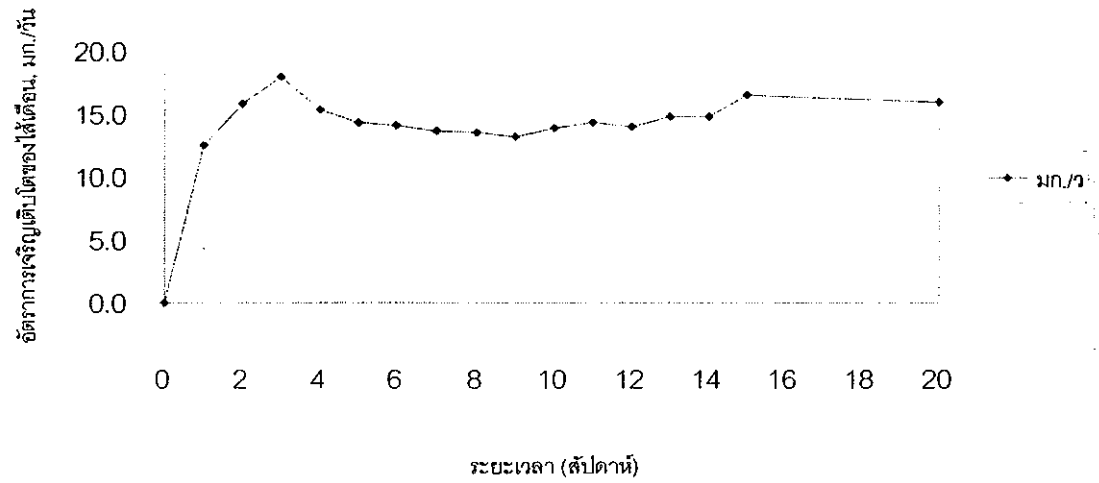
2.3 อัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนในการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

จากการทดลองพบว่า ไส้เดือนมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเกือบเป็นเส้นตรงตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 20 โดยดูได้จากค่าในเส้นแนวโน้ม(R^2 = 0.9747) ในภาพ 80 เนื่องจากในการทดลองนี้มีการใส่อาหารอย่างต่อเนื่องให้อาหาร มีผลให้ปริมาณอาหารเพียงพอกับปริมาณไส้เดือนและพบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 20 ของการทดลองจากภาพ 80 (สมการ y =1.1131x-0.4782) มีค่าเท่ากับ 21.78 ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองจริง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนเพิ่มขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 23.44 ก. ดังแสดงในภาพ 80 และตาราง 70 ในภาคผนวก ฉ

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนจะเริ่มคงที่หลังจากการหมักในสัปดาห์ที่ 5 อาจมีสาเหตุมาจากไส้เดือนที่กระจายอยู่ตามชั้นต่างๆในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อวัดค่าอัตราการเจริญเติบโตจากภาพ 80 (สมการ [y =1.1131x-0.4782]/ระยะเวลา,วัน) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนมีค่าเท่ากับ 15.5 มก./วัน มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองจริงพบว่าไส้เดือนมีอัตราการเจริญเติบโต16.75 มก./วัน ดังแสดงในภาพ 81 และตาราง 70 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 80 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนในการทดลองแบบต่อเนื่อง, ก.

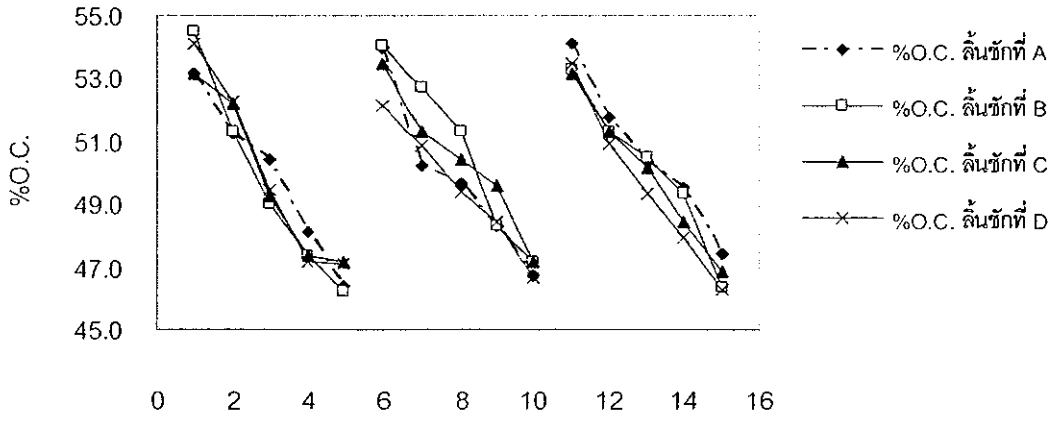


ภาพ 81 อัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนในการทดลองแบบต่อเนื่อง, มก./วัน

2.4 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี

2.4.1 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

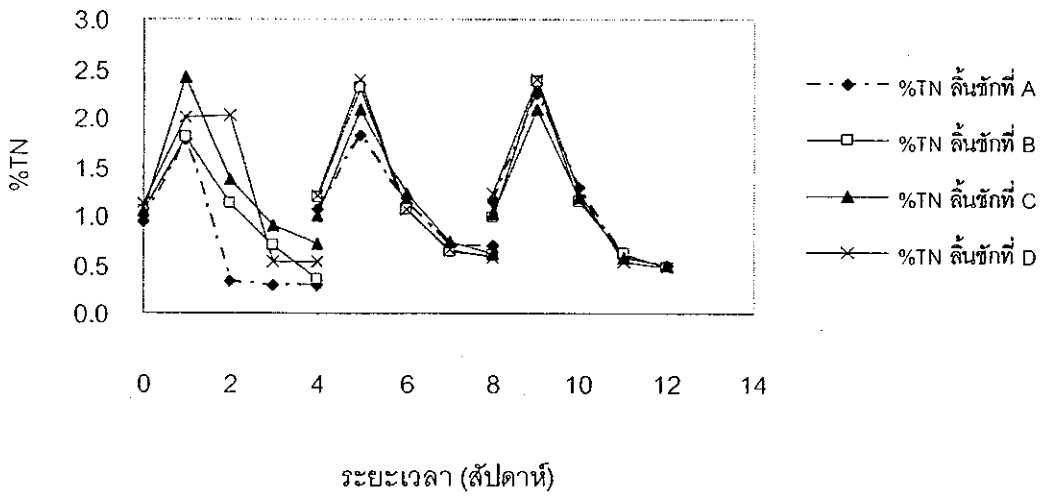
จากผลการทดลองพบว่า ในแต่ละรอบมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบคาร์บอนที่เหมือนกันคือ เมื่อเริ่มต้นกระบวนการหมักมีค่าองค์ประกอบคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 52.73 ในระหว่างการหมักค่าองค์ประกอบคาร์บอนลดลง เนื่องจากแบคทีเรียได้เปลี่ยนรูปองค์ประกอบคาร์บอนไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(Loh et al., 2005) และเมื่อวัดค่าองค์ประกอบคาร์บอนในสัปดาห์ที่ 20 พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 46.8 ดังแสดงในภาพ 82 และตาราง 71 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 82 องค์ประกอบคาร์บอนของการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

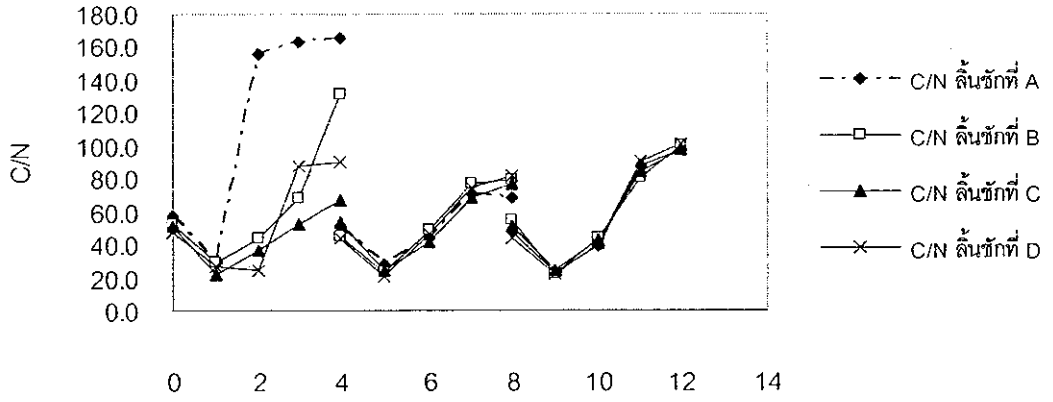
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบไนโตรเจนพบว่าเมื่อเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.09 ในช่วง 1 2สัปดาห์แรกค่าองค์ประกอบไนโตรเจนของทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.11 เนื่องมวลขยะลดลง และจากองค์ประกอบคาร์บอนในขยะได้ลดลงเนื่องจากการย่อยสลายของแบคทีเรีย ในขณะที่แบคทีเรียไม่สามารถย่อยสลายองค์ประกอบไนโตรเจนได้ ทำให้องค์ประกอบในโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้น (Loh et al., 2005) หลังจากนั้นเมื่อไส้เดือนเริ่มกินอาหารค่าองค์ประกอบไนโตรเจนที่วัดได้มีค่าลดลงตามอาหารที่หมดไปและเริ่มมีค่าเข้าใกล้ขี้เลื่อยที่เหลืออยู่ โดยค่าองค์ประกอบไนโตรเจนลดลงขึ้นอยู่กับปริมาณไส้เดือน โดยในรอบที่ 1 ของการหมักพบว่าค่าองค์ประกอบไนโตรเจนยังแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดดังภาพ 83 เมื่อพิจารณาค่าครั้งสุดท้ายในรอบที่ 1 พบว่าค่าในแต่ละลิ้นชักจะต่างกันดังนี้คือร้อยละ 0.28, 0.35, 0.71 และ 0.53 ในลิ้นชัก A, B, C และ D ตามลำดับ เนื่องจากไส้เดือนในชั้นต่างๆมีปริมาณที่แตกต่างกันดังภาพ 78 หลังจากนั้นพบว่า

ไส้เดือนเริ่มกระจายตัวอยู่ในชั้นต่างๆในปริมาณที่ใกล้เคียงกันมีผลให้ค่าองค์ประกอบไนโตรเจนในชั้นต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อวัดค่าครั้งสุดท้ายในรอบที่ 2 ของการทดลองพบว่า เริ่มมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้นดังนี้คือร้อยละ 0.69, 0.60, 0.62 และ 0.57 ในลิ้นชัก A, B, C และ D ตามลำดับ หลังจากนั้นไส้เดือนเริ่มกระจายตัวอยู่ที่ชั้นต่างๆ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ทำให้ค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกัน โดยค่าสุดท้ายของการหมักในรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.48 ค่าสุดท้ายในรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ช่วงร้อยละ 0.47 ในรอบที่ 5 มีค่าตามอายุการหมักของแต่ละชั้น ดังแสดงในภาพ 83 และตาราง 71 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 83 องค์ประกอบไนโตรเจนของการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าองค์ประกอบไนโตรเจนที่เปลี่ยนไป และพบว่าในรอบที่ 1ค่าในแต่ละลิ้นชักจะต่างกันดังนี้คือ 165.89, 131.96, 66.89 และ 89.7 ในลิ้นชัก A,B, C และ D ตามลำดับ เมื่อวัดค่าครั้งสุดท้ายในรอบที่ 2 พบว่า เริ่มมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น ดังนี้คือ 68.16, 79.27, 76.69 และ 81.8 ในลิ้นชัก A, B, C และ D ตามลำดับ หลังจากนั้นไส้เดือนเริ่มกระจายตัวอยู่ที่ชั้นต่างๆ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ทำให้ค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกัน โดยค่าสุดท้ายของการหมักในรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 96.23 ค่าสุดท้ายของการหมักในรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.02 ในรอบที่ 5 มีค่าตามอายุการหมักของแต่ละชั้น ดังแสดงในภาพ 84 และตาราง 71 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 84 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

จากผลการทดลองในดินเมื่อเริ่มต้น พบว่ามีค่าองค์ประกอบคาร์บอนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 17.32 องค์ประกอบไนโตรเจนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.58 และค่าองค์ประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 29.87 เมื่อทำการวัดค่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าค่าองค์ประกอบคาร์บอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 21.51 องค์ประกอบไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 และค่าองค์ประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 29.87 ซึ่งสังเกตได้ว่าค่าในครั้งสุดท้ายขององค์ประกอบคาร์บอนมีและองค์ประกอบไนโตรเจนในดินมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นดินที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นการหมักและไม่มีการเปลี่ยนออก ซึ่งอาจมีการสะสมของเศษอาหารที่ตกไปบ้าง ดังแสดงในตาราง 12

2.4.2 ค่าองค์ประกอบฟอสฟอรัส

จากการทดลองพบว่า ค่าองค์ประกอบฟอสฟอรัสเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 0.22 และค่าสุดท้ายจะลดลงตามระยะเวลาที่ไส้เดือนกินขยะเป็นอาหาร ดังนี้ในลิ้นชัก A ที่สัปดาห์ที่ 3 มีค่าร้อยละ 0.19, สัปดาห์ที่ 2 ที่สัปดาห์ที่ 2 มีค่าร้อยละ 0.29, ลิ้นชัก C สัปดาห์ที 1 มีค่าร้อยละ 0.29 และลิ้นชัก D ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นมีค่า 0.21 ดังตาราง 11

จากการทดลองค่าองค์ประกอบฟอสฟอรัสในดินที่เริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.27 และเมื่อวัดค่าครั้งสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40 ค่าที่เพิ่มขึ้นในครั้งสุดท้ายอาจเนื่องมาจากการที่ไส้เดือนกินอาหารแล้วถ่ายมูลที่มีส่วนประกอบของฟอสฟอรัสลงมาในดิน ดังตาราง 12

2.4.3 ค่าองค์ประกอบโพแทสเซียม

จากการทดลองพบว่า ค่าองค์ประกอบโพแทสเซียมเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 0.28 และ ค่าสุดท้ายจะลดลงตามระยะเวลาที่ไส้เดือนกินขยะเป็นอาหาร ดังนี้ในลิ้นชัก A ที่สัปดาห์ที่ 3 มีค่าร้อยละ 0.20, สัปดาห์ที่ 2 ที่สัปดาห์ที่ 2 มีค่าร้อยละ 0.24, ลิ้นชัก C สัปดาห์ที 1 มีค่าร้อยละ 0.40 และลิ้นชัก D ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นมีค่า 0.28 ดังตาราง 11

จากการศึกษาค่าองค์ประกอบฟอสฟอรัสในดินที่เริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.07 และเมื่อวัดค่าครั้งสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.42 ค่าที่เพิ่มขึ้นในครั้งสุดท้ายอาจเนื่องมาจากการที่ไส้เดือนกินอาหารแล้วถ่ายมูลที่มีส่วนประกอบของฟอสฟอรัสลงมาในดิน ดังตาราง 12

2.4.4 ค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวก

จากผลการทดลองพบว่า ค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยที่ 71.31 meq/100 g เละค่าสุดท้ายจะลดลงตามระยะเวลาที่ไส้เดือนกินขยะ ดังนี้ในลิ้นชัก A ที่สัปดาห์ที่ 3 มีค่าร้อยละ 59.78 meq/100 g, สัปดาห์ที่ 2 ที่สัปดาห์ที่ 2 มีค่าร้อยละ 62.47 meq/100 g, ลิ้นชัก C สัปดาห์ที 1 มีค่าร้อยละ 70.74 meq/100 g และลิ้นชัก D ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นมีค่า 71.81 meq/100 gดังตาราง 11

จากผลการทดลองในดินพบว่าค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่เริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 29.19 meq/100 g และเมื่อวัดค่าครั้งสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 31.33 meq/100 g ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก ดังตาราง 12

ตาราง 11 วิเคราะห์ผลทางเคมีในขยะในการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

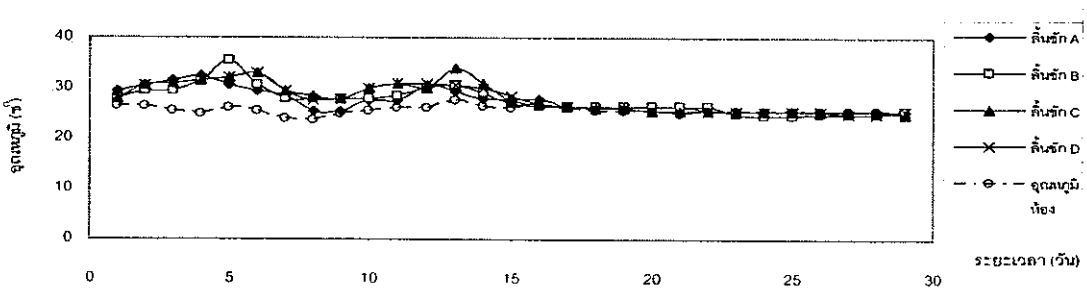
	ลิ้นชัก A		ลิ้นชัก B		ลิ้นชัก C		ลิ้นชัก D	
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เริ่มต้น	สุดท้าย	เริ่มต้น	สุดท้าย	เริ่มต้น	สุดท้าย
% O.C.	53.24	47.41	54.13	49.19	53.26	51.14	53.54	53.54
%TN	1.13	0.50	1.20	0.62	1.10	2.05	1.06	1.06
C/N	47.12	95.79	45.11	79.98	48.42	24.94	50.51	50.51
% P	0.22	0.14	0.22	0.19	0.23	0.29	0.21	0.21
% K	0.29	0.20	0.28	0.24	0.27	0.40	0.28	0.28
CEC	70.80	59.78	71.29	66.47	71.81	70.74	71.81	71.81

ตาราง 12 วิเคราะห์ผลทางเคมีในดินในการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

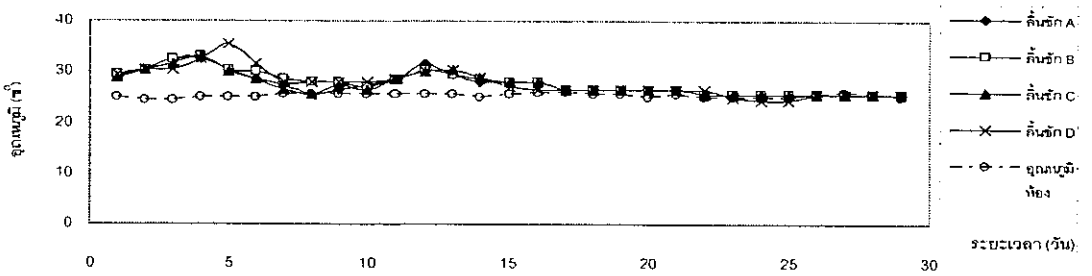
	ลิ้นชัก A		ลิ้นชัก B		ลิ้นชัก C		ลิ้นชัก D	
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เริ่มต้น	สุดท้าย	เริ่มต้น	สุดท้าย	เริ่มต้น	สุดท้าย
pH	7.2	6.8	7.1	6.8	7.2	6.8	7.3	6.8
% O.C.	17.40	21.53	17.29	21.52	17.46	21.48	17.19	21.53
%TN	0.59	0.83	0.58	0.83	0.59	0.82	0.59	0.82
C/N	29.47	26.11	30.03	26.09	29.57	26.21	29.34	26.27
% P	0.27	0.41	0.27	0.41	0.27	0.41	0.28	0.40
% K	0.08	0.43	0.07	0.43	0.07	0.43	0.08	0.43
CEC	28.68	31.33	28.50	31.42	29.88	31.22	28.83	31.43

2.4.5 อุณหภูมิ

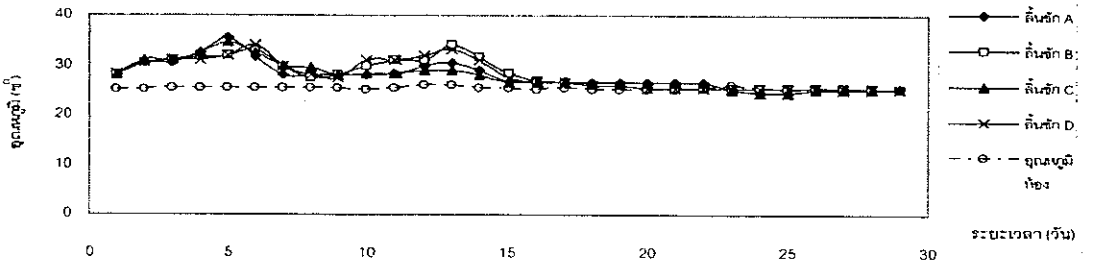
ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันในแต่ละรอบการทดลอง เนื่องจากขยะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณ 1 กก. และความสูงในชั้นขยะประมาณ 5 ซม.ทำให้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ไม่สูงมากนัก กล่าวคือในช่วงสัปดาห์แรกของกระบวนการหมักขยะภายในลิ้นชักมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 35 ซ^{0} ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้พวกคาร์โบไฮเดรต เช่นแป้ง และน้ำตาลถูกย่อยสลาย แต่หลังจากทำการหมักผ่านไป 1-2 สัปดาห์ อุณหภูมิได้ลดลงใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีมากเริ่มตายทำให้อัตราการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ลดลงตามไปด้วยซึ่งก็มีผลให้อุณหภูมิลดลงด้วยเช่นกัน (อานุภาพ แก้วทอง, 2541) ดังแสดงในภาพ 85-87และตาราง 74 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 85 อุณหภูมิการหมักขยะแบบต่อเนื่อง ในรอบที่ 1



ภาพ 86 อุณหภูมิการหมักขยะแบบต่อเนื่อง ในรอบที่ 2

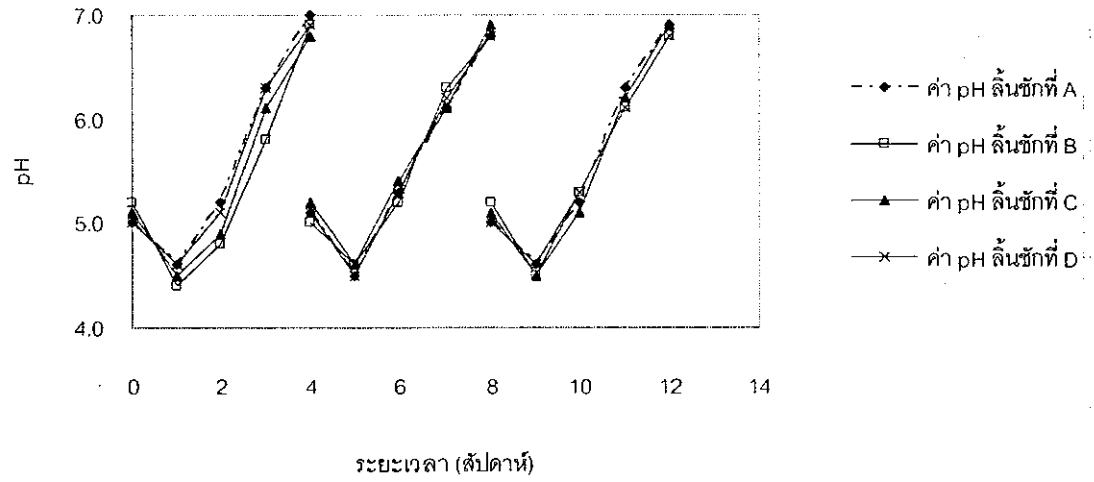


ภาพ 87 อุณหภูมิการหมักขยะแบบต่อเนื่อง ในรอบที่ 3

2.4.6 pH

จากการทดลองพบว่า pH ในแต่ละรอบของการหมักเริ่มต้นมีค่าอยู่ที่ช่วง 5.0–5..2 ซึ่งตรงกับ Edward(1997) ที่กล่าวว่าไส้เดือนชอบค่าความเป็นกรดด่างที่ประมาณ 5 จากนั้น หลังจากทำการหมักผ่านไป 1 เดือนค่า pH มีค่าอยู่ในช่วง 6.8-7.0 ซึ่งไส้เดือนจะเจริญเติบโตได้ดีที่ช่วง pH 5 – 8 แต่จะดีที่สุดเมื่อประมาณ 7.0 หรือระดับความเป็นกลาง (อานัฐ ตันโช, 2543) ดังแสดงในภาพ 88 และตาราง 75 ในภาคผนวก ฉ

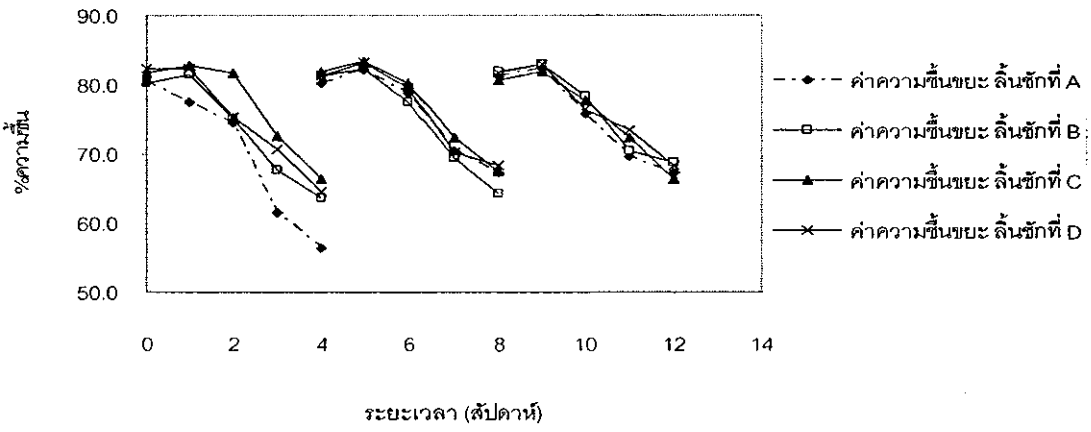
ในดิน พบว่าค่า pH ลดลงเล็กน้อยจาก 7.0 เป็น 6.8 ซึ่งก็ยังถือว่าอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง



ภาพ 88 pHในการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

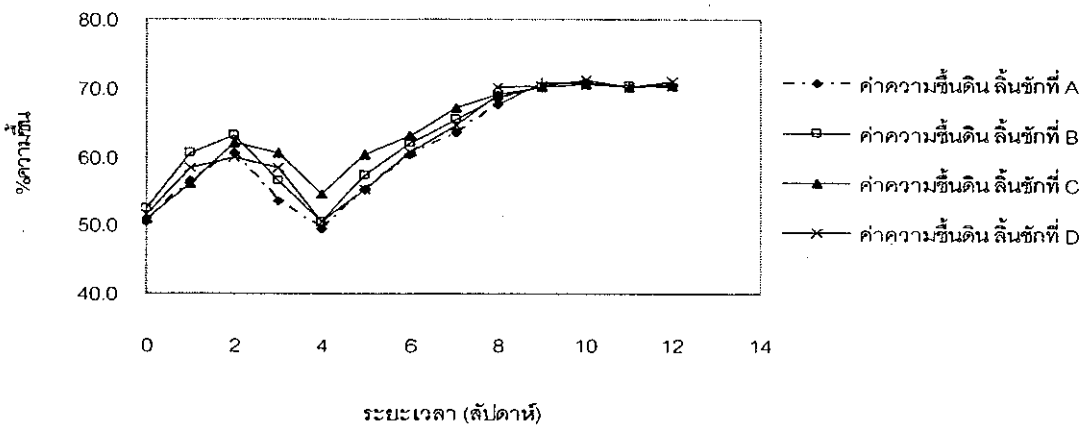
2.4.7 ความชื้น

จากผลการทดลองความชื้นเริ่มต้นของการหมักในแต่ละครั้งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 81.25 ต่อจากนั้นความชื้นในสัปดาห์แรกของการหมักลดลง เนื่องจากเป็นช่วงที่อุณหภูมิขึ้นสูงทำให้เกิดความร้อนจากการย่อยสลายทำให้น้ำบางส่วนระเหยออกไป หลังจากนั้นความชื้นก็ลดลงอีกเนื่องจากไส้เดือนกินอาหาร ความชื้นที่เหลือก็คือความชื้นของขี้เลื่อยกับขยะบางส่วนที่ไส้เดือนไม่สามารถกินได้หมด และเมื่อทำการวัดค่าความชื้นในครั้งสุดท้ายพบว่าอยู่ในช่วง 67.5 ดังแสดงในภาพ 89 และตาราง 76 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 89 องค์ประกอบความชื้นขยะของการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

จากผลการทดลองความชื้นดินเริ่มต้นเฉลี่ยที่ร้อยละ 51.25 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 62 จากนั้นความชื้นในดินก็จะค่อยๆ ลดลง และเมื่อทำการวัดค่าความชื้นในสัปดาห์ที่ 4 ของการหมักพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 52 หลังจากนั้นค่าความชื้นในดินก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเริ่มคงที่ที่ร้อยละ 70 หลังจากหมักขยะไปแล้ว 2 เดือน ดังแสดงในภาพ 90 และตาราง 77 ในภาคผนวก ฉ



ภาพ 90 องค์ประกอบความชื้นดินของการหมักขยะแบบต่อเนื่อง

2.4.8 ปริมาณโลหะหนัก

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในขยะสังเคราะห์ในครั้งสุดท้ายของการหมักในรอบที่ 5 ซึ่ง ได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และสังกะสี ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักได้แสดงในตาราง 4.11 ส่วนมาตรฐานปริมาณโลหะหนักทั้งหมดสูงสุดที่มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ได้แสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในขยะสังเคราะห์ที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

ชนิดโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก			
	มก./ก. โดย น้ำหนักแห้งของขยะ			
	ลิ้นชัก A	ลิ้นชัก B	ลิ้นชัก C	ลิ้นชัก D
ทองแดง	0.026	0.246	0.022	0.031
ตะกั่ว	0.007	0.011	ไม่พบ	ไม่พบ
แคดเมียม	0.001	0.002	0.001	ไม่พบ
โครเมียม	0.025	0.015	0.014	0.004
สังกะสี	0.499	0.517	0.383	0.425

จากผลการทดลอง เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณโลหะหนักที่มีในขยะสังเคราะห์ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้กับมาตรฐานปริมาณโลหะหนักทั้งหมดสูงสุดที่มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนพบว่าปริมาณโลหะในขยะสังเคราะห์นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าไม่เกินมาตรฐาน (ภาคผนวก ค)