

การก่ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว โดยใช้สารเร่งชีวภาพ

The Decomposting from Water Hyacinth mixed with Manure Dropping and Bio-catalyst

สุทธิ พลรักษา¹ จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย² และธวัชชัย เนียรวิฑูรย์³
Suttee Polruksa, Jindawan Wibuloutai, and Thawatchai Nienvitoon

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของสารเร่งชีวภาพในการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว และเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ทำปุ๋ยหมักปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) สภาพความเป็นกรด-ด่าง และค่า C/N Ratio ในปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน การหมักใช้ผักตบชวาผสมมูลวัวอัตราส่วน 3:1 ทำการหมักแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งการเปรียบเทียบจะแบ่งเป็น 3 รูปแบบคือ บ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 (A2) และบ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) แต่ละรูปแบบดำเนินการ 3 ซ้ำ ควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-70 ทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นทุกวัน และพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทุก 10 วัน

ผลการวิจัยพบว่า สารเร่งชีวภาพที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมหมักดอง วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้เท่ากับ 3.5 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ย่อยเซลลูโลส ได้เท่ากับ 1.2×10^7 CFU/ml จากนั้นนำสารเร่งชีวภาพที่ได้ไปใช้เป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักของทั้ง 3 รูปแบบพบว่า บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) ใช้เวลาหมักเร็วกว่าบ่อใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:10 (A2) และบ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) สภาพความเป็นกรด-ด่าง และค่า C/N Ratio ของปุ๋ยหมักในบ่อ A1, A2 และ A3 ไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมัก สารเร่งชีวภาพ ผักตบชวา มูลวัว

¹ เจ้าหน้าที่งานทันตสาธารณสุข สถานีอนามัยตำบลวังม่วง อำเภอเบญจน้อย จังหวัดขอนแก่น
Dental Health Officer, Health Center Tumbol Wangmoung, Amphur Puiyoy, Khon Kean Province
² อาจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Lecturer, Faculty of Public Health, Mahasarakham University
³ รองศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Associate Professor, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

Abstract

The objective of this experiment was to determine characteristics of a bio-catalyst; and study the decomposing period, quantity of major nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium), pH, and C/N ratio of the compost. The compost used in the study was made from water hyacinth and manure dropping at a ratio of 3:1; and required oxygen during the decomposing. Bio-catalyst was added at different amounts: without bio-catalyst addition (A1), with bio-catalyst which diluted with water at ratio of 1:100, and with bio-catalyst which diluted with water at ratio of 1:50. The experiments were repeated 3 times for each condition. The moisture was controlled between 50-70%. The temperature and moisture were measured daily; and the compost was rolled over every 10 days.

The findings revealed that the bio-catalyst obtained was a brown liquid with a fermented sweet smell and pH of 3.5. Total quantity of micro-organisms which decompose cellulose was 1.2×10^7 CFU/ml. The bio-catalyst obtained was then used as a catalyst for the decomposing. When the decomposing period were compared, it was found that the experiment with bio-catalyst at the ratio of 1:50 (A3) had the fastest decomposing time than that with bio-catalyst at the ration of 1:100 (A2), and that without bio-catalyst addition. The results also showed that average temperatures throughout the periods of decomposting of 3 different conditions were different significantly. However, the quantities of major nutrients (nitrogen, phosphorus, and potassium), pH, and C/N ratio of the composts in all experiment were not significantly different.

Keyword: *decomposting, bio-catalyst, water hyacinth, manure dropping*

1. บทนำ

ประเทศไทยประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมากจะเห็นได้จากการนำเข้าในปี พ.ศ. 2543 มูลค่า 16,030 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2550 มูลค่า 45,136 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2550) เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเนื่องจากมีธาตุอาหารพืชในปริมาณที่สูงและให้ผลรวดเร็ว ข้อเสียของปุ๋ยเคมีคือ มีราคาแพง ถ้าใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้ดินเสื่อมคุณภาพส่งผลให้ผลผลิตตกต่ำ จากปัญหาดังกล่าว การนำปุ๋ยหมักมาใช้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ทั้งนี้วัสดุที่จะนำมาทำปุ๋ยหมักเช่น เศษวัสดุจากการเกษตรและวัชพืชต่างๆ โดยเฉพาะผักตบชวาที่มีจำนวนมากและมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งในผักตบชวามีแร่ธาตุที่สำคัญคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ปริมาณร้อยละ 1.73, 0.38 และ 5.75 โดยน้ำหนักตามลำดับ และมีค่า C/N ratio เท่ากับ 34:1 (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2549) ซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมต่อการนำมาทำปุ๋ยหมัก และ Poincelot (1974) เสนอว่าค่า C/N ratio ที่เหมาะสมในกระบวนการหมักควรอยู่ระหว่าง 26-35:1 แต่การนำผักตบชวามาทำปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวนั้นจะใช้เวลาย่อยสลายนาน คือประมาณ 3 เดือนขึ้นไป ดังนั้น จึงควรหาวัสดุอื่นมาผสมด้วย เช่น มูลสัตว์

เพราะมูลสัตว์มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักยังคงไม่ต่ำกว่า 2 เดือน (ปรัชญา รัชญาดี, 2524) ซึ่งการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในการเกษตรนั้น สิ่งที่เป็นปัญหาและอุปสรรคสำคัญคือ ระยะเวลาในการหมักที่ยาวนาน ฉะนั้น จึงต้องหาวิธีในการลดระยะเวลาการหมัก จากเอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกร (2545) รายงานว่าการนำเศษอาหาร ผัก ผลไม้ และซากสัตว์ชนิดต่างๆ มาหมักกับกากน้ำตาลจะได้น้ำสกัดชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดเป็นจำนวนมาก รวมทั้งสารอาหารต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก การใช้น้ำสกัดชีวภาพน่าจะเป็นแหล่งอาหารที่ดีสำหรับการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์และใช้เป็นพลังงานในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เนื่องจากการย่อยสลายปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ หากปริมาณของจุลินทรีย์มาก การย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้มาก ทำให้สามารถลดระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักลงได้

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว โดยใช้สารเร่งชีวภาพที่ผลิตจากเศษอาหารจากร้านอาหารหมักกับกากน้ำตาล ซึ่งคาดว่าจะได้สารเร่งชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดเป็นจำนวนมากและการใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น่าจะมีผลในการลดระยะเวลาที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก ลดค่า C/N Ratio ในปุ๋ยหมัก เพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) และค่าความเป็น กรด-ด่างที่เหมาะสม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเกษตรต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะของสารเร่งชีวภาพที่นำมาใช้ในการทดลอง
- 2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน
- 2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ค่าความเป็นกรดด่าง และ ค่า C/N Ratio ในปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัว โดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

3. วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการนำผักตบชวาผสมมูลวัว และเติมสารเร่งชีวภาพ ทำปุ๋ยหมักแบบไบโອออกซิเจน ระยะเวลาการทดลองและเก็บข้อมูลอยู่ในช่วง เดือนตุลาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. ผักตบชวาขนาด 3 นิ้ว ผึ่งกลางแจ้งนาน 48 ชั่วโมง จำนวน 891 กิโลกรัม เมื่อนำไปวิเคราะห์พบว่า มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.17, 0.13 และ 0.88 ตามลำดับ มีค่า pH เท่ากับ 6.4 และ C/N เท่ากับ 34

2. มูลวัวแห้งร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 x 1 เซนติเมตรจำนวน 297 กิโลกรัม เมื่อนำไปวิเคราะห์พบว่า มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.27, 0.66 และ 2.33 ตามลำดับ มีค่า pH เท่ากับ 8.2 และ C/N เท่ากับ 18

3. สารเร่งชีวภาพผลิตจากเศษอาหารจากร้านอาหาร ประกอบด้วย เศษข้าว แป้ง เศษเนื้อ เศษผัก เปลือกผลไม้ต่างๆ จำนวน 30 กิโลกรัม ผสมกับกากน้ำตาล (Molasses) จำนวน 10 กิโลกรัม หมักนาน 10 วัน

3.2 วิธีการทำปุ๋ยหมัก

- นำผักตบชวาที่เตรียมไว้จำนวน 891 กิโลกรัม มาแบ่งออกเป็น 9 ส่วนๆ ละ 99 กิโลกรัม

- นำมูลวัวที่เตรียมไว้จำนวน 297 กิโลกรัม มาแบ่งออกเป็น 9 ส่วนๆ ละ 33 กิโลกรัม

- ใส่ท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 1 เมตร เจาะรูรอบท่อ ตรงกลางบ่อหมักขนาด 1 ตารางเมตร

- นำผักตบชวากับมูลวัวมาคลุกเคล้าให้เข้ากันในอัตราส่วน 3:1 คือผักตบชวา 99 กิโลกรัมและมูลวัว 33 กิโลกรัม รวม 132 กิโลกรัม จากนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนๆ ละ 66 กิโลกรัม ใส่ส่วนที่ 1 ลงในบ่อหมักแต่ละบ่อ โดยบ่อที่ 1, 2 และ 3 ไม่ได้ใช้สารเร่งชีวภาพ ส่วนบ่อที่ 4, 5 และ 6 รดด้วยสารเร่งชีวภาพผสมน้ำในอัตราส่วน 1:100 และ บ่อที่ 7, 8 และ 9 รดด้วยสารเร่งชีวภาพผสมน้ำในอัตราส่วน 1:50 โดยรด 5 ลิตร จากนั้นนำส่วนที่ 2 ทับลงไป แล้วรดน้ำที่เหลือ 5 ลิตร จากนั้นคลุมด้วยกระสอบป่าน

3.3 การดูแลบ่อปุ๋ยหมัก

- ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นทุกวัน และควบคุมความชื้นให้อยู่ระหว่างร้อยละ 50-70
- ทำการพลิกกลับกองปุ๋ยทุก 10 วัน
- ยุติกระบวนการหมักเมื่อวัดอุณหภูมิในกองปุ๋ยได้เท่ากับอุณหภูมิภายนอกติดต่อกัน 7 วัน

- วิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า C/N Ratio

3.4 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ใช้สถิติทดสอบ F- test (One-way ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS

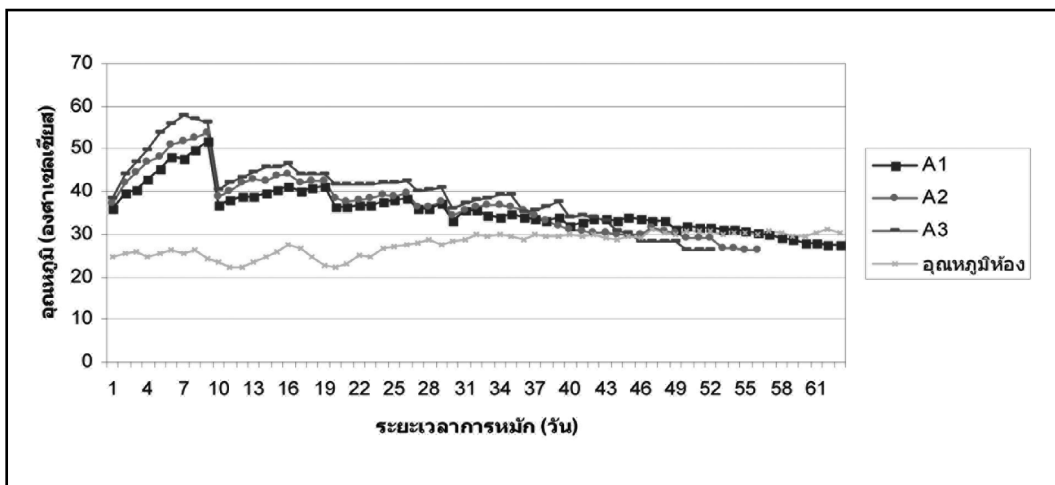
4. ผลการศึกษา

1. คุณลักษณะของสารเร่งชีวภาพด้านเคมีและชีวภาพ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 3.5 ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.52, 0.05 และ 0.95 โดยน้ำหนักตามลำดับ และมีปริมาณจุลินทรีย์ย่อยเซลลูโลสเท่ากับ 1.2×10^7 CFU/ml ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์สารเร่งชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์สารเร่งชีวภาพ	ค่าที่วัดได้
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง: pH (1:10 H ₂ O)	3.5
ไนโตรเจน: N (%by wt.)	0.52
ฟอสฟอรัส: P ₂ O ₅ (%by wt.)	0.05
โพแทสเซียม: K ₂ O (%by wt.)	0.95
ปริมาณจุลินทรีย์ย่อยเซลลูโลส	1.2 x 10 ⁷ CFU/ml

2. เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยการใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่าการหมักของบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) จะเร็วที่สุด รองลงมาคือ บ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 (A2) และช้าที่สุดคือบ่อหมักที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) โดยใช้เวลานานเฉลี่ยเท่ากับ 51.7, 54.3 และ 62.3 วันตามลำดับ โดยบ่อ A3 จะใช้เวลาหมักเร็วกว่าบ่อ A1 เฉลี่ย 10.6 วันหรือคิดเป็นร้อยละ 17.01 บ่อ A2 จะใช้เวลาหมักเร็วกว่าบ่อ A1 เฉลี่ย 8 วันหรือคิดเป็นร้อยละ 12.84 และบ่อ A3 จะใช้เวลาหมักเร็วกว่าบ่อ A2 เฉลี่ย 2.6 วันหรือคิดเป็นร้อยละ 4.79 ซึ่งระยะเวลาการหมักปุ๋ยนี้จะใช้จุลินทรีย์เป็นเกณฑ์ในการยุติการหมัก คือเมื่อวัดอุณหภูมิเฉลี่ยในบ่อหมักได้ค่าเท่ากับหรือต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกของปุ๋ยหมักติดต่อกันนาน 7 วันให้ถือเป็นจุดยุติการหมัก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักของแต่ละบ่อโดยใช้สถิติทดสอบ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 2 สรุปได้ว่า บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพจะใช้ระยะเวลาการหมักเร็วกว่าบ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ และบ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนเข้มข้นมากกว่า (1:50) จะใช้ระยะเวลาการหมักเร็วกว่าบ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพ ในอัตราส่วนเข้มข้นน้อยกว่า (1:100) ดังตารางที่ 3

ตาราง 2 การเปรียบเทียบระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักของบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สารเร่งชีวภาพ	$\bar{X}$	S.D.	F	P
ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1)	62.3	1.1547	138.667	.000*
อัตราส่วน 1:100 (A2)	54.3	0.5774		
อัตราส่วน 1:50 (A3)	51.7	0.5774		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ < 0.05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความแตกต่างของข้อมูลแบบจับคู่ด้วยวิธีของ TUKEY

Dependent Variable	(I) COM-FOMUL	(J) COM-FOMUL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
ระยะเวลาการหมักปุ๋ย	1.00 (A1)	2.00 (A2)	8.0000(*)	.66667	.000*	5.9545	10.0455
		3.00 (A3)	10.6667(*)	.66667	.000*	8.6212	12.7122
	2.00 (A2)	1.00 (A1)	-8.0000(*)	.66667	.000*	-10.0455	-5.9545
		3.00 (A3)	2.6667(*)	.66667	.017*	.6212	4.7122
	3.00 (A3)	1.00 (A1)	-10.6667(*)	.66667	.000*	-12.7122	-8.6212
		2.00 (A2)	-2.6667(*)	.66667	.017*	-4.7122	-.6212

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ < 0.05

3. เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ในปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยการใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่าบ่อหมักที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) บ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 (A2) และบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) มีปริมาณธาตุไนโตรเจน เฉลี่ยร้อยละ 1.3, 1.4 และ 1.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ มีธาตุฟอสฟอรัส เฉลี่ยร้อยละ 1.3, 1.3 และ 1.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และมีธาตุโพแทสเซียม เฉลี่ยร้อยละ 3.4, 4 และ 4.1 โดยน้ำหนักตามลำดับ ดังตาราง 4

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักของบ่อหมัก
ที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน

คุณลักษณะ	เกณฑ์มาตรฐาน	ไม่ใส่ สารเร่ง (A1)	ใส่สารเร่ง 1:100 (A2)	ใส่สารเร่ง 1:50 (A3)
ไนโตรเจน (N) (%by wt.)	≥ 1.0 (%by wt.)	1.3	1.4	1.5
ฟอสฟอรัส (P ₂ O ₅) (%by wt.)	≥ 0.5 (%by wt.)	1.3	1.3	1.5
โพแทสเซียม (K ₂ O) (%by wt.)	≥ 0.5 (%by wt.)	3.4	4	4.1

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P₂O₅) และ โพแทสเซียม (K₂O) ของแต่ละบ่อโดยใช้สถิติทดสอบ พบว่าไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่าการใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของธาตุอาหารหลัก: ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P₂O₅) และโพแทสเซียม (K₂O) ในปุ๋ยหมัก ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของบ่อหมัก
ที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สารเร่งชีวภาพ	$\bar{X}$	S.D.	F	P
N ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) อัตราส่วน 1:100 (A2) อัตราส่วน 1:50 (A3)	1.3 1.4 1.5	0.0757 0.1002 0.0361	4.197	.072
P ₂ O ₅ ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) อัตราส่วน 1:100 (A2) อัตราส่วน 1:50 (A3)	1.3 1.3 1.5	0.2669 0.6381 0.1762	1.092	.394
K ₂ O ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) อัตราส่วน 1:100 (A2) อัตราส่วน 1:50 (A3)	3.4 4.0 4.1	0.4167 0.6381 0.6352	1.345	.329

4. เปรียบเทียบสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยการใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่าบ่อหมักที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) บ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 (A2) และบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 8.9 8.8 และ 8.6 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) ของแต่ละบ่อโดยใช้สถิติทดสอบ พบว่าไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า การใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยหมัก ดังตาราง 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH)
ของบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สารเร่งชีวภาพ	$\bar{X}$	S.D.	F	P
ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1)	8.9	0.1528	1.3980	.340
อัตราส่วน 1:100 (A2)	8.8	0.300		
อัตราส่วน 1:50 (A3)	8.6	0.2082		

5. เปรียบเทียบค่า C/N Ratio ในปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยการใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่าบ่อหมักที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ 0 (A1) บ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 (A2) และบ่อหมักที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) มีค่า C/N Ratio เฉลี่ยเท่ากับ 15.1, 14.6 และ 15.8 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่า C/N Ratio ของแต่ละบ่อโดยใช้สถิติทดสอบ พบว่าไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า การใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่า C/N Ratio ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่า C/N Ratio ของบ่อหมัก
ที่ใส่สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สารเร่งชีวภาพ	$\bar{X}$	S.D.	F	P
อัตราส่วน 0 (A1)	15.1	1.3203	1.506	.295
อัตราส่วน 1:100 (A2)	14.6	0.6014		
อัตราส่วน 1:50 (A3)	15.8	0.2038		

5. อภิปรายผล

ด้านคุณลักษณะของสารเร่งชีวภาพ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) วัดได้เท่ากับ 3.5 ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของสารเร่งชีวภาพที่ กรมพัฒนาที่ดิน (2547) กำหนดไว้คือ อยู่ในช่วง 3.5-5.6 การที่สารเร่งชีวภาพที่ผลิตได้มีคุณสมบัติเป็นกรดค่อนข้างมาก อาจมีสาเหตุมาจากการย่อยสลายของวัสดุหมักที่เป็นผักและผลไม้ ซึ่งมีองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นกรด และกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด ธาตุอาหารหลักประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) มีค่าเท่ากับ 0.52, 0.05 และ 0.95 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพรชัย เหลืองอาภาพงศ์ (2545) ที่รายงานว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชจะมีธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนเท่ากับ 0.03-1.66% ฟอสฟอรัส ตั้งแต่ไม่พบเลยจนถึง 0.4% และโพแทสเซียมเท่ากับ 0.05-3.53 % และน้ำสกัดที่ผลิตจากสัตว์พบไนโตรเจนเท่ากับ 1.06-1.70% ฟอสฟอรัส ตั้งแต่ 0.18-1.14 % และโพแทสเซียมเท่ากับ 1.0-2.39% เนื่องจากเศษอาหารจากร้านอาหารที่นำมาหมักส่วนใหญ่เป็นพวกพืชผักและแป้ง ส่วนเศษอาหารจำพวกเนื้อสัตว์จะมีจำนวนน้อย ทำให้สารเร่งชีวภาพที่ได้มีธาตุอาหารอยู่ในช่วงของน้ำสกัดที่ผลิตจากพืช ถ้าต้องการให้สารเร่งชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารหลักในปริมาณที่สูงอาจต้องใช้เศษอาหารที่มีสารอาหารจำพวกโปรตีน ไขมันสูงๆ เช่น เศษอาหารจากห้างสรรพสินค้าหรือภัตตาคารขนาดใหญ่ที่มีอาหารหลากหลายและมีอาหารจำพวกโปรตีนและไขมัน เป็นส่วนใหญ่ สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ ที่ย่อยเซลลูโลส เท่ากับ 1.2×10^7 CFU/ml เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีการดำรงชีวิตเป็นอิสระสามารถพบได้โดยทั่วไปในธรรมชาติ ซึ่งจะพบมากในวัสดุที่เริ่มจะย่อยสลาย จึงทำให้พบจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวในสารเร่งชีวภาพ และกรมพัฒนาที่ดิน ได้ให้จุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวในการเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก

ด้านระยะเวลาที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยการใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าบ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 (A3) จะเร็วที่สุด รองลงมาคือ บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 (A2) และช้าที่สุดคือบ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ (A1) สารเร่งชีวภาพมีผลทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าการไม่ใช้สารเร่งชีวภาพเนื่องจากในสารเร่งชีวภาพจะมีทั้งจุลินทรีย์กลุ่มย่อยสลายและสารอาหารต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งการย่อยสลายส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์และจุลินทรีย์ก็ต้องการอาหาร เมื่อจุลินทรีย์มีจำนวนมากก็จะทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของจำรูญ ตันติพิศาลกุล (2533) ที่ได้ศึกษาการลดระยะเวลาการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยการปรับสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม และใช้ตัวเร่งที่เป็นจุลินทรีย์จากแหล่งต่างๆ กัน คือเชื้อเร่งปี-2 น้ำหมักจากถังหมักก๊าซชีวภาพ น้ำหมักมูลวัว และเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส พบว่าในหลายๆ การทดลอง เมื่อมีการเติมสารเร่งจะทำให้เกิดการย่อยสลายได้เร็วกว่าไม่เติมสารเร่ง และเกษม สร้อยทอง (2535) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้จุลินทรีย์ 2 ชนิดคือ *Chaetonium cupreum* และ *Penicillium oxalicum* พบว่าเชื้อทั้งสองชนิดมีระดับการย่อยสลายดีกว่าของปุ๋ยหมักที่ไม่ใส่สารเร่ง และสกาวิรัตน์ แดงมันฮับ (2548) ได้ศึกษาผลของการใช้สารเร่งประเภทน้ำสกัดชีวภาพในการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยชุมชนโดยแบ่งการหมักเป็น 2 แบบ คือแบบแบ่งชั้นและแบบคลุกเคล้าซึ่ง

แต่ละรูปแบบมีการใช้และไม่ใช้สารเร่ง พบว่ากองปุ๋ยแบบคลุกเคล้าและใช้สารเร่งจะให้ผลการหมักเร็วที่สุดและเร็วกว่าการหมักแบบแบ่งชั้นที่ไม่ใส่สารเร่งถึง 32 วัน

ด้านปริมาณธาตุอาหารหลัก ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องการขอขึ้นทะเบียนการออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 (2551) ได้กำหนดมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ไว้ว่าต้องมีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0, 0.5 และ 0.5 ของน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยหมักที่ได้ในการทดลองครั้งนี้ ทุกบ่อมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่ปริมาณธาตุอาหารหลักในแต่ละบ่อไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะในสารเร่งชีวภาพมีปริมาณธาตุอาหารหลักในปริมาณที่ต่ำ เมื่อนำมาใช้เป็นสารเร่งชีวภาพได้ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทำให้ปริมาณธาตุอาหารหลักในสารเร่งชีวภาพต่ำลงอีก จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักในแต่ละบ่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการนำผักตบชวา มูลวัว และสารเร่งชีวภาพมาหมักรวมกันจะส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าตามเกณฑ์มาตรฐานและสูงกว่าการใช้ผักตบชวาเป็นวัสดุหมักเพียงชนิดเดียว สอดคล้องกับ กรมวิชาการเกษตร (2544) ที่รายงาน ว่า ปุ๋ยหมักจากผักตบชวามีธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 1.43, 0.48 และ 0.49 ตามลำดับ และพิทยากร ลิ้มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ (2540) ได้รายงาน ว่า ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา มีธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ในตัวอย่างที่ 1 เท่ากับร้อยละ 0.30, 0.20 และ 3.25 ตามลำดับ และในตัวอย่างที่ 2 เท่ากับร้อยละ 1.19, 0.87 และ 3.06 ตามลำดับ การที่ปุ๋ยหมักที่ได้ในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงโดยเฉพาะ K_2O สูงมาก เพราะได้นำมูลวัวมาใช้เป็นส่วนผสมในการหมักปุ๋ย ซึ่งมูลวัวที่ใช้ในครั้งนี้ถือได้ว่ามีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงโดยเฉพาะ K_2O จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ของปุ๋ยหมักมีคุณภาพดีและสูงกว่ามาตรฐาน ดังนั้น ในการทำปุ๋ยหมักเพื่อให้ได้ธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ที่สูงขึ้นควรมีการเติมมูลสัตว์หรือวัสดุที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงลงในบ่อหมักด้วย

ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปุ๋ย พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.6-8.9 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 5.5-8.5 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) การที่ปุ๋ยหมักที่ได้ในครั้งนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน่าจะเกิดจากการนำมูลวัวมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนที่สูง เนื่องจากวัดค่า pH ก่อนหมักปุ๋ยได้เท่ากับ 8.2 ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูง ดังนั้น เพื่อเป็นการลดค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมัก อาจใช้อัตราส่วนอย่างน้อยของผักตบชวาต่อมูลวัวที่ 4:1 และควรใช้วัสดุหมักที่หลากหลาย

ด้านค่า C/N Ratio ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องการขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 (2551) ได้กำหนดมาตรฐานของปุ๋ยหมักไว้ว่าจะต้องมี ค่า C/N Ratio ไม่เกิน 20:1 ซึ่งปุ๋ยหมักที่ได้ในการทดลองครั้งนี้ ทุกบ่อมีค่า C/N Ratio ตามเกณฑ์มาตรฐานทุกบ่อ การที่สารเร่งชีวภาพไม่มีผลต่อ ค่า C/N Ratio เนื่องจากการหมักปุ๋ยได้ปล่อยให้ปุ๋ยหมักทุกบ่อถึงจุดยุติการหมัก จึงทำให้การย่อยสลายสมบูรณ์ ค่า C/N Ratio จึงต่ำ โดยเป็นผลมาจากการสูญเสีย

คาร์บอนไปในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ไนโตรเจนยังไม่มีทางสูญเสียไปในรูปของก๊าซมากนักมีเพียงการที่จุลินทรีย์นำมาใช้สร้างเซลล์ใหม่ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต

6. สรุปผลการทดลอง

การใช้สารเร่งชีวภาพมีผลทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าการไม่ใช้สารเร่งชีวภาพและการใช้สารเร่งชีวภาพที่ความเข้มข้นมากจะทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าการใช้สารเร่งชีวภาพที่ความเข้มข้นน้อย แต่การใช้สารเร่งชีวภาพไม่มีผลต่อปริมาณของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า C/N Ratio ในปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวาผสมมูลวัวในครั้งนี้มีผ่านคุณสมบัติบางประการของมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์คือมีปริมาณธาตุอาหารหลัก และค่า C/N Ratio ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ถ้าจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยให้แก่พืชและปรับปรุงบำรุงดิน และขอใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าจะต้องทำการศึกษามาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ให้ครบตามเกณฑ์ที่กรมวิชาการเกษตรประกาศไว้ ได้แก่ ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุรองรับ (Organic Matter) ความสมบูรณ์ของการย่อยสลาย ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ปริมาณเกลือ (NaCl) และขนาดของปุ๋ย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนบางส่วนจากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน**. กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการเกษตร. 2550. **การนำเข้าปุ๋ยเคมี**. ค้นเมื่อ 14 กันยายน 2551 จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=151&filename=index
- เกษม สร้อยทอง. 2535. การทดสอบศักยภาพการย่อยสลายของเชื้อราที่มีคุณสมบัติย่อยสลายเซลลูโลสในการทำปุ๋ยหมักโดยใช้วัสดุอินทรีย์จากพืช. **วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร**. 9(2): 25-30.
- จำรูญ ดันติพิศาลกุล. 2533. **การพัฒนาเรือด้นแบบกำจัดผักตบชวาและการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปรัชญา ัญญาดี. 2524. การทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา. **วารสารพัฒนาที่ดิน**. 19(194): 6-15.
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2545. **วัชพืชศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: วี. บี. บุ๊คเซ็นเตอร์ (เค.ยู.).
- พิทยากร ลิ้มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิจโรจน์. 2540. “ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก,” ใน **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ พ.ศ.2535**. กรุงเทพมหานคร.

- พัชรี ธีรจินดาจจร. 2549. ดินดีเมื่อมีอินทรีย์วัตถุ. วารสารศูนย์บริการวิชาการขอนแก่น. 14(3): 11-16.
- สการรัตน์ แดงมันฮับ. 2548. ผลการใช้สารเร่งประเภทน้ำสกัดชีวภาพต่อการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยชุมชน. วิทยานิพนธ์สาธิตการเกษตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกรหลักสูตรรวม ตามแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการฟื้นฟูอาชีพเกษตรกรหลังการพักชำระหนี้ปี 2545 จังหวัดขอนแก่น. กรุงเทพมหานคร.
- Poincelot, P. R. 1974. A Science Examination of the Principle and Practice of Composting. Compost Science. 15: 24-31.
- กรมวิชาการเกษตร. (2551). ประกาศเรื่องขอขึ้นทะเบียน การออกไปสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการขึ้นทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518. เล่ม 125 ตอนพิเศษ 108 ง (27 มิถุนายน 2551): 21-22.