ถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารในครัวเรือนระบบเติมอากาศ

Organic Fertilizer Composting Bin from Household Food Waste with Aeration System

แสนวสันต์ ยอดคำ[1*] ธนวัฒน์ งอนจัตุรัส[1] ธันวา สระสม[1] สุรัตน์ แม้นพ่วง[1]
ชนวัฒน์ นิทัศน์วิจิตร[2] และ ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร[3]
Sanwasan Yodkhum[1*] Thanawat Ngonjaturat[1] Thunwa Srasom[1] Surat maenpuang[1]
Chanawat Nitatwichit[2] and Pathipan Sutigoolabud[3]

[1]หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[2]หลักสูตรวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[3]สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[1]Division of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering and Agro-industry,
Maejo University, Chiang Mai 50290
[2]Division of Food Engineering, Faculty of Engineering and Agro-industry,
Maejo University, Chiang Mai 50290
[3]Program in Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

[*]Corresponding author: Tel.: 089 7599112. E-mail address: sanwasan@hotmail.com

Received: 30 August 2022, Revised: 27 March 2023, Accepted: 16 April 2023, Published online: 30 August 2023

Abstract

The objective of this study was to design a compost bin for household use, specifically for food waste, with an aeration system. The fermentation tank was designed to have a rectangular shape with a size of 180 liters, made from stainless steel. The organic fertilizer compost bin included an air pump that supplied air to the microorganisms in the tank through a pipe at the bottom of the bin, ensuring adequate oxygen supply. The bottom of the fermenter was equipped with a valve to drain excess water from the tank.

In the study of the efficiency of fermentation tanks, the experiment was conducted to ferment the food stove with the mixed material. The proportion of mixed material for fermentation, i.e., food scraps, leaf scraps, and cow dung in a ratio of 1 : 3 : 1 by volume. The fermentation period of the study was 15 days. The aerator was pumped oxygen into the fermentation tank with 4 times a day, 10 minutes each, every 6 hours with a flow rate of 70 liters per minute. The data of this study were recorded every day such as atmospheric temperature and material temperature in the fermentation tank. After 15 days of fermentation, the organic fertilizer in the fermentation tank will be analyzed for properties and nutrient content. To evaluate the efficiency of the fermentation tank, an experiment was conducted using a mix of food scraps, leaf scraps, and cow dung in a ratio of 1:3:1 by volume for fermentation. The study period

was 15 days, during which the aerator pumped oxygen into the fermentation tank four times a day, for 10 minutes each, with a flow rate of 70 liters per minute. Data such as atmospheric temperature and material temperature in the fermentation tank were recorded daily. The study results indicated that during the first 10 days, the temperature in the fermenter gradually increased, reaching an average material temperature of about 42 °C. Subsequently, the temperature in the fermentation tank gradually decreased. After 15 days of fermentation, the organic fertilizer in the tank was analyzed for its properties and nutrient content. The analysis revealed that the organic fertilizer had a macronutrient content (nitrogen, phosphorus, and potassium) of 2.35%, organic matter content of 34.80%, electrical conductivity of 3.41 ds/m, pH value of 7.05, C/N ratio of 14.34, and a germination index of 95.04%. All these values complied with the national organic fertilizer standard. Regarding the physical characteristics, the organic fertilizers in the fermentation tanks were dark brown, odorless, and devoid of any food waste or mixed materials left in the tank.

Keywords: Composting bin, Food waste, Organic fertilizer

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารด้วยระบบการเติมอากาศสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยถังหมักที่ออกแบบมีขนาด 180 ลิตร รูปทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างของตัวถังหมักทำจากสแตนเลส การทำงานของถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จะมีปั๊มลมส่งอากาศเข้าสู่ถังหมักตามท่อที่อยู่ด้านล่างของถัง เพื่อเติมออกซิเจนให้แก่จุลินทรีย์ภายในถัง บริเวณด้านล่างของถังหมักออกแบบให้มีวาล์วระบายน้ำส่วนเกินออกจากถัง ในส่วนของการศึกษาประสิทธิภาพของถังหมัก ได้ทำการทดลองหมักเศษอาหารร่วมกับวัสดุผสม โดยมีสัดส่วนผสมวัสดุในการหมัก ได้แก่ เศษอาหารต่อเศษใบไม้ต่อมูลโค ในสัดส่วน 1:3:1 โดยปริมาตร โดยมีระยะการหมัก 15 วัน ในแต่ละวันจะเติมอากาศด้วยปั๊มลมเข้าภายในถังหมักวันละ 4 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที ทุก 6 ชั่วโมง ด้วยอัตราการไหล 70 ลิตรต่อนาที ทำการบันทึกข้อมูลทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิบรรยากาศ และอุณหภูมิวัสดุในถังหมัก เมื่อหมักครบ 15 วัน จะนำปุ๋ยอินทรีย์ในถังหมักไปตรวจวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหาร

จากผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในถังหมักในช่วง 10 วันแรกจะค่อยๆ สูงขึ้น โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 42 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิในถังหมักจะค่อยๆ ลดลง ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติและธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักครบ 15 วัน พบว่าค่าผลรวมของปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) มีค่าเท่ากับ 2.35% ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าเท่ากับ 34.80% ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 3.41 ds/m ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเท่ากับ 7.05 ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มีค่าเท่ากับ 14.34 และค่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 95.04% ซึ่งค่าคุณสมบัติและธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักในถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารในครัวเรือนระบบเติมอากาศทุกค่ามีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศ ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักได้ พบว่าลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์ภายในถังหมักจะมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีกลิ่น ไม่พบเศษอาหารและเศษวัสดุผสมเหลืออยู่ในถัง

คำสำคัญ: ถังหมัก เศษอาหาร ปุ๋ยอินทรีย์

บทนำ

ในปัจจุบันประชากรในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้เกิดปัญหาเรื่องขยะมูลฝอยตามมา นอกจากนี้การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ การขยายตัวของภาคเกษตรกรรมและครัวเรือน ยังทำให้เกิดปริมาณของเสียจากการทิ้งขยะมูลฝอยต่างๆ ซึ่งนับวันยิ่งจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบทำให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามมา เช่น ผลกระทบทางน้ำทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย ผลกระทบทางอากาศที่ส่งกลิ่นเหม็น การเป็นแหล่งเชื้อโรคและพาหะนำโรค รวมทั้งปัญหาด้านทัศนียภาพ เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดจากปริมาณขยะมูลฝอยที่มนุษย์สร้างขึ้นมานั้นไม่สามารถทำลายได้หมดหรือไม่สามารถทำลายได้ทันต่อเวลา โดยทั่วไปปัญหาการจัดการของเสียหรือขยะในครัวเรือนและหอพัก คือการไม่มีการแยกประเภทขยะเพื่อกำจัดให้ถูกวิธี ส่วนใหญ่เศษอาหารเหลือทิ้งจะถูกทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ จึงทำให้เกิดการเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งถือว่าระบบการจัดการขยะในครัวเรือนยังไม่ดีพอ ขยะบางชนิดเป็นวัสดุอินทรีย์ เช่น ขยะเปียกหรือเศษอาหาร ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ [1] ถ้ามีการจัดการที่ดีหรือมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับครัวเรือนก็จะช่วยลดปัญหาขยะอินทรีย์หรือเศษอาหารในครัวเรือนได้ เช่น การทำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก [2] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะได้ทำการออกแบบ สร้างและทดสอบถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารในครัวเรือนระบบเติมอากาศ เพื่อเปลี่ยนเศษอาหารให้กลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปปรับปรุงและเพิ่มแร่ธาตุให้แก่ดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการจัดการขยะอินทรีย์จำพวกเศษอาหารในครัวเรือน

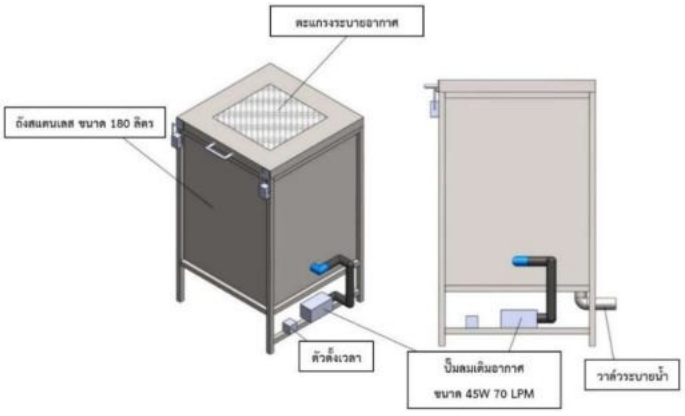
วิธีการวิจัย

ในการวิจัยนี้จะได้ทำการศึกษา ออกแบบ และสร้างถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารด้วยระบบการเติมอากาศสำหรับใช้ในครัวเรือน ซึ่งถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารที่ได้ออกแบบและสร้างมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่

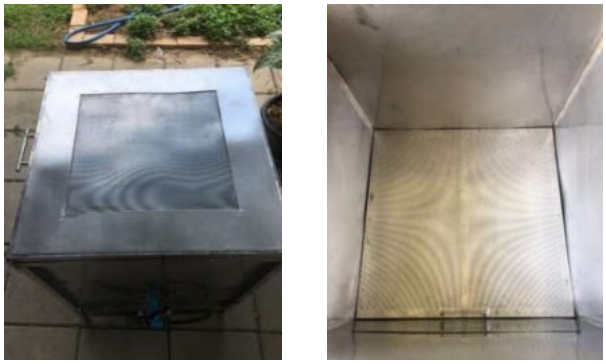
1) ถังหมักสแตนเลส ขนาดความจุ 180 ลิตร ตัวถังมีขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร และมีความสูง 65 เซนติเมตร ด้านบนของถังมีฝาปิดและมีตะแกรงเพื่อระบายอากาศภายในถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร ในส่วนของด้านล่างของถังจะมีวาล์วระบายน้ำส่วนเกินออกจากถัง

2) ฐานรองรับเศษวัสดุ ทำจากตะแกรงสแตนเลสเพื่อรองรับน้ำหนักของวัสดุที่ใช้หมัก ขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู 1.5 มิลลิเมตร หนา 1.2 มิลลิเมตร สามารถถอดเข้าออกเพื่อเอาปุ๋ยออกและเพื่อทำความสะอาดได้

3) ปั๊มลมเติมอากาศ ขนาดกำลังไฟฟ้า 45 วัตต์ อัตราการเติมอากาศ 70 ลิตรต่อนาที เพื่อเติมอากาศหรือออกซิเจนให้แก่จุลินทรีย์ภายในถังหมัก ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายวัสดุและเศษอาหารภายในถัง [3]



ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบหลักของหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารระบบเติมอากาศ

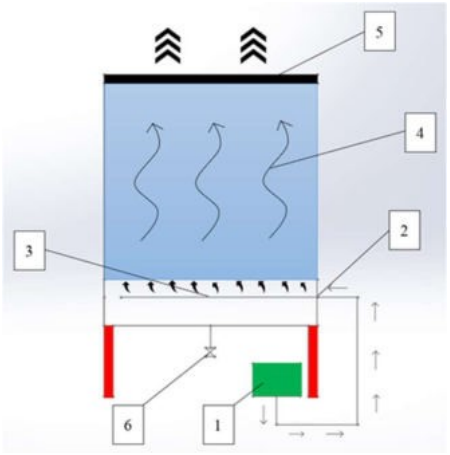


(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 2 (ก) ฝาของถังหมัก (ข) ฐานรองรับเศษวัสดุ (ค) รูระบายน้ำ (ง) ปั๊มลมเติมอากาศ

หลักการทำงานของถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารระบบเติมอากาศ [4] แสดงดังภาพที่ 3 โดยอากาศหรือออกซิเจนจะถูกส่งจากปั๊มลม (1) ตามแนวท่อเข้าภายในถังหมักและออกตามรูท่อที่เจาะไว้บริเวณด้านล่างของถัง (2) อากาศที่ออกตามแนวท่อบริเวณใต้ฐานรองรับวัสดุ (3) โดยอากาศที่เข้าภายในถังหมักจะลอยตัวจากด้านล่างสู่ด้านบน แทรกซึมผ่านวัสดุภายในถัง (4) เมื่ออากาศลอยตัวผ่านวัสดุจนถึงด้านบน อากาศเหล่านี้จะลอยตัวออกทางรูเจาะของฝาถัง (5) หากปริมาณน้ำในถังหมักมีมากเกินไปจะระบายผ่านรูระบายน้ำส่วนเกินที่บริเวณด้านล่างของถัง (6)



ภาพที่ 3 หลักการทำงานของถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารระบบเติมอากาศ

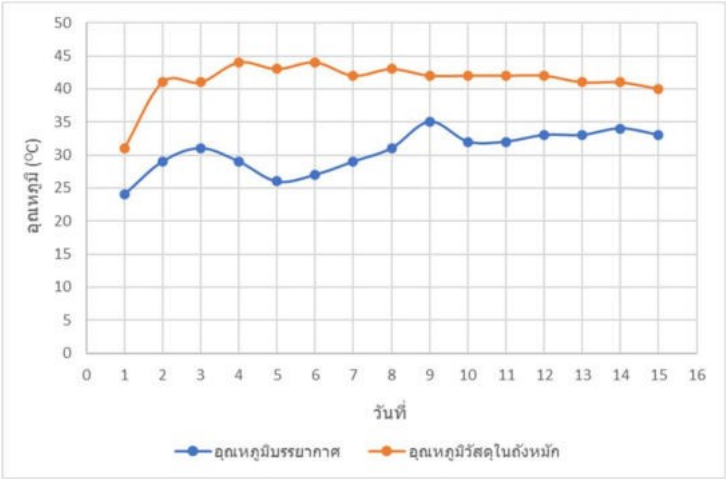
การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายของวัสดุในกระบวนการหมัก โดยจะทำการทดลองหมักวัสดุ โดยมีสัดส่วนผสมวัสดุในการหมัก ได้แก่ เศษอาหารต่อเศษใบไม้ต่อมูลโค ในสัดส่วน 1:3:1 โดยปริมาตร [5] จากนั้นเติมวัสดุลงในถังหมักให้เต็ม แล้วเติมอากาศเข้าภายในถังวันละ 4 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที ทุก 6 ชั่วโมง ด้วยอัตราการไหล 70 ลิตรต่อนาที โดยจะควบคุมความชื้นโดยการเติมน้ำให้แก่วัสดุภายในถังหมักให้มีความชื้นที่เหมาะสมประมาณ 50 - 70% การเติมน้ำให้ความชื้นแก่วัสดุจะทำการเติมทุกๆ 7 วัน ใช้ระยะเวลาในการหมักวัสดุ 15 วัน ในแต่ละวันจะทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิบรรยากาศ และอุณหภูมิวัสดุในถังหมัก เมื่อหมักครบ 15 วัน จะนำวัสดุ (ปุ๋ยอินทรีย์) ในถังหมักออกมาเกลี่ยตาก แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารหลัก

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการหมักวัสดุในถังหมักเป็นเวลา 15 วัน จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิวัสดุภายในถังหมักและอุณหภูมิบรรยากาศภายนอก พบว่าอุณหภูมิวัสดุในถังหมักปุ๋ยในช่วง 10 วันแรกจะค่อยๆ สูงขึ้น โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 42 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง แสดงดังภาพที่ 4 ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นในถังหมักมาจากการคายความร้อนของจุลินทรีย์ที่อยู่ในมูลโคจากกระบวนการย่อยสลายวัสดุที่ใช้หมัก [6]

จากผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารที่หมักได้ พบว่าค่าผลรวมของปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) มีค่า 2.38% ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 17.5% ค่าปริมาณอินทรียวัตถุมีเท่ากับ 34.80% ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 16%

ในส่วนของค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 3.41 ds/m ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเท่ากับ 7.05 ค่าปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มีค่าเท่ากับ 14.34 และค่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 95.04% ซึ่งอยู่ในช่วงของเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ แสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 4 อุณหภูมิของวัสดุในถังหมักและอุณหภูมิบรรยากาศ

ตารางที่ 1 ค่าคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารที่หมักในถังหมักแบบเติมอากาศเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศ [7]

ค่าคุณสมบัติและธาตุอาหาร	ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศ	การทดลอง
อินทรียวัตถุ (OM)	$\geq$ 30 %	34.80
ค่าปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	$\leq$ 20	14.34
การย่อยสลายสมบูรณ์ (GI)	$\geq$ 80 %	95.04
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	$\leq$ 10	3.41
ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	5.5 – 8.5	7.05
ไนโตรเจน (N)	$\geq$ 1.0 %	1.46
ฟอสฟอรัส (P)	$\geq$ 0.5 %	0.59
โพแทสเซียม (K)	$\geq$ 0.5 %	0.33
หรือปริมาณธาตุอาหารหลักรวม (N+P+K)	$\geq$ 2.0 %	2.36

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักได้เปรียบเทียบกับสภาพของวัสดุก่อนการหมัก (ภาพที่ 5) พบว่าระยะเวลาการหมัก 15 วัน ลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์ภายในถังหมักจะมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีกลิ่น และไม่พบเศษอาหาร เศษใบไม้ และมูลโค เศษวัสดุที่ใส่ลงไปในวันแรกได้ย่อยสลายสมบูรณ์กลายสภาพเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่สมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 6

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 5 วัสดุที่ใช้หมัก (ก) เศษอาหาร (ข) มูลโค (ค) เศษใบไม้

(ก) (ข)

ภาพที่ 6 สภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการหมัก 15 วัน (ก) ก่อนตากแห้ง (ข) หลังตากแห้ง

สรุปผลการวิจัย

ถังหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารในครัวเรือนระบบเติมอากาศสามารถหมักเศษอาหารให้กลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ ใช้ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน โดยใช้อัตราการเติมอากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ถังหมักด้วยอัตราการไหลของอากาศ 70 ลิตรต่อนาที วันละ 4 ครั้งๆ ละ 10 นาที (เติมอากาศทุกๆ 6 ชั่วโมง) ซึ่งปริมาณออกซิเจนถือว่าเพียงพอที่ทำให้จุลินทรีย์ภายในถังหมักเกิดกระบวนการย่อยสลายเศษอาหารและวัสดุผสมให้กลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่าคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร และฐานเรียนรู้การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] วรรณกุล บำรุงสาลี. (2554). “ถังหมักขยะเศษอาหารจากครัวเรือน”. ใน **การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21**. วันที่ 10 – 11 พฤศจิกายน 2554 ณ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

[2] กุลยา สาริชวิน และฐนียา รังสีสุริยะชัย. (2559). การทำปุ๋ยหมักจากของเสียอินทรีย์โดยใช้ถังเติมอากาศ. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี**. 14(1), 25-33.

[3] ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร. (2552). **รายงานผลงานวิจัยเรื่องการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษอาหารด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

[4] แสนวสันต์ ยอดคำ ชนวัฒน์ นิทัศน์วิจิตร ฐปน ชื่นบาล นนทนันท์ ต๊ะนางอย และ ศรีรัตน์ ดวงคำ. (2564). “การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารด้วยถังหมักแบบเติมอากาศ”, ใน **การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1**, วันที่ 24 – 25 มิถุนายน 2564 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, จังหวัดเชียงราย.

[5] ศรีรัตน์ ดวงคำ และนนทนันท์ ต๊ะนางอย. (2563). **ผลของการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายเพื่อหมักปุ๋ยอินทรีย์จากเศษอาหารด้วยระบบเติมอากาศ**. รายงานตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่.

[6] Tchobanoglous G., Theisen H. and Vigil S. (1993). **Integrated Solid Waste Management**: Engineering Principle and Management Issues, McGraw – Hill Inc.

[7] อาณัฐ ตันโช. (2560). **คู่มือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน IFOAM ระดับอุตสาหกรรม**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.