

## เครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์

### Food Waste Mixer for Producing Organic Fertilizer

กฤติกา สวงษ์เวชประสิทธิ์<sup>1</sup>, กุศวัน บางขันธ์<sup>2</sup>, สุวิทย์ แพงกันยา<sup>3,\*</sup>, สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และสุวิสต์ แพงวีระสุขมัย  
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800  
E-mail: Hm.killyou@gmail.com<sup>1</sup>, Putawan.tw@gmail.com<sup>2</sup>, suwit.p@rmutp.ac.th<sup>3,\*</sup>

#### บทคัดย่อ

เศษอาหารเหลือทิ้งภายในครัวเรือนเป็นขยะชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาขยะในชุมชน การนำขยะจากเศษอาหารมาหมักผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นวิธีการแก้ปัญหาขยะได้ ดังนั้นโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบการทำงานของเครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์ การทดลองดำเนินการโดยนำเศษผักผสมกับจุลินทรีย์และเปลือกไข่เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ผสมเปลือกไข่ผสมลงในเครื่องที่ออกแบบไว้ จากนั้นดำเนินการหมักใช้เวลาประมาณ 15 วัน โดยในแต่ละวันจะเปิดเครื่องให้เศษอาหารที่อยู่ด้านล่างพลิกกลับขึ้นสู่ด้านบนเพื่อให้ผสมกับออกซิเจนแล้วจึงนำมาอัดเป็นเม็ด โดยประเมินการทำงานของเครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์และคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดทางด้านความชื้น ลักษณะปรากฏของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ และสี จากผลการทดลองพบว่า เครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์สามารถผลิตเศษอาหารสำหรับผสมได้ครั้งละไม่เกิน 3 กิโลกรัม และเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดได้ตามต้องการ และยังพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองสูตรมีความชื้น ลักษณะเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ และสีไม่แตกต่างกัน เนื่องจากส่วนผสมของทั้งสองสูตรแตกต่างกันไม่มาก

คำสำคัญ: คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์, เครื่องผสมเศษอาหาร, เศษอาหารภายในครัวเรือน, ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

#### Abstract

Food waste from household is a type of waste that causes garbage problems in the community. The use of food waste garbage to produce organic pellets is a good concept for solving waste problems. Therefore, this project aims to design, create and investigate the operation of food waste mixer for producing organic fertilizer (FWMF). The experiment was carried out using vegetable waste mixed with microorganisms and egg shells compared to the case of no egg shells

mixed into this machine. Then the fermentation process was done for 15 days. In each day will turn on the machine and causing the food waste on the bottom turn back to the top and mix with oxygen. After that, they are pressed into pellet fertilizer. The FWMF was evaluated including an operation of machine and qualities of pellet organic fertilizer in term of moisture content, appearance and color. The results showed that the FWMF can produce the food waste about 3 kg/time, and can produce pellet organic fertilizer as needed. Moreover, it was also found that both of the organic fertilizers formulation had no difference in moisture content, appearance and color.

Keywords: Quality of organic fertilizer, Organic fertilizer machine, Food waste, Pellet fertilizer

#### 1. บทนำ

ประเทศไทยประสบปัญหาขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี เนื่องจากผลของจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ สภาพสังคม และลักษณะทางภูมิศาสตร์ [1] โดยพบว่า ใน พ.ศ. 2560 มีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณ 28.77 ล้านตัน ซึ่งเป็นขยะจากอาหารประมาณ 64% โดยเฉพาะในกรุงเทพฯ มีปริมาณขยะมูลฝอยกว่า 9,000 ตัน/วัน ซึ่งเป็นขยะจากอาหารประมาณ 50% โดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ประเมินว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากอาหารเหลือทิ้งทั่วโลกมีปริมาณเทียบได้เท่ากับ 3,300 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์/ปี โดยทั่วไปการกำจัดขยะอาหารสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การลดการกินทิ้งกินขว้าง การหมักเพื่อทำผลิตภัณฑ์ การฝังกลบ และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการฝังกลบขยะจากเศษอาหารเป็นวิธีการกำจัดขยะอาหารที่ควรหลีกเลี่ยงมากที่สุด เนื่องจากเป็นสาเหตุของการเพิ่มภาวะเรือนกระจกจากการย่อยสลายที่จะปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกมาจากขยะอินทรีย์ นอกจากนี้ขยะจากอาหารยังมีปัญหาเรื่องของการก่อกวนและเป็นแหล่งเพาะเชื้อ

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

โรคมามากมาย และหากจัดการล้มเหลวจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ [2]

การนำขยะจากเศษอาหารมาแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาขยะในชุมชนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเศษอาหารเหลือทิ้งเหล่านั้นหากทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์มักสร้างปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยปัจจุบันปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ยอมรับแพร่หลาย เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสะดวกในการนำไปใช้และการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามเครื่องผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่จำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดมักมีราคาก่อนข้างแพง โดยเครื่องผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีราคาเครื่องละประมาณ 40,000-200,000 บาท ส่งผลให้เกษตรกรผู้มีรายได้น้อยไม่สามารถซื้อได้ และเครื่องผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดบางประเภทยังมีข้อจำกัด [3] ดังนั้นการสร้างเครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่มีราคาถูกใช้งานง่ายและสะดวกในการนำไปใช้งานเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรผู้มีรายได้น้อยได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อแก้ปัญหาขยะจากเศษอาหารเหลือทิ้งภายในครัวเรือนและเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวน แห้งลงเพาะเชื้อโรคร็อกทั้งปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ยังสามารถเพิ่มสารอาหารและแร่ธาตุให้กับพืชในการเกษตรได้อีกด้วย

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 การออกแบบเครื่องผสมเศษอาหารสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์

การออกแบบเครื่องผสมเศษอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ในการออกแบบ โดยประกอบด้วย โครงสร้างของตัวเครื่อง ตัวถังผสมสำหรับใช้ในการบรรจุเศษอาหาร และเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

### 2.2 วัตถุดิบและวิธีการทดลองการใช้เครื่องผสมอาหาร

#### 2.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบและปริมาณส่วนผสมสำหรับทดลองหมักปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ เศษผักและดินร่วนอย่างละ 500 กรัม เปลือกไข่ ดินใบก้ามปู รำละเอียด และมูลสัตว์อย่างละ 300 กรัม และหัวเชื้อจุลินทรีย์ 150 กรัม

#### 2.2.2 วิธีการทดลองการใช้เครื่องผสมอาหาร

วิธีการทดลองการใช้เครื่องผสมอาหารดำเนินการดังนี้

1) นำเศษผักมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ โดยขนาดไม่เกิน 2.5-7.5 เซนติเมตร และนำวัตถุดิบต่าง ๆ ใส่ลงไปในเครื่องผสมเศษอาหาร และเปิดเครื่องให้ใบพัดผสมวัตถุดิบต่าง ๆ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยผสมในอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งส่วนผสมเป็น 2 วิธี คือ ส่วนผสมที่ 1 และส่วนผสมที่ 2 โดยมีสัดส่วนแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งการทดลองหมักเศษอาหาร 3 กิโลกรัม

2) นำน้ำที่ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์แล้วผสมกับวัตถุดิบที่เตรียมไว้ และเปิดเครื่องผสมเศษอาหารทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยให้ปุ๋ยหมักมีความชื้นเริ่มต้น 60% โดยน้ำหนัก

3) หมักเศษอาหารในเครื่องผสมเศษอาหารประมาณ 15 วัน เปิดเครื่องทำงานวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้อากาศที่ได้ผสมกับเศษอาหารที่หมัก ซึ่งเป็นการลดกลิ่นเหม็นจากการหมัก

4) เมื่อทำการหมักเศษอาหารจนครบกำหนดแล้วจึงนำปุ๋ยหมักที่ได้ตากแดดให้ความชื้นลดลง 1 วัน แล้วนำมาใส่ในเครื่องอัดขึ้นรูปเป็นเม็ด

5) ทำการตรวจสอบคุณภาพของการอัดขึ้นรูปได้ขนาดเม็ดปุ๋ยตามที่ต้องการหรือไม่ และนำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมาบรรจุลงในถุงพลาสติก รอกการทดสอบคุณภาพต่อไป

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการทดลองสำหรับการหมักเศษอาหาร

เงื่อนไขการทดลอง			
ส่วนผสมที่ 1		ส่วนผสมที่ 2	
รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ
เศษผักเหลือทิ้ง	4 ส่วน	เศษผักเหลือทิ้ง	4 ส่วน
ดินร่วน	2 ส่วน	ดินร่วน	2 ส่วน
ดินใบก้ามปู	2 ส่วน	ดินใบก้ามปู	2 ส่วน
มูลสัตว์	2 ส่วน	มูลสัตว์	2 ส่วน
รำละเอียด	1 ส่วน	รำละเอียด	1 ส่วน
หัวเชื้อจุลินทรีย์	2 ฝา	หัวเชื้อจุลินทรีย์	2 ฝา
กากน้ำตาล	3 ช้อน	กากน้ำตาล	3 ช้อน
เปลือกไข่	1 ส่วน	-	-

#### 2.2.3 การทดสอบคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

1) การหาความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด  
การหาความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เริ่มจากนำปุ๋ยตัวอย่างบดหรือแยกให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หนัก 5-10 กรัม ซึ่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล (Sartorius, model CP3202S, Germany) ที่มีความถูกต้อง  $\pm 0.01$  กรัม

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4  
Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อหาค่าความชื้น โดยคำนวณได้จากสมการ (1)

$$M_w = \frac{w-d}{w} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ

- $M_w$  คือ ความชื้นฐานเปียก, kg/kg  
 $w$  คือ มวลของวัสดุ, kg  
 $d$  คือ มวลของวัสดุแห้ง (ไม่มี ความชื้น), kg

### 2) การหาขนาดของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

การหาขนาดของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ เริ่มจากนำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้น มาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ด้วยไม้มิเตอร์ และนำมาหาค่าเฉลี่ย

### 3) สีของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

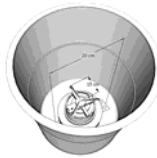
สีของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์พิจารณาจากทางกายภาพด้วยการสังเกตด้วยตาเปล่า ซึ่งเศษอาหารที่นำมาหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงสีในขณะทำการหมัก

## 3. ผลและการอภิปรายผลการทดลอง

### 3.1 ผลจากการออกแบบและสร้างเครื่องผสมอาหาร

#### 3.1.1 ผลการออกแบบโครงสร้างสำหรับติดตั้งเครื่องผสมอาหาร

เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ที่ออกแบบเป็นเหล็กทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50 x 40 x 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร และชุดผสมอาหารเป็นถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร ภายในถังผสมอาหารติดตั้งใบพัดสำหรับผสมอาหาร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1



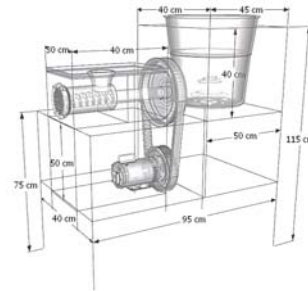
รูปที่ 1 ลักษณะการออกแบบถังผสมอาหาร

#### 3.1.2 ผลการออกแบบชุดเครื่องอัดปุ๋ยอินทรีย์

ผลการออกแบบชุดเครื่องอัดปุ๋ยอินทรีย์โดยการนำเครื่องอัดบดที่จำหน่ายตามท้องตลาดมาดัดแปลง และประกอบกับเครื่องผสมอาหารได้ดังรูปที่ 2

#### 3.1.3 ผลการออกแบบเครื่องผสมอาหาร

ผลของการออกแบบเครื่องผสมอาหารดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นการนำโครงสร้างติดตั้งชุดอัดปุ๋ยอินทรีย์ และชุดถังผสมอาหารประกอบเข้าด้วยกัน หลังจากออกแบบเครื่องผสมอาหารเสร็จแล้วจึงนำมาสร้างเป็นเครื่องผสมอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ลักษณะการออกแบบเครื่องผสมอาหาร



รูปที่ 3 เครื่องผสมอาหารที่ได้พัฒนาขึ้น

#### 3.2.2 ผลการทำงานของเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์

1) มอเตอร์ที่เลือกใช้ขนาด 220-240 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ 1/3 แรงม้า ใช้ขับชุดอัดปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าสามารถอัดปุ๋ยเม็ดได้ 40 กิโลกรัมต่อวัน

2) การนำเครื่องบดมาดัดแปลงเป็นตัวอัดเม็ดสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีความแข็งแรงและมีมุมเหลี่ยมเป็นศูนย์กลางในการวิ่งผ่านสายพานจึงทำให้แกนกลางได้ออกสาไม่ทำให้เกิดการแกว่งของแกนอัด

3) โครงสร้างของชุดอัดปุ๋ยอินทรีย์ใช้เหล็กฉากที่มีความแข็งแรงและราคาถูก

4) นำแผ่นสเตนเลสมาใช้เป็นถาดรองการอัดปุ๋ย สามารถดัดเข้ารูปตรงตามที่ต้องการได้ง่าย

### 3.3 ผลของคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. พระนคร ครั้งที่ 4  
Proceedings of the 4<sup>th</sup> RMUTP Conference on Engineering and Technology

### 3.3.1 ผลความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์หลังการอัดเม็ด

ผลความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์หลังการอัดเม็ดแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์หลังการอัดเม็ดทั้งสองการทดลองมีความชื้นใกล้เคียงกัน ซึ่งความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2551 [4] ไม่ควรเกิน 35% ฐานเปียก แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการทดลองยังมีความชื้นสูงกว่าค่ามาตรฐาน ดังนั้นควรนำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ได้ไปอบแห้งหรือตากแดดให้ได้ความชื้นในระดับที่ต้องการ แล้วค่อยนำมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์จะทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น

ตารางที่ 3 ความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์หลังการอัดเม็ด

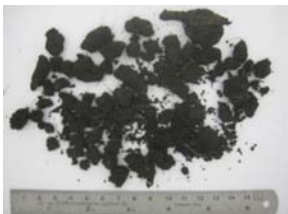
เงื่อนไขการทดลอง	ความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์หลังการอัดเม็ด (% ฐานเปียก)
ส่วนผสมที่ 1	66.1
ส่วนผสมที่ 2	64.7

### 3.3.2 ลักษณะเม็ดของปุ๋ยอินทรีย์

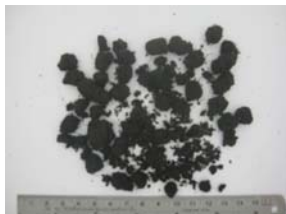
ปุ๋ยอินทรีย์หลังผ่านการอัดเม็ดแสดงในรูปที่ 4 พบว่าลักษณะเม็ดของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ทั้งสองการทดลองมีลักษณะไม่แตกต่างกัน มีขนาดเฉลี่ย 1.0-1.5 เซนติเมตร และยาว 1.0-2.0 เซนติเมตร โดยขนาดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2551 [4] ไม่ควรเกิน 1.25 เซนติเมตร x 1.25 เซนติเมตร ขนาดของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มีขนาดเป็นไปตามมาตรฐาน แต่ยังมีเม็ดของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้แตกไม่ได้ขนาดที่ต้องการ เนื่องจากน้ำหนักกดทับของเม็ดปุ๋ยที่ซ้อนทับกันในบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งอาจเกิดจากปุ๋ยก่อนอัดเม็ดมีปริมาณความชื้นสูง

### 3.3.3 คุณภาพทางด้านสีปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

การหมักใช้ระยะเวลา 15 วัน การเปลี่ยนแปลงสีของปุ๋ยเกิดขึ้นตลอดกระบวนการหมัก โดยสีของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในแต่ละการทดลองแสดงในรูปที่ 4 พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ได้ทั้งสองการทดลองมีลักษณะสีที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีส่วนผสมใกล้เคียงกัน



ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากส่วนผสมที่ 1



ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากส่วนผสมที่ 2

รูปที่ 4 ลักษณะและคุณภาพสีของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์หลังผ่านการอัดเม็ด

## 4. สรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องผสมอาหารภายในครัวเรือนสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่ออกแบบและสร้างขึ้น พบว่าโครงสร้างยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีรอยเชื่อมโครงสร้างขาดความเที่ยงตรง ส่งผลให้โครงสร้างสันในขณะใช้งานและการจัดวางตำแหน่งถังนั้นสูงเกินไปขาดต่อการตักปุ๋ยเพื่อนำไปอัดเม็ด เครื่องอัดปุ๋ยสามารถอัดขึ้นรูปปุ๋ยได้ดี มอเตอร์มีกำลังแรงพอที่สามารถขึ้นรูป แต่ยังมีข้อจำกัดในการกวนปุ๋ยที่ปริมาณมาก เนื่องจากกำลังมอเตอร์ที่ไม่มากพอและใบกวนที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองการทดลองมีความชื้น ลักษณะของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ และสีไม่แตกต่างกัน จากข้อจำกัดของเครื่องสามารถนำไปปรับปรุง โดยการเพิ่มขนาดและกำลังเครื่องเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตปุ๋ย การเพิ่มระบบเซ็นเซอร์ระบบอัตโนมัติ และระบบรักษาความปลอดภัยให้กับเครื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ทั้งนี้ก่อนนำเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ไปจำหน่ายควรนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์หาแร่ธาตุที่สำคัญกับพืชให้ตรงตามมาตรฐานผลิตปุ๋ยอินทรีย์

## 5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ อุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนในการทำวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- [1] อติเทพ วรณจรรยา, สมชาติ โสภณธฤทธิ์ และอดิศักดิ์ นาถกรณกุล. (2553). การอบแห้งขยะมูลฝอยเปียกชุมชนโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน. **การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 6** (น. 1-4). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. 2561. รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทยปี 2559. [Online]. Available: <https://www.schoolofchangemakers.com/>
- [3] ร่มพฤษย์ เพิ่มเกียรติศักดิ์, สมถวิล วัลลิสุด, พงศ์เทพ อันตะริกา นนท์ และรังสิต สุวรรณมรรคา. การพัฒนาเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดการผลิตปุ๋ยในระดับชุมชน. วารสารสมาคมนักวิจัย ปี 19 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2557, หน้า 86-99.
- [4] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้มาตรฐานและคุณภาพ. กทม. 2551.