# การแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยหมักด้วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น: กรณีศึกษาโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

# Grease Trap Waste Utilization as Fertilizer with the Initial Quality Improvement Process: A Case Study of Hotel at Samui Island, Surat Thani Province

พันธวัศ สัมพันธ์พานิช[1*], กรองแก้ว ทิพยศักดิ์[2] และ เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์[1]

Pantawat Sampanpanish[1*], Krongkaew Tippayasak[2] and Penradee Chanpiwat[1]

[1] *สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

[2] *คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*

[1] *Environmental Research Institute, Chulalongkorn University*

[2] *Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*

Received : 30 November 2018

Revised : 25 January 2019

Accepted : 28 February 2019

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีปรับปรุงคุณภาพของกากไขมันขั้นต้น และความเป็นไปได้ในการหมักกากไขมันร่วมกับวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่าง ๆ และการเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ได้กับคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 กากไขมันนำมาจากบ่อดักกากไขมันของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี แล้วนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยสารปรับปรุงกากไขมัน 4 ชนิด คือ กรดฟอสฟอริก กรดไนตริก น้ำหมักชีวภาพ และโซเดียมไฮโดรเจนซัลเฟต ในอัตราส่วนของสารปรับปรุง 1 มิลลิลิตร ต่อกากไขมัน 1 กรัม แล้วกวนผสมกากไขมันและสารปรับปรุงกับกากไขมันที่ระยะเวลาสัมผัส คือ 1 ชั่วโมง, 1 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า กรดฟอสฟอริกและน้ำหมักชีวภาพ กับกากไขมัน ที่ระยะเวลาสัมผัส 3 วัน ทำให้คุณภาพกากไขมันดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ชัดเจน จากนั้นผสมและหมักกากไขมันที่ปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นกับมูลโคและขี้เลื่อย ที่อัตราส่วน 40:50:10 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ทำการเติมอากาศกองปุ๋ยหมักทุกวัน และควบคุมความชื้นที่ 40-60% ตลอดระยะเวลาการหมัก พบว่า กระบวนการหมักกากไขมันนั้นเสร็จสมบูรณ์ที่ระยะเวลา 30 วัน และปุ๋ยหมักมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มากกว่าร้อยละ 1.0 และ 0.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) อย่างไรก็ดีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยหมักกากไขมันมีค่าระหว่าง 25.94:1 และ 33.13:1 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่ 20:1 และมีดัชนีการงอกของเมล็ดในน้ำสกัดปุ๋ยหมักชุดควบคุม และปุ๋ยหมักกากไขมันที่ปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก (ที่อัตราส่วนการสกัดปุ๋ยหมักและน้ำสกัด 1:10) ที่ต่ำกว่า 80% ซึ่งแสดงถึงความเป็นพิษของปุ๋ยหมักต่อการงอกของเมล็ดถั่วเขียวและการเจริญเติบโตของพืช และแม้ว่ากระบวนการหมักกากไขมันจะเสร็จสิ้นแล้ว แต่ควรดำเนินการบ่มหรือหมักการไขมันต่อไปอีก เพื่อให้ปุ๋ยหมักกากไขมันที่ผลิตได้นั้นมีความเสถียรมากขึ้น นอกจากนี้ปุ๋ยหมักที่ได้มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นปุ๋ยหมักกากไขมันที่ผลิตได้นี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สำหรับไม้ประดับที่ต้องการบำรุงลำต้นและใบของพืชเท่านั้น

**คำสำคัญ** : กากไขมัน, วัสดุผสม, โรงแรม, ปุ๋ยหมัก

***Corresponding author. E-mail** : pantawat.s@chula.ac.th

## Abstract

This research was conducted in order to examine the initial improvement of grease waste quality before composting, to evaluate the grease waste composting capability with other organic wastes, and to compare the quality of compost products to the Department of Agriculture (DOA) organic fertilizer standard in 2005. Grease wastes used in this study were obtained from a hotel in Samui Island, Surat Thani Province. The quality of grease wastes was initially improved by phosphoric acid (PA), nitric acid, effective microorganisms (EM), and sodium hydrogen sulfate solution at a ratio of 1 : 1 by weight (in gram) per volume (in mL). Different mixing times adopted were 1 hour, 1 day, and 3 days, respectively. Grease wastes mixed with PA and EM for 3 days showed good quality improvements. Afterward, the treated grease wastes were composted with cow manure and saw dust in a rotary tank at the ratio of 40:50:10, respectively. A fresh air was supplied, and a 40-60% of moisture was maintained during 30 days composting. Comparing to the DOA (in 2005) organic fertilizer standard, the composting products had higher nitrogen (>1.0%) and phosphorus (>0.5%) contents. The carbon to nitrogen ratios of compost products (25.94:1 to 33.13:1) were higher than the organic fertilizer standard of 20:1. The germination indices of the green bean seeds germinating in the extracted solution (1:10 ratio of compost duct and extractant) of both control compost product and compost product treated by phosphoric acid which were higher than 80% indicated the toxicity of compost products to seed germination and plant growth. Therefore, the maturation should be conducted to result in the more stable and mature compost products. Since the potassium contents in the compost products were lower than the organic fertilizer standard, the compost products were suitable for the maintenance of stem and leaves of the ornamental plants.


**Keywords** : grease trap waste, mixed materials, hotel, composting

**บทนำ**

ปัจจุบันปริมาณกากไขมันที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปรุงประกอบอาหาร และการทำขนมเบเกอรี่ในครัวเรือน และภาคบริการต่าง ๆ เช่น ร้านอาหาร และโรงแรม พบว่ามีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง อัตราการเกิดกากไขมันจากการประกอบอาหารในครัวเรือนทั่วไป มีค่าประมาณ 0.2 ถึง 0.8 กิโลกรัม/วัน (Pollution Control Department, 2008a) ปริมาณกากไขมันจากร้านอาหารทั่วไปมักมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามขนาดของพื้นที่ร้านอาหาร (Pollution Control Department, 2008b) ศึกษาพบว่าอัตราการเกิดกากไขมันจากร้านอาหารทั่วไปที่มีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีค่า 1.5, 4.2 และ 19.2 กิโลกรัม/วัน-ร้าน ตามลำดับ ในขณะที่อัตราการเกิดกากไขมันจากร้านอาหารในโรงแรมนั้น มีค่าประมาณ 21 กิโลกรัม/วัน กากไขมันเหล่านี้ หากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลแล้ว อาจก่อให้การปนเปื้อนของน้ำชะกากไขมันในชั้นน้ำใต้ดิน หรืออาจปิดกั้นการซึมผ่านของน้ำในดิน จนทำให้ต้นพืชที่ปลูกในบริเวณนั้นขาดน้ำ หรืออาจก่อให้เกิดสภาวะการหมักแบบไร้อากาศ จนทำให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กระจายสู่อากาศได้ หรืออาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค และพาหะนำโรคต่าง ๆ เป็นต้น (Pollution Control Department, 2008b; Chitpirom & Sangaroon, 2012; Khamput & Suweero, 2013) แนวทางการจัดการกากไขมันที่มีความเหมาะสมในปัจจุบัน ประกอบไปด้วย การฝังกลบ

กากไขมันในหลุมฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล การเผาทำลายกากไขมันในเตาเผาที่ถูกสุขลักษณะ และการแปรรูปกากไขมันเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เทียนหอม/เทียนแฟนซี สบู่เหลว ไบโอดีเซล เชื้อเพลิงอัดแท่ง และปุ๋ยหมัก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกวิธีการจัดการกากไขมัน ประกอบไปด้วย คุณสมบัติของกากไขมัน ปริมาณกากไขมัน ความพร้อมของบุคลากรและสถานที่แปรรูป รวมไปถึงศักยภาพในการลงทุน (Pollution Control Department, 2008a; 2008b)

พื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศไทย สามารถสร้างรายได้ให้กับพื้นที่ได้ปีละมากกว่า 15,000 ล้านบาท (Keawnoi, 2015) การขยายตัวทางเศรษฐกิจจากการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่องของพื้นที่เกาะสมุย ส่งผลให้การจัดการกากไขมันที่เกิดขึ้นจากโรงแรมต่าง ๆ เป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของพื้นที่ ด้วยเหตุนี้การแปรรูปกากไขมันจากโรงแรมให้เป็นปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ภายในพื้นที่ของโรงแรมได้ จึงนับเป็นหนึ่งในทางเลือกของการจัดการกากไขมันที่เกิดขึ้นจากร้านอาหารของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยได้เป็นอย่างดี การทำปุ๋ยหมักนี้นอกจากจะมีค่าใช้จ่ายในการจัดการต่ำแล้ว ยังเป็นวิธีที่เหมาะกับการจัดการของเสียอินทรีย์ที่มีปริมาณมากอีกด้วย (Ravichayasub *et al*., 2015)

กากไขมันเป็นสารอินทรีย์ ที่ประกอบไปด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน กลีเซอไรด์ สเตียรอยด์ และกรดไขมัน มีมวลโมเลกุลสูง มักมีสภาพเป็นไข มีความเสถียร และย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยาก (Dansakda, 2008; Chantamas, 2014) การแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยหมัก จึงอาจต้องใช้เวลานานถึง 90 วัน (Pollution Control Department, 2008a) และอาจก่อให้เกิดปัญหาเนื่องจากกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ได้ (Chantamas, 2014) อีกทั้งกากไขมันมักมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่ำ จึงทำให้ปุ๋ยหมักที่แปรรูปได้จากกากไขมันนั้นมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Department of Agriculture, 2005a) การหมักกากไขมันร่วมกับวัสดุเหลือใช้ในครัวเรือน ปูนขาว กากตะกอนต่าง ๆ กระดูก ปลาป่น พบว่าสามารถช่วยลดกลิ่นจากการหมัก และทำให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีระดับธาตุอาหารเพิ่มขึ้นและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Chantamas, 2014) ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีปรับปรุงกากไขมันขั้นต้น และศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการหมักกากไขมันร่วมกับวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่าง ๆ ที่มีมากในพื้นที่เกาะสมุย รวมไปถึงเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ได้กับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 (Department of Agriculture, 2005b)

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1) การปรับปรุงกากไขมันขั้นต้น

กากไขมันจากโรงแรมที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นกากไขมันที่ตักได้จากบ่อดักกากไขมันของโรงแรมซึ่งรับน้ำเสียทั้งจากร้านอาหารและห้องเบเกอรีของโรงแรมเมืองสมุย สปารีสอร์ท กากไขมันได้ถูกนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงกากไขมันขั้นต้น (Pretreatment) โดยสารปรับปรุงกากไขมัน 4 ชนิด ได้แก่ กรดฟอสฟอริก ($H_3PO_4$) กรดไนตริก ($HNO_3$) น้ำหมักชีวภาพ (Effective Microorganisms: EM) และโซเดียมไฮโดรเจนซัลเฟต ($NaHSO_4$) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการปรับปรุงกากไขมันของสารปรับปรุงกากไขมันที่ระยะเวลาสัมผัสกากไขมันต่างกัน เปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม คือกากไขมันจากโรงแรมที่ไม่ได้ผ่านกระบวนปรับปรุงใด ๆ

กระบวนการปรับปรุงกากไขมันดำเนินการโดยการเติมสารปรับปรุงกากไขมันลงในกากไขมันในอัตราส่วนสารปรับปรุง 1 มิลลิลิตร ต่อ กากไขมัน 1 กรัม แล้วจึงปั่นกวนให้กากไขมันกระจายตัวและสัมผัสกับสารปรับปรุงกากไขมันที่

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง, 1 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ แล้วจึงตรวจวัดปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid: FFA) และการดูดกลืนแสงของกากไขมันในช่วงอุลตราไวโอเลต และช่วงวิสิเบิล ที่ความยาวคลื่น 225-245 นาโนเมตร

**2) การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุหมัก**

ในงานวิจัยนี้ วัสดุหมักที่ถูกนำมาศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักเพื่อแปรรูปกากไขมันให้เป็นปุ๋ยหมัก เป็นวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ จำนวน 7 ชนิด ที่สามารถพบได้ทั่วไปในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วย เศษใบไม้และหญ้า เส้นใยปาล์ม มูลโค กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสียชุมชน เศษผักจากครัวเรือน ขี้เลื่อยยางพารา และขี้เลื่อยไม้ คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุหมักที่ศึกษา ประกอบด้วย ความชื้น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

**3) การแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยหมักร่วมกับวัสดุหมักอินทรีย์**

วัสดุหมักที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อกระบวนการหมักและแปรรูปกากไขมันให้เป็นปุ๋ยหมัก ได้ถูกนำมาหมักร่วมกับกากไขมันที่ผ่านการกระบวนการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น โดยแบ่งการเติมกากไขมันและวัสดุหมักที่มีคุณสมบัติเหมาะสมลงในถังหมักสลับกันเป็นชั้น ๆ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้ง ปริมาณครั้งละเท่า ๆ กัน และดำเนินการควบคุมความชื้นของกองปุ๋ยหมักให้มีค่าประมาณ 40-60% ตลอดระยะเวลาการหมัก เนื่องจากความชื้นจะทำให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในกองปุ๋ยละลายน้ำเพื่อเป็นอาหารแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักได้ ในกรณีที่ความชื้นของกองปุ๋ยหมักต่ำกว่าค่าที่กำหนด จะได้ทำการพรมน้ำลงในกองปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มค่าความชื้น นอกจากนั้นยังได้ทำการหมุนถังหมักทุกวัน วันละ 10 นาที เพื่อพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทุกวันและเพิ่มออกซิเจนให้แก่กองปุ๋ย ป้องกันการเกิดสภาวะการหมักแบบไร้อากาศ และตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 7 วัน

**4) การวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักกากไขมัน**

ปุ๋ยหมักที่ได้จากกระบวนการหมักกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นร่วมกับวัสดุหมักอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ได้ถูกนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 (Department of Agriculture, 2005b) อีกทั้งยังได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์ความเป็นพิษของปุ๋ยหมักกากไขมันต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักกากไขมันแสดงได้ดังตารางที่ 1

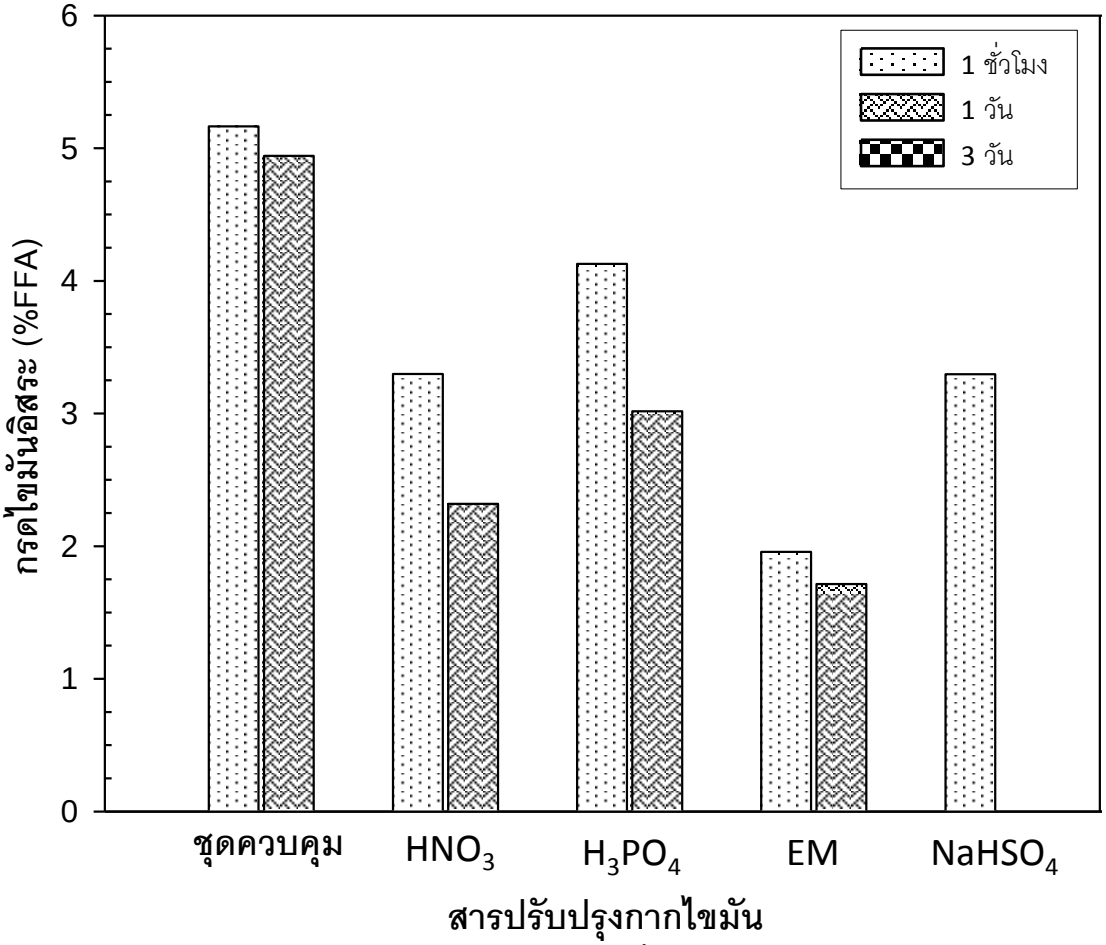
***ตารางที่ 1*** วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก

| คุณสมบัติปุ๋ย | วิธีวิเคราะห์ |
|---|---|
| ความเป็นกรด-ด่าง (pH) | pH Measurement |
| การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) | Conductometry |
| คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) | Dichromate Oxidation and Titration |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) | Micro Kjeldahl Digestion |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) | Spectrophotometry |
| โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium) | Extraction and Flame Photometry |
| ความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช | Seed Germination Test ของเมล็ดถั่วเขียวในน้ำสกัดปุ๋ยหมักจากกากไขมัน ที่อัตราส่วน ปุ๋ยหมัก 1 กรัมต่อน้ำสกัด 10 มิลลิลิตร และปุ๋ยหมัก 1 กรัมต่อน้ำสกัด 100 มิลลิลิตร |

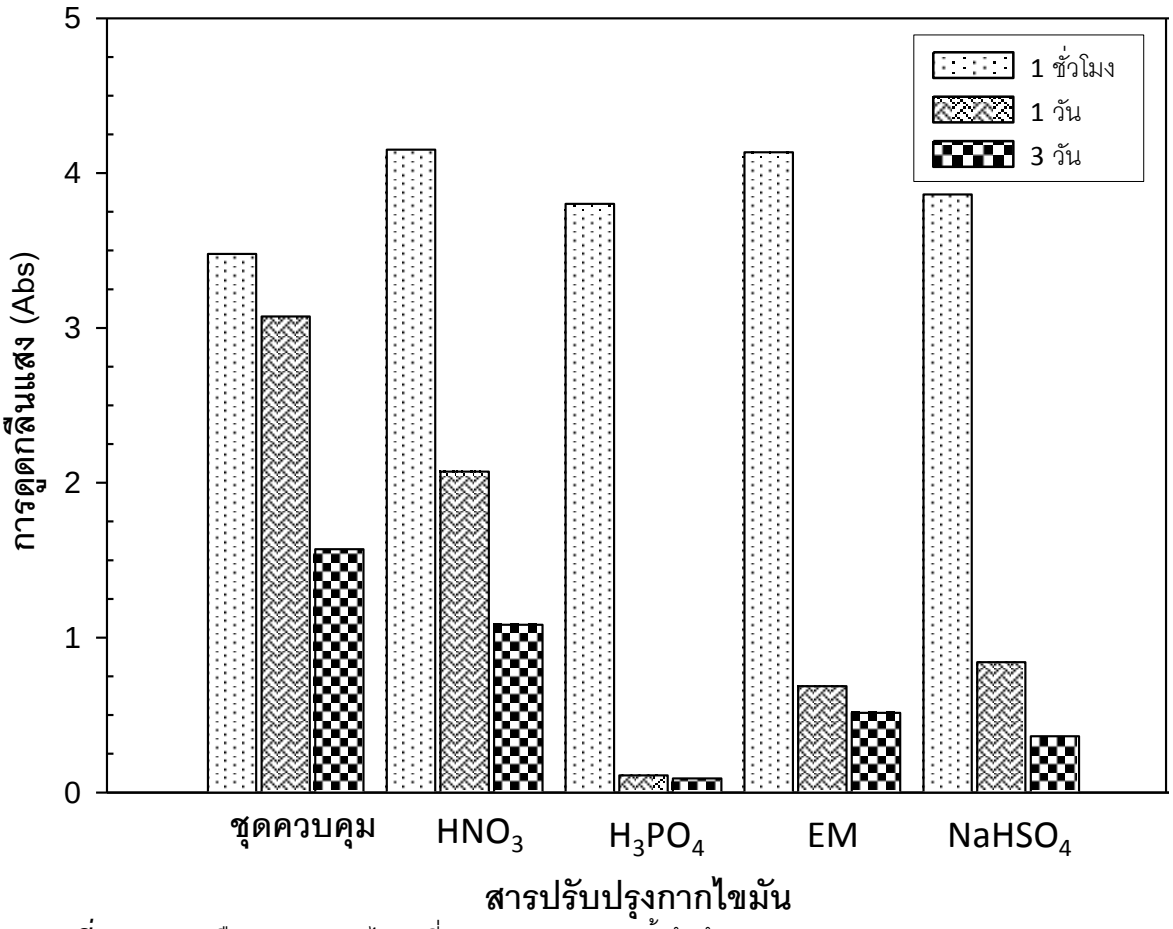
**ผลการวิจัย**

**1) ผลของระยะเวลาการสัมผัสกากไขมันของสารปรับปรุงคุณภาพต่อกระบวนการปรับปรุงคุณภาพกากไขมันขั้นต้น**

ประสิทธิภาพการปรับปรุงคุณภาพกากไขมันขั้นต้นด้วยสารปรับปรุงกากไขมันทั้ง 4 ชนิด คือ กรดฟอสฟอริก ($H_3PO_4$) กรดไนตริก ($HNO_3$) น้ำหมักชีวภาพ (EM) และโซเดียมไฮโดรเจนซัลเฟต ($NaHSO_4$)) ที่ถูกนำไปปั่นกวนร่วมกับกากไขมันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง, 1 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ที่คงเหลืออยู่ในกรดไขมันในชุดทดลองที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ และกากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยสารปรับปรุงต่างชนิดกัน และที่ระยะเวลาสัมผัสต่างกัน พบว่า เมื่อระยะเวลาสัมผัสระหว่างสารปรับปรุงและกากไขมันเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดไขมันอิสระที่คงเหลืออยู่ในกากไขมันจะมีปริมาณลดลง และที่ระยะเวลาการหมัก 3 วัน ไม่พบปริมาณของกรดไขมันอิสระ (ภาพที่ 1) เนื่องจากสารปรับปรุงทุกชนิดที่เติมลงไปในกากไขมันนั้นมีฤทธิ์เป็นกรด จึงสามารถทำให้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของกากไขมันจากรูปไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ไปเป็นเป็นกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระนี้ สามารถถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ไขมันที่อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ จึงทำให้เกิดการย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์โดยจุลลินทรีย์ตามธรรมชาติ เมื่อผสมสารปรับปรุงและกากไขมันเป็นระยะเวลา 3 วัน และเมื่อพิจารณาร่วมกับค่าการดูดกลืนแสงของกากไขมันในช่วงอุลตราไวโอเลต และช่วงวิสิเบิล (ภาพที่ 2) แล้วพบว่า กากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยกรดฟอสฟอริกและน้ำหมักชีวภาพที่ระยะเวลาสัมผัสกับกากไขมันที่ 3 วันนั้น มีคุณสมบัติของกากไขมันที่แตกต่างจากกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพด้วยสารปรับปรุงชนิดอื่น และกากไขมันที่ไม่ได้ถูกปรับปรุงคุณภาพอย่างชัดเจน กากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นนี้นอกจากจะมีขนาดโมเลกุลของกากไขมันที่เล็กลงทำให้สามารถย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้ง่ายแล้ว การปรับปรุงคุณภาพกากไขมันด้วยกรดฟอสฟอริกยังทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในกากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วกากไขมันมักมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ต่ำ ส่งผลให้ปุ๋ยหมักที่แปรรูปได้จากกากไขมันนั้นมักมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Chantamas, 2014)




***ภาพที่ 1*** ปริมาณกรดไขมันอิสระในกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยสารปรับปรุงและระยะเวลาสัมผัสต่างกัน




***ภาพที่ 2*** การดูดกลืนแสงของกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยสารปรับปรุงและระยะเวลาสัมผัสต่างกัน

2) **คุณสมบัติของวัสดุหมักอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ**

คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทั้ง 7 ชนิด ที่สามารถพบได้ทั่วไปในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี แสดงดังตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ความชื้นมีค่า 5.25-89.52% ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มีค่า 9.43-44.74% และปริมาณไนโตรเจนในวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ มีค่า 0.12-1.85% โดยขึ้นกับชนิดของวัสดุหมัก ทำให้สามารถแบ่งวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ออกได้เป็น 6 ประเภท คือ 1) วัสดุหมักที่มีค่าความชื้น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำ ได้แก่ เส้นใยปาล์ม 2) วัสดุหมักที่มีค่าความชื้นต่ำ-ปานกลาง มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูง แต่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำ ได้แก่ ขี้เลื่อยยางพารา และขี้เลื่อยไม้ 3) วัสดุหมักที่มีค่าความชื้นสูงมาก มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูง แต่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำ ได้แก่ เศษผักจากครัวเรือน 4) วัสดุหมักที่มีค่าความชื้นปานกลาง มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ต่ำ แต่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง ได้แก่ กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน 5) วัสดุหมักที่มีค่าความชื้นต่ำ แต่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง ได้แก่ มูลโค และ 6) วัสดุหมักที่มีค่าความชื้น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง ได้แก่ เศษใบไม้และหญ้า ด้วยเหตุนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า เส้นใยปาล์ม ขี้เลื่อยยางพารา ขี้เลื่อยไม้ และเศษผักจากครัวเรือนนั้นไม่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นวัสดุหมักร่วมกับกากไขมัน เนื่องจากวัสดุหมักทั้ง 4 ประเภทนี้มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ ไนโตรเจนนั้นจัดเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก เนื่องจาก

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน กรดนิวคลีอิค กรดอะมิโน เอนไซม์ และโคเอนไซม์ อีกทั้งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของเซลล์ หากในกองปุ๋ยหมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอ กระบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้ช้ามาก (Ritdeaj, 2013) ส่วนกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนนั้น แม้ว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง แต่เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ค่อนข้างต่ำ จึงไม่เหมาะสมที่จะถูกนำมาเป็นวัสดุหมักร่วมกับกากไขมัน และเนื่องจากกากไขมันของโรงแรมในการศึกษานี้นั้นมีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 2) จึงควรหมักร่วมกับสารอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งได้แก่ เศษใบไม้และหญ้า และมูลโค ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.04±0.05% และ 1.85±0.11% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

***ตารางที่ 2*** สมบัติเบื้องต้นของวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่าง ๆ (n=3) ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

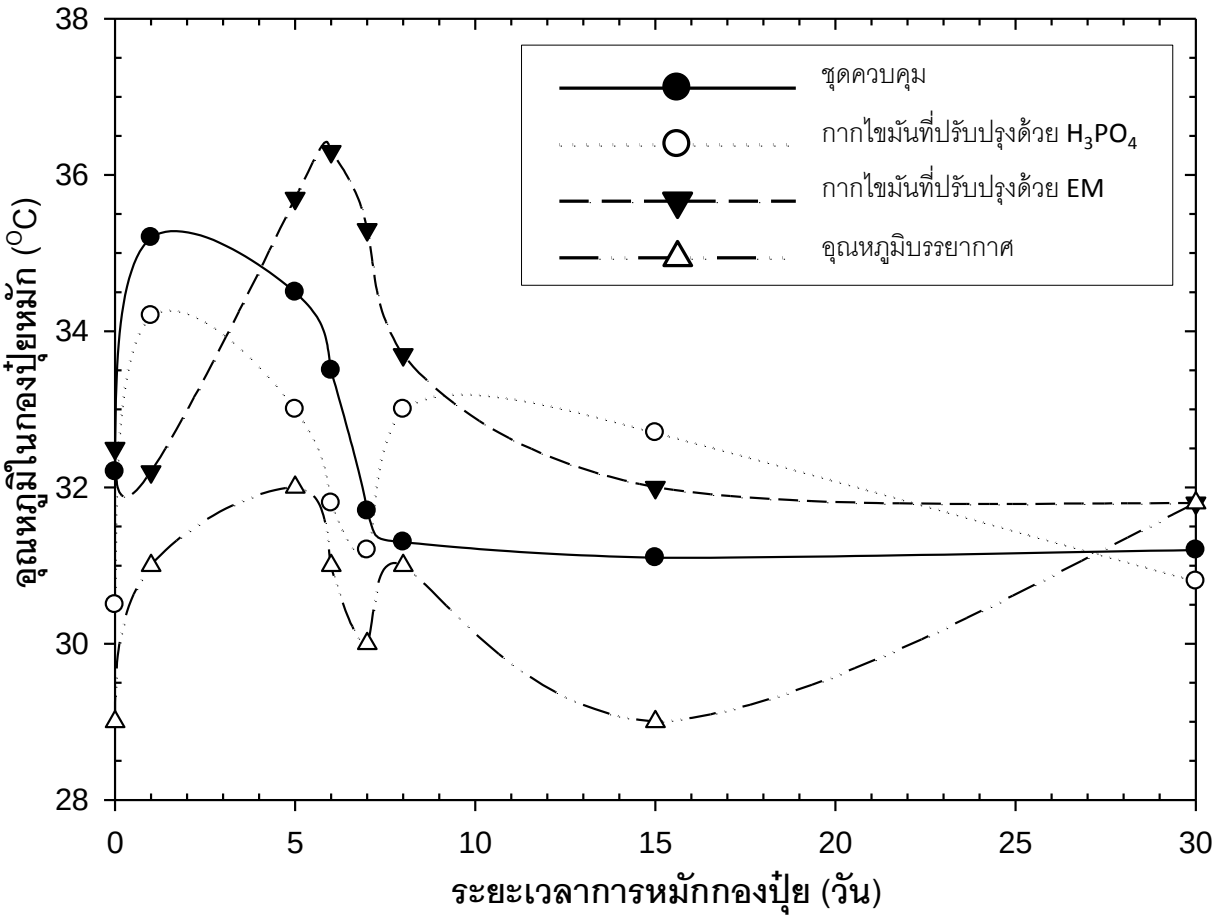
| ชนิดวัสดุหมัก | ค่าความชื้น (%) | ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (%) | ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) |
|---|---|---|---|
| กากไขมันจากโรงแรมพื้นที่เกาะสมุย | 29.09±3.31 | 26.15±7.39 | 0.10±0.05 |
| เศษใบไม้และหญ้า | 34.49±0.45 | 44.74±2.03 | 1.04±0.05 |
| เส้นใยปาล์ม | 5.25±1.13 | 9.43+2.19 | 0.88±0.14 |
| มูลโค | 7.07±0.13 | 33.42±1.02 | 1.85±0.11 |
| กากตะกอนโรงบำบัดน้ำเสียชุมชน | 35.06±1.31 | 14.08±2.37 | 1.75±0.10 |
| เศษผักจากครัวเรือน | 89.52±1.38 | 43.15±4.55 | 0.40±0.02 |
| ขี้เลื่อยยางพารา | 30.81±2.15 | 40.95±4.36 | 0.12±0.09 |
| ขี้เลื่อยไม้ | 13.09±0.35 | 31.76±1.35 | 0.16±0.03 |

**3) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักระหว่างกระบวนการหมักกากไขมัน**

เมื่อได้คัดเลือกวัสดุหมักที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมแล้วจึงได้ประมวลผลและจำลองสถานการณ์การหมักเพื่อเลือกสัดส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างกากไขมันและวัสดุหมัก งานวิจัยนี้จึงได้เลือกอัตราส่วนผสมของกากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริกหรือน้ำหมักชีวภาพ (EM) เป็นระยะเวลา 3 วัน 40% มูลโค 50% และขี้เลื่อย 10% เนื่องจากมูลโคนั้นถึงแม้ว่าจะเป็นวัสดุหมักที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง แต่มีความชื้นต่ำเพียง 7.07±0.13% จึงได้เพิ่มการผสมวัสดุหมักซึ่งมีความชื้นสูง ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ (ความชื้น 13.09±0.35%) และขี้เลื่อยยางพารา (ความชื้น 30.81±2.15%)เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับกองปุ๋ยหมัก การผสมวัสดุหมักต่าง ๆ เหล่านี้ร่วมกับกากไขมัน ทำให้กองปุ๋ยหมักนี้มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon to Nitrogen Ratio : C/N Ratio) เท่ากับ 23.71 (Ritdeaj, 2013) สรุปข้อพิจารณาการเลือกอัตราส่วนวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักว่า อัตราส่วนกองปุ๋ยหมักที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนของกองปุ๋ยหมักที่มีธาตุคาร์บอน 25 ส่วนต่อธาตุไนโตรเจน 1 ส่วน หากกองปุ๋ยหมักมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมาก จะทำให้กองปุ๋ยหมักเกิดการย่อยสลายได้ช้า ในขณะที่กองปุ๋ยหมักที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมาก จะทำให้กองปุ๋ยหมักมีกลิ่นเหม็น การหมักกากไขมันด้วยส่วนผสมเช่นนี้ (กากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น มูลโค และขี้เลื่อย) จะสามารถทำให้กระบวนการหมักแบบร้อน (Hot or Fast Composting) ได้ ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกากไขมันและวัสดุหมักเกิดได้เร็วขึ้น

(Masub *et al*., 2017) ศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากกากไขมันจากเศษอาหาร และพบว่ากระบวนการหมักแบบร้อนนี้ทำให้อัตราการย่อยสลายวัตถุดิบในการหมักเกิดได้เร็วขึ้น ความร้อนจากการหมักสามารถทำลายเมล็ดวัชพืชและโรคพืชต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการหมักแบบร้อนนี้จำเป็นต้องมีการให้ออกซิเจนโดยการถ่ายเทอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะแบบไร้อากาศ ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์จากการหมักได้

อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเป็นปัจจัยทางกายภาพที่เป็นเครื่องบ่งชี้กิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะมีผลโดยตรงกับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ หากอัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์มีมาก อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยก็จะเพิ่มสูงขึ้น (Chandenduang, 2007) งานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการหมัก และพบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริก ($H_3PO_4$) น้ำหมักชีวภาพ (EM) และกองปุ๋ยหมักที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น (ชุดควบคุม) ตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน (ภาพที่ 3) นั้นมีค่าสูงขึ้นในระยะเริ่มต้นของการหมัก แต่ชุดการทดลองควบคุมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 35°C ในวันที่ 2 ของการหมักเท่านั้น หลังจากนั้นอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักก็ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริกนั้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นและลดลงใน 2 ระยะเวลาของการหมัก คือ ในวันที่ 2 ของการหมักนั้นอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 34°C แล้วลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงประมาณ 31°C ในวันที่ 7 ของการหมัก แล้วอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจึงเพิ่มสูงเป็น 32-33°C อีกครั้งในวันที่ 8 ไปจนสิ้นสุดกระบวนการหมัก ในขณะที่อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักของกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยน้ำหมักชีวภาพ (EM) นั้น พบว่าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจากกระบวนการหมักเริ่มต้นขึ้น และมีอุณหภูมิสูงสุดถึง 36.5°Cในวันที่ 6 ของการหมัก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการทำงานและย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มของจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูง (Thermophilic microorganisms) ภายในกองปุ๋ยหมักนั้นเกิดขึ้นมากที่สุด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักในระยะอุณหภูมิสูง (Thermophilic phase) นี้ มีระยะเวลาได้ตั้งแต่ 2-3 วัน ไปจนถึง 2-3 เดือน (Tooprakai, 2008) อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่สูงที่สุด คือ 36.5°C ในระยะอุณหภูมิสูงของการหมักในงานวิจัยนี้พบว่ามีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ 63°C ภายในกองปุ๋ยหมักกากไขมันร่วมกับดินค่ำและขี้เลื่อย (Ravichayasub *et al*., 2015) ในระยะอุณหภูมิสูงที่ระยะเวลาการหมัก 18-19 วัน และพบว่าอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักยังมีค่าสูงกว่า 55°C เป็นระยะเวลาถึง 26 วัน ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคและวัชพืชได้ ส่วนสาเหตุที่อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักในงานวิจัยนี้มีค่าต่ำกว่าผลการศึกษาก่อนหน้านั้นอาจเกิดจากขนาดของกองปุ๋ยหมักในงานวิจัยนี้นั้นมีขนาดเล็กกว่างานวิจัยก่อนหน้า ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ (Chandenduang, 2007) ที่พบว่าขนาดของกองปุ๋ยหมักนั้นมีผลต่ออุณหภูมิสูงสุดภายในกองปุ๋ยหมัก นอกจากนั้นแล้วผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Ravichayasub *et al*., 2015) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิภายในปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นสูงสุดแล้ว อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะค่อย ๆ ลดลงจนมีอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเท่ากับอุณหภูมิของบรรยากาศภายนอกเมื่อกระบวนการหมักสิ้นสุดลง (ภาพที่ 3)




***ภาพที่ 3*** การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักตลอดระยะเวลาการหมัก 30 วัน

**วิจารณ์ผลการวิจัย**

จากการศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากกากไขมันสามารถกล่าวได้ว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักกากไขมันร่วมกับเศษใบไม้และหญ้า และขึ้เลื่อยที่ระยะเวลาการหมัก 30 วัน แล้วพบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้จากกระบวนการหมักกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพด้วยกรดฟอสฟอริก และน้ำหมักชีวภาพนั้นมีกลิ่นเช่นเดียวกับกลิ่นของปุ๋ยหมักทั่วไป และมีกลิ่นน้อยกว่าปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้จากกระบวนการหมักในชุดการทดลองควบคุม (กากไขมันที่ไม่ได้ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น) เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยหมักกากไขมันจากการทดลองกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 (Department of Agriculture, 2005b) แล้วพบว่ามีเพียงปุ๋ยหมักกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยน้ำหมักชีวภาพเท่านั้นที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 3) อีกทั้งยังพบว่าค่าการนำไฟฟ้า อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน และปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้จากกระบวนการหมักทั้ง 3 ชุดการทดลอง (ชุดการทดลองควบคุม ชุดการทดลองกับกากไขมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริก และน้ำหมักชีวภาพ) นั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 (ตารางที่ 3) โดยค่าการนำไฟฟ้า และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยหมักกากไขมันทั้งหมดมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรม

วิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของแต่ละชุดการทดลองแล้วพบว่า ค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยหมักกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริกนั้นมีค่าต่ำที่สุด (25.94 C:N Ratio) แสดงให้เห็นว่ากระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักของชุดการทดลองนี้เกิดได้ดีที่สุด ปุ๋ยหมักที่มีอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนสูงกว่า 20:1 นี้ หากนำไปเติมลงในดิน อาจก่อให้เกิดการย่อยสลายของปุ๋ยต่อไปได้อีก ดังนั้นปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้จากการทดลองนี้จึงควรถูกหมักทิ้งไว้อีกประมาณ 2-3 สัปดาห์ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (Jolanun *et al*., 2008) ซึ่งพบว่าปุ๋ยหมักนั้นมักจะเริ่มเข้าสู่สภาวะเสถียรมากยิ่งขึ้นตั้งแต่วันที่ 40 ของการหมักเป็นต้นไป และปุ๋ยที่หมักได้จะมีความเสถียร (Stability) และความได้ที่ (Maturity) มากยิ่งขึ้น หากดำเนินการบ่มปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่องอีกไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักกากไขมันทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณโพแทสเซียมในกากไขมันและวัสดุหมักทั้งมูลโค และขี้เลื่อยเป็นวัสดุหมักนั้นมีปริมาณต่ำ ด้วยเหตุนี้ ปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้จึงเหมาะสมกับการถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการบำรุงพันธุ์ไม้ที่ต้องการการบำรุงใบและลำต้นเท่านั้น ไม่เหมาะกับพันธุ์ไม้ที่ต้องการการบำรุงดอก ส่วนคุณสมบัติของปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้จากการทดลองที่มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ประกอบไปด้วย ขนาดของปุ๋ย ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัส (ตารางที่ 3)

***ตารางที่ 3*** การเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยหมักกากไขมันจากการทดลองกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

| คุณสมบัติปุ๋ย | เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์* | วิธีการปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นของปุ๋ยหมักกากไขมัน | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ชุดควบคุม** | กรดฟอสฟอริก | น้ำหมักชีวภาพ |
| ขนาดของปุ๋ย | ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มม. | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน |
| ความเป็นกรด-ด่าง (pH) | 5.5-8.5 | 7.79±0.05 | 7.20±0.02 | 9.30±0.30 |
| การนำไฟฟ้า | ไม่เกิน 6 dS/m | 6.55±0.01 | 9.73±0.02 | 7.65±0.06 |
| อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน | ไม่เกิน 20:1 | 29.89:1 | 25.94:1 | 33.13:1 |
| ปริมาณไนโตรเจน | ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก | 1.37± 0.33 | 1.68±0.45 | 1.05±0.92 |
| ปริมาณฟอสฟอรัส | ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก | 2.99±0.03 | 3.96±0.11 | 3.00±0.01 |
| ปริมาณโพแทสเซียม | ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก | 0.10±0.03 | 0.10±0.01 | 0.28±0.06 |

**หมายเหตุ**: * เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 (Department of Agriculture, 2005b)

** กากไขมันที่ไม่ได้ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น

เมื่อนำปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้ไปทดสอบความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยใช้ ดัชนีการงอกของเมล็ด (ตารางที่ 4) พบว่า อัตราการงอกของเมล็ดถั่วเขียวในน้ำสกัดปุ๋ยหมักกากไขมัน อัตราส่วน 1:10 ที่ระยะเวลาการทดสอบ 150 ชั่วโมงนั้น มีเพียงผลการทดสอบจากปุ๋ยหมักกากไขมันที่ถูกบำบัดคุณภาพขั้นต้นด้วยน้ำหมักชีวภาพเท่านั้นที่มีค่าดัชนีการงอกสูงกว่า 80% แสดงว่า น้ำสกัดปุ๋ยหมักกากไขมันในชุดการทดลองควบคุมและปุ๋ยหมักกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริกนั้นอาจมีสารต่าง ๆ ที่มีความเป็นพิษต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชถูกชะละลายออกมาด้วย ทั้งนี้ Ko *et al*., 2008) ศึกษาความได้ที่ (Maturity) และความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืชของปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์ และพบว่าค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชที่แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้นั้นมีการย่อยสลายที่สมบูรณ์นั้นควรมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 ผลการศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดถั่วเขียวนี้บ่งชี้ว่าปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้จากชุดการทดลองควบคุม และชุดการทดลองด้วยกากไขมันที่ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้นด้วยกรดฟอสฟอริกนี้ อาจจะยังถูกย่อยสลายไม่สมบูรณ์ และไม่เหมาะสมที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ทันที หากแต่ควรถูกหมักทิ้งไว้ เพื่อให้ปุ๋ยหมักที่ได้นั้นมีความเสถียรและความได้ที่มากยิ่งขึ้นก่อน ทั้งนี้ Ko *et al*., 2008) ได้ศึกษาและพบว่าเมื่อกระบวนการหมักปุ๋ยยาวนานขึ้น จะทำให้สารที่เป็นพิษต่อพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักถูกย่อยสลายหรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารที่มีความเป็นพิษน้อยลง ทำให้การงอกและความยาวรากของพืชเพิ่มขึ้นได้ ส่วนอัตราการงอกและความยาวรากของเมล็ดถั่วเขียวในน้ำสกัดปุ๋ยหมักกากไขมัน อัตราส่วน 1:100 ที่ระยะเวลาการทดสอบ 150 ชั่วโมงนั้นพบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วเขียวมีค่าสูงกว่า 80% ในทุกชุดการทดลอง ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการสกัดปุ๋ยหมักกากไขมันนั้นมีปริมาตรที่สูงขึ้น เมื่อเทียบกับอัตราส่วนน้ำสกัด 1:10 จึงทำให้สารละลายต่าง ๆ ที่อาจมีความเป็นพิษต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชนั้นถูกเจือจางลง ส่งผลให้ความเป็นพิษต่อพืชลดลงตามไปด้วย

***ตารางที่ 4*** ผลการศึกษาดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วเขียวในน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักกากไขมัน

| อัตราส่วนการสกัดด้วยน้ำ | ดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วเขียวในน้ำสกัดปุ๋ยหมักกากไขมัน | | |
|---|---|---|---|
| | ปุ๋ยหมักชุดควบคุม* | ปุ๋ยหมักกากไขมันที่ปรับปรุงด้วยกรดฟอสฟอริก | ปุ๋ยหมักกากไขมันที่ปรับปรุงด้วยกรดน้ำหมักชีวภาพ |
| 1:10 | 58.38 | 58.26 | 85.30 |
| 1:100 | 96.89 | 107.74 | 98.94 |

**หมายเหตุ**: * กากไขมันที่ไม่ได้ถูกปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น

**สรุปผลการวิจัย**

การปรับปรุงกากไขมันขั้นต้นสามารถทำให้ขนาดโมเลกุลของกากไขมันเล็กลง ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักได้ง่าย และทำให้ระยะเวลาการหมักกากไขมันสั้นลงได้ แม้ว่าการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยหมักด้วยการหมักกากไขมันที่ถูกบำบัดขั้นต้นร่วมกับมูลโคและขี้เลื่อยจะเสร็จสมบูรณ์ในระยะเวลาการหมัก 30 วัน หากแต่คุณสมบัติของปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้นั้นยังมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เกินเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งยังแสดงความเป็นพิษต่อการงอกของเมล็ดถั่วเขียว ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องทำการบ่มปุ๋ยหมักกากไขมันที่ได้ต่อไปอีกอย่างน้อย 2 สัปดาห์เพื่อให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีความเสถียรและความได้ที่ พร้อมที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ และเนื่องจากปุ๋ยหมักที่ได้นั้นมีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ ปุ๋ยหมักนี้จึงเหมาะที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการบำรุงใบและลำต้นของพืชเท่านั้น ในกรณีที่วัสดุอินทรีย์เหลือใช้ที่จะถูกนำมาหมัก

ร่วมกับกากไขมันนั้นมีปริมาณไม่เพียงพอ อาจสามารถเลือกใช้วัสดุหมักชนิดอื่นมาทดแทนได้ตามความเหมาะสม เช่น ช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวของพื้นที่เกาะสมุยอาจทำให้มีเศษพืชผักและเศษอาหารเพิ่มมากขึ้น จึงอาจเลือกเศษผักและเศษอาหารเป็นวัสดุหมักได้ แต่ควรมีการศึกษาทดลองหาอัตราส่วนผสมของการหมักที่เหมาะสมก่อน เพื่อทำให้กระบวนการหมักนั้นไม่เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และทำให้ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นั้นมีคุณภาพคงที่และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การพัฒนาปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดินที่แปรรูปจากกากไขมันจากโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี” (รหัสโครงการ RDG60T0075) ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้เครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (คอบช.) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานที่ประสานความร่วมมือในการพัฒนาโครงการ ได้แก่ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

**เอกสารอ้างอิง**

Chandenduang, C. (2007). *Composting*. Retrieved October 13, 2018, from: https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/ admin/upload/235_48-54.pdf. (in Thai)

Chantamas, N. (2014). The Utilization of Waste Grease: Waste Utilization. *EAU Heritage Journal Science and Technology,* 8(1), 47-54. (in Thai)

Chitpirom, K. and Sangaroon, P. (2012). Detection of Lipid Bacteria from Environmental Samples. *Journal of Public Health*, *42*(3), *3-18*. (in Thai)

Dansakda, S. (2008). *A Study of Efficiency of Microorganisms that can Produce Lipase to Remove Fat and Oil Contaminated in Wastewater from the Factory*. Master of Science Program in Biotechnology. Graduate School, Maejo University. (in Thai)

Department of Agriculture. (2005a). *Organic Fertilizer Guide (Farmer's version)*. Retrieved October 12, 2018, from: http://aglib.doa.go.th/lib/ images/Downloads/2551/EB00140.pdf. (in Thai)

Department of Agriculture. (2005b). *Notification of the Department of Agriculture on Organic Fertilizer Standards BE 2548.* Retrieved August 21, 2018, from: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2548/00172707.PDF. (in Thai)

Jolanun, P., Panphan, M., Jawana, R. and Junthong, A. (2008). The Adjustment of Medium-High Range of the C/N for Commercial Composting. *KMUTT Research and Development Journal, 31*(3), *549-564.* (in Thai)

Keawnoi, B. (2015). *Future: Special Travel Management*. Bank of Thailand Southern Office. (in Thai)

Khamput, P. and Suweero, K. (2013). Prevention of Toxic Seepage from a Landfill to Groundwater Using Natural Latex. *Journal of Community Development and Life Quality, 1*(2), 101-109. (in Thai)

Ko, H. J., Kim, K. Y., Kim, H. T., Kim, C. N., and Umeda, M. (2008). Evaluation of Maturity Parameters and Heavy Metal Contents in Composts Made from Animal Manure. *Waste Management, 28*(5), 813-820.

Masub, P., Hatthapoomkaset, P. and Boukhom, S. (2017). *Management of Fatty Residue from Food Waste by Composting Process.* Special Projects Bachelor of Science Program in Environmental Chemistry. (in Thai)

Pollution Control Department. (2008a). *A Guide to Managing Oil and Fat from a Grease Trap and Use it for the Community.* Retrieved October 12, 2018, from http://infofile.pcd.go.th/ water/manual_Commu09.pdf? CFID=180918 & CFT OKEN=57069603. (in Thai)

Pollution Control Department. (2008b). *A Guide to Managing Oil and Fat from a Grease Trap and Use it for Restaurants.* Retrieved October 12, 2018, from: http://infofile.pcd.go.th/water/manual_Restaurant09.pdf? CFID= 1131508& CFT OKEN=34569850. (in Thai)

Ravichayasub, W., Petthai, T., Seehabut, T. and Kanokkanthapong, W. (2015). Management of Fat Oil and Grease by Composting Process with Night Soil and Sawdust. *Journal of Public Health.* Speacial: 117-126. (in Thai)

Ritdeaj, N. (2013). What Should We Consider Before Making Compost?. *KKU Science Journal, 41*(3), 595-606. (in Thai)

Tooprakai, S. (2008). *Solid Waste Engineering and Hazardous Wastes Management.* Ramkhamhaeng University. Retrieved October 14, 2018, from: http://e-book.ram.edu/e-book/e/EVE313(51)/EVE313.pdf. (in Thai)