

การใช้ของเสียจากการผลิตครั้งแรกเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ 1.
ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งและระยะเวลาการเก็บต่อ
คุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ครั้งแรก

Use of Waste Material from Seedlac Production for Producing
Organic Fertilizer I. Effects of Drying Temperature and
Storage period on Properties of Lac Organic Fertilizer

ศิริรัตน์ ปากประโคน^{1/} และ ชูชาติ สันตทรัพย์^{1/*}
Sirirat Pakprakon^{1/} and Choochad Santasup^{1/*}

Abstract: The aim of this study was to evaluate the potential of utilizing waste material from seedlac processing as organic fertilizer. In this study two experiments were conducted at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during May 2011-May 2012. In the first experiment, different drying temperature that ranged between 35-65°C were applied to fresh lac waste sediment to find an optimum temperature that affected minimum nutrients loss. Physical-chemical analysis of dried lac waste sediment, referred to as lac organic fertilizers (LOF) obtained from drying process and the fresh lac waste were performed for comparison. For the second experiment, The LOFs were stored at room temperature for six months and samples of LOF were taken at one month intervals for their properties analysis. The result showed that the optimal temperature for lac waste sediment drying was about 45-55°C. The loss of organic matter and nitrogen content after sediment lac drying was observed at temperature higher than 55°C lower than 45°C. Ammonium nitrogen was the main nutrient that loses 47 and 72%, respectively, but phosphorus was only slightly affected by drying. Six-months storage of the lac organic fertilizers (drying 55°C, 10 ±1% moisture content) resulted in a decrease in pH, 1.4-1.9 pH unit in comparison with the beginning. Results from this study indicated that the dried lac waste sediment had a high potential for agricultural utilization.

Keywords: Lac waste sediment, Lac organic fertilizer, properties, effect of drying temperature, storage

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: E-mail address: santasup@gmail.com

บทคัดย่อ: การศึกษาศักยภาพของการใช้ตะกอนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตครั้งเม็ด เพื่อนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ ได้ดำเนินการที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งตะกอนครั้งต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง โดยใช้อุณหภูมิระหว่าง 35-65 องศาเซลเซียส ในการอบ แล้วจึงนำตะกอนครั้งแห้งที่ได้ (ปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง) มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุณสมบัติของตะกอนครั้งก่อนอบแห้ง ในการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง โดยนำปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ได้จากการอบแห้งมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องที่แล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้งทุกเดือน เป็นระยะเวลา 6 เดือน จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งตะกอนครั้ง ควรอยู่ระหว่าง 45-55 องศาเซลเซียส การใช้ความร้อนสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส และต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้สูญเสียอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจน โดยเฉพาะไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมที่สูญเสียถึงร้อยละ 47 และ 72 ตามลำดับ แต่อุณหภูมิของการอบแห้ง มีผลต่อการลดลงของฟอสฟอรัสเพียงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ได้จากการอบแห้งที่ 55 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณความชื้นประมาณ 10 ± 1 เปอร์เซ็นต์ ไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 6 เดือน ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างของปุ๋ยอินทรีย์ครั้งลดต่ำลง 1.4-1.9 หน่วย จากค่าความเป็นกรดต่างเริ่มต้น จากข้อมูลการศึกษาข้างต้นชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ได้จากการอบแห้ง มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรได้

คำสำคัญ: ตะกอนครั้ง ปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง คุณสมบัติ ผลของอุณหภูมิการอบแห้ง การเก็บรักษา

คำนำ

ประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละปีจึงมีวัสดุเหลือทิ้งเป็นปริมาณค่อนข้างสูง จึงเป็นปัญหาในการกำจัดวัสดุของเสียเหล่านั้น หากมีการรวบรวมวัสดุอินทรีย์ดังกล่าวมาผ่านกระบวนการจัดการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ก็สามารถนำกลับมาใช้สำหรับปรับปรุงดินได้ เนื่องจากวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มักมีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น กากตะกอนจากโรงกรองน้ำประปา ส่าเหล้าจากโรงงานผลิตสุรา โรงงานน้ำอัดลม เป็นต้น (ธงชัย, 2550) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าว จะมีระบบการกำจัดของเสียที่ถูกต้องและมีการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้แล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้หลายวิธี และวิธีหนึ่งที่พบว่าเหมาะสำหรับการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นสารอินทรีย์ คือ การทำปุ๋ยหมัก และการทำแห้ง/อบแห้ง เช่น การศึกษาของ วิษณุพงศ์ และคณะ (2552) ที่ทำปุ๋ยหมักร่วมจากเศษอาหารและกากของเสียของโรงงานผลิตสารให้ความหวานที่ศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างกากของเสียต่อเศษอาหารในอัตราส่วนดังต่อไปนี้ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 และ

40:60 ทำการหมักเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยหมักร่วมทั้ง 5 อัตราส่วน มีปริมาณอยู่ในช่วง 1.54-8.05, 0.18-0.48 และ 0.0538-0.1026 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของไมตรี (2551) ที่ศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ 5 ชนิด คือ ผลไม้ เศษอาหาร สัตว์ทะเล หัวปลา และ วัชพืช โดยใช้จุลินทรีย์จาก 4 แหล่ง คือ เชื้อจุลินทรีย์มูลนิคิเว เชื้อจุลินทรีย์จากกรมพัฒนาที่ดิน เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ และ เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติจากการเพาะเลี้ยง โดยใช้น้ำมะพร้าวและสับปะรด หลังจากทำการหมักเป็นเวลา 40 วัน แล้วกรองเอาน้ำมาวัดปริมาณธาตุอาหารพบว่า สารละลายจากเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ให้ปริมาณรวมของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูงสุด 2.19 และ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังให้ปริมาณจุลธาตุอาหารสูงสุดและมีต้นทุนต่ำสุดอีกด้วย จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การกำจัดวัสดุเหลือทิ้งอินทรีย์ด้วยการทำปุ๋ยหมักมีข้อเสียคือต้องใช้ระยะเวลานาน เมื่อเทียบกับการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งอินทรีย์ด้วยการทำแห้ง ซึ่งการทำแห้งเหมาะสำหรับวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นกากตะกอนน้ำเสีย (sewage sludge) แต่มีข้อเสีย

หากทำแห้งด้วยการอบแห้งโดยใช้ความร้อนเนื่องจาก
จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม การอบแห้งวัสดุเหลือทิ้งที่เป็น
ของเสียประเภทกากตะกอนน้ำเสียก็เป็นวิธีที่สะดวก
รวดเร็ว อีกทั้งยังสะดวกในการขนส่งและการนำไปใช้
โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตครั้งเม็ดก็เป็นอีกหนึ่ง
อุตสาหกรรมที่มีวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต
ซึ่งในกระบวนการผลิตครั้งเม็ดยังได้นำมาแยก
สิ่งเจือปนออก ด้วยการตำหรือบดครั้งให้แตกออกเป็นก้อน
หยาบ ๆ หลังจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรง และนำเอา
ครั้งที่ได้ไปล้างน้ำ จากครั้งดิบ 100 กิโลกรัม จะผลิตครั้ง
เม็ดได้ 80 กิโลกรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2535) ทำให้
มีวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนมากถึง
ร้อยละ 20 ของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต สำหรับน้ำที่
ใช้ในการล้างครั้ง ได้ผ่านการบำบัดโดยการแยกตะกอน
ออก ตะกอนครั้งส่วนใหญ่เป็นวัสดุอินทรีย์ ที่มี
ส่วนประกอบของโปรตีนจากซากครั้งและเศษไม้ วัสดุ
เหล่านี้ มีปริมาณธาตุอาหารมีคุณลักษณะเหมาะสมที่จะ
นำมาใช้ในการปรับปรุงดินได้ ซึ่งเห็นได้จากการศึกษา
คุณสมบัติเบื้องต้นของตะกอนของเสียจากกระบวนการ
ผลิตครั้งเม็ด พบว่ามีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน
ค่อนข้างสูง (3.4-3.8 %N) ทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำวัสดุ
เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตครั้งเม็ด มาใช้เพื่อเป็น
วัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยการอบแห้งด้วยตู้อบลม
ร้อน เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและเหมาะสมกับ
การกำจัดวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นสารอินทรีย์ประเภทกาก
ตะกอนน้ำเสียการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นอินทรีย์
ดังกล่าวเป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
อย่างคุ้มค่า รวมทั้งเป็นการช่วยป้องกันมลภาวะที่เกิดจาก
วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาศักยภาพของการใช้ตะกอนของเสีย
จากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตครั้งเม็ดเพื่อนำมาผลิต
เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ดำเนินการที่คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.
2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 โดยแบ่งการศึกษา

ทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลของ
อุณหภูมิที่ใช้อบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของ
ปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง และขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของระยะเวลา
การเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการ
ของปุ๋ยอินทรีย์

**การศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งต่อ
คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง:** การศึกษาผลของ
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ครั้งต่อคุณสมบัติของ
ปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง โดยทำการหาปริมาณความชื้นของตะกอน
ครั้งก่อนอบ ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
(CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และ 4 กรรมวิธีทดลอง คือ ใช้
อุณหภูมิตอบแห้งที่ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส โดย
ทำการชั่งตะกอนครั้งเปียก 0.5 กิโลกรัม ใส่ภาชนะทดลองที่มี
ขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร
จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตาม
กรรมวิธีทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างตะกอนครั้งทุก 12
ชั่วโมง จนกระทั่งตะกอนครั้งแห้ง (ความชื้นประมาณ 10-
15 เปอร์เซ็นต์)

จากนั้นนำตะกอนครั้งที่ผ่านมาการอบทุก 12
ชั่วโมง มาวิเคราะห์เพื่อหาน้ำหนักแห้งหลังอบ, ค่าความ
เป็นกรด-ด่าง (pH) (กรมวิชาการเกษตร, 2541), ปริมาณ
อินทรีย์วัตถุ (OM) (Nelson and Sommers, 1996) การ
วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก โดยใช้วิธีการย่อย
ตัวอย่างตะกอนครั้งด้วยกรดผสม (Conc. H_2SO_4 กับ
Selenium powder) สีของตะกอนครั้งที่ได้จากการย่อย
ด้วยกรดไม่รบกวนต่อการวิเคราะห์ปริมาณดังกล่าว
จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total
N) (Novozamsky *et al.*, 1974), ปริมาณฟอสฟอรัส
(P_2O_5) (วาสนา, 2548) ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O)
(Helmke and Sparke 1996) และ วิเคราะห์ปริมาณ
อินทรีย์ไนโตรเจนที่มีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ ไนโตรเจนใน
รูปแอมโมเนียม (NH_4^+-N) (Novozamsky *et al.*, 1974)
และ ปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-N) (Diatloff
and Rengl, 2001) โดยใช้วิธีการสกัดตะกอนครั้งด้วย KCl
2 N สีของสารสกัดตะกอนครั้งไม่รบกวนต่อการวิเคราะห์
ปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+-N) แต่สีของ
สารสกัดตะกอนครั้งรบกวนต่อการวิเคราะห์ปริมาณ
ไนโตรเจนในรูปไนเตรท (NO_3^-N) ดังนั้นจึงแก้ปัญหา

ดังกล่าวด้วยการทำตัวควบคุม โดยไม่เติมสารพัฒนาสีในตัวอย่างที่เป็นตัวควบคุม

การศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่ง: นำตะกอนครึ่งเปียกไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเหลือความชื้นประมาณ 10 ± 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงมาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นบรรจุปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งใส่ถุงพลาสติกจำนวน 4 ถุง ๆ ละ 1 กิโลกรัม และปิดปากถุงพลาสติกแล้วจึงนำไปปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) โดยปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งในขณะเก็บรักษามีปริมาณความชื้นประมาณ 10 ± 1 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งทุก 1 เดือน มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ด้วยวิธีเช่นเดียวกับการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่ง เป็นระยะเวลา 6 เดือน

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่ง ได้ใช้ตะกอนครึ่งเปียกจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตครั้งเม็ดในการทดลอง และการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ ได้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งที่ผ่านการผลิตด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสมในการทดลอง ดังนั้นวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองที่ 1 และ 2 จึงมีคุณสมบัติบางประการที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่ง: จากการนำตะกอนครึ่งเปียกจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตครั้งเม็ด ซึ่งมีสมบัติบางประการก่อนการทดลองได้แก่ pH, OC, OM, Total N, C:N ratio, P_2O_5 , K_2O , NH_4^+-N และ NO_3^--N เท่ากับ 6.96, 35.92%, 61.93%, 3.46%, 10.38 0.42%, 0.20%, 6,969.17 mg/kg, 0.33mg/kg ตามลำดับ มาทำการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิระหว่าง 35-65 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH, OC, OM, Total N, P_2O_5 และ NH_4^+-N ของตะกอน

ครึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นปริมาณ C:N ratio, total K และ NO_3^--N ที่อุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดังกล่าวเพียงเล็กน้อย อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งส่งผลอย่างมากต่อการลดลงของปริมาณ total N และ NH_4^+-N เมื่อเทียบกับคุณสมบัติของตะกอนครึ่งก่อนอบแห้ง โดยในตัวอย่างตะกอนครึ่งเปียกมีค่า total N และ NH_4^+-N เท่ากับ 3.46% และ 6,969.17 mg/kg ตามลำดับ การใช้อุณหภูมิต่ำ (35 องศาเซลเซียส) ในการอบแห้งตะกอนครึ่งส่งผลให้ OM, Total N และ NH_4^+-N ลดลงต่ำสุด เหลือเพียง 50.23%, 2.51% และ 1912.17 mg/kg ตามลำดับ และการใช้อุณหภูมิสูง (65 องศาเซลเซียส) ในการอบแห้งตะกอนครึ่งส่งผลให้ค่า pH และ P_2O_5 ลดลงต่ำสุดเหลือเพียง 5.99 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิที่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งโดยรวมน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือการอบแห้ง ด้วยอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่า pH, OC, OM, Total N, C:N ratio, P_2O_5 , K_2O , NH_4^+-N และ NO_3^--N เท่ากับ 6.54, 31.05%, 53.54%, 2.30%, 11.59, 0.35%, 0.18%, 3041.80 mg/kg และ 0.11 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่ง: เมื่อนำปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งที่ผ่านการอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณความชื้นประมาณ 10 ± 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรรมวิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งโดยรวมน้อยที่สุด คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งก่อนการเก็บรักษา ได้แก่ pH, OC, OM, Total N, C:N ratio, P_2O_5 , K_2O , NH_4^+-N และ NO_3^--N ดังนี้ 6.66, 21.46, 37.70%, 3.76%, 5.82, 0.69%, 0.41%, 3817.71mg/kg, 0.22 mg/kg ตามลำดับ จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) โดยตรวจสอบคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งทุก 1 เดือน เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งที่เก็บรักษาตั้งแต่เดือนที่ 1-6 มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครึ่งก่อนทำการ

Table 1 Effects of drying temperature on properties of lac waste

Treatment	drying time (hour)	Properties of lac waste								
		pH	OC (%)	OM (%)	total N (%)	C:N ratio	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)
1. FLWS ^{2/} (67.40)	0	6.96	35.92	61.93	3.46	10.38	0.42	0.20	6969.17	0.26
2. 35°C (10.96) ^{3/}	108	6.44 ^{b1/}	29.13 ^b	50.23 ^b	2.51 ^b	11.61	0.34 ^b	0.17	1912.17 ^c	0.13
3. 45°C (11.58)	60	6.08 ^c	30.99 ^a	53.44 ^a	2.67 ^a	11.61	0.33 ^{ab}	0.17	3030.10 ^b	0.14
4. 55°C (11.36)	36	6.54 ^a	31.05 ^a	53.54 ^a	2.68 ^a	11.59	0.35 ^a	0.18	3041.80 ^b	0.13
5. 65°C (10.00)	24	5.99 ^d	29.43 ^b	50.74 ^b	2.54 ^b	11.59	0.30 ^b	0.18	3297.25 ^a	0.14
LSD (0.05)	-	0.03	0.52	0.91	0.50	ns	0.03	ns	63.40	ns
%CV	-	0.32	1.14	1.14	1.17	0.00	6.07	6.94	1.46	11.92

^{1/} Means within same column followed by different superscript are significantly different at P≤0.05

^{2/} Fresh lac waste sediment without drying

^{3/} Moisture

ns non significant

เก็บรักษา ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการเปลี่ยนแปลงของค่า pH และ NH₄⁺-N โดยค่า pH เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดชัดเจนในเดือนที่ 3 จนกระทั่งลดลงต่ำสุดในเดือนที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.67 มีการลดลงจากค่าเริ่มต้นคิดเป็นร้อยละ 29.88 สำหรับปริมาณ NH₄⁺-N ถึงแม้ระยะการเก็บรักษาปุ๋ยอินทรีย์ครั้งจะส่งผลต่อการลดลงของปริมาณ NH₄⁺-N อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณ NH₄⁺-N จากการวิเคราะห์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดชัดเจนในเดือนที่ 3 จนกระทั่งลดลงต่ำสุดในเดือนที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3447.54 mg/kg มีการลดลงจากค่าเริ่มต้นคิดเป็นร้อยละ 10 และระยะของการเก็บรักษาได้ส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ครั้งเมื่อเทียบกับคุณสมบัติก่อนการเก็บรักษา ได้แก่ ปริมาณ OM, total N, C:N ratio, P₂O₅, K₂O, NH₄⁺-N และ NO₃⁻-N (ตารางที่ 2)

ผลและวิจารณ์

ผลของอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง: จากการอบแห้งตะกอนครั้งเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง ด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่าง 35-65 องศาเซลเซียส ได้ส่งผลกระทบต่อ

คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในปริมาณ total N และ NH₄⁺-N การใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 55 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส ในการอบแห้งส่งผลให้ปริมาณ total N ลดลงเหลือเพียง 2.51 เปอร์เซ็นต์ หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 30 จากปริมาณเริ่มต้นก่อนอบแห้ง ซึ่งการลดลงของปริมาณ total N เป็นผลโดยตรงจากการลดลงของ NH₄⁺-N โดยปริมาณ NH₄⁺-N มีแนวโน้มลดลงต่ำสุดเหลือเพียง 1,912.17 mg/kg หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นก่อนการอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิที่ต้องใช้ระยะเวลาในการอบนานขึ้น ทำให้มีโอกาสสูญเสียเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีผลมาจากการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแก๊ส NH₃ โดยกระบวนการ ammonia volatilization ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อมีปัจจัยคืออุณหภูมิและความชื้นสูง (อรรณ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vlek and Stumpe (1978) พบว่าการระเหยของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 0-46 องศาเซลเซียส การระเหยของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส การเพิ่มอุณหภูมิ มีผลทำให้อัตราส่วนของแอมโมเนียม เปลี่ยนรูปไปเป็นแก๊สแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งตะกอนครั้ง

Table 2 Effects of lac organic fertilizer storage on chemical properties (moisture 10 ±1%)

Period (Month)	Properties of lac organic fertilizer							
	pH	OM (%)	total N (%)	C:N ratio	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)
0	6.66 ^{a1/}	37.70	3.76	5.82	0.69	0.41	3817.71	0.22
1	5.23 ^b	37.16	3.76	5.79	0.64	0.40	3785.64	0.21
2	5.23 ^b	37.24	3.74	6.09	0.61	0.40	3670.25	0.21
3	4.72 ^c	37.70	3.73	5.87	0.60	0.40	3518.33	0.22
4	4.71 ^c	36.61	3.74	5.68	0.62	0.41	3473.88	0.20
5	4.70 ^{cd}	36.78	3.73	5.72	0.61	0.40	3406.99	0.21
6	4.67 ^d	36.63	3.71	5.73	0.60	0.40	3447.54	0.20
LSD (0.05)	0.04	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	0.48	6.64	9.83	14.99	11.60	10.36	7.90	60.10

^{1/} Means within same column followed by different superscript are significantly different at $P \leq 0.05$

^{ns} non significant

เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์นั้น ควรอยู่ระหว่าง 45-55 องศาเซลเซียส เนื่องจากการอบแห้งในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ส่งผลน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง แต่อย่างไรก็ตาม การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ครั้งด้วยการหมักที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสม ซึ่งใช้ระยะเวลาในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ครั้งน้อยกว่าการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

ผลของระยะการเก็บรักษา ต่อสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง: จากการนำปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ผ่านมาการอบแห้งในตู้อบร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณความชื้นประมาณ 10 ±1 เปอร์เซ็นต์ มาเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าระยะการเก็บรักษาส่งผลให้ปริมาณค่า pH และ NH₄⁺-N มีแนวโน้มลดลง การลดลงของค่า pH ควบคู่กับการลดลงของ NH₄⁺-N อาจเกิดจากการ oxidize ของ NH₄⁺-N ไปเป็น NO₃⁻-N โดยกระบวนการ nitrification แต่ NO₃⁻-N ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงอาจเป็นไปได้เช่นกันว่า NH₄⁺-N และ/หรือ NO₃⁻-N เกิดกระบวนการ immobilization (อรวรรณ, 2551) อย่างไรก็ตามค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5.5-8.5 (จิตพิพงษ์, 2548) สำหรับปริมาณ NH₄⁺-N ที่มีแนวโน้มลดลง มีผลจากปริมาณความชื้นเพียงเล็กน้อยขณะการเก็บรักษา ซึ่งอาจเกิดจากการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย

NH₃ โดยกระบวนการ ammonia volatilization (อรวรรณ, 2551) อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาปุ๋ยอินทรีย์ครั้งในระยะเวลาที่นานมากกว่า 6 เดือน ควรมีการผสมปูนโดโลไมท์ลงไปปุ๋ยอินทรีย์ครั้งด้วย เพื่อลดความเป็นกรดของปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่เกิดขึ้นได้

สรุป

วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตครั้งเม็ด มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ครั้งด้วยกรรมวิธีอบแห้งเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็ว โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 45-55 องศาเซลเซียส การใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 55 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส ในการอบแห้งจะส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ครั้งได้ โดยเฉพาะปริมาณ Total N ที่ลดลงเหลือเพียง 2.51 เปอร์เซ็นต์ หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 30 จากปริมาณเริ่มต้นก่อนอบแห้ง ซึ่งเกิดจากการลดลงของไนโตรเจนเกิดการลดลงของ NH₄⁺-N ที่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1,912.17 mg/kg หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นก่อนการอบแห้ง ดังนั้นการอบแห้งตะกอนครั้งเปียก ด้วยอุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส จึงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุด

ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของตะกอนครั้งเพียงเล็กน้อย ทั้งยังเป็นกรรมวิธีที่ประหยัดพลังงานและใช้เวลาน้อยในการอบแห้ง สำหรับระยะในการเก็บรักษาปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ย ยกเว้นค่า pH ของปุ๋ยที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งมีค่าลดลงต่ำสุด เท่ากับ 4.67 หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา ดังนั้นภายหลังการผลิต อาจมีการเติมปูนโดโลไมท์ลงไป ในปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง เพื่อลดความเป็นกรดของตัวปุ๋ยเมื่อต้องเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน สำหรับอัตราของปูนโดโลไมท์ที่จะผสมลงไป ในปุ๋ยเพื่อลดความเป็นกรดของปุ๋ยอินทรีย์ครั้งนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาอัตราที่เหมาะสมต่อไป ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาก็เพื่อที่จะนำเศษวัสดุของเสียที่ได้จากการผลิตครั้งเม็ด มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางด้านการเกษตรต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท เอทีอี มาสตาเก (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และพื้นที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ร่วมโครงการวิจัย ที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล ประมวลผล และอำนวยความสะดวก

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2541. คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ย. กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
กรมส่งเสริมการเกษตร. 2535. การเพาะเลี้ยงครั้ง. กรมส่งเสริมการเกษตร. 32 หน้า.
ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. ภาควิชาปฐพี ศาสตร์ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 300 หน้า.

ธิติพงษ์. 2548. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.2458. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://law.longdo.com/law/376/sub25312#_ftn1 (13 มีนาคม 2557)
ภัทรวรรณ อารวรรณ์ และ ชวาลภาฤทธิ์. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. การใช้ตะกอนชีวภาพจากกระบวบับน้ำเสียโรงงานผลิตโอเลฟินส์เป็นวัสดุผลิตปุ๋ยหมักร่วม. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. 8 หน้า
มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 184 หน้า.
ไมตรี แก้วทับทิม. 2551. ปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ. วารสารเกษตร 24(3) : 233-244
วาสนา ยุวดี. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. สำนักวิจัย พัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
วิษณุพงศ์ เกลี้ยงช่วย ไกรชาติ ต้นตระกูลธนาภา ธนาศรี สีหะบุตร สุเทพ ศิลปานันท์กุล และ พิเศษฐ์ วัฒนสมบุญ. 2552. การผลิตปุ๋ยหมักร่วมจากเศษอาหารและกากของเสียของโรงงานผลิตสารให้ความหวาน. วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ 7(1): 74-83.
อรรวรรณ์ ฉัตรสิริรุ่ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน่วยพิมพ์และผลิตเอกสาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 253 หน้า.
Diatloff. E. and Z. Rengel. 2001. Compilation of simple spectrophotometric techniques for the determination of elements in nutrient solutions. Journal of Plant Nutrition 24(1): 75-86.

- Nelson. D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. *In*: Sparks D. L., A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston and M. E. Summers. SSSA. Book Series: 5 Method of Soil Analysis Part 3 Chemical Method. SSSA. USA. pp. 1123-1139.
- Helmke. P. A. and L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium and cesium. *In*: Sparks, D. L., A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston and M. E. Summer. SSSA. Book Series: 5 Method of Soil Analysis Part 3 Chemical Method. SSSA. USA. pp. 551-574.
- Novozamsky. I., R. van Eck., J. Ch. Van Schouwenburg and I. Walinga. 1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenols blue method. Netherlands. Journal of Agricultural Science 22: 3-5.
- Vlek, P. L. G. and J. M. Stumpe. 1978. Effect of solution chemistry and environmental conditions in ammonia volatilization from aqueous system. Journal of Soil Science 42: 416-421
-