

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีระหว่างการทำปุ๋ยคอกต้นทุนต่ำ

Changeable on some physical and chemical properties during composting of low-cost compost

มนต์ชัย แยมยั้ง¹, ธิดารัตน์ พันเต¹, สกุลรัตน์ เกดมี¹, ยูภา ปู้เตงอ่อน¹, เสาวภา เขียนงาม¹,
พิมพ็ญ มีตุ้ม¹ และ พรณธิภา ณ เชียงใหม่^{1*}

Monnat Yamyang¹, Thidarat Pante¹, Sakulrat Koedme¹, Yupa Pootaen-on¹,
Saowapar Khiannangam¹, Pimjai Meetum¹ and Pantipa Na Chiangmai^{1*}

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทำการประเมินสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการระหว่างการทำปุ๋ยคอกสูตรต่างๆ ที่ใช้วัตถุดิบในพื้นที่ปลูก ได้แก่ ดินขุยไผ่ และฟางข้าว ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ร่วมกับการจัดการความถี่ในการให้น้ำ จำนวน 4 สูตร เพื่อลดต้นทุนและแรงงานสำหรับเกษตรกรปลูกกะหล่ำปลี บ้านป่าละอู จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย เปรียบเทียบกับสูตรที่มีการใช้มูลโคร่วมกับฟางข้าวจำนวน 1 สูตร ทำการศึกษาจากกองปุ๋ยที่ระยะต่างๆ ของการทำปุ๋ยคอก จนถึง 63 วันของการหมัก ผลการศึกษาพบว่าปุ๋ยหมักทั้ง 5 สูตรมีค่าความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และการนำไฟฟ้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการทำปุ๋ยคอก สูตร 1 ที่ประกอบด้วยมูลโคและฟางข้าว มีค่าความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และการนำไฟฟ้า ตลอดระยะการหมัก สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่มีการใช้ดินขุยไผ่กับฟางข้าวในสัดส่วน 1.31:1 โดยน้ำหนัก (สูตร 4 และสูตร 5) และ 2.62:1 โดยน้ำหนัก (สูตร 2 และสูตร 3) อย่างไรก็ตาม สูตรที่ให้ให้น้ำน้อย (ให้น้ำทุก 3 วัน) กองปุ๋ยจะมีความชื้นต่ำกว่าสูตรที่ให้น้ำปกติ (ให้น้ำกองปุ๋ยทุกวัน) สำหรับสูตร 5 มีอุณหภูมิสูงเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ ที่ระยะการหมัก 63 วัน สำหรับเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ทั้งหมดที่อายุการหมัก 63 วัน ของปุ๋ยสูตร 5 พบว่ามีค่าสูงรองจากสูตรที่ 1 ด้วยเหตุนี้ ปุ๋ยสูตร 5 มีความน่าสนใจเนื่องจากเป็นสูตรที่ใช้น้ำลดลงทำให้ประหยัดทั้งน้ำและแรงงานสำหรับการทำปุ๋ยหมักโดยเกษตรกร

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมัก, ดินขุยไผ่, การเกษตรพื้นที่สูง, ฟางข้าว, การหมักปุ๋ย

ABSTRACT: The study aimed to evaluate on some physical and chemical properties of organic compost formulas during composting. Four formulas of organic compost consisted of the raw materials received from planting area; bamboo soil and rice straw in different ratios along with the frequency of watering management, to reduce cost and labor for ethnic minority farmers' at Ban Pala-U, Prachuap Khiri Khan, Thailand. They were compared with compost formula that consists of cow dung and rice straw as materials. The study on composts was conducted during composting until to 63 days after composting start. The results showed that all properties of composting in five formulas included percent of moisture, pH value and electrical conductivity (EC) were significant differences. Formula 1 which consisted of cow dung and rice straw had highest moisture percentage, pH, and EC during composting. Followed by formulas which consisted of bamboo soil and rice straw in the ratio at 1.31:1 w/w (Formula 4 and 5) and at 2.62:1 w/w (Formula 2 and 3), respectively. However, the formula received less watering (each watering per three days) had lower moisture percentage than formula received normal watering (watering every day). Formula 5 had higher temperature compared with other formulas at 63 days of composting. Percentages of organic carbon, organic matter and total nitrogen at 63 days of composting were found high values in Formula 5 followed from Formula 1. For these results, Formula 5 seems interesting due to its use on less water makes saving both of water and labors for composting by farmers.

Keywords: Compost, Bamboo soil, Upland agriculture, Rice straw and Composting

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus, Chatham district, Phetchaburi Province, Thailand 76120

* Corresponding author: mchiangmai@gmail.com

บทนำ

การขาดน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณพื้นที่สูงเป็นปัญหาสำคัญของทั่วโลก (Van Keer et al., 2000; Joshi et al., 2005) ขณะที่การปลูกพืชหลักชนิดเดียวติดต่อกันยาวนานบนพื้นที่สูง จะส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Haefele et al., 2006) อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อการบำรุงดินโดยเฉพาะการปลูกพืชตระกูลถั่วที่พบว่าสามารถเพิ่มไนโตรเจนแก่ดิน (Rahman et al., 2014) อาจไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำ การใช้ปุ๋ยหมักอินทรีย์จึงเป็นอีกวิธีที่ใช้เพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืชและเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำของดิน (Talgre et al., 2012) อย่างไรก็ตาม รูปแบบการผลิตและชนิดของปุ๋ยอินทรีย์จำเป็นต้องสอดคล้องกับแรงงานและต้นทุนที่มีของเกษตรกร ด้วยเหตุนี้ การหาสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร ปกาเกอญอ ในพื้นที่บ้านปาละอู ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้วัตถุดิบที่มีในพื้นที่เพื่อลดต้นทุนการผลิต ได้แก่ ดินขุยไผ่และฟางข้าว จึงเป็นเป้าหมายของการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้ดินขุยไผ่มีรายงานว่า เป็นแหล่งของความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติช่วยยับยั้งเชื้อสาเหตุของโรคพืชได้หลายชนิด (Han et al., 2009) การนำดินขุยไผ่มาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตปุ๋ยหมักเพื่อทดแทนแหล่งจุลินทรีย์จากมูลสัตว์ที่มีราคาสูงสำหรับเกษตรกร สำหรับฟางข้าวเป็นเศษเหลือหลังการเก็บเกี่ยวในพื้นที่แปลงของเกษตรกรสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงสมบัติทั้งทางกายภาพและเคมีของดินได้เนื่องจากประกอบด้วยธาตุอาหารหลักและจุลินทรีย์ (Talgre et al., 2012)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การหาสูตรปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่เหมาะสมระหว่างการใช้สัดส่วนดินขุยไผ่และฟางข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบในพื้นที่ของเกษตรกร ร่วมกับการจัดการปริมาณการให้น้ำ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติระหว่างการทำหมักทั้งทางกายภาพและเคมีระหว่างการทำหมัก

วิธีการศึกษา

ศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity: EC) ซึ่งเกี่ยวข้องกับสมบัติทั้งทางกายภาพและเคมีของกองปุ๋ยหมัก จำนวน 5 ทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ 1 มูลโค:ฟางข้าว (2.62:1 w/w) ร่วมกับการให้น้ำกองปุ๋ยหมักทุกๆ วัน (ให้น้ำปกติ)

ทรีตเมนต์ 2 ดินขุยไผ่:ฟางข้าว (2.62:1 w/w) ร่วมกับการให้น้ำกองปุ๋ยหมักทุกๆ วัน (ให้น้ำปกติ)

ทรีตเมนต์ 3 ดินขุยไผ่:ฟางข้าว (2.62:1 w/w) ร่วมกับการให้น้ำกองปุ๋ยหมักทุกๆ 3 วัน (ให้น้ำน้อย)

ทรีตเมนต์ 4 ดินขุยไผ่:ฟางข้าว (1.31:1 w/w) ร่วมกับการให้น้ำกองปุ๋ยหมักทุกๆ วัน (ให้น้ำปกติ)

ทรีตเมนต์ 5 ดินขุยไผ่:ฟางข้าว (1.31:1 w/w) ร่วมกับการให้น้ำกองปุ๋ยหมักทุกๆ 3 วัน (ให้น้ำน้อย)

สำหรับดินขุยไผ่ไม่มีการเก็บจากบริเวณกอไผ่ที่ขึ้นในพื้นที่บ้านปาละอู ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอประจวบคีรีขันธ์ โดยทำการเก็บที่ความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร (Balakrishna et al., 2012) ทั้งนี้ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 เป็นสูตรที่แนะนำจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2554) (สูตรวิศวกรรมแม่โจ้ 1) ทำการเตรียมปุ๋ยหมักในกล่องพลาสติกทรงลูกบาศก์ขนาด 35x47x60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีการเจาะรูโดยรอบ กรรมวิธีการหมักปุ๋ยทำได้โดยการผสมวัตถุดิบตามสัดส่วนของแต่ละทรีตเมนต์ลงในกล่องที่เตรียมโดยไม่ต้องกดอัด สำหรับการให้น้ำสำหรับทรีตเมนต์ต่างๆ จะแตกต่างกัน ได้แก่ การให้น้ำโดยการรดแบบชุ่มกองปุ๋ยในประมาณเท่าๆ กันสำหรับแต่ละทรีตเมนต์ในวันแรก สำหรับวันต่อๆ มา การให้น้ำในแต่ละวันจะดำเนินการตามทรีตเมนต์ โดยมีการให้น้ำในปริมาตร 1 ลิตร ไม่ให้มีน้ำไหลออกมาจากกองปุ๋ยและไม่มีการกลับกองปุ๋ย (ธีระพงษ์, 2546) ความถี่ในการให้น้ำต่างกัน ได้แก่ การให้น้ำทุกวัน และทุกๆ 3 วัน ซึ่งจะเรียกว่าเป็นการให้น้ำแบบปกติ และการให้น้ำน้อย ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลต่างๆ จากกองปุ๋ยจะเก็บบริเวณกลางกองปุ๋ยหมัก สำหรับอุณหภูมิจะทำการบันทึกผลในช่วงเช้า เวลาประมาณ 8.00-9.00 น. และเก็บตัวอย่างจากกองปุ๋ยเพื่อนำมาศึกษาความชื้นโดยวิธีการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยคำนวณจากความชื้นที่สูญเสียไป (Pan et al., 2012) ความเป็นกรดต่าง และการนำไฟฟ้า โดยใช้อัตราส่วนปุ๋ยต่อน้ำ 1:10 (w/w) ตั้งแต่วันที่เริ่มทำกองปุ๋ยจนครบอายุ 63 วัน (ธีระพงษ์, 2546) นำข้อมูลสมบัติต่างๆ ของกองปุ๋ยระหว่างการหมักที่ระยะ 7, 14, 35 และ 63 วัน สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมัก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (Walkley and Black, 1947) และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ทำการวิเคราะห์เฉพาะที่ 63 วันของการหมักปุ๋ย ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ ของฟิตเมนต์ที่ศึกษา โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Rand-

omized Design) จำนวน 4 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟิตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยโปรแกรม R (R Core Team, 2016) ดำเนินการศึกษาที่คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึงสิงหาคม พ.ศ. 2558

ผลการศึกษา

สำหรับลักษณะทางกายภาพ พบว่าปุ๋ยทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างทางสถิติของค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิในทุกระยะการหมัก 7, 14, 35 และ 63 วัน โดยสูตร 3 และสูตร 5 มีค่าความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วและมีค่าต่ำสุด ขณะที่สูตร 1 และสูตร 4 มีค่าสูงสุดในทุกระยะการหมัก (Table 1) สูตรที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดตลอดระยะการหมักถึง 63 วัน ได้แก่ สูตรที่ 2 ขณะที่สูตรที่มีอุณหภูมิสูงสุดตลอดระยะการหมักถึง 63 ได้แก่ สูตร 1 และ 5 (Table 1)

Table 1 Means of moisture percentage (upper) and temperature (°C) (below) ($\pm$ SEM) during composting of compost formulas.

Formulas of compost	Physical properties	Days after composting			
		7	14	35	63
Formula 1	% moisture	60.9 $\pm$ 1.6 A ⁴	55.2 $\pm$ 4.0 AB	49.3 $\pm$ 2.4 AB	48.9 $\pm$ 2.3 A
	temperature (°C)	31.5 $\pm$ 0.8 a	27.1 $\pm$ 0.2 b	28.8 $\pm$ 0.2 a	28.6 $\pm$ 0.7 ab
Formula 2	% moisture	56.5 $\pm$ 2.1 B	55.2 $\pm$ 5.2 AB	46.7 $\pm$ 2.2 B	36.9 $\pm$ 1.9 B
	temperature (°C)	27.7 $\pm$ 0.2 c	25.6 $\pm$ 0.4 c	26.9 $\pm$ 0.1 d	27.2 $\pm$ 0.2 c
Formula 3	% moisture	49.8 $\pm$ 2.7 C	47.4 $\pm$ 0.8 B	36.4 $\pm$ 2.0 C	23.0 $\pm$ 4.9 D
	temperature (°C)	28.3 $\pm$ 0.5 c	26.6 $\pm$ 0.3 b	27.6 $\pm$ 0.4 c	28.7 $\pm$ 0.4 ab
Formula 4	% moisture	60.6 $\pm$ 2.5 A	60.4 $\pm$ 2.1 A	52.9 $\pm$ 2.2 A	46.0 $\pm$ 1.6 A
	temperature (°C)	29.6 $\pm$ 0.6 b	27.0 $\pm$ 0.3 b	27.2 $\pm$ 0.2 cd	28.1 $\pm$ 0.4 b
Formula 5	% moisture	54.4 $\pm$ 1.1 B	52.1 $\pm$ 4.8 AB	46.1 $\pm$ 3.2 B	30.0 $\pm$ 1.9 C
	temperature (°C)	32.2 $\pm$ 0.9 a	27.8 $\pm$ 0.1 a	28.2 $\pm$ 0.4 b	29.5 $\pm$ 0.4 a
P-value (F-test)	% moisture	0.0003** ³	0.0431* ²	0.0001**	< 0.0001**
	temperature (°C)	< 0.0001**	< 0.0001**	< 0.0001**	0.0016**
CV (%)	% moisture	3.71	7.91	5.25	7.60
	temperature (°C)	2.18	1.10	1.05	1.62

¹Formula 1; CD:RS (2.62:1 w/w) + NW, Formula 2; BS:RS (2.62:1 w/w) + NW, Formula 3; BS:RS (2.62:1 w/w) + LW, Formula 4; BS:RS (1.31:1 w/w) + NW, Formula 5; BS:RS (1.31:1 w/w) + LW.

CD = Cow dung, RS = Rice straw; BS = Bamboo soil; NW = Normal watering (watering every day); LW = Less watering (once of watering per 3 days); *², significant different at P < 0.05; **³, highly significant different at P < 0.01; ⁴different letter (in each capital letter or lowercase letter) in the same column means significant different at P < 0.05.

ปุ๋ยทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ของค่าการนำไฟฟ้า (ทุกระยะการหมัก) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (ทุกระยะการหมัก 14, 35 และ 63 วัน) หลังการหมักที่ 63 วัน พบว่า สูตร 2,

3 และ 4 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด ขณะที่ สูตร 1 มีค่าสูงที่สุด (Table 2) ขณะที่ปุ๋ยสูตร 2 และ สูตร 3 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด และปุ๋ยสูตร 1 และ 4 มีค่าสูงที่สุด (Table 2)

Table 2 Means of electrical conductivity (EC; mS/cm) (upper) and pH (below) ($\pm$ SEM) during composting of compost formulas.

Formulas of compost	Physical/ Chemical Properties	Days after composting			
		7	14	35	63
Formula 1 ¹	EC	0.31 $\pm$ 0.10 a ⁴	2.90 $\pm$ 0.55 a	1.84 $\pm$ 0.09 a	2.25 $\pm$ 0.26 a
	pH	9.2 $\pm$ 0.2	9.2 $\pm$ 0.1 A	9.8 $\pm$ 0.1 A	9.6 $\pm$ 0.1 A
Formula 2	EC	0.93 $\pm$ 0.09 d	0.68 $\pm$ 0.14 d	0.30 $\pm$ 0.04 d	0.38 $\pm$ 0.05 d
	pH	8.4 $\pm$ 0.5	8.4 $\pm$ 0.4 C	8.9 $\pm$ 0.4 B	8.4 $\pm$ 0.3 C
Formula 3	EC	1.02 $\pm$ 0.17 d	1.18 $\pm$ 0.26 cd	0.61 $\pm$ 0.16 c	0.73 $\pm$ 0.11 c
	pH	8.7 $\pm$ 0.04	8.7 $\pm$ 0.2 BC	9.4 $\pm$ 0.1 A	8.6 $\pm$ 0.2 C
Formula 4	EC	1.89 $\pm$ 0.16 b	1.30 $\pm$ 0.30 bc	0.74 $\pm$ 0.10 c	0.87 $\pm$ 0.09 c
	pH	8.8 $\pm$ 0.3	8.8 $\pm$ 0.1 AB	9.7 $\pm$ 0.2 A	9.5 $\pm$ 0.2 A
Formula 5	EC	1.60 $\pm$ 0.16 c	1.82 $\pm$ 0.10 b	1.16 $\pm$ 0.12 b	1.44 $\pm$ 0.01 b
	pH	8.6 $\pm$ 0.1	8.7 $\pm$ 0.04 BC	9.6 $\pm$ 0.1 A	9.1 $\pm$ 0.1 B
P-value (F-test)	EC	< 0.0001**	< 0.0001**	< 0.0001**	< 0.0001**
	pH	0.0758 ns ²	0.0087 ** ³	0.0031 **	< 0.0001**
CV (%)	EC	8.23	19.88	11.82	11.98
	pH	3.22	2.46	2.39	2.26

¹Formula 1; CD:RS (2.62:1 w/w) + NW, Formula 2; BS:RS (2.62:1 w/w) + NW, Formula 3; BS:RS (2.62:1 w/w) + LW, Formula 4; BS:RS (1.31:1 w/w) + NW, Formula 5; BS:RS (1.31:1 w/w) + LW.

CD = Cow dung, RS = Rice straw; BS = Bamboo soil; NW = Normal watering (watering every day); LW = Less watering (once of watering per 3 days); ² ns, non-significant different at $P > 0.05$; ³**, highly significant different at $P < 0.01$; ⁴ different letter (in capital letter or lowercase letter) in the same column means significant different at $P < 0.05$.

ปุ๋ยหมักทั้ง 5 สูตรที่อายุการหมัก 63 วัน พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยปุ๋ยสูตรที่ 1 มีค่าต่างๆ

สูงที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยสูตร 5 ขณะที่ ปุ๋ยสูตร 2 และ สูตร 3 มีค่าต่ำที่สุด สำหรับค่า C/N ratio ไม่พบความแตกต่างระหว่างปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ (Table 3)

Table 3 Means of organic carbon (OC)(%), organic matter (OM)(%), carbon/nitrogen ratio (C/N ratio) and total nitrogen (%) (± SEM) at 63 days after composting of compost formulas.

Formulas of compost	Chemical Properties (± SEM)			
	OC (%)	OM (%)	C/N ratio	Total N (%)
Formula 1 ¹	12.84 ± 1.07 a ⁴	21.82 ± 1.59 a	11.80 ± 0.96	1.08 ± 0.08 a
Formula 2	6.32 ± 1.06 d	10.87 ± 1.83 d	12.83 ± 1.07	0.49 ± 0.05 d
Formula 3	5.43 ± 0.59 d	9.34 ± 1.02 d	11.57 ± 0.74	0.47 ± 0.05 d
Formula 4	8.43 ± 0.85 c	14.49 ± 1.47 c	12.80 ± 0.53	0.66 ± 0.09 c
Formula 5	10.31 ± 1.02 b	17.74 ± 1.76 b	13.03 ± 0.90	0.79 ± 0.03 b
P-value (F-test)	< 0.0001 ^{***}	< 0.0001 ^{**}	< 0.2000 ns ²	< 0.0001 ^{**}
CV (%)	10.80	10.50	6.93	9.15

¹Formula 1; CD:RS (2.62:1 w/w) + NW, Formula 2; BS:RS (2.62:1 w/w) + NW, Formula 3; BS:RS (2.62:1 w/w) + LW, Formula 4; BS:RS (1.31:1 w/w) + NW, Formula 5; BS:RS (1.31:1 w/w) + LW.

CD = Cow dung, RS = Rice straw; BS = Bamboo soil; NW = Normal watering (watering every day); LW = Less watering (once of watering per 3 days); ² ns, non-significant different at P > 0.05; ³***, highly significant different at P < 0.01; ⁴different letter in the same column means significant different at P < 0.05.

วิจารณ์

ปุ๋ยสูตรที่ให้น้ำน้อย (สูตร 3 และ 5) มีค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าสูตรอื่นๆ ตลอดระยะเวลาการหมัก 63 วัน (Table 1) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายเปลี่ยนวัตถุดิบอินทรีย์เป็นธาตุอาหารพืช (Pan et al., 2012) โดยความชื้นของกองปุ๋ยควรอยู่ระหว่าง 40-60 เปอร์เซ็นต์ในระหว่างการหมัก (Anastasi et al., 2005) ทั้งนี้ มูลโคที่พบเฉพาะในสูตร 1 เป็นวัตถุดิบที่มีความชื้นสูงกว่าเศษเหลือของพืช ด้วยเหตุนี้ อาจส่งผลต่อความชื้นของกองปุ๋ยหมักได้ (El-Sayed and Khater, 2015) และสูตรที่ 5 ที่มีการลดปริมาณดินขุยไผ่ลงนั้น มีค่าความชื้นของกองปุ๋ยสูงกว่าสูตร 3 พบว่าเมื่อครบการหมักที่ 63 วัน ปุ๋ยสูตร 3 และสูตร 5 มีความชื้นที่ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2551) และมาตรฐานปุ๋ยหมัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554)

อุณหภูมิของกองปุ๋ยทุกสูตรจะมีค่าสูงในระยะแรก (Table 1) บ่งบอกความสามารถในการย่อยสลายวัสดุของจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มชอบอุณหภูมิปานกลาง

(mesophilic bacteria) (Zeng et al., 2011) และในระยะที่สองอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น (45-70 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นการทำงานของจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูง (thermophiles) เป็นระยะที่เชื้อสาเหตุโรคพืชมักถูกทำลายในช่วงนี้ จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงจนกระบวนการหมักแล้วเสร็จ (Pan et al., 2012) แต่อย่างไรก็ตาม สูตร 5 ที่ระยะการหมัก 63 วัน ยังคงมีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด (Table 4) ซึ่งอาจหมายถึงควรเพิ่มระยะเวลาหมักต่อไปอีกเพื่อขยายเวลาในการเข้าทำงานของจุลินทรีย์

การนำไฟฟ้ามีค่าสูงในช่วงต้นของการหมัก เนื่องจากการปลดปล่อยเกลือ เช่น ฟอสเฟต และแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ (Hung et al., 2004) และมีค่าลดลงเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก เนื่องจากการระเหยของแอมโมเนียและการตกตะกอนของเกลือ (Wong et al., 1995) การศึกษานี้พบค่าการนำไฟฟ้าของกองปุ๋ยหมักอยู่ในช่วงที่แนะนำสำหรับปุ๋ยอินทรีย์ (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8, 2560) คือไม่เกิน 10 mS/cm สำหรับสูตร 1 พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในทุกระยะการหมัก (Table 2) อาจเพราะมีมูลโคเป็นวัตถุดิบ สำหรับปุ๋ยสูตรที่มีการ

ใช้ดินขุยไผ่ร่วมกับฟางข้าวทุกสูตรพบว่ามีความนำไฟฟ้าต่ำกว่าที่แนะนำไว้สำหรับปุ๋ยหมักอินทรีย์ (2-6 mS/cm) (Preetha and Saravanakumari, 2017)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (8.0-9.0) ในกองปุ๋ยหมักที่ศึกษาครั้งนี้ อยู่ระหว่างค่าที่มีรายงานว่าเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ (5.5-9.0) แต่สูงกว่าที่มีรายงานว่าจุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (6.5-8.0) (Christian et al., 1997) (Table 2) ความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มขึ้นระหว่างการหมัก เป็นผลมาจากกระบวนการระเหย (volatilization) และการสลายกรดอินทรีย์โดยการทำงานของจุลินทรีย์ รวมทั้งการปลดปล่อยแอมโมเนียโดยกระบวนการย่อยสลาย (microbial mineralization) จากส่วนประกอบที่เป็นแหล่งไนโตรเจนในวัตถุดิบจากกองปุ๋ย (Mckinley and Vestal, 1985; Pan et al., 2012) การมีความเป็นด่างจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการหมักและช่วยทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ส่วนใหญ่จะมีการเจริญเติบโตในสภาพการเป็นกรด (Saidi et al., 2008) และมีความเป็นกรด-ด่างลดลงในช่วงท้ายของการหมัก แต่ปุ๋ยสูตร 1 และสูตร 4 ยังคงมีความเป็นกรด-ด่างสูงอยู่นั้นอาจหมายถึงสภาวะที่จุลินทรีย์ยังคงสามารถทำงานได้ รองลงมาคือสูตร 5 ที่ลดการใช้แอมโมเนียมไนโตรเจนต่อฟางข้าวเป็น 1.31:1 (w/w)

จากการศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดที่อายุการหมัก 63 วัน พบว่า เฉพาะปุ๋ยสูตร 1 ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ได้แก่ มีค่าไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ และ ไม่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) และแม้ว่าปุ๋ยสูตร 1 จะมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าสูตรอื่นๆ แต่ก็ยังมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนสูงสุดเช่นกัน ซึ่งทั้งสองค่านี้เมื่อดำเนินการเป็นค่า C/N ratio ที่บ่งชี้ความยากง่ายในการย่อยสลายของปุ๋ยหมัก พบว่าทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันและมีค่าต่ำกว่า 20:1 (Table 3) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2551) เช่นกัน

สรุป

ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 สูตรมีค่าสมบัติทางกายภาพ (ความชื้นและอุณหภูมิ) และเคมี (ความเป็นกรด-ด่างและการนำไฟฟ้า) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละระยะของการหมัก ปุ๋ยสูตรที่มีการใช้มูลโคเป็นวัตถุดิบสามารถรักษาความชื้นของปุ๋ยตลอดระยะเวลาการหมัก 63 วันได้สูงกว่าสูตรที่มีการใช้เฉพาะฟางข้าวและดินขุยไผ่ และลดสัดส่วนการใช้ดินขุยไผ่จะสามารถรักษาความชื้นได้สูงกว่าสูตรที่มีการใช้ดินขุยไผ่ในสัดส่วนที่มากกว่า และการให้น้ำกองปุ๋ยน้อยจะพบค่าความชื้นในกองปุ๋ยน้อยเมื่อเทียบกับการให้น้ำปกติ สอดคล้องกับความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้า ที่สูตรที่มีการใช้มูลโค (สูตร 1) มีค่าสูงสุดรองลงมา ได้แก่ สูตรที่ลดสัดส่วนดินขุยไผ่ (สูตร 4 และสูตร 5) ซึ่งมีค่าสูงกว่าสูตรที่มีสัดส่วนการใช้ดินขุยไผ่สูงกว่า (สูตร 2 และสูตร 3) แต่จากการที่สูตร 5 ยังคงอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่ระยะการหมัก 63 วัน ทำให้สูตรดังกล่าวอาจต้องใช้ระยะในการหมักปุ๋ยเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามจากวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการสูตรปุ๋ยต้นทุนต่ำที่ต้องการลดการใช้มูลสัตว์ที่มีราคาแพงสำหรับเกษตรกรปลูกาเคาะญอรวมทั้งในกระบวนการผลิตที่ต้องการลดปริมาณการใช้น้ำเนื่องจากขาดแคลนน้ำในพื้นที่และต้องการลดแรงงานสำหรับเกษตรกร ปุ๋ยสูตร 5 นับว่ามีความน่าสนใจเพราะนอกจากมีการใช้วัตถุดิบในการผลิตในพื้นที่แล้ว ยังเป็นสูตรที่มีการลดการใช้น้ำ รวมทั้งพบว่าภายหลังการหมักที่ 63 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด มีค่าสูงรองจากสูตรที่ 1 รวมทั้งเมื่อพิจารณาพร้อมกับสมบัติทางกายภาพและเคมีอื่นๆ ที่กล่าวไปแล้ว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2554. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/o8DqWh>. ค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2560.
- กรมวิชาการเกษตร. 2551. พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ. กรมวิชาการเกษตร.
- ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร. 2546. การหมักปุ๋ยระบบกองเดิมอากาศ เพื่อการผลิตปุ๋ยหมักในเชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชน. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 17 หน้า.
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. 2554. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไม่พลิกกองวิวัตกรรมการแม่ใจ 1. องค์ความรู้และนวัตกรรมด้านเกษตรอินทรีย์ ปี พ.ศ. 2552-2553. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/z31aSu>. <https://goo.gl/o8DqWh>. ค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2560.
- สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. แหล่งข้อมูล: <http://www.r08.idd.go.th>. ค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2560.
- Anastasi, A., G. C. Varese, and V. F. Marchisio. 2005. Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost. *Mycologia*. 97: 33-44.
- Balakrishna, G., A. S. Shanker, and P. K. Pindi. 2012. Isolation of phosphate solubilizing actinomycetes from forest soils of Mahabubnagar district. *IOSR. J. Pharm.* 2: 271-275.
- Christian, A. H., G. K. Evanylo, and R. Green. 1997. Compost: What Is It and What's It to You? Virginia Cooperative Extension Service Publication, Petersburg.
- El-Sayed, and G. Khater. 2015. Some physical and chemical properties of compost. *Int. J. Waste Resources* 5: 172.
- Haefele, S. M., K. Naklang, D. Harmpichitvitaya, et al. 2006. Factors affecting rice yield and fertilizer responses in rainfed lowlands of northeast Thailand. *Field Crops Res.* 98: 39-51.
- Han, J., D. Xia, L. Li, L. Sun, K. Yang, and L. Zhang. 2009. Diversity of culturable bacteria isolated from root domains of moso bamboo (*Phyllostachy edulis*). *Microb. Ecol.* 58: 363-373.
- Hung, G. F., J. W. C. Wong, Q. T. Wu, and B. B. Nagar. 2004. Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. *Waste Manag.* 24: 805-813.
- Joshi, K. D., R. B. Rana, and A. Subedi. 2005. Farmer and researcher contributions to the selection of landraces of Ghaiya (upland rice) for Tar areas of Nepal. Available: <https://goo.gl/MZ19hd>. Accessed Oct. 2, 2010.
- Mckinley, V. L., and R. J. Vestal. 1985. Physical and chemical correlate of microbial activity and biomass in composting municipal sewage sludge. *Appl. Environ. Microbiol.* 50: 1395-1403.
- Pan, I., B. Dam, and S. K. Sen. 2012. Composting of common organic wastes using microbial inoculants. *3 Biotech.* 2: 127-134.
- Pedro, M. S., S. Haruta, K. Nakamura, M. Hazaka, M. Ishii, and Y. Igarashi. 2003. Isolation and characterization of predominant microorganism during decomposition of waste materials in a field-scale composter. *J. Biosci. Bioeng.* 95: 368-373.
- Preetha, E., and P. Saravanakumari. 2017. Development of compost using EM technology for organic farming from cotton dust waste. *SSRG-IJAES.* 4: 25-29.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Available: <https://www.R-project.org>. Accessed Oct. 2, 2016.
- Rahman, M. M., A. M. Islam, S. M. Azirun, and A. N. Boyce. 2014. Tropical legume crop rotation and nitrogen fertilizer effects on agronomic and nitrogen efficiency of rice. *The Scientific World Journal*. Article ID 490841.
- Saidi, N., M. Cherif, N. Jedidi, M. Fumio, A. Boudabous, and A. Hassen. 2008. Evolution of biochemical parameters during composting of various waste compost. *Afr. J. Environ. Sci.* 4: 332-341.
- Talgre, L., E. Luringson, H. Roostalu, A. Astover, and A. Makke. 2012. Green manure as a nutrient source for succeeding crops. *Plant, Soil and Environment*. 58: 275-281.
- Van Keer, K., G. Trébuil, and E. Gozé. 2000. Identifying and grading limiting factors of upland rice yields in farmers' fields of northern Thailand. *Institute Rice Research Notes*. 25: 31-33.
- Walkley, A., and I. A. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. *Soil. Sci. Amer. Proc.* 63: 257.
- Wong, J. W. C., G. X. Li, and M. H. Wong. 1995. Coal fly ash a composting material for sewage: Effect on microbial activities. *Environ. Technol.* 16: 527-537.
- Zeng, G., Z. Yu, Y. Chen, J. Zhang, H. Li, M. Yu, and M. Zhao. 2011. Response of compost maturity and microbial community composition to pentachlorophenol (PCP)-contaminated soil during composting. *Biores. Technol.* 102: 5905-5911.