

ผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดินและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

Effect of Cricket Frass and Mealworm Waste Compost Pellet Applications on Soil Properties and Yield of Pathum Thani 1 Rice

ปรัชวณี พิบำรุง

Prachwanee Pibumrung

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา พระนครศรีอยุธยา 13000

Plant Production Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand 13000

Corresponding author: prachwaneepibumung@gmail.com

Received: November 23, 2020

Revised: September 10, 2021

Accepted: November 01, 2021

Abstract

The objective of this research was to study the effects of compost pellet, cricket frass and mealworm waste on soil properties and production of rice varieties Pathum Thani 1 in Ang Thong province. The experiment was designed by Randomized Completely Block Design (RCBD), consisted of 7 treatments, 4 replications as followed: 1) farmer method (control), 2) cricket frass pellet, 3) mealworm waste pellet, 4) cricket frass pellet and mealworm waste pellet, 5) cricket frass with phosphate rock pellet, 6) mealworm waste with phosphate rock pellet and 7) cricket frass with phosphate rock pellet and mealworm waste with phosphate rock pellet. The results found that all treatments of applying pellet, cricket frass and mealworm waste resulted in the higher organic matter, content between 1.56-1.60% and the lower soil density between 1.52-1.55 g/cm³, and differ statistically from farmers' methods ($p < 0.05$). All treatments with fertilizer applications resulted in higher macronutrient content in the soil. Effect of mealworm waste with phosphate rock pellet on soil phosphorus content (49.25 mg/kg) was significantly higher than that of the farmer's method (35.01 mg/kg). All fertilization treatments affected soil nitrogen and soil potassium contents but were not significantly different. However, for the productivity of rice, Pathum Thani 1, it was found that all treatments gave the average rice yield between 679.45-704.97 kg/rai, and was not significantly different ($p < 0.05$).

Keywords: cricket frass, mealworm waste, pellet compost, soil properties, rice yield

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีดและปุ๋ยหมักมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดิน และผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในจังหวัดอ่างทอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ 1) วิถีเกษตรกร (ควบคุม) 2) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด 3) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก 4) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก 5) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟต 6) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต และ 7) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกทุกกรรมวิธี ส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้นระหว่าง 1.56-1.60% และค่าความหนาแน่นรวมดินลดต่ำลงระหว่าง 1.52-1.55 กรัม/ลบ.ซม. แตกต่างกับกรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักในดินสูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (49.25 มก./กก.) สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร (35.01 มก./กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามด้านผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยระหว่าง 679.45-704.97 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: มูลจิ้งหรีด มูลหนอนนก ปุ๋ยหมักอัดเม็ด สมบัติดิน ผลผลิตข้าว

คำนำ

มูลและสิ่งขับถ่ายจากแมลงมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ทดแทนปุ๋ยแร่ธาตุได้ ช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชในดิน ส่งผลต่อการเพิ่มกิจกรรมและความหลากหลายของจุลินทรีย์ดิน (Houben *et al.*, 2020) การนำมูลและของเสียจากการเลี้ยงแมลงไปผลิตเป็นปุ๋ยจำหน่ายเชิงพาณิชย์ จึงเป็นการใช้ทรัพยากรในฟาร์มให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Hanboonsong, 2018) เนื่องจากแมลงที่บริโภคได้ตอบสนองต่อความต้องการปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นของประชากรในเศรษฐกิจอาหารโลก ทั้งการใช้เป็นอาหารทางเลือก และอาหารสัตว์ (Mancini *et al.*, 2019) เช่นเดียวกับประเทศไทยที่ตลาดอาหารแมลงเติบโตอย่างต่อเนื่อง ฟาร์มเพาะเลี้ยงแมลงเพื่อการบริโภคและอาหารสัตว์มีความสำคัญมากขึ้น มีการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับฟาร์มจิ้งหรีด (มกษ. 8202-2560) โดยเฉพาะ มีรายงานว่า การเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นจะได้มูลจิ้งหรีดประมาณหนึ่งในสามส่วนของอาหารที่กินเข้าไป และมูลจิ้งหรีดมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 3.0, 5.0 และ 5.0 ตามลำดับ (Royal Irrigation Department, 2017) มูลและสิ่งขับถ่าย รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นในการเลี้ยงจิ้งหรีด จึงใช้เป็นปุ๋ยหรือสารทดแทนปุ๋ยได้ (Halloran *et al.*, 2017; Hanboonsong, 2018)

ส่วนหนอนนก (*Tenebrio molitor*) เรียกกันทั่วไปว่า Mealworm เป็นแมลงที่มีแนวโน้มสัดส่วนสูงสุดสำหรับภาคอาหารเพื่อการบริโภคและอาหารสัตว์ มีองค์ประกอบทางโภชนาการสูง และมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม (Mancini *et al.*, 2019) ด้านการใช้มูลหนอนนกเป็นปุ๋ยอินทรีย์นั้น มีรายงานว่า มูลหนอนนกเป็นวัสดุเหลือทิ้งในฟาร์มที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นปุ๋ยเพิ่มธาตุอาหารพืช และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากหนอนนกกต้องได้รับอาหารและพืชผักที่ไม่มีสารพิษตกค้าง (Boonlun, 2013) มูลหนอนนกมีปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 4.27, 3.76 และ 1.49 ตามลำดับ ใช้เป็นปุ๋ยคอกในการผลิตมะเขือยาวในระบบเกษตรอินทรีย์ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการใช้มูลวัว (Pibumrung and Suwintrakorn, 2015) และมีธาตุอาหารเพียงพอต่อการพัฒนาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบไฮโดรโปนิกส์ (Pibumrung and Thammajetana, 2018) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดินองค์ประกอบ และผลผลิตข้าวปทุมธานี 1 เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปพัฒนาการใช้ประโยชน์สิ่งขับถ่ายและวัสดุเหลือใช้เพื่อการจัดการฟาร์มแมลงและการเกษตรอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองในพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรตำบลเทวราช อำเภอไชโย จังหวัดอ่างทอง ชุดดินสิงห์บุรี (Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts) (Department of Land Development, 2005) วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ 1) วิธีเกษตรกร (ควบคุม) 2) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด (อัตรา 573.39 กก./ไร่) 3) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก (อัตรา 684.93 กก./ไร่) 4) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด (อัตรา 286.70 กก./ไร่) ร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก (อัตรา 342.47 กก./ไร่) 5) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟต (อัตรา 596.66 กก./ไร่) 6) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต (อัตรา 788.64 กก./ไร่) และ 7) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟต (อัตรา

298.33 กก./ไร่) ร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต (อัตรา 394.32 กก./ไร่) สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร (ควบคุม) ครั้งที่ 1 ใส่มูลโคอัตรา 300 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ในการไถเตรียมดิน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 15 วัน อัตรา 10 กก./ไร่ และครั้งที่ 3 อัตรา 10 กก./ไร่ สำหรับการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีการทดลองนั้น วิเคราะห์ดินในพื้นที่ศึกษามีไนโตรเจนเฉลี่ยระดับปานกลาง (0.10-0.14%) ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยระดับค่อนข้างต่ำ (1.26-1.32%) สำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ควรใช้ปริมาณไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดิน (Office of Rice Research and Development, 2009) แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัดด้านการปลดปล่อยธาตุอาหารจึงใส่ในอัตราเพิ่มขึ้น 2 เท่า (Poomipan *et al.*, 2017) เท่ากับอัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (โดยคำนวณจากปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยหมักอัดเม็ดแต่ละกรรมวิธี) และแบ่งใส่ 3 ครั้ง โดยครั้งแรกใส่ในการไถเตรียมดิน อัตรา 10 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 15 วัน อัตรา 10 กก./ไร่ และครั้งที่ 3 ก่อนข้าวออกดอก อัตรา 5 กก./ไร่ ทำแปลงย่อย 4x5 เมตร ใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตาม อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กก./ไร่ ทำการตีดินแล้วขังน้ำในแปลงนา 20 วัน ให้ตอซังและหญ้าเน่าเปื่อย จากนั้น 15 วัน ทำการคราดดิน และหว่านเมล็ดข้าว เมื่อข้าวงอกพ่นปุ๋ยหมักน้ำสูตรผลไม้ (0.24% N, 0.12% P, 0.30% K, EC = 11.47 dS/m, pH = 4.63) เจือจาง ทุก 15 วัน (อัตราส่วนปุ๋ยหมักน้ำต่อน้ำเท่ากับ 1:20) ป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยน้ำหมักสะเดา ควบคุมระดับน้ำ 5-10 ซม. หลังข้าวออกรวง 2 สัปดาห์ ปล่อยน้ำออกเตรียมเก็บเกี่ยว

การเตรียมปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดและปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก

ผสมมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกตามสูตร (Table 1) ละลายสารเร่งซูเปอร์ พด.1 สารละลายสาร

เร่งซุเปอร์พด.9 และเชื้อราไตรโครเดอร์มาสดจากการขยายเชื้อในข้าวสุก คลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้นประมาณ 30-35% ตั้งกองความสูง 30 ซม. กลับกองและรดน้ำเพิ่มความชื้นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครบ 60 วัน นำตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ได้มาทดสอบการย่อยสลายสมบูรณ์โดยการวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช (Germination Index; GI) ของทุกกรรมวิธีมีค่าระหว่าง 92.64-108.80% จากนั้นนำปุ๋ยหมัก (ความชื้น $\leq 30\%$ โดยน้ำหนัก) ผสมปุ๋ยหมักน้ำสูตรผลไม้ (0.24% N, 0.12% P, 0.30% K, EC = 11.47 dS/m, pH = 4.63) โดยเจือจางปุ๋ยหมักน้ำ

ต่อน้ำเท่ากับ 1:10 อัตราผสมปุ๋ยหมัก 5 กก.ต่อปุ๋ยหมักน้ำเจือจาง 1 ลิตร คลุกเคล้าประสานขึ้นรูปเป็นปุ๋ยอัดเม็ดเพื่อลดการฟุ้งกระจาย สะดวกต่อการนำไปใช้และการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักอัดเม็ดตามกรรมวิธีวิเคราะห์ ปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture, 2008)

Table 1 Formula of compost and pellet in this experiment

Fertilizer formula	Compost (ingredients by weight)						Pellet	
	Cricket frass	Mealworm waste	Rock phosphate	LDD 1	LDD 9	<i>Trichoderma</i> spp.	Compost (kg)	Bio extract (l)
Cricket frass compost (CFC)	95%	-	-	2%	2%	1%	5	1
Mealworm waste compost (MWC)	-	95%	-	2%	2%	1%	5	1
Cricket frass with rock phosphate compost (CFPC)	85%	-	10%	2%	2%	1%	5	1
Mealworm waste with rock phosphate compost (MWPC)	-	85%	10%	2%	2%	1%	5	1

LDD 1 = super LDD 1 microbial activator, LDD 9 = super LDD 9 microbial activator

การเก็บตัวอย่างดินและพืช

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ยและหลังการเก็บเกี่ยวที่ระดับความลึก 0-30 ซม. โดยแยกเก็บเป็นตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนโดยใช้กระบอกลอยเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Blake and Hartge, 1986) และเก็บตัวอย่างดินแบบถูกรบกวน นำไปวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:1 ดิน:น้ำ) ค่าการนำไฟฟ้า (1:10 ดิน:น้ำ) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II (Wantanabe and Olsen, 1962) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการสกัดดินด้วย 1 N NH_4OAc (pH 7.0) (Pratt, 1965) สำหรับข้อมูลองค์ประกอบและผลผลิตข้าว ทำการบันทึกผลในระยะเก็บเกี่ยว ได้แก่ จำนวนรวง/กอ เมล็ดตีดอรวง %เมล็ดลีบ และน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ด และผลผลิตเฉลี่ย/ไร่

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติของมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนก

ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมเฉลี่ยของมูลจิ้งหรีด (9.39%) มีค่าต่ำกว่ามูลหนอนนก (10.99%) โดยมูลจิ้งหรีดมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยสูงกว่ามูลหนอนนก แต่มูลหนอนนกมีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยสูงกว่ามูลจิ้งหรีด (Table 2) เนื่องจากจิ้งหรีดมีค่าตอบแทนผลผลิตสูง เกษตรกรจึงใช้อาหารสำเร็จรูปโปรตีนสูงในการเลี้ยง เพื่อให้อัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักตัวสูงกว่าได้อาหารจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว (Hanboonsong *et al.*, 2013) ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่ม

ตัวอย่างทั้งหมดใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปศุสัตว์ขนาดเล็ก หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับจิ้งหรีด และหนอนนก (ปริมาณโปรตีน $\geq 21\%$) เป็นอาหารหลัก รวมทั้งให้พืชผักและผลไม้เป็นอาหารเสริมในการเลี้ยง โดยการเลี้ยงหนอนนกใช้อาหารสำเร็จรูปในอัตราที่ต่ำกว่าการเลี้ยงจิ้งหรีด เนื่องจากหนอนนกใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เกษตรกรจึงลดต้นทุนอาหารสำเร็จรูป และเพิ่มสัดส่วนอาหารเป็นพืชผักจากธรรมชาติทดแทน ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยของมูลจิ้งหรีดสูงกว่ามูลหนอนนก มูลไก่ และมูลสัตว์โดยทั่วไป

ด้านสมบัติของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ด พบว่าปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกทุกสูตร มีสมบัติและปริมาณธาตุอาหารผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Department of Agriculture, 2014) โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกทุกสูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย โดยเฉพาะปุ๋ยหมักและปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกที่มีส่วนผสมของหินฟอสเฟตนอกจากจะมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นแล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่างยังเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากหินฟอสเฟตนั้นสามารถละลายได้ดีในสภาพเป็นกรดช่วยเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่าง รวมทั้งเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ (Dib *et al.*, 2006) ด้านปริมาณไนโตรเจนรวมของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ด ที่มีค่าต่ำกว่าปริมาณไนโตรเจนรวมของมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นนั้น แสดงให้เห็นว่ามีการสูญเสียไนโตรเจนในกระบวนการทำปุ๋ยหมักด้วยเช่นกัน ซึ่งสาเหตุหลักการสูญเสียไนโตรเจนระหว่างการทำปุ๋ยหมัก เกิดขึ้นจากกลไกการระเหยของแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) รวมทั้งการสูญเสียไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้โดยการชะละลาย (Yang *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตามปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกมีสมบัติและปริมาณธาตุอาหารหลักไม่แตกต่างจากปุ๋ยหมักตั้งต้นในแต่ละกรรมวิธีมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากชนิดของวัตถุดิบเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพของปุ๋ยอัดเม็ด

มากกว่ากระบวนการผลิต ซึ่งขั้นตอนการผสม การปั้นเม็ด และการลดความชื้นนั้น ส่งผลต่อคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพียงเล็กน้อย (Ritruangdej, 2011)

สมบัติของดินก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนก

ดินก่อนการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีมีสมบัติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยระหว่าง 1.55-1.58 กรัม/ลบ.ซม. ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเป็นกรดเล็กน้อย (6.44-6.50) ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยระดับต่ำ (1.26-1.32%) ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยระหว่าง 0.10-0.14% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยระดับต่ำถึงปานกลาง (9.23-10.65 มก./กก.) และโพแทสเซียมเฉลี่ยระดับปานกลาง (40.52-50.19 มก./กก.) หลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยสูงขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง (1.50-1.60%) ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย (1.52-1.61 กรัม/ลบ.ซม.) ระดับความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเป็นกลาง (6.61-6.93) และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นอยู่ระดับปานกลาง (35.01-49.25 มก./กก.) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกรรมวิธีเกษตรกรรมดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยสูงสุด (1.61 กรัม/ลบ.ซม.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัดเม็ด แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวมของดินที่ลดลง เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มช่องว่างในดินได้แตกต่างกันไปตามชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ยหมัก (Kranz *et al.*, 2020) สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่สูงขึ้นหลังการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธี สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน พบว่าการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยสูงขึ้น (0.12-0.18%) และโพแทสเซียมรวมเฉลี่ยสูงขึ้นอยู่ในระดับสูง (77.01-90.40 มก./กก.) และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต

ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงสุด (49.25 มก./กก.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกรรม (35.01 มก./กก.) (Table 3) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีในการศึกษาครั้งนี้ ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว สอดคล้องกับการศึกษาของ Maneerat *et al.* (2015) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักที่ผสมจุลินทรีย์ซูเปอร์ พด. 9 ในดินกรด สามารถช่วยเพิ่มความ เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส และหินฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในดินมีระดับสูงขึ้น นอกจากอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยแล้ว โพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่มาจากฟางข้าวที่ทิ้งไว้ในนาหลังการเก็บเกี่ยว นั้นเอง (Osotsapar *et al.*, 2011)

องค์ประกอบและผลผลิตข้าว

การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีส่งผลให้ข้าวปทุมธานี 1 มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย และ %เมล็ดลีบเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดให้จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 24.65 รวงต่อกอ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก (24.29 และ 24.00 รวงต่อกอ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกให้ปริมาณไนโตรเจนเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว เนื่องจากข้าวต้องได้รับไนโตรเจนจากการปลดปล่อยโดยกระบวนการมินเนอรอลไลเซชันของอินทรีย์วัตถุในดิน และสะสมไว้ในส่วนต้นและใบข้าวตั้งแต่เป็นต้นกล้าถึงระยะออกดอก เพื่อพัฒนารวงให้มีเมล็ดสมบูรณ์ ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เหมาะสมจึงช่วยเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตข้าวด้วยการเพิ่มจำนวนรวงข้าวได้มากที่สุด และเป็นปัจจัยที่ทำให้ข้าวได้ผลผลิตสูง (Osotsapar *et al.*,

2011) ในขณะที่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟตส่งผลให้ %เมล็ดดีเฉลี่ยของข้าวสูงสุด (79.28%) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกร (73.72%) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด (78.20, 77.85 และ 77.56% ตามลำดับ) และการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีส่งผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย และผลผลิต

เฉลี่ยของข้าวปทุมธานี 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีในการศึกษารั้งนี้ให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวปทุมธานี 1 ระหว่าง 679.45-704.97 กก./ไร่ มีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตเฉลี่ยของข้าวปทุมธานี 1 (594.22-712.74 กก./ไร่) ที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลหนอนนกอัดเม็ดในจังหวัดชัยนาท (Pibumrung, 2015) และสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยข้าวปทุมธานี 1 (298.67-513.46 กก./ไร่) ที่ปลูกในดินชุดรังสิต และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี

Table 2 Chemical properties of cricket frass and mealworm waste compost and pellet

Treatment	pH		EC (dS/m)		OM (%)		C:N		Total N (%)		P ₂ O ₅ (mg/kg)		K ₂ O (mg/kg)	
	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet
CF	6.90 c	-	10.11 a	-	64.84 a	-	8.12 ab	-	6.12 a	-	1.13 d	-	2.14 bc	-
MW	7.01 c	-	7.33 b	-	57.83 b	-	9.41 a	-	4.69 b	-	3.82 b	-	2.48 a	-
CFC	7.14 c	6.99 b	7.24 b	7.29 a	25.62 c	25.19	6.96 b	7.89 ab	4.47 bc	4.36 a	1.05 d	1.07 d	2.07 bc	2.09 b
MWC	7.07 c	6.92 b	4.95 c	5.04 b	28.81 c	28.06	7.87 ab	9.07 a	3.84 c	3.65 b	2.26 c	2.21 c	2.46 a	2.47 a
CFPC	7.63 a	7.31 a	6.67 bc	6.73 a	24.79 c	24.52	6.40 b	7.36 b	4.31 bc	4.19 ab	3.79 b	3.74 b	2.01 c	2.12 b
MWPC	7.32 b	7.10 a	4.98 c	5.10 b	23.55 c	23.43	7.73 ab	8.12 ab	3.28 d	3.17 b	5.30 a	5.19 a	2.25 ab	2.26 ab
F-test	**	*	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	*
CV%	1.22	2.37	10.32	8.10	5.03	10.56	9.64	8.75	5.37	3.71	9.63	6.80	4.14	11.95

CF=cricket frass (before composting), MW=mealworm waste (before composting), CFC=cricket frass compost, MWC=mealworm waste compost, CFPC=cricket frass with rock phosphate compost,

MWPC=mealworm waste with rock phosphate compost, ns=non significant difference, * = significant difference at P<0.05 level, ** = significant difference at P<0.01 level

Table 3 Physical and chemical properties of soil

Treatment	Pre-fertilization							Post-harvest						
	OM (%)	BD (g/cm ³)	pH	EC (dS/m)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	OM (%)	BD (g/cm ³)	pH	EC (dS/m)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)
T1	1.27	1.56	6.47	0.31	0.11	10.19	50.19	1.50 b	1.61 a	6.65 bc	0.53	0.14	35.01 b	77.01
T2	1.26	1.57	6.50	0.34	0.12	9.23	42.14	1.59 a	1.54 b	6.61 c	0.56	0.16	38.37 b	90.40
T3	1.26	1.58	6.48	0.33	0.10	9.82	43.07	1.60 a	1.55 b	6.62 c	0.51	0.12	43.14 ab	80.74
T4	1.28	1.56	6.49	0.40	0.13	9.94	41.23	1.59 a	1.54 b	6.75 ab	0.60	0.13	38.83 b	87.98
T5	1.30	1.56	6.46	0.35	0.13	9.31	40.52	1.57 a	1.53 b	6.86 ab	0.42	0.15	37.10 b	85.73
T6	1.29	1.55	6.44	0.26	0.12	10.65	40.75	1.58 a	1.52 b	6.90 a	0.49	0.18	49.25 a	82.78
T7	1.32	1.57	6.45	0.37	0.14	9.78	44.91	1.56 a	1.55 b	6.93 a	0.45	0.17	42.56 ab	82.56
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	**	ns
CV%	3.99	4.11	1.43	20.87	19.43	19.28	14.71	5.24	1.90	2.24	19.95	18.07	11.19	14.00

T1=farmer method (control), T2=cricket frass pellet, T3=mealworm waste pellet, T4=cricket frass pellet and mealworm waste pellet, T5=cricket frass with phosphate rock pellet, T6=mealworm waste with phosphate rock pellet, T7=cricket frass with phosphate rock pellet and mealworm waste with phosphate rock pellet, * = significant difference at P<0.05 level, ** = significant difference at P<0.01 level

วิเคราะห์ดินทุกกรรมวิธี (Saeng-ngoen *et al.*, 2018) แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกทุกกรรมวิธีที่ใส่ในอัตราสองเท่าของปริมาณ

ปุ๋ยเคมีในโตรเจนที่ข้าวต้องการ สามารถให้ธาตุอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าว

Table 4 Component and yield of rice variety Pathum Thani 1

Treatment	Panicles/hill (panicle)	Filled grain (%)	Undeveloped kernals (%)	100 filled grain weight (g)	Yield (kg/rai)
T1	22.42 bc	73.72 c	26.29 a	2.38	695.06
T2	24.65 a	77.56 ab	25.48 ab	2.40	688.25
T3	24.29 ab	74.52 bc	22.44 ab	2.42	679.45
T4	24.00 ab	74.47 bc	25.53 ab	2.42	703.11
T5	21.64 c	79.28 a	22.15 bc	2.43	684.38
T6	22.07 c	77.85 ab	20.72 c	2.44	704.97
T7	21.98 c	78.20 ab	21.80 bc	2.45	696.30
F-test	*	*	*	ns	ns
CV%	6.01	2.66	8.67	1.05	5.68

T1=farmer method (control), T2=cricket frass pellet, T3=mealworm waste pellet, T4=cricket frass pellet and mealworm waste pellet, T5=cricket frass with phosphate rock pellet, T6=mealworm waste with phosphate rock pellet, T7=cricket frass with phosphate rock pellet and mealworm waste with phosphate rock pellet, *= significant difference at $P<0.05$ level

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกทุกกรรมวิธี ส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้น และค่าความหนาแน่นรวมดินลดลงแตกต่างกับกรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักในดินสูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟตส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) แต่การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียม

ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density. pp. 363-382. In Klute, A. (ed.). **Method of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. Madison, Wisconsin: Amer. Soc. Of Agron. Inc.
- Boonlum, S. 2013. **Mealworm Waste Guide**. Suratthani: Technology Clinic of Suratthani Rajabhat University. 24 p. [in Thai]
- Department of Agriculture. 2008. **Organic Fertilizer Analysis Method Guide**. 1st. Bangkok: Quick Print Set. 51 p. [in Thai]
- _____. 2014. **Notification of Department of Agriculture: requirements of organic fertilizer**. [Online]. Available <http://www.doa.go.th/ard/wpcontent/uploads/2019/11/FEDOA11.pdf> (12 November, 2020). [in Thai]
- Department of Land Development. 2005. **Characteristics and Properties of Established Soil Series in the North and Central Plain Regions of Thailand**. Bangkok: Department of Land Development. 78 p. [in Thai]
- Dib, B., A.I. Rezk and M.E. Mohamed. 2006. Release of P from Syrian rock phosphate in acidic soils. **International Journal of Soil Science** 1(2): 134-139.
- Halloran, A., N. Roos and Y. Hanboonsong. 2017. Cricket farming as a livelihood strategy in Thailand. **Geographical Journal** 183(1): 112-124.
- Hanboonsong, Y. (Editor). 2018. **Guide to Standardized Cultivation of Foodstuffs for Humans and Farm Animals**. 2nd. Bangkok: Biodiversity-Based Economy Development Office (Public Organization). 50 p. [in Thai]
- Hanboonsong, Y., T. Jamjanya and B.P. Durst. 2013. **Six-legged Livestock: Edible Insect Farming, Collecting and Marketing in Thailand**. Bangkok: FAO. 69 p.
- Houben, D., G. Daoulas, M-P. Faucon and A-M. Dulaurent. 2020. Potential use of mealworm frass as a fertilizer: impact on crop growth and soil properties. **Scientific Reports** 10(4659): 1-9.
- Kranz, C.N., A.R. McLaughlin, A. Johnson, G. Miller and J.L. Heitman. 2020. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils – a concise review. **Journal of Environmental Management** 261: 1-10.
- Mancini, S., F. Fratini, B. Turchi, S. Mattioli, A. Dal-Bosco, T. Tuccinardi. 2019. Former food stuff products in *Tenebrio molitor* rearing: effects on growth, chemical composition, microbiological load, and antioxidant status. **Animals** 9(484): 1-13.

- Maneerat, S., S. Phetsuk and V. Pinprom. 2015. Enhancing of phosphorus availability in limed acid sulfate soil using LDD. 9 super microorganism. **Songklanakarin J. Pl. Sci.** 2(4): 15-23.
- Office of Rice Research and Development. 2009. **Advice to Using Chemical Fertilizers in Rice Fields According to Soil Analysis Values, Issue Update.** Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. 98 p. [in Thai]
- Osotsapar, Y., A. Wongmaneroj and C. Hongproyoon. 2011. **Sustainable Agriculture Fertilizer.** 2nd. Bangkok: Kasetsart University Press. 541 p. [in Thai]
- Pibumrung, P. 2015. The application of organic fertilizer pellet from mealworm (*Tenebrio molitor* L.) for Increasing rice seed yield. **Journal of Science and Technology** 23(2): 268-275. [in Thai]
- Pibumrung, P. and C. Suwintrakorn. 2015. Effect of meal worm waste on growth and yield of egg plant in organic agriculture. **Agricultural Sci.J.** 46(3)(Suppl.): 313-316. [in Thai]
- Pibumrung, P. and H. Thummajetana. 2018. Effect of liquid organic fertilizer on growth and yield of Pak Choi in hydroponics system. **Agricultural Sci. J.** 49(2)(Suppl.): 333-336. [in Thai]
- Poomipan, P., V. Latkanathinnawong, C. Pliumchareorn, P. Chomphuphiw and O. Thepsilvisut. 2017. Effect of high quality orgaic fertilizer on production of Suphan Bur 1 rice. **Journal of Science and Technology** 25(2): 248-259. [in Thai]
- Pratt, P.E. 1965. Potassium. pp. 1023-1031. In Black, C.A. (ed.). **Method of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties.** Madison: Amer. Soc. Of Agron. Inc.
- Ritruangdej, K. 2011. **Characterization and Quality Assessment of Commercial Organic Fertilizers in Central Thailand and Effects of Pelleting Process on Organic Fertilizer Properties.** Master thesis. Kasetsart University. 98 p. [in Thai]
- Royal Irrigation Department. 2017. **Practice Manual: Handbook of King Science 19 Courses.** Sakon Nakhon: Development Study Center, Phu Phan due to Royal Initiative. 25 p. [in Thai]
- Saeng-ngoen, K., P. Kaewtaphan and N. Chanchula. 2018. Effects of type and fertilizers rate on growth and yield of Pathumthani 1 rice on Rangsit soil series. **Songklanakarin J. Pl. Sci.** 5(2): 57-61.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil. Sci.** 37: 29-38.

Wantanabe, F.S. and S.R. Olsen. 1962.
Calorimetric determination of
phosphorus in water extracts of soil.
Soil Sci. 93: 183-188.

Yang, X., E. Liu, X. Zhu, H. Wang, H. Liu, X. Liu
and W. Dong. 2019. Impact of
composting methods on nitrogen
retention and losses during dairy
manure composting. **Int. J. Environ.
Res. Public Health** 16(18): 3324.
doi:10.3390/ijerph16183324.

