

ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนและมูลหนอนแมลงวันลาย (BSF) ในการปลูกข้าวอินทรีย์

UTILIZATION OF VERMICOMPOST AND BLACK SOLDIER FLY FRASS
IN ORGANIC RICE CULTIVATIONธรรมศาสตร์ จันทรัตน์¹, กุณขลิษฐ์ พิมพิล่า² และ ศิวดล แจ่มจำรัส^{1,*}Thammasart Chantarat¹, Koonthaleerat Pimpila² and Siwadon Chaemchamrat^{1,*}¹ สาขาวิชาเอกพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์² สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์¹ Division of Plant science, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology,
Phetchabun Rajabhat University² Division of Mathematics, Faculty of Education, Phetchabun Rajabha University

Received: 31 July 2025

Revised: 15 September 2025

Accepted: 4 December 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปุ๋ยมูลไส้เดือน จากอาหารที่ต่างกัน และปุ๋ยมูลหนอนแมลงวันลาย (BSF frass) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและ องค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 43 ภายใต้สภาวะการปลูกในกระถางแบบควบคุมการ ทดลอง การทดลองใช้แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ข้าวที่ใส่ปุ๋ยมูลหนอน BSF มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้น (112.12 ซม.) จำนวน ต้นต่อกอ (16.25 ต้น) จำนวนรวงต่อกอ (14.00 รวง) และจำนวนเมล็ดต่อรวง (141.06 เมล็ด) อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ด้านปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบ ข้าวที่ใส่ปุ๋ยมูลหนอน BSF มีค่าสูงสุดที่วัดได้ในวันที่ 43 เท่ากับ 36.27 spad unit โดยไม่ แตกต่างจากสูตรปุ๋ยมูลไส้เดือน ในด้านคุณภาพของผลผลิต การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เลี้ยงด้วย มูลวัวผสมรำในอัตราส่วน 70:30 อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ย 83.59% สูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลหนอน BSF ส่วนน้ำหนักต่อรวงการใส่ปุ๋ยมูลหนอน BSF มีค่าค่อนข้างสูง แต่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นผลจากที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงแต่มีเมล็ดลีบ

* Corresponding author: ศิวดล แจ่มจำรัส

E-mail: siwadon.cha@pcru.ac.th

ค่อนข้างสูงด้วยเช่นกัน จากผลการทดลอง ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 ประเภทแสดงศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว กข. 43 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การจัดการธาตุอาหารในระยะเต็มเมล็ดยังควรได้รับการพิจารณาเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านคุณภาพของผลผลิตในระบบการผลิตแบบอินทรีย์

คำสำคัญ: ข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43, ปุ๋ยมูลหนอนแมลงวันลาย, ปุ๋ยมูลไส้เดือน, การพัฒนาเมล็ด, ผลผลิตข้าว

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of various types of organic fertilizers, including vermicompost derived from different feedstock compositions and black soldier fly frass (BSF frass), on the growth and yield components of *Oryza sativa* L. cv. RD43 under controlled pot cultivation conditions. A randomized complete block design (RCBD) was employed with five treatments and four replications. The results demonstrated that rice plants receiving BSF frass exhibited superior performance in several growth and yield parameters. Specifically, BSF frass treatment resulted in the highest average plant height (112.12 cm), number of tillers per clump (16.25), number of panicles per clump (14.00), and grains per panicle (141.06), when compared to other treatments. In terms of chlorophyll content, the BSF frass treatment recorded the highest SPAD value at 43 days after transplanting (36.27 SPAD units), although not significantly different from the vermicompost treatments. With respect to grain quality, the application of vermicompost produced from cow dung mixed with rice bran at a 70:30 ratio yielded the highest percentage of filled grains (83.59%), surpassing that of BSF frass. Conversely, although BSF frass resulted in heavier panicle weight, it was associated with a relatively lower 100-grain weight. This outcome is likely attributable to the high grain count per panicle and a correspondingly elevated proportion of unfilled grains. Overall, both types of organic fertilizers demonstrated the potential to enhance growth and yield

attributes of RD43 rice effectively. However, further nutrient management strategies during the grain-filling phase should be considered to improve grain quality in organic production systems.

Keywords: RD43 rice, black soldier fly frass, vermicompost, grain filling, rice yield

บทนำ

การผลิตข้าวอินทรีย์ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระดับนานาชาติ เนื่องจากเป็นแนวทางการเกษตรที่ตอบสนองต่อความต้องการด้านความปลอดภัยของผู้บริโภค การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการลดการพึ่งพาสารเคมีทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม ระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการจัดการธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตและรักษาคุณภาพของผลผลิตในระยะยาว ข้าว กข. 43 เป็นข้าวเจ้าพันธุ์หนึ่งที่พัฒนาและรับรองพันธุ์โดยกรมการข้าวไทย เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดข้าวเพื่อสุขภาพ โดยมีจุดเด่นสำคัญคือ ค่าดัชนีน้ำตาล (GI) ที่ 57.5 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มต่ำถึงปานกลาง ทำให้ร่างกายย่อยและดูดซึมกลูโคสช้าลง ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวานและผู้ดูแลสุขภาพ นอกจากนี้ ด้วยปริมาณอะมิโลส ประมาณ 18.82 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ข้าว กข. 43 เมื่อหุงสุกแล้ว มีความนุ่ม เหนียว และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ คล้ายข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคในด้านการเพาะปลูก ข้าวพันธุ์นี้เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 95 วัน นับจากการหว่านน้ำตม และมีความต้านทานปานกลางต่อโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รวมถึงมีลักษณะทางกายภาพที่โดดเด่น เช่น ความสูงประมาณ 103 ซม. ทรงกอตั้ง และเมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ทั้งนี้ ข้าว กข. 43 ถูกพัฒนาจากลูกผสมระหว่างข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรีกับสุพรรณบุรี 1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี และเหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่นาชลประทาน (กรมการข้าว, 2559) รวมถึงยังมีการศึกษาถึงศักยภาพของแบ่งข้าว กข. 43 ในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปต่าง ๆ เช่น ขนมปังหรือมัพฟิน ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าและทางเลือกให้กับอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ (Suklaew et al., 2020)

จากประเด็นข้างต้น จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะปุ๋ยมูลไส้เดือน (vermicompost) และปุ๋ยมูลหนอนแมลงวันลาย (Black Soldier Fly: BSF frass) ซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีศักยภาพในการปรับปรุงสมบัติเคมีกายภาพ และชีวภาพของดิน งานวิจัยของ Iqbal et al. (2024) แสดงให้เห็นว่า vermicompost ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดการสะสมของแคดเมียมในต้นข้าว ขณะที่ Wu et al. (2020) และ Klammsteiner et al. (2020) รายงานว่า BSF frass มีคุณสมบัติในการเพิ่มผลผลิตและไม่ส่งผลเสียต่อกจุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้ Beesigamukama et al. (2020) และ Salomon et al. (2025) ยังระบุว่า BSF frass สามารถส่งเสริมการเจริญของระบบรากและการดูดซึมธาตุอาหารของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาจะยืนยันถึงศักยภาพของ vermicompost และ BSF frass ในการเพิ่มผลผลิตพืชหลายชนิด แต่การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุทั้งสองชนิดต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข. 43 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย ยังมีข้อจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยมูลหนอนแมลงวันลายที่ผลิตจากแหล่งวัตถุดิบในท้องถิ่น ต่อการเจริญเติบโตและคุณลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวพันธุ์ กข. 43 ภายใต้สภาวะการทดลองในกระถาง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองนี้ดำเนินการโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ทั้งนี้เพื่อควบคุมและลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นแสง และตำแหน่งในการจัดวางกระถางปลูก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืชทดลองอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีข้าวพันธุ์ กข. 43 เป็นพืชทดลอง จำนวนทั้งหมด 20 ต้น ประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) 2) ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เลี้ยงด้วยมูลวัว 100 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เลี้ยงด้วยมูลวัวผสมรำในอัตราส่วน 70:30 อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เลี้ยงด้วยมูลวัวผสมรำในอัตราส่วน 80:20 อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และ 5) ใส่มูลหนอนแมลงวันลาย (Black Soldier Fly: BSF frass) อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่

ในการเตรียมดินได้ใช้ดินผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ตามอัตราส่วนที่กำหนดก่อนนำไปปลูกลงในกระถางพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 เซนติเมตร โดยคำนวณพื้นที่กระถางเป็นวงกลม (πr^2) ได้เท่ากับ $3.14 \times 18^2 = 1,017.36$ ตารางเซนติเมตร หรือประมาณ 0.1 ตารางเมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ของสิ่งทดลองที่ 2-5 ที่ 125 กรัมต่อกระถาง (2,000 กิโลกรัม/ไร่ = 1.25 กิโลกรัม/ตร.ม. = 125 กรัม/0.1 ตร.ม.) (ปริณิญา ภูบุญญา, 2562) โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ใช้ได้มาจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนาแปลงใหญ่ข้าว หมู่ที่ 3 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร

เพาะเมล็ดข้าว กข. 43 ในถาดหลุมขนาด 105 หลุม และเมื่อมีอายุได้ 15 วัน จึงย้ายปลูกลงในกระถาง จัดวางเป็น 4 บล็อก บล็อกละ 5 กระถาง ตามสิ่งทดลองทั้ง 5 สิ่งทดลอง บันทึกข้อมูลทางการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน และคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ความสูงของต้น ความยาวและความกว้างของใบ จำนวนใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ (เฉลี่ยจาก 3 ใบต่อต้น) จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และจำนวนเมล็ดต่อรวง โดยแยกเมล็ดดีและเมล็ดลีบ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและลีบ พร้อมทั้งชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ความชื้นมาตรฐาน 13-15% และชั่งน้ำหนักต่อรวงจาก 3 รวงต่อซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดปุ๋ย	N	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn	pH
มูลไส้เดือนเลี้ยงด้วยมูลวัว 100 เปอร์เซนต์	0.94 %	0.90 %	1.17 %	8740 mg/kg	915.20 mg/kg	218.95 mg/kg	1,138.53 mg/kg	6.42
มูลไส้เดือนเลี้ยงด้วยมูลวัวผสมรำ 70 : 30	0.67 %	0.95 %	0.81 %	7,038 mg/kg	731.87 mg/kg	52.59 mg/kg	1,016.73 mg/kg	5.25
มูลไส้เดือนเลี้ยงด้วยมูลวัวผสมรำ 80 : 20	1.17 %	1.42 %	1.12 %	6,864 mg/kg	1096.49 mg/kg	83.33 mg/kg	1,030.70 mg/kg	6.38
มูลหอนอน bsf	2.02 %	5.39 %	2.55 %	-	179.82 mg/kg	52.63 mg/kg	912.28 mg/kg	7.98

การเจริญเติบโตของข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43

จากการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43 พบว่าความสูงของต้นข้าวมีความแตกต่างกันตามสิ่งทดลอง โดยเฉพาะในช่วงต้นของการเจริญเติบโต หลังการย้ายปลูก 29 วัน ความสูงของต้นข้าวอยู่ในช่วง 22.62-37.77 เซนติเมตร และแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตาม ในช่วง 43-75 วัน ความสูงของต้นข้าวอยู่ระหว่าง 83.30-92.97 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในวันที่ 88 ความสูงของต้นข้าวอยู่ระหว่าง 101.32-112.12 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) สิ่งทดลองที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกัน เช่น ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยมูลหอนอน BSF มีผลต่อความสูงของต้นข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของเกศกนก วงศ์ขยานันท์ (2562) ที่พบว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนส่งผลต่อความสูงของต้นมะเขือเทศเชอร์รี่ โดยเฉพาะต้นที่ได้รับปุ๋ยมูลไส้เดือน 50 กรัมต่อต้น ในสัปดาห์ที่ 4 มีความสูงถึง 95.93 เซนติเมตร และยังคงใกล้เคียงกับกลุ่มที่ใส่ปุ๋ยเคมีในสัปดาห์ที่ 5 แม้ว่ามะเขือเทศจะไม่ใช้พืชตระกูลเดียวกับข้าว แต่หลัก การที่ปุ๋ยอินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตในระยะแรกได้ใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีนั้นสามารถอ้างอิงได้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสูงของต้นข้าวเจ้าพันธุ์ กข. 43 ที่เปรียบเทียบผลของการปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 43 หลังจากการย้ายปลูก 29-88 วัน

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)				
	29 วัน	43 วัน	60 วัน	75 วัน	88 วัน
สิ่งทดลองที่ 1	33.75 ^a	56.62	75.12	89.37	107.15 ^{abc}
สิ่งทดลองที่ 2	22.62 ^b	59.77	75.85	91.90	108.02 ^{ab}
สิ่งทดลองที่ 3	37.77 ^a	58.62	71.62	83.30	101.32 ^c
สิ่งทดลองที่ 4	32.40 ^a	54.47	71.72	85.50	105.72 ^{bc}
สิ่งทดลองที่ 5	36.35 ^a	63.37	76.02	92.97	112.12 ^a
F-test	**	NS	NS	NS	*
CV%	12.83	6.63	3.31	6.61	3.53

หมายเหตุ: NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.01$)
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43 ซึ่งประเมินโดยค่า SPAD แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$ และ $p<0.01$) โดยสิ่งทดลองที่ 5 ให้ค่า SPAD สูงในทุกช่วงการเจริญเติบโต ด้วยค่าเฉลี่ย 34.46, 36.27, 34.16, 31.26 และ 32.73 หน่วยตามลำดับ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีค่า SPAD ต่ำกว่าสิ่งทดลองที่ 3 และ 5 (28.09 หน่วย ที่ 29 วัน) แนวโน้มของค่า SPAD ลดลงเล็กน้อยหลัง 60 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการสลายคลอโรฟิลล์และการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนไปยังส่วนของผลผลิต โดย Yang et al. (2002) ชี้ว่าไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ Ata Ul Karim et al. (2016) ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่า SPAD กับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ ดัชนีสถานะไนโตรเจนและความต้องการไนโตรเจนสะสม โดยเฉพาะในช่วงสร้างรวง ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่ค่า SPAD ลดลงข้อมูลเหล่านี้ได้รับการยืนยันจากงานวิจัยของ Yoshida et al. (2016) ที่ระบุว่าค่า SPAD มีความสัมพันธ์สูงกับปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบ นอกจากนี้ Manan et al. (2024) รายงานว่า BSF frass ช่วยเพิ่มความเขียวของใบและรักษาคลอโรฟิลล์ให้นานขึ้น รวมถึงสนับสนุนความสามารถของพืชในการดูดซึมไนโตรเจนอย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวเจ้าพันธุ์ กข. 43 ที่เปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 43 หลังการย้ายปลูก 29-88 วัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (spad unit)				
	29 วัน	43 วัน	60 วัน	75 วัน	88 วัน
สิ่งทดลองที่ 1	28.09c	34.34 ^{ab}	30.34 ^b	27.61 ^b	28.84 ^b
สิ่งทดลองที่ 2	30.29 ^{bc}	33.28 ^b	31.30 ^{ab}	29.03 ^{ab}	29.14 ^b
สิ่งทดลองที่ 3	32.17 ^{ab}	32.56 ^b	29.86 ^b	28.40 ^b	29.40 ^b
สิ่งทดลองที่ 4	28.40 ^c	32.65 ^b	30.35 ^b	28.26 ^b	29.40 ^b
สิ่งทดลองที่ 5	34.46 ^a	36.27 ^a	34.16 ^a	31.26 ^a	32.73 ^a
F-test	*	*	*	**	*
CV%	7.56	4.26	6.04	4.11	5.18

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p<0.05$) ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p<0.01$) ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43

จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ และจำนวนเมล็ดตอรวง

สิ่งทดลองที่ 5 (BSF frass) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอกอสูงสุดที่ 16.25 ต้น, จำนวนรวงตอกอ 14.00 รวง และจำนวนเมล็ดตอรวง 141.06 เมล็ด ซึ่งสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) การแตกกอและการสร้างรวงในปริมาณมากมีผลโดยตรงต่อผลผลิต โดยอาจเพิ่มพื้นที่สังเคราะห์แสงและพลังงานสะสมภายในต้นผลดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Kaewtaphan et al. (2024) ที่แสดงว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่เหมาะสมช่วยเพิ่มคุณภาพการแตกกอและการเติบโตได้ใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี ขณะที่ Manan et al. (2024) พบว่า BSF frass ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากและเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งช่วยดูดซึมไนโตรเจนได้ดี (ตารางที่ 4)

เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ

ถึงแม้ว่าสิ่งทดลองที่ 5 (BSF frass) จะมีจำนวนเมล็ดตอรวงมากที่สุด แต่กลับมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่ำที่สุด (63.37 เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงที่สุด (36.62 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่สิ่งทดลองที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด (83.59 เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำสุด (16.40 เปอร์เซ็นต์) ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการผลิต เมล็ด จำนวนมากเกินไปอาจทำให้ต้นพืชไม่สามารถส่งผ่านธาตุอาหารเพื่อพัฒนาเมล็ดได้เพียงพอ จากการศึกษาของ Panigrahi et al. (2019) การเร่งพัฒนาเมล็ดจำนวนมากเกินไปในพันธุ์ข้าวที่มีช่อดอกแน่น (compact panicle) ทำให้มีการผลิตเอทิลีนภายในเมล็ดในระดับสูง ซึ่งส่งผลขัดขวางกระบวนการพัฒนาเมล็ด (grain filling) โดยเฉพาะในเมล็ดชั้นล่าง (inferior เมล็ด) เนื่องจากเอทิลีนมีบทบาทยับยั้งการสังเคราะห์แป้งภายในเยื่ออาหารเมล็ด (endosperm) ผ่านการลดการแสดงออกของยีนที่ควบคุมเอนไซม์สำคัญในการสร้างแป้ง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวเจ้าพันธุ์ กข.43 ที่เปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

สิ่งทดลอง	จำนวนต้นต่อ กอ(ต้น)	จำนวนรวงต่อ กอ (รวง)	จำนวนเมล็ดต่อ รวง (เมล็ด)	เปอร์เซ็นต์ เมล็ดดี	เปอร์เซ็นต์ เมล็ดลีบ
สิ่งทดลองที่ 1	9.75 ^b	7.25 ^c	93.83 ^b	71.93 ^{ab}	28.06 ^b
สิ่งทดลองที่ 2	8.75 ^b	8.75 ^{bc}	98.00 ^b	83.59 ^a	16.40 ^d
สิ่งทดลองที่ 3	10.75 ^b	10.50 ^b	77.50 ^b	79.47 ^a	20.52 ^{cd}
สิ่งทดลองที่ 4	10.50 ^b	8.25 ^c	89.00 ^b	74.15 ^{ab}	25.84 ^{bc}
สิ่งทดลองที่ 5	16.25 ^a	14.00 ^a	141.06 ^a	63.37 ^b	36.62 ^a
F-test	**	**	**	*	**
CVเปอร์เซ็นต์	14.12	11.95	12.97	8.77	14.99

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (p<0.01) ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

น้ำหนักเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 100 เมล็ด

สิ่งทดลองที่ 1 (การไม่ใส่ปุ๋ย) มีระยะเวลาออกรวงช้าที่สุด (81.31 วันหลังย้ายกล้า) ส่วนสิ่งทดลองที่ 5 (BSF frass) ให้น้ำหนักเมล็ดต่อรวงสูงกว่า (2.84 กรัม) การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เลี้ยงด้วยมูลวัวผสมรำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.01) อย่างไรก็ตาม น้ำหนัก 100 เมล็ดกลับมีแนวโน้มต่ำที่สุด (2.15 กรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสะท้อน ความสมดุลระหว่างจำนวนเมล็ดและคุณภาพเมล็ด กล่าวคือ แม้จำนวนมากแต่การพัฒนาเมล็ดไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะในเมล็ดชั้นล่างที่ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอในทางกลับกัน สิ่งทดลองที่ 2-4 พบว่าระยะเวลาออกรวงช้าขึ้นเล็กน้อย (78-78.5 วัน) แต่น้ำหนักเมล็ดต่อรวงปานกลาง (1.90-2.51 กรัม) และน้ำหนัก 100 เมล็ดสูง (2.37-2.50 กรัม) แสดงถึงการพัฒนาเมล็ดที่สมบูรณ์กว่า การศึกษาหลายฉบับ เช่น Chauhan et al. (2017) ชี้ให้เห็นว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในระยะการพัฒนาเมล็ด และงานของ จำเนียร มีสำลี และคณะ (2564) ระบุว่า การใส่ไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ช่วยให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ กข.6 สูงสุดในระบบปักดำ ซึ่งอาจเป็นแนวโน้มที่ใช้กับ กข.43 ได้เช่นกัน นอกจากนี้ BSF frass ยังมีรายงานว่าส่งผลดีต่อ

การสะสมคลอโรฟิลล์ การดูดซึมธาตุอาหาร และการปรับปรุงดิน (Manan et al., 2024) ส่งผลทางอ้อมต่อขนาดและน้ำหนักของเมล็ดในระยะสุดท้าย (ตารางที่ 5)

ตาราง 5 น้ำหนักของรวงและเมล็ดของข้าวเจ้าพันธุ์ กข. 43 ที่เปรียบเทียบผลของการปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 43

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาในการออกรวง (วัน หลังย้ายกล้า)	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
สิ่งทดลองที่ 1	81.31 ^a	2.31 ^{abc}	2.50
สิ่งทดลองที่ 2	78.05 ^b	2.51 ^{ab}	2.37
สิ่งทดลองที่ 3	78.30 ^b	1.90 ^c	2.37
สิ่งทดลองที่ 4	78.45 ^b	2.09 ^{bc}	2.42
สิ่งทดลองที่ 5	75.73 ^b	2.84 ^a	2.15
F-test	**	**	NS
CV%	1.62	7.93	5.67

หมายเหตุ: NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง ปุ๋ยมูลหนอน BSF มีแนวโน้มช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว โดยเฉพาะด้านความสูงของต้น จำนวนใบสะสม จำนวนต้นต่อกอ และผลผลิตข้าว โดยให้จำนวนรวงต่อกอและจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยมูลไส้เดือนจากมูลวัวและสูตรผสมรำก็มีศักยภาพในด้านเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และช่วยลดปริมาณเมล็ดลีบ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยมูลหนอน BSF และปุ๋ยมูลไส้เดือนสามารถเป็นปุ๋ยอินทรีย์ทางเลือกที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว กข. 43 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีในการทำเกษตรอินทรีย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2567

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2559). พันธุ์ข้าว กข. 43 (RD43). สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2567, จาก <https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3/15เปอร์เซ็นต์E0เปอร์เซ็นต์B8เปอร์เซ็นต์81เปอร์เซ็นต์E0เปอร์เซ็นต์B8เปอร์เซ็นต์8243.pdf>.
- เกศกนก วงศ์ยานันท์. (2562). ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รี่. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร).
- จำเนียร มีสำลี, นันทินา ดำรงวัฒนากุล, และ จักรชัยวัฒน์ กาวิวงศ์. (2564). ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 6 ภายใต้วิธีการปลูกแบบปักดำและหว่าน. *แก่นเกษตร*. 49(4), 830–841.
- ปวีณา ภูบุญผา. (2562). การศึกษาปริมาณปุ๋ยมูลนกกระทาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะเดื่อฝรั่ง. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- Ata-Ul-Karim, S. T., Sun, Z., Wang, L., Zheng, H., & Yang, G. (2016). Morphological and physiological characterization of leaf development in rice. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(12), 2781-2794. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61418-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61418-2).
- Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N. K., Fiaboe, K. K. M., & Nakimbugwe, D. (2020). Exploring black soldier fly frass as novel fertilizer for improved growth, yield, and nitrogen use efficiency of maize under field conditions. *Frontiers in Plant Science*, 11, 574592. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.574592>.
- Chauhan, B. S., Jabran, K., & Mahajan, G. (2017). Rice production worldwide. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47516-5>.
- Manan, F. A., Yeoh, Y. K., Chai, T. T., Wong, F. C. (2024). Unlocking the potential of black soldier fly frass as a sustainable organic fertilizer: A review of recent studies. *Journal of Environmental Management*, 367, 121997. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121997>.

- Iqbal, A., Hussain, Q., Mo, Z., Hua, T., Mustafa, A. E. M. A., & Tang, X. (2024). Vermicompost supply enhances fragrant-rice yield by improving soil fertility and eukaryotic microbial community composition under environmental stress conditions. *Journal of Hazardous Materials*, 469, 133234. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133234>.
- Kaewtaphan, P., Maniin, P., Nilkong, P., Aninbon, C., & Teamkao, P. (2024). Effect of organic fertilizer quantity on yield and seed qualities of rice. *International Journal of Agricultural Technology*, 20(3), 1067–1074.
- Klammsteiner, T., Turan, V., Juárez, M. F. D., Oberegger, S., & Insam, H. (2020). Suitability of Black Soldier Fly frass as soil amendment and implication for organic waste hygienization. *Agronomy*, 10(10), 1578. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101578>.
- Panigrahi, R., Kariali, E., Panda, B. B., Lafarge, T., & Mohapatra, P. K. (2019). Controlling the trade-off between spikelet number and grain filling: The hierarchy of starch synthesis in spikelets of rice panicle in relation to hormone dynamics. *Functional Plant Biology*, 46(6), 595–606. <https://doi.org/10.1071/FP18153>.
- Salomon, M. J., Cavagnaro, T. R., & Burton, R. A. (2025). Potential of black soldier fly larvae frass (BSFL) as a novel fertilizer: Impacts on tomato growth, nutrient uptake, and mycorrhizal formation. *Plant and Soil*, 489(1–2), 111–127. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-07187-4>.
- Suklaew, P. O., Chusak, C., & Adisakwattana, S. (2020). Physicochemical and functional characteristics of RD43 rice flour and its food application. *Foods*, 9(12), 1912. <https://doi.org/10.3390/foods9121912>.
- Wu, X., Cai, R., Wang, X., Wu, N., & Xu, X. (2020). Study on effects of Black Soldier Fly feces on rice growth. In: Proceedings of the 5th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2019), 4(1), 10–17. <https://www.researchgate.net/publication/340131664>.

- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., & Liu, L. (2002). Activities of enzymes involved in sucrose-to-starch conversion in grains of two rice cultivars differing in their tolerance to water deficit. *Journal of Plant Physiology*, 159(8), 919-925.
- Yoshida, S., Hikosaka, K., Takeda, M., & Shimono, H. (2016). Optimal leaf positions for SPAD meter measurement in rice. *Frontiers in Plant Science*, 7, 719. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00719>.