การรักษาผลผลิตภายใต้การจัดการปุ๋ยอินทรีย์ ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และก่ำบางพระ
Maintaining Yield under Organic Fertilizer Management in Khao Dawk Mali 105 and Kum Bangpra Rice Varieties

สุพรรษา ชินวรณ์[1*], วชิราภรณ์ เรือนแป้น[1], ณัฏฐยา เรือนแป้น[1] และธนาวัฒน์ เยมอ[1]
Supansa Chinaworn[1*], Wachiraporn Ruanpan[1], Natthaya Ruanpan[1] and Tanawat Yemor[1]
Received date: 14 พ.ค. 67 Revised date: 27 ม.ค. 68 Accepted date: 18 ก.พ. 68
DOI: https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.06.30.015

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในข้าว 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 และก่ำบางพระ วางแผนการทดลองแบบ Spilt-plot design มี 3 ซ้ำ ให้กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย เป็น Main plot และพันธุ์ข้าว เป็น sub-plot กรรมวิธีการให้ปุ๋ยประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยเคมี 3) มูลวัว 500 กก./ไร่ 4) มูลวัว 1,000 กก./ไร่ 5) มูลไก่ 150 กก./ไร่ 6) มูลไก่ 300 กก./ไร่ 7) มูลวัว 500 กก./ไร่ + มูลไก่ 150 กก./ไร่ 8) ปุ๋ยพืชสด + มูลวัว 500 กก./ไร่ 9) ปุ๋ยพืชสด + มูลไก่ 150 กก./ไร่ 10) ปุ๋ยพืชสด + มูลวัว 250 กก./ไร่ + มูลไก่ 75 กก./ไร่ ผลการศึกษาพบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยต่างกัน พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ดีกว่าก่ำบางพระ เมื่อมีการให้ปุ๋ยมูลไก่ 150 - 300 กก./ไร่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยเคมี 14-18% ในขณะที่ก่ำบางพระยังคงให้ผลผลิตต่ำกว่าการให้ปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตามเมื่อให้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับมูลวัว 250 กก./ไร่ และมูลไก่ 75 กก./ไร่ สามารถทำให้ผลผลิตข้าวก่ำบางพระเพิ่มขึ้น 24% แสดงให้เห็นว่าการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมกับข้าวแต่ละพันธุ์มีความแตกต่าง การให้ปุ๋ยอินทรีย์ถึงแม้จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำก็สามารถให้ผลผลิตเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีได้
คำสำคัญ: ปุ๋ยอินทรีย์ ข้าวพื้นเมือง ขาวดอกมะลิ 105 ก่ำบางพระ

Abstract

This study aimed to assess the effect of different fertilizer management on yield and yield component in two rice varieties, Khao Dawk Mali 105 and Kum Bangpra. Split-plot design with three replications was conducted for this study. Fertilizer management was assigned to the main plots, while rice varieties were allocated to the subplots. Ten different fertilizer management practices were employed, each designated as follows: T1) no fertilizer, T2) chemical fertilizers, T3) 500 kg./rai cow manure, T4) 1,000 kg./rai cow manure, T5) 150 kg./rai poultry manure, T6) 300 kg./rai poultry manure, T7) 500 kg./rai cow manure + 150 kg./rai poultry manure, T8) 500 kg./rai green manure + cow manure, T9) 150 kg./rai green manure + poultry manure, and T10) green manure + 250 kg./rai cow manure + 75 kg./rai poultry manure. The results indicated varying responses to fertilizer management between the local rice varieties. KDML105 tended to exhibit a stronger response to organic fertilizer compared to KBP. Following treatment with 150 and 300 kg./rai of caw manure, yields of KDML105 increased by 14-16% compared to chemical fertilizer application while yields remained lower in KBP variety. However, after applying green manure combined with cow manure of 250 kg./rai and poultry manure of 75 kg./rai, the result showed a significant increase in KBP yield, up to 24% compared to chemical fertilizer application. Therefore, organic fertilizers with lower nutrient application rates often yield similar results to those achieved under adequate chemical fertilizer application.
Keywords: organic fertilizer, local rice, Khao Dawk Mali 105, Kum Bangpra

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ. ชลบุรี 20110
[1] Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi 20110
* Corresponding author: email su_pan_sas@hotmail.com

คำนำ

จากสถานการณ์การเกิดโรคระบาดในปีที่ผ่าน ๆ มา ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็วและรุนแรงในปัจจุบัน ส่งผลให้มีการตระหนักถึงปัญหาสุขภาพมากขึ้น การเลือกรับประทานอาหารปลอดภัยเป็นวิธีการหนึ่งที่จะลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคและชะลอวัยได้ สินค้าเกษตรผักอินทรีย์จึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ข้าวอินทรีย์ถือเป็นหนึ่งในอาหารที่ได้รับความนิยม ประเทศไทยมีการผลิตข้าวอินทรีย์ที่ใช้สำหรับบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก โดยในไตรมาสแรกของปี 2566 มีปริมาณการส่งออกข้าวอินทรีย์ อยู่ที่ 4,996.77 ตัน มูลค่าการส่งออก 185.10 ล้านบาท (Office of Agricultural Economics, 2023) ถึงแม้ว่าความต้องการบริโภคข้าวอินทรีย์จะมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่ผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอ ประเทศไทยยังคงประสบปัญหาการผลิตข้าวอินทรีย์เนื่องจากการจัดการที่ยุ่งยากและไม่คุ้มทุน ทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวอินทรีย์มีเพียง 0.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทยคือ 62 ล้านไร่ มีพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากล 52,181 ไร่ ได้ผลผลิตเพียง 28,091 ตัน ซึ่งคิดเป็น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตข้าวทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่บริโภคภายในประเทศ 60 เปอร์เซ็นต์ และส่งออกเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ (Kasikorn Reserch Center, 2017) การผลิตข้าวในประเทศไทยมีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลักเพราะง่ายต่อการจัดการ และผลผลิตสูง อย่างไรก็ตามในระยะยาวอาจก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรมและโครงสร้างของดินเสื่อมสภาพได้ นอกจากนั้นเมื่อให้ปุ๋ยเคมีลงไปในปริมาณเท่าเดิม แต่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีความจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ย ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นทุกปี

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะให้อาหารที่ปลอดภัยแล้ว ยังสามารถฟื้นฟูดิน ปรับโครงสร้างของดิน ทำให้ดินร่วนซุย ระบายน้ำและอากาศได้ดี มีจุลินทรีย์ในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยในการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืช ทำให้ดินดูดซับธาตุอาหารได้ดี และส่งผลดีต่อการผลิตข้าวในระยะยาวได้ (Assefa and Tadesse, 2019) มีรายงานว่าเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเลย การให้ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียวสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เพิ่มผลผลิตเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ (Shwe et al., 2022) การให้ปุ๋ยมูลวัวมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวโดยตรง โดยพบว่าการให้มูลวัวที่ 160 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิต 12.64 กิโลกรัมต่อไร่ (Atman et al., 2018) นอกจากนั้นยังมีรายงานการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับมูลสัตว์ พบว่าการใช้ถั่วเหลืองเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ทำให้ข้าวพันธุ์ กข 47 มีผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยเคมี (Sukyankij et al., 2019) การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มการดูดธาตุไนโตรเจนได้มากขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลผลิตข้าวสูงขึ้น มากกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียเพียงอย่างเดียว (Latt et al., 2009) ปอเทืองถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในการปรับปรุงโครงสร้างของดินในการผลิตข้าว เนื่องจากมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน สามารถให้ธาตุไนโตรเจน และเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้สูง (Sanjay and Dev, 2000) การใช้เมล็ดปอเทือง 5-10 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสังข์หยดได้ (Domyos, 2013) มีรายงานเกี่ยวกับการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 โดยรายงานว่าการให้ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถให้ผลผลิตข้าวเท่ากับการให้ปุ๋ยมูลสุกร 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (Rann et al., 2016) ในขณะที่งานทดลองของ Sukkasem and Anusontpornperm (2020) รายงานว่าการให้ปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดร่วมกับผลิตภัณฑ์จากผึ้ง สามารถให้ผลผลิตเทียบเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งสูงกว่าการให้ปุ๋ยมูลวัว 500 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาของ Sriwichan and Srisa-ard (2020) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการให้ปุ๋ยมูลวัวที่อัตรา 500 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งทั้ง 3 อัตราให้ผลผลิตไม่ต่างกัน สำหรับข้าวก่ำบางพระเป็นข้าวที่เพิ่งได้รับการปรับปรุงมาได้ไม่นาน โดยได้ปรับปรุงพันธุ์จนได้สายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะดีเด่นเมื่อปี พ.ศ. 2561 จึงยังไม่มีข้อมูลการทดสอบการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ นอกจากนั้นปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดให้ธาตุอาหารแก่พืชในปริมาณที่แตกต่างกัน (Li et al., 2018) มีศักยภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารในระยะเวลาที่ต่างกัน ดังนั้นการรักษาผลผลิตข้าวภายใต้การจัดการปุ๋ยอินทรีย์ให้เทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีจึงมีความซับซ้อน การผสมผสานชนิดของปุ๋ยอินทรีย์และมีวิธีการจัดการปุ๋ยที่ดี จะสามารถเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ต้นข้าว และส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสูงเทียบเท่าปุ๋ยเคมีได้ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาผลของการใช้ชนิดของปุ๋ยคอกในอัตราที่แตกต่างกัน รวมทั้งการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยคอก ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในข้าว 2 พันธุ์คือ ขาวดอกมะลิ 105 และก่ำบางพระ

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลอง

ใช้พันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ คือ กำบางพระ และขาวดอกมะลิ 105 วางแผนการทดลองแบบ Split plot design จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย เป็น main plot และพันธุ์ข้าว เป็น sub plot ขนาดแปลงย่อย 2 x 2 เมตร จำนวน 60 แปลง กรรมวิธีการให้ปุ๋ยประกอบด้วย 10 กรรมวิธี คือ T1=ไม่ใส่ปุ๋ย T2=ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ + สูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ T3=มูลวัว อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (1.25 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย) T4= มูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (2.5 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย) T5=มูลไก่ อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ (0.375 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย) T6=มูลไก่ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (0. 75 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย) T7=มูลวัว อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ T8=ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ T9=ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลไก่ อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ T10= ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่

การจัดการกรรมวิธี

กรรมวิธีที่มีการให้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง หว่านเมล็ดปอเทืองที่อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อถึงระยะออกดอก (50 วันหลังหว่าน) ทำการย่อยปอเทืองลงในแปลง พร้อมกับเติมมูลสัตว์ตามแต่ละกรรมวิธีลงไป จากนั้นทำการไถกลบพร้อมกัน ทิ้งไว้ 30 วัน เมื่อครบกำหนด ทำการย้ายต้นกล้าข้าวลงแปลงปลูก กรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยพืชสดให้เพียงครั้งเดียวก่อนปลูก สำหรับกรรมวิธีให้ปุ๋ยเคมี ให้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ 15 วันหลังย้ายปลูก จากนั้นให้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ (50 กรัมต่อแปลงย่อย) ที่ 40 วัน และ 60 วันหลังย้ายปลูก โดยแบ่งใส่ครั้งละ 10 กิโลกรัมต่อไร่ (25 กรัมต่อแปลงย่อย)

การบันทึกผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวัดคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของชุดดินก่อนและหลังทำการทดลอง เพื่อวัดคุณสมบัติของดิน เมื่อถึงระยะออกดอก บันทึกวันออกดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของแปลงย่อย เมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา สุ่มต้นข้าวจำนวน 16 ต้น ในแต่ละแปลงย่อย บันทึกจำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น สุ่มรวงข้าวจำนวน 2 รวงในแต่ละแปลงย่อย บันทึกจำนวนดอกต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง และคำนวนเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Analysis of Variance ตามแผนการทดลอง Split-plot design เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย LSD (Least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ นำลักษณะทางพืชไร่มาหาความสัมพันธ์กับผลผลิต โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ด้วยวิธี Pearson Correlation

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณสมบัติของดินก่อนทำการทดลองพบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และอินทรียวัตถุในดิน อยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลาง (Table 1) หลังทำการทดลองและเก็บเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจากแปลงพบว่า กรรมวิธีให้ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมียังคงมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ สำหรับธาตุไนโตรเจน พบว่า กรรมวิธีการให้ปุ๋ยอินทรีย์ให้ไนโตรเจนต่ำถึงปานกลาง ในขณะที่กรรมวิธีการให้ปุ๋ยเคมีให้ไนโตรเจนระดับปานกลาง กรรมวิธีให้ปุ๋ยอินทรีย์ให้ฟอสฟอรัสตั้งแต่ระดับปานกลางถึงสูง ในขณะที่กรรมวิธีให้

ปุ๋ยเคมีอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความสัมพันธ์กับระดับธาตุฟอสฟอรัสในดิน โดยส่วนใหญ่พบว่ากรรมวิธีที่ให้อินทรียวัตถุในดินต่ำ จะมีระดับฟอสฟอรัสในดินต่ำ แสดงให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มระดับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินได้เช่นเดียวกับปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่ที่ทำการทดลองมีสัดส่วนของดินทรายสูง ปริมาณธาตุโพแทสเซียมจึงต่ำ (Jalali and Rowell, 2003) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูแรกจึงยังไม่อาจเพิ่มระดับของโพแทสเซียมในดินได้

จากการทดลองพบว่า การจัดการปุ๋ยที่ต่างกัน ส่งผลให้ลักษณะวันออกดอก ความสูงต้น ของข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (Table 2) ในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้กรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลวัว 500 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าออกดอกช้าที่สุดที่ 115 วัน ในขณะที่กรรมวิธีอื่นออกดอกไม่ต่างกันอยู่ที่ 94-97 วัน ส่วนพันธุ์กำบางพระพบว่าวันออกดอกไม่มีความแตกต่างกันทั้งกรรมวิธีไม่ให้ปุ๋ย ให้ปุ๋ยเคมี และให้ปุ๋ยอินทรีย์ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 90-93 วัน เนื่องจากข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อช่วงแสง แต่มีความอ่อนไหวต่อช่วงแสงสั้นแตกต่างกัน ส่งผลให้มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนที่สูงมีผลต่อการออกดอกของข้าว โดยส่งผลให้ออกดอกช้าลง (Ye et al., 2019) ในงานวิจัยนี้กรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวอาจเป็นสาเหตุให้ข้าวออกดอกช้าได้ ในลักษณะความสูงต้นพบว่าในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้กรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลวัว 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลไก่ 300 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีให้ปุ๋ยพืชสดปอ

เทือง + มูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีให้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงต้นสูงที่สุด อยู่ระหว่าง 124 -127 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีให้ปุ๋ยเคมี ในพันธุ์กำบางพระพบว่ากรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงต้นสูงที่สุดที่ 131-133 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีให้ปุ๋ยมูลวัว 500 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีให้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงไม่ต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 125-129 เซนติเมตร

ลักษณะจำนวนหน่อต่อต้นพบว่าในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กรรมวิธีการให้ปุ๋ยมูลไก่ 150 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนหน่อสูงสุดที่ 7 หน่อต่อต้น (Table 3) ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 5-6 หน่อต่อต้น ส่วนพันธุ์กำบางพระพบว่ากรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนหน่อต่อต้นสูงสุดที่ 6 หน่อ เช่นเดียวกับลักษณะจำนวนรวงต่อต้น ที่พบว่าภายใต้กรรมวิธีดังกล่าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กำบางพระ ให้จำนวนรวงสูงสุด ที่ 7 รวง และ 5 รวง ลักษณะจำนวนดอกต่อรวงพบว่า ในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยเคมีให้จำนวนดอกต่อรวงสูงที่สุดที่ 123 ดอก ไม่ต่างจากกรรมวิธี ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่+ มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ให้ 114 ดอกต่อรวง (Table 4) ในขณะที่พันธุ์กำบางพระพบว่า ปุ๋ยมูลวัว 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยมูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่+ มูลไก่ อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนดอกต่อรวงสูงที่สุดตั้งแต่ 123-128 ดอก ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีการให้ปุ๋ยเคมี ลักษณะอัตราการติดเมล็ดต่อรวงพบว่าทั้งสองพันธุ์ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป โดยในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีกรรมวิธีที่ให้เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ คือ การให้ปุ๋ยมูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมี คือ 90-91 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์กำบางพระพบในกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยมูลวัว 500 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และมูลไก่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับการให้ปุ๋ยเคมี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากลักษณะอัตราการติดเมล็ดที่เท่ากันแสดงให้เห็นว่าหากมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอภายในลำต้น ศักยภาพการติดเมล็ดของข้าวทั้งสองพันธุ์จะเท่า ๆ กัน อย่างไรก็ตามเนื่องจากลักษณะจำนวนดอกต่อรวงเป็นลักษณะที่กำหนดการติดเมล็ด ดังนั้นกรรมวิธีที่ส่งเสริมจำนวนดอกต่อรวงจะส่งเสริมให้ผลผลิตสูงขึ้นด้วย มีรายงานว่าช่วงที่ต้องการธาตุอาหารมากที่สุดคือระยะสร้างหน่อ จนถึงระยะน้ำนม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการดูดธาตุอาหารและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารต่าง ๆ ได้ดี (Sánchez-Reinoso et al., 2019) หากมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอ จะสามารถเพิ่มการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังเมล็ดในช่วงเติมเต็มเมล็ดได้ดี (Zhang et al., 2020) แสดงให้เห็นว่าหากจัดการปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดี จะทำให้ผลผลิตสูงตามไปด้วย ในลักษณะผลผลิตต่อต้น พบว่ากรรมวิธีการให้ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตข้าวทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อมีการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ในข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ดีกว่ากำบางพระ โดยจะเห็นว่าเมื่อมีการให้ปุ๋ย มูลไก่ 150 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยพืชสดปอเทือง+มูลวัว 500 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยเคมี โดยให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ที่ 27-29 กรัมต่อต้น คิดเป็น 14-18 เปอร์เซ็นต์เทียบกับปุ๋ยเคมี ในขณะที่กำบางพระยังคงให้ผลผลิตต่ำกว่าการให้ปุ๋ยเคมี สอดคล้องกับรายงานของ Arianti et al. (2022) ที่พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพันธุ์กำบางพระสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยเคมีได้ภายใต้การจัดการให้ปุ๋ยพืชสด + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่+ มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตที่ 25 กรัมต่อต้น ซึ่งเพิ่มขึ้น 24 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยเคมี

โดยทั่วไปปุ๋ยมูลไก่มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชสูงกว่าปุ๋ยมูลวัวประมาณ 2 เท่า จากงานทดลองที่ผ่านมามีรายงานว่าในปุ๋ยมูลไก่มีไนโตรเจนอยู่ 2.65 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 2.11 เปอร์เซ็นต์ และโปแทสเซียม 2.33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปุ๋ยมูลวัวมี ไนโตรเจน 1.30 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.81 เปอร์เซ็นต์ และโปแทสเซียม 1.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Detpiratmongkol et al., 2014) ในขณะที่ปุ๋ยพืชสดปอเทืองให้ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม ร้อยละ 2.11 0.12 และ 1.43 ตามลำดับ และมีอินทรียวัตถุสูงถึง ร้อยละ 52.5 (Sinkumkoon et al., 2015) การเพิ่มปุ๋ยพืชสดปอเทืองเข้าไปในการจัดการปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์ให้สูงกว่ากรรมวิธีอื่น และเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แก่พืชมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ยังเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมในปริมาณที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี ที่ให้ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักค่อนข้างต่ำมาก สอดคล้องกับงานทดลองของ (Abouhussein et al., 2003) ที่รายงานว่าการให้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ให้ผลผลิตมันฝรั่งสูงกว่าการให้ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าปุ๋ยมูลไก่เมื่อมีการหมักจะมีความเป็นกรดสูงกว่ามูลวัว (Inkate et al., 2020) นอกจากนั้นการใส่มูลไก่ในอัตราที่สูงอาจทำให้ดินมีความเค็ม ทำให้รากดูดน้ำได้น้อย ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงได้ ดังนั้นการเพิ่มปุ๋ยมูลไก่จาก 150 เป็น 300 กิโลกรัมต่อไร่ อาจเป็นสาเหตุให้ผลผลิตข้าวในพันธุ์กำบางพระลดลง

เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรพบว่า ผลผลิตในพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนหน่อต่อต้น ($r=0.61$, $P<0.01$) และจำนวนรวงต่อต้น ($r=0.68$, $P<0.001$) (Table 5) สอดคล้องกับ

กรรมวิธีที่ส่งเสริมจำนวนหน่อและรวงต่อต้นคือ การให้ปุ๋ยมูลไก่ทั้ง 150 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และส่งผลให้ผลผลิตสูงสุดในพันธุ์นี้ ในขณะที่ผลผลิตของข้าวก่ำบางพระมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสูงต้น ($r=0.66$, $P<0.001$) จำนวนหน่อต่อต้น ($r=0.68$, $P<0.001$) จำนวนรวงต่อต้น ($r=0.69$, $P<0.001$) และจำนวนดอกต่อรวง ($r=0.52$, $P<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับกรรมวิธีที่ส่งเสริมลักษณะดังกล่าวคือกรรมวิธีให้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยส่งผลให้ผลผลิตต่อต้นสูงสุดในพันธุ์ก่ำบางพระ

เนื่องจากข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งโดยทั่วไปตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยน้อยกว่าข้าวพันธุ์สมัยใหม่ การให้ปุ๋ยอินทรีย์ถึงแม้จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำก็สามารถให้ผลผลิตเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมได้ จากผลการศึกษาในครั้งนี้ กรรมวิธีให้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง + มูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่ + มูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีที่ส่งเสริมจำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น ในข้าวทั้งสองพันธุ์ได้ดีที่สุดซึ่งมีแนวโน้มส่งผลให้ผลผลิตสูงตามไปด้วย จึงน่าจะเป็นแนวทางการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมที่ในพันธุ์พื้นเมืองพันธุ์อื่น ๆ ได้

Table 1 Levels of nitrogen, phosphorus, potassium, pH, and organic matter (OM) before and after fertilizer application

	Nitrogen (%)			Phosphorus (mg/kg)				Potassium (mg/kg)				OM (%)		
Fertilizer management	**Low**	**Medium**	**High**	**Low**	**Medium**	**High**	**Very high**	**Low**	**Medium**	**High**	**pH**	**Low**	**Medium**	**High**
	(0.05-0.09)	**(0.10-0.14)**	**>0.14**	**(3-10)**	**(11-25)**	**(26-45)**	**>45**	**(31-60)**	**(61-90)**	**>90**		**(0.6-1.5)**	**(1.6-3.5)**	**>3.5**
Pre planting		Low			Medium				Low		6		Low	
T1		Low			Low				Low		6		Low	
T2		Medium			Medium				Low		6		Low	
T3		Low			Medium				Low		6		Medium	
T4		Medium			High				Low		6		High	
T5		Low			High				Low		6		High	
T6		Low			Very high				Low		6		Medium	
T7		Low			Very high				Low		6		High	
T8		Medium			High				Low		6		Medium	
T9		Medium			Very high				Low		6		Medium	
T10		Medium			High				Low		6		Medium	

T1=no fertilizer, T2=chemical fertilizers, T3=cow manure 500 kg./rai, T4=cow manure 1,000 kg./rai, T5=chicken 150 kg./rai, T6=poultry manure 300 kg./rai, T7=cow manure 500 kg./rai+ chicken 150 kg./rai, T8=green manure + cow manure 500 kg./rai, T9=green manure + chicken 150 kg./rai, T10=green manure + cow manure 250 kg./rai + chicken 75 kg./rai.

Table 2 Effect of organic fertilizer management on flowering date and plant height of panicles per plant of KDML105 and KBP rice varieties

Treatments (T)/Varieties (V)	Flowering date			Plant height (cm)		
	Varieties		Mean	Varieties		Mean
	KDML105	KBP		KDML105	KBP	
T1	94.3 Ba	92.0 Aa	93.2	113.27 Da	114.18 Fa	113.72
T2	94.0 Ba	92.0 Aa	93.0	116.13 CDa	128.57 ABb	122.35
T3	115.3 Aa	91.3 Ab	103.3	118.93 BCb	128.13 BCa	123.53
T4	95.0 Ba	90.3 Ab	92.7	124.60 ABa	125.13 BCDa	124.87
T5	95.7 Ba	91.7 Ab	93.7	127.27 Aa	131.33 Aa	129.30
T6	96.3 Ba	93.3 Ab	94.8	119.60 BCa	119.67 DEFa	119.63
T7	95.0 Ba	92.3 Ab	93.7	116.60 CDa	118.47 EFa	117.53
T8	97.3 Ba	92.7 Ab	95.0	117.87 CDa	122.27 CDEa	120.07
T9	95.3 Ba	90.3 Ab	92.8	126.67 Aa	127.60 BCa	127.13
T10	94.3 Ba	92.0 Aa	93.2	127.13 Ab	133.00 Aa	130.07
Mean	97.3	91.8		120.81	124.83	
CV (%)/1	3.08			3.57		
CV (%)/2	1.49			2.03		
F-test		LSD (0.05)			LSD (0.05)	
T	**	3.53		**	5.3249	
V	**	0.76		**	1.3419	
TxV	**			**		
TxV (same level of treatment)		2.4			4.2435	
TxV (different levels of treatment)		3.91			6.1121	

/1 = (replication x treatment), /2 = (replication x treatment x variety). ** mean significant at P<0.01. Different upper-case and lower-case letters are indicated to mean different within a column and raw, respectively. T1=no fertilizer, T2=chemical fertilizers, T3=cow manure 500 kg./rai, T4=cow manure 1,000 kg./rai, T5=chicken 150 kg./rai, T6=poultry manure 300 kg./rai, T7=cow manure 500 kg./rai+ chicken 150 kg./rai, T8=green manure + cow manure 500 kg./rai, T9=green manure + chicken 150 kg./rai, T10=green manure + cow manure 250 kg./rai + chicken 75 kg./rai.

Table 3 Effect of organic fertilizer management on the number of tiller per plant and number of panicles per plant of KDML105 and KBP rice varieties

Treatment (T)/Varieties (V)	Number of tiller/ plant			Number of panicle/ plant		
	Varieties		Mean	Varieties		Mean
	KDML105	KBP		KDML105	KBP	
T1	5.26 DEa	3.06 Eb	4.16	4.13 Ea	3.06 Ab	3.60
T2	5.46 DEa	4.93 BCa	5.20	4.86 DEa	4.73 Aa	4.80
T3	5.06 Ea	4.73 BCa	4.90	4.80 DEa	4.26 Aa	4.53
T4	6.40 BCa	4.40 CDb	5.40	6.00 ABCa	3.60 Ab	4.80
T5	7.40 Aa	5.20 Bb	6.30	7.00 Aa	4.66 Ab	5.83
T6	7.00 ABa	3.73 DEb	5.36	6.53 ABa	3.53 Ab	5.03
T7	5.60 DEa	4.73 BCb	5.16	5.53 BCDa	3.60 Ab	4.56
T8	5.93 CDa	4.66 BCb	5.30	5.06 CDEa	3.73 Ab	4.40
T9	6.53 BCa	5.13 BCa	5.83	5.13 CDEa	3.86 Ab	4.50
T10	5.60 DEa	6.20 Aa	5.90	5.53 BCDa	5.20 Aa	5.36
Mean	6.02	4.67		5.45	4.02	
CV (%)/1	8.38			15.15		
CV (%)/2	8.55			11.26		
F-test		LSD (0.05)			LSD (0.05)	
T	**	0.5446		**	0.8714	
V	**	0.2464		**	0.2877	
TxV	**			**		
TxV (same level of treatment)		0.7793			0.9098	
TxV (different levels of treatment)		0.7747			1.0831	

/1 = (replication*treatment), /2 = (replication*treatment*variety). ** mean significant at P<0.01. Different upper-case and lower-case letters are indicated to mean different within a column and raw, respectively. T1=no fertilizer, T2=chemical fertilizers, T3=cow manure 500 kg./rai, T4=cow manure 1,000 kg./rai, T5=chicken 150 kg./rai, T6=poultry manure 300 kg./rai, T7=cow manure 500 kg./rai+ chicken 150 kg./rai, T8=green manure + cow manure 500 kg./rai, T9=green manure + chicken 150 kg./rai, T10=green manure + cow manure 250 kg./rai + chicken 75 kg./rai.

Table 4 Effect of organic fertilizer management on number of spikelets per panicle, percentage of seed set and grain weight per plant of KDML105 and KBP rice varieties

Treatments (T)/Varieties (V)	Number of spikelet/panicle			Percentage of seed set			Grain weight/ plant (g.)		
	Varieties		Mean	Varieties		Mean	Varieties		Mean
	KDML105	KBP		KDML105	KBP		KDML105	KBP	
T1	80.86 Ca	90.06 Ca	85.46	83.35 BCa	81.90 Ca	82.62	12.58 Ea	6.68 Ca	9.63
T2	123.00 Aa	123.00 Aa	123.00	90.77 Aa	90.67 ABa	90.72	23.95 BCa	18.79 Ba	21.37
T3	90.46 Cb	114.66 ABa	102.56	88.00 ABa	91.29 ABa	89.64	15.19 DEa	11.02 Ca	13.11
T4	90.20 Cb	123.93 Aa	107.06	88.17 ABb	95.47 Aa	91.82	19.36 CDa	9.05 Cb	14.21
T5	97.26 BbC	124.26 Aa	110.76	90.20 ABa	93.16 ABa	91.68	29.38 Aa	16.82 Bb	23.1
T6	86.73 Ca	97.26 BCa	92.00	80.56 Ca	86.72 Bb	83.64	28.58 ABa	11.20 Cb	19.89
T7	86.93 Ca	97.86 BCa	92.40	81.02 Cb	89.63 ABa	85.32	16.05 DEa	9.87 Cb	12.96
T8	92.40 BCa	98.20 BCa	95.30	89.27 ABa	87.02 Ba	88.15	27.77 ABa	10.84 Cb	19.3
T9	93.80 BCb	111.33 ABb	102.56	88.28 ABa	89.04 ABa	88.66	23.97 BCa	9.54 Cb	16.75
T10	114.33 ABa	128.00 Aa	121.16	86.24 ABCa	89.11 ABa	87.67	20.85 Ca	24.69 Aa	22.77
Mean	92.55	109.51		86.58	89.4		21.77	12.85	
CV (%)/1	13.22			5.39			13.26		
CV (%)/2	11.58			3.54			18.73		
F-test		LSD (0.05)			LSD (0.05)			LSD (0.05)	
T	**	16.554		**	5.75		**	2.785	
V	**	6.4391		**	1.677		**	1.746	
TxV	**			**			**		
TxV (same level of treatment)		20.362			5.303			5.523	
TxV (different levels of treatment)		21.94			6.864			4.797	

/1 = (replication*treatment), /2 = (replication*treatment*variety). ** mean significant at P<0.01. Different upper-case and lower-case letters are indicated to mean different within a column and raw, respectively. T1=no fertilizer, T2=chemical fertilizers, T3=cow manure 500 kg./rai, T4=cow manure 1,000 kg./rai, T5=chicken 150 kg./rai, T6=poultry manure 300 kg./rai, T7=cow manure 500 kg./rai+ chicken 150 kg./rai, T8=green manure + cow manure 500 kg./rai, T9=green manure + chicken 150 kg./rai, T10=green manure + cow manure 250 kg./rai + chicken 75 kg./rai.

Table 5 Correlation coefficient (r) between grain weight per plant and agronomic traits of KDML105 and KBP rice varieties

Traits	KDML105		KBP	
	r	P-value	r	P-value
Plant height (cm.)	0.34	0.0685	0.66	0.0001
Number of tillers per plant	0.68	0.0000	0.68	0.0000
Number of panicles per plant	0.61	0.0004	0.69	0.0000
Number of spikelets per panicle	0.27	0.1455	0.53	0.0029
Seed set (%)	0.33	0.0734	0.14	0.4633

สรุปผลการศึกษา

ข้าวทั้งสองพันธุ์ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ดีกว่าก่ำบางพระ การให้ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียวสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ ในขณะที่ข้าวก่ำบางพระต้องให้ ปุ๋ยพืชสดปอเทืองโดยใช้อัตราการหว่านเมล็ดที่ 10 กิโลกรัมต่อไร่ และไถกลบร่วมกับมูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่ และมูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ การให้ปุ๋ยอินทรีย์ในข้าวทั้งสองพันธุ์ถึงแม้จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำก็สามารถให้ผลผลิตเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีได้ อย่างไรก็ตามกรรมวิธีให้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับมูลวัว 250 กิโลกรัมต่อไร่และมูลไก่ 75 กิโลกรัมต่อไร่ น่าจะเป็นแนวทางที่ดีในการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ในข้าวพันธุ์อื่น ๆ ด้วย

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2566 ในการสนับสนุนงบประมาณ

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม และสมมุติฐาน: สุพรรษา ชินวรณ์. การปฏิบัติการวิจัย การมีส่วนร่วมในการออกแบบการทดลอง การทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการเก็บข้อมูล และ criteria: สุพรรษา ชินวรณ์ และณัฏฐยา เรือนแป้น. การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปรผล: สุพรรษา ชินวรณ์, วชิราภรณ์ เรือนแป้น และธนาวัฒน์ เยมอ. การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุปหรือองค์ความรู้ หรือทฤษฎีเดิม: สุพรรษา ชินวรณ์, ณัฏฐยา เรือนแป้น และธนาวัฒน์ เยมอ. การมีส่วนร่วมในการเขียน manuscript: สุพรรษา ชินวรณ์ และณัฏฐยา เรือนแป้น. การให้การสนับสนุนเครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ: วชิราภรณ์ เรือนแป้น.

เอกสารอ้างอิง

Abouhussein, S., El-Shorbagy, T., & Abou Hadid, A. (2003). Effect of cattle and chicken manure with or without mineral fertilizers on tuber quality and yield of potato crops. **Acta Horticulturae**, 608(1), 95-100.

Arianti, F., Pertiwi, M. D., Triastono, J., Purwaningsih, H., Minarsih, S., Kristamtini, K., Hindarwati, Y., Jauhari, S., Sahara, D., & Nurwahyuni, E. (2022). Study of organic fertilizers and rice varieties on rice production and methane emissions in nutrient-poor irrigated rice fields. **Sustainability**, 14(10), 5919.

Assefa, S., & Tadesse, S. (2019). The principal role of organic fertilizer on soil properties and agricultural productivity-a review. **Agricultural Research and Technology: Open Access Journal**, 22(2), 46-50.

Atman, A., Bakrie, B., & Indrasti, R. (2018). Effect of cow manure dosages as organic fertilizer on the productivity of organic rice in West Sumatra, Indonesia. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, 3(2), 506-511.

Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T., & Yoosukyingstaporn, S. (2014). Effects of chicken, pig and cow manures on growth and yield of Kalmegh (Andrographis paniculata Nees). **Journal of Agricultural Technology**, 10(2), 475-482.

Domyos, S. (2013). Influence of crotalaria juncia seed rate on yield and yield components and nitrogen content of Sangyod Phatthalung rice grown in paddy soil of phatthalung soil series. **Thai Journal of Soils and Ferilizers**, 35(1-4), 36-44.

Inkate, C., Pramojanee, P., & Panomjan, N. (2020). Chemical properties and nutrients of aerated compost produced from napier grass, sweet corn and water hyacinth. **Khon Kaen Agriculture Journal**, 48(1), 465-472. (in Thai).

Jalali, M., & Rowell, D. (2003). The role of calcite and gypsum in the leaching of potassium in a sandy soil. **Experimental Agriculture**, 39(4), 379-394.

Latt, Y. K., Myint, A. K., Yamakawa, T., & Ogata, K. (2009). The effects of green manure (*Sesbania rostrata*) on the growth and yield of rice. **Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University**, 54(2), 313-319.

Li, C., Liu, S., Yang, J., Wang, Y., Tang, L., Tu, N., & Yi, Z. (2018). Impacts of partial substitution of chemical nitrogen fertilizer with different organic fertilizers on double cropping rice growth and yield. **Journal of Southern Agriculture**, 49(6), 1102-1110.

Kasikorn Reserch Center. (2017). **Organic Rice: Market Potential that Continues to Grow (Economic Outlook, Issue 1991**. Retrieved from: https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/9215.aspx. (in Thai).

Office of Agricultural Economics (2023). **Organic Marketplace in Thailand**. Retrieved from: https://www.oae.go.th/view/1/News Details/All news/41672/TH-TH. (in Thai).

Rann, V., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., & Sreewongchai, T. (2016). Response of KDML105 and RD41 rice varieties grown on a Typic Natrustalf to granulated pig manure and chemical fertilizers. **Agriculture and Natural Resources**, 50(2), 104-113.

Sánchez-Reinoso, A. D., Nieto, M. F., Dossmann, J., Camacho-Tamayo, J. H., & Restrepo-Díaz, H. (2019). Nutrient uptake, partitioning, and removal in two modern high-yielding Colombian rice genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, 42(8), 2373-2387.

Sanjay, S., & Dev, S. P. (2000). Effect of green manuring of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) on rice yield, nitrogen turnover and soil properties. **Crop Research (Hisar)**, 19(3), 418-423.

Shwe, K. K., Mar, S. S., Win, T., Hlaing, W. Y., Thwin, H. M., Ngwe, K., & Sakai, T. (2022). Effect of chicken manure and chemical fertilizer applications on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.). **International Journal of Environmental and Rural Development**, 12(1), 149–155.

Sinkumkoon, P., Thanachit, S., Anusontpornperm, S., Kheoruenromne, I., Petprapai, P., & Bowichean, R. (2015). Influences of green manures and N-fertilizer management on nutrient uptakes and yield of cassava on a degraded sandy soil. **Agriculture and Natural Resources**, 49(3), 375-389.

Sriwichan, Y., & Srisa-ard, K. (2020). **Effects of Organic Fertilizer on Growth, Yield and Grain Quality of KDML 105 Rice Variety under Upper Paddy and Lower Paddy of Rainfed Rice Land**. Doctoral dissertation. Mahasarakham University.

Sukkasem, G., & Anusontpornperm, S. (2020). Effect of bee product, organic and chemical fertilizers on Khao Dawk Mali 105 (KDML 105) rice planted in different paddy soils, Ubon Ratchathani province. **Khon Kaen Agriculture Journal**, 48(1), 221-236.

Sukyankij, S., Pluemphuak, T., & Panich-pat, T. (2019). Effects of green manures and fertilizer managements on yield, nutrient uptake and economic return of rice cv. RD47 Grown in Ayutthaya Soil Series. **Journal of Agriculture**, 35(1), 61-73. (in Thai).

Ye, T., Li, Y., Zhang, J., Hou, W., Zhou, W., Lu, J., Xing, Y., & Li, X. (2019). Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization affects the flowering time of rice (*Oryza sativa* L.). **Global Ecology and Conservation**, 20(1), e00753.

Zhang, L., Liang, Z.-y., He, X.-m., Meng, Q.-f., Hu, Y., Schmidhalter, U., Zhang, W., Zou, C.-q., & Chen, X.-p. (2020). Improving grain yield and protein concentration of maize (*Zea mays* L.) simultaneously by appropriate hybrid selection and nitrogen management. **Field Crops Research**, 249(1), 107754.