ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effects of Organic Fertilizers and Green Manure on Growth and Yield of Kaw Dok Mali 105 Rice Cultivar

นิอร งามฮุย[1] ประภาสิณี วิตตานุช[1] ภควดี เอียดรัมย์[1],
พวงเพชร พิมพ์จันทร์[1] และ วันเพ็ญ ชลอเจริญยิ่ง[1]*
Nion Ngamhui[1], Praphasini Wittanut[1], Phakhawadee Aiadram[1],
Paongpetch Phimchan[1] and Wanpen Chalorcharoenying[1]*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวที่แตกต่างกัน 8 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 1 ตันต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ 6) ปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบ 7) ปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบ ร่วมกับ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า 0.5 ตันต่อไร่ 8) ปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบ ร่วมกับ ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อไร่ จากนั้นเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 8 ต้นข้าวมีการแตกหน่อ (9 หน่อต่อกอ) และความสูงต้น (121.00 เซนติเมตร) มากที่สุด กรรมวิธีที่ 3 5 และ 8 ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด (541.00, 611.43 และ 560.80 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) และกรรมวิธีที่ 8 มีกำไรมากที่สุด คือ 1,348 บาท จากการทดลองแนะนำกรรมวิธีที่ 8 ปลูกปอเทืองอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบ ร่วมกับ ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อไร่ เนื่องจากข้าวเจริญเติบโตดี ผลผลิตสูง และให้ผลกำไรมากที่สุด

คำสำคัญ: ปุ๋ยอินทรีย์ ผลผลิต ข้าวขาวดอกมะลิ 105

Received: 11 November 2024; Accepted: 9 December 2024

[1] คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000

[1] Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus Surin Province 32000

* Corresponding author: wchalorcharoenying@gmail.com

Abstract

This research aimed to study the types of organic fertilizers and green manures on the growth and yield of Kaw Dok Mali 105 rice cultivar. The experiment was designed in a randomized complete block design, consisted of 8 different organic fertilizer treatments in the rice field: 1) no fertilizer, 2) 0.5 tons per rai of commercial organic fertilizer, 3) 1 ton per rai of commercial organic fertilizer, 4) 1 ton per rai of manure compost, 5) 2 tons per rai of manure compost, 6) planted *Rotalaria juncea* at the seed rate of 5 kilograms per rai and it has been plowed under, 7) planted *R. juncea* at the seed rate of 5 kilograms per rai and it has been plowed under and 0.5 tons per rai of commercial organic fertilizer, 8) planted *R. juncea* at the seed rate of 5 kilograms per rai and it has been plowed under, and 1 ton of manure compost. The growth and yield data of the rice were collected. The results showed that treatment no. 8 has the highest tillering (9 tiller per hill) and plant height (121.00 cm). Treatment no. 3, 5 and 8 gave the highest rice yield (541.00, 611.43 and 560.80 kilograms per rai, respectively). Treatment no.8 has the highest profit, which is 1,348 baht per rai. From this experiment, method no.8, planted *Rotalaria juncea* at the seed rate of 5 kilograms per rai and it has been plowed under, and 1 ton of manure compost was recommended because the rice has well glowed, high yields and made the most profit.

Keywords: Organic fertilizer, Yield, Kaw Dok Mali 105 rice

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย มีความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2566 ไทยส่งออกข้าวประมาณ 8 ล้านเมตริกตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 178,135 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) โดยพื้นที่ปลูกข้าวกระจายอยู่ทั่วประเทศมากกว่า 70 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) โดยพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่เป็นการทำการเกษตรเชิงเดี่ยว ด้วยการปลูกข้าวเพียงชนิดเดียวต่อเนื่องกันในพื้นที่มาอย่างยาวนาน และใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากและบางส่วนใส่เกินความต้องการของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดินเสื่อมโทรม (จักรพันธ์, 2565; ศูนย์ศึกษายุทศาสตร์ สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ, 2560) ดินอัดตัวกันแน่นจำกัดการเจริญเติบโต การดูดน้ำและแร่ธาตุของรากพืช ปริมาณออกซิเจนในดินลดลงส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน เร่งการย่อยสลายอินทรียวัตถุทำให้โครงสร้างดินเสื่อมลงดินแข็งไม่อุ้มน้ำ เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมาก ส่งผลให้เกิดดินเป็นกรด ฟอสฟอรัสในดินเปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช รวมถึงเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ (สุภาวดี, 2564; Chali Abate, 2023; Phad, 2023) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาและช่วยให้เกษตรกรผลิตพืชได้อย่างยั่งยืน โดยการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น มูลสัตว์ กากตะกอนน้ำเสีย เศษซากวัสดุ และอาหารเหลือ เป็นต้น มาใช้เป็นปุ๋ยให้แก่พืช ซึ่งปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยแต่ละชนิดอาจแตกต่างกันไปสามารถช่วยเพิ่ม

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ช่วยในการดูดซึมธาตุอาหารของพืช และทำให้โครงสร้างของดินดีทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Chew et al., 2019) ปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรใช้ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยคอก ซึ่งปุ๋ยแต่ละชนิดจะส่งผลแตกต่างกัน (Tahat et al., 2020) ซึ่งเมื่อให้ในอัตราที่เหมาะสมสามารถทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี (Rodnuch et al., 2019) ในปัจจุบันมีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยอินทรีย์การค้าจำหน่าย โดยการปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราแนะนำ 400 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณผลผลิตมีปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น (นุชจรี และคณะ, 2558) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยพืชสดก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยปรับปรุงดินได้ การไถกลบปุ๋ยพืชสดลงในดินสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน และยังสามารถตรึงไนโตรเจนให้กับดินอีกด้วย (Maitra et al., 2018) ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดเป็นแหล่งของธาตุอาหารและอินทรียวัตถุให้กับดินที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ แต่ยังไม่มีข้อมูลผลของการไถกลบปุ๋ยพืชสดควบคู่กับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตข้าว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

วิธีการวิจัย

แผนการทดลองและการจัดการหน่วยการทดลอง

ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีในการจัดการปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดที่แตกต่างกัน 8 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 1 ตันต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ 6) ปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบ 7) ปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า 0.5 ตันต่อไร่ และ 8) ปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อไร่ ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนเมษายน - พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ณ แปลงแผนกนาข้าวและโรงสี คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

การจัดการปุ๋ย เตรียมดิน ปลูกและดูแลรักษา

การเตรียมปุ๋ย เตรียมปุ๋ยหมักมูลสัตว์โดยนำมูลสุกร และ มูลโค อัตราส่วน 1:1 มาผสมให้เข้ากันรวมปริมาณ 2 ตัน จากนั้นนำรำอ่อน 50 กิโลกรัม มาโรยให้ทั่วและผสมให้เข้ากัน นำ พด. 1 ปริมาณ 200 กรัม ผสมกากน้ำตาล 4 กิโลกรัม และผสมน้ำ 40 ลิตร คนให้เข้ากัน นำไปรดให้ทั่วกองปุ๋ยและผสมให้เข้ากันอีกครั้งหนึ่ง แล้วรดน้ำให้ความชื้นทั่วกันทั้งกอง นำพลาสติกมาคลุมกองปุ๋ยทิ้งไว้ 45 วัน จากนั้นเตรียมปุ๋ยใส่ตามปริมาณที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับมาตรฐาน IFOAM (ผลวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยแสดงในตารางที่ 1)

เตรียมแปลง เตรียมย่อยขนาด 3 x 3 เมตร จำนวน 32 แปลงย่อย ระยะห่างระหว่างคันดินแต่แปลงย่อยกว้าง 70 เซนติเมตร ปลูกปอเทืองโดยการหว่านเมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามแผนการทดลอง ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2566 จากนั้นไถกลบเมื่อปอเทืองออกดอก เริ่มเตรียมดินในแปลงปลูกในเดือนมิถุนายน โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามแผนการทดลองแล้วไถกลบ และปักดำกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 20 วัน โดยใช้ระยะปลูก 30 x 25 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อกอ ดูแลและสำรวจศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ หลังการปักดำ 30 วันทำการกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือ รักษาน้ำระดับ 5 เซนติเมตร ตลอดระยะเวลาการปลูก จากนั้นก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน งดการให้น้ำเพื่อลดความชื้นในดิน

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยหมักมูลสัตว์และปุ๋ยอินทรีย์การค้าที่ใช้ในการทดลอง

Characteristics	Commercial organic fertilizer	Manure compost	Organic fertilizer standard*
pH (1:4)	8.50	6.54	-
Organic matter (%w/w)	25.10	45.32	≥20
N (%)	1.60	1.11	≥ 1
P_2O_5 (%)	2.90	1.58	≥ 0.5
K_2O (%)	0.44	0.34	≥ 0.5

หมายเหตุ * พระราชบัญญัติปุ๋ย 2550

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

เก็บข้อมูลจำนวนการแตกกอและความสูงของข้าวทุก 30 วันหลังการปักดำ วัดค่าความเขียวของใบข้าวที่อายุ 120 วันหลังการปักดำ (ก่อนออกดอก) ประเมินค่าความเขียวใบของใบระยะแตกกอ อายุ 4 เดือนหลังการปักดำ โดยวัดใบที่ขยายขนาดเต็มที่บนหน่อหลักที่สังเกตเห็นคอใบชัดเจน ในแต่ละใบวัด 3 ตำแหน่ง คือ โคนใบ กลางใบ และปลายใบ โดยใช้เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (Minolta SPAD - 502, Japan) วัดค่าขณะที่ใบอยู่บนต้น เพื่อให้ได้ค่าความเขียวใบที่มีการกระจายตัวในช่วงกว้าง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของ SPAD UNIT เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต และปริมาณผลผลิตของข้าวที่อายุเก็บเกี่ยว (พฤศจิกายน) ประกอบด้วยจำนวนรวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่) และคำนวณต้นทุน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน ปักดำ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด และค่าเก็บเกี่ยว คำนวณรายได้จากการจำหน่ายผลผลิต และคำนวณกำไรของแต่ละกรรมวิธี

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงของต้นข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่อายุ 150 วันหลังปักดำ ต้นข้าวมีความสูงต้นเฉลี่ย 96.75 – 137.13 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) ทำให้ต้นข้าวสูงที่สุด (137.13 เซนติเมตร) รองลงมาคือ การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) สูง 121.00 เซนติเมตร และการไม่ใส่ปุ๋ย (T1) มีผลให้ต้นข้าวสูงน้อยที่สุด (96.75 เซนติเมตร) (ตารางที่ 2) การแตกกอของต้นข้าวที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังการปักดำไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในขณะที่การแตกกอของข้าวที่อายุ 120 และ 150 วันหลังปักดำ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวที่อายุ 120 วันหลังปักดำมีการแตกกอเฉลี่ย 6.0 – 8.8 หน่อต่อกอ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) จำนวนหน่อต่อกอมากที่สุด คือ 9.0 หน่อต่อกอ ข้าวที่อายุ 150 วันหลังปักดำ มีการแตกกอเฉลี่ยระหว่าง 6.3 – 9.0 หน่อต่อกอ โดยการปลูกปอเทืองอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับไถกลบ ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) ข้าวมีจำนวนหน่อต่อกอที่มากที่สุดเท่ากับ 9.0 หน่อต่อกอ (ตารางที่ 3) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความเขียวของใบข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าความเขียวใบอยู่ระหว่าง 31.35 – 39.65 การใช้ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 2 ตันต่อไร่ (T5) ให้ค่าความเขียวใบที่มากที่สุดเท่ากับ 39.65 รองลงมาคือ การปลูก

ปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า 0.5 ตันต่อไร่ (T7) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อ (T4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (T2) การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่แล้วไถกลบ (T6) และไม่ใส่ปุ๋ย (T1) มีค่าความเขียนของใบเท่ากับ 37.52 36.57 36.37 34.50 34.30 32.15 และ 31.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากกว่าร่วมกับการไถกลบปอเทืองจะให้ปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตมากกว่า ทำให้การเจริญเติบโตทั้งความสูงและการแตกกอของข้าวดีกว่า (Yadav et al., 2016) สอดคล้องกับการศึกษาในข้าวโบโรที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์จากมูลไก่ในปริมาณที่มีธาตุอาหารตามที่กำหนดในมาตรฐานทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยไม่เพียงพอหรือได้รับปุ๋ยน้อยกว่า (Hoque et al., 2018) ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดจะมีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหากได้รับในปริมาณเพียงพอ โดยธาตุไนโตเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การสร้างคลอโรฟิลล์ และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ฟอสฟอรัสมีส่วนช่วยในการแบ่งเซลล์ของพืช การเจริญเติบโตของรากและการออกดอก (Khalofah et al., 2022)

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดที่แตกต่างกันมีผลทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตรของข้าวมีความแตกต่างกัน โดยการปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่แล้วการไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) และการใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ (T5) มีจำนวนรวงต่อตารางเมตรสูงที่สุด ได้แก่ 86.25, 86.00 และ 89.50 รวง ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ย (T1) ข้าวมีจำนวนรวงต่อตารางเมตรต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 59.75 รวง จากการเก็บข้อมูลจำนวนเมล็ดดีต่อรวงพบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 2 ตันต่อไร่ (T5) ให้จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุด คือ 144 เมล็ดต่อรวง รองลงมาคือ การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า 0.5 ตันต่อไร่ (T7) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (T2) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อไร่ (T4) และการปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่แล้วไถกลบ (T6) มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงเท่ากับ 139.75, 137.75, 132.00, 129.50, 120.50 และ 119.75 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ย (T1) ให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงน้อยที่สุดคือ 112.50 เมล็ด การใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) และ การใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ (T5) ข้าวมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุด คือ 29.75 และ 29.50 กรัม ตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ (T5) การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด คือ 611.43 560.80 และ 541.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 ผลของการจัดการปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดที่แตกต่างกันต่อความสูงของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Treatments	Plant height (cm) at				
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT
T1	47.75^{d}	52.75^{de}	66.00^{e}	85.38^{c}	96.75^{d}
T2	54.50b^{c}	61.62^{bc}	73.63^{d}	98.38^{b}	113.63^{bc}
T3	57.25^{ab}	64.62^{b}	95.63^{b}	112.38^{a}	137.13^{a}
T4	48.25^{d}	57.12^{cd}	66.88^{e}	99.50^{b}	106.88^{c}
T5	59.75^{a}	73.12^{a}	99.00^{ab}	102.12^{ab}	110.13^{c}
T6	52.00^{cd}	52.50^{de}	66.38^{e}	96.75^{bc}	107.75^{c}
T7	49.25^{d}	50.87^{e}	88.75^{c}	96.88^{bc}	113.13^{bc}
T8	50.50^{cd}	59.50^{bc}	105.25^{a}	113.25^{a}	121.00^{b}
ค่าเฉลี่ย	52.40	59.01	82.68	100.58	113.30
F-test	**	**	**	**	**
LSD	5.84	5.90	5.39	10.12	9.08
C.V. (%)	6.33	6.71	5.22	7.97	5.27

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ LSD *,** มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์, DAT: จำนวนวันหลังปักดำ (Days After Transplanting)

ตารางที่ 3 ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดต่อการแตกกอของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Treatments	Tiller (no. per hill) at				
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT
T1	3.2	4.3	6.0	6.0^{d}	6.3^{b}
T2	3.0	4.8	6.8	7.0^{cd}	7.7^{ab}
T3	3.5	4.5	6.6	9.0^{a}	8.5^{a}
T4	3.2	5.3	6.7	7.0^{cd}	8.12^{a}
T5	3.0	6.1	6.7	7.5^{c}	8.62^{a}
T6	3.5	5.3	5.8	7.2^{c}	8.62^{a}
T7	3.0	5.0	7.1	7.8^{bc}	8.75^{a}
T8	3.5	4.3^{b}	6.7	8.8^{ab}	9.00^{a}
mean	3.2	5.0	6.6	7.6	8.2
F-test	ns	ns	ns	**	*
LSD	6.4	1.3	1.1	1.1	1.4
C.V. (%)	13.43	18.55	11.42	10.10	12.52

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, อักษรภาษาอังกฤษหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ LSD *,** มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์, DAT: จำนวนวันหลังปักดำ (Days After Transplanting)

จากผลการทดลองกรรมวิธีที่ 3 5 และ 8 เป็นกรรมวิธีที่มีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าวดีที่สุด เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการไถกลบปอเทืองจึงทำให้มีธาตุอาหารในปริมาณมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และมีปริมาณเพียงพอทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า (โดยมีความสูงและจำนวนหน่อต่อกอมากที่สุด) จึงส่งผลดีต่อการสร้างรวงและผลผลิต สอดคล้องกับงานทดลองของ Rodnuch et al. (2019) ซึ่งทำการเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดกับการให้ปุ๋ยคอกจากมูลไก่อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในข้าวพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 2 พันธุ์ พบว่า ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดให้ผลผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ Siavoshi et al. (2011) ที่เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีพบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ตันต่อเฮกต้าร์ ให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ยอินทรีย์ 1.5 ตันต่อเฮกต้าร์ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีปริมาณครึ่งหนึ่งของคำแนะนำ โดยมีจำนวนรวงจำนวนเมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้ในปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนประกอบของธาตุอาหารหลักที่แม้จะมีในปริมาณน้อยทำให้ต้องใส่ปุ๋ยในปริมาณมากเพื่อให้มีธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการอย่างเพียงพอ แต่มีข้อดีคือในปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนประกอบของธาตุอาหารรอง จุลธาตุที่พืชต้องการ มีอินทรียวัตถุ ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ชนิดต่าง ๆ (Rodnuch et al., 2019; Tahat et al., 2020) ช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของระบบรากข้าว ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มผลผลิตของข้าว (Yamazaki and Harada , 1982) ในขณะเดียวกันการใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการปรับปรุงดินโดยการไถกลบปุ๋ยพืชสดลงในดินสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน ได้แก่ ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและช่องว่างในดิน เนื้อดินนุ่มขึ้น เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ย จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และปริมาณธาตุไนโตรเจนในดิน (Mandal et al., 2003; Maitra et al., 2018) และยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากและเพิ่มผลผลิตข้าวในการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในระบบปลูกข้าวร่วมกับข้าวสาลี (Mandal et al., 2003) ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักจากกากถั่วและมูลไก่ การใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับการไถกลบซากต้นเรปซีดช่วยเพิ่มไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารอื่น ๆ (Achu et al., 2013)

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตข้าว ประกอบด้วย ค่าเตรียมดิน ปักดำ ปุ๋ยอินทรีย์และการจัดการปุ๋ย และค่าเก็บเกี่ยวข้าว พบว่า วิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด คือ 6,970 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ (T5) การปลูกปอเทืองอัตรา 5 กิโลกรัมไร่แล้วไถกลบร่วมกับใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า 0.5 ตันต่อไร่ (T7) การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (T2) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อ (T4) การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่แล้วไถกลบ (T6) คือ 6,370 5,120 4,820 4,670 4,370 และ 2,820 บาท ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ย (T1) มีต้นทุนต่ำที่สุด 2,370 บาท ทั้งนี้เมื่อนำราคาที่จำหน่ายได้หักต้นทุนแล้วพบว่า การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) มีกำไรมากที่สุด คือ 1,348 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบ (T6) การไม่ใส่ปุ๋ย (T1) และ การใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ (T5) คือ 953 933 และ 355 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (T2) ใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 1 ตันต่อ (T4) และวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) ขาดทุน 373 747 และ 1,019 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาต้นทุนการผลิตข้าวในระบบอินทรีย์และเคมีของ ชาลิสา และกนกเนตร (2559) พบว่า มีต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่ทั้งสิ้น 4,230.85 บาท รายได้เฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 6,007.55 บาท ทำให้การปลูกข้าวเกษตรอินทรีย์มีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 1,776.70 บาท ส่วนเกษตรกรที่ปลูกข้าวเกษตรเคมีมีต้นทุนเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 5,472.27 บาท รายได้เฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 6,642.38 บาท ทำให้การปลูกข้าวแบบใช้สารเคมีมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 1,170.11 บาท แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าเกษตรกรที่ปลูก

ข้าวเกษตรอินทรีย์ใช้ต้นทุนต่ำกว่าเกษตรเคมี และมีผลตอบแทนที่มากกว่าเกษตรเคมี เช่นเดียวกับการศึกษาผลของการไถกลบปุ๋ยพืชสดและตอซังร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าวในระยะเวลา 2 ปีของปวีณา (2562) พบว่า ข้าวมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงขึ้นในขณะที่ต้นทุนการผลิตต่อไร่ลดลงจากการทำนารูปแบบเดิม ทำให้เกษตรกรมีกำไรจากการจำหน่ายผลผลิตข้าวมากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดที่มีต่อจำนวนรวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Treatments	SPAD UNIT	Number of tillers per m^2	Number of filled grains per panicle	1000 grain weight (g)	Yield (kg./rai)
T1	31.35^{d}	59.75^{d}	112.50^{c}	28.00^{bc}	300.33^{d}
T2	34.30^{bcd}	70.50^{bc}	129.50^{ab}	26.75^{cd}	390.60^{bc}
T3	36.57^{abc}	86.25^{a}	132.00^{ab}	29.75^{a}	541.00^{a}
T4	34.50^{bcd}	63.50^{cd}	120.50^{bc}	27.00^{cd}	329.35^{cd}
T5	39.65^{a}	89.50^{a}	144.00^{a}	29.50^{a}	611.43^{a}
T6	32.15^{cd}	67.75^{c}	119.75^{bc}	26.50^{d}	343.05^{c}
T7	36.37^{abc}	77.75^{b}	137.75^{ab}	28.75^{ab}	487.37^{b}
T8	37.52^{ab}	86.00^{a}	139.75^{ab}	29.25^{ab}	560.80^{a}
mean	35.30	75.12	129.47	28.18	75.12
F-test	*	*	*	**	*
LSD	4.63	7.80	25.05	2.84	91.49
C.V. (%)	8.93	7.06	13.16	3.52	7.06

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ LSD *,** มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, DAT: จำนวนวันหลังปักดำ (Days After Transplanting)

สรุป

การศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า วิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) มีการแตกกอสูงและมีความสูงมากที่สุด การใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้า อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) การใส่ปุ๋ยหมักมูลสัตว์ 2 ตันต่อไร่ (T5) และ การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ (T8) ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด ทั้งนี้การปลูกปอเทืองใช้เมล็ดอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบร่วมกับปุ๋ยหมักมูลสัตว์ อัตรา 2 ตันต่อไร่ (T8) เป็นวิธีการที่ได้กำไรจากการจำหน่ายข้าวเปลือกมากที่สุด

ตารางที่ 5 ต้นทุน รายได้ และกำไรจากการผลิตข้าว (บาทต่อไร่) โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสด

Costs details	Treatments							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1. Soil prep.	770	770	770	770	770	770	770	770
2. transplanting	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3. green manure	0	0	0	0	0	450	450	450
4. organic fertilizer	0	2300	4600	2000	4000	0	2300	2000
5. Harvesting	600	600	600	600	600	600	600	600
Total (Baht)	2,370	4,670	6,970	4,370	6,370	2,820	5,120	4,820
Yield (kg/rai)	300.33	390.6	541	329.35	611.43	343.05	487.37	560.8
Net income (Baht)	3,303	4,296	5,951	3,622	6,725	3,773	5,361	6,168
Profit (Baht)	933	-373	-1,019	-747	355	953	241	1,348

หมายเหตุ: ราคาจำหน่ายคำนวณจากราคาข้าวเปลือก 11 บาทต่อกิโลกรัม

เอกสารอ้างอิง

จักรพันธ์ นาน่วม. 2565. ความ (ไม่) ยั่งยืนของการทำนาข้าวในภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารวิจัยสังคม. 45(2), 34-58.

ชาลิสา สุวรรณกิจ และ กนกเนตร เปรมปรี. 2559. การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกข้าวเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี. วารสารมหาวิยาลัยศิลปกร ฉบับมนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์ และศิลปะ. 2(9), 519-529.

นุชจรี กองพลพรหม, ฤทธิรงค์ จังโคฏิ และ ธวัดชัย ธานี. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรียคุณภาพสูง และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 15(1), 66-77.

ปวีณา ยงยืน. 2562. การถ่ายของพืชปุ๋ยสดและตอซังพืชร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรในรูปแบบแปลงใหญ่ข้าว อำเภอนาเยีย จังหวัดอุบลราชธานี. ค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2567, https://shor-turl.asia/58Lft.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2567. สถิติสินค้าเกษตรไทบกับต่างประเทศ ปี 2566. ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2567, https://www.oae.go.th/assets/-portals/1/files/ jounal/2567/-tradestat2566.pdf.

สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ. 2560. บทบาทของกองทัพไทยในการสนับสนุนนโยบายรัฐบาล: กรณีศึกษา การแก้ปัญหาข้าวและชาวนาอย่างยั่งยืน. ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2567, https:-//www.sscthailand. org/uploads_ssc/-research_20180824153507796732124 6.pdf.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2567. การเกษตรของประเทศไทย ปี 2566. ค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2567, https://www.oae.go.th/assets/-portals/1/files/jounal/2567/statistic2566.pdf.

สุภาวดี หนูสิน. 2564. ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยเคมีทาง

การเกษตร. วารสารบริหารการพัฒนาเชิงบูรณาการ. 1(2), 34-43.

Achu, F., N. Kanmi, and C. Katzo. 2013. Effects of compost and organic green manure on soil fertility and nutrient uptake in wheat-rice cropping system. International Journal of Manures and Fertilizers. 2(10), 407-412.

Chali Abate, A. 2023. The impacts of using inorganic chemical fertilizers on the environment and human health. Organic and Medicinal Chemistry International Journal. 13(3), 555864.

Chew, K.W., S.R. Chia, H. Yen, S. Nomanbhay, Y. Ho, and P.L. Show. 2019. Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. Sustainability. 11(8), 2266.

Hoque, T., I. Jahan, M. Islam, and M. Ahmed. 2018. Performance of different organic fertilizers in improving growth and yield of boro rice. SAARC Journal of Agriculture. 16(2), 153-166.

Khalofah, A., H.A. Ghramh, R.N. Al-Qthanin, and B. L'taief. 2022. The impact of NPK fertilizer on growth and nutrient accumulation in juniper (*Juniperus procera*) trees grown on fire-damaged and intact soils. Plos One. 17(1), e0262685.

Maitra, S., A. Zaman, T.K. Mandal, and J.B. Palai. 2018. Green manures in agriculture: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(5), 1319-1327.

Mandal U.K., G. Singh, U.S Victor, and K.L Sharma. 2003. Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice–wheat cropping system. European Journal of Agronomy. 19(2), 225-237.

Phad, N.M. 2023. Chemical fertilizers and their impact on soil health. International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research. 10(4), 428-432.

Rodnuch, N., S. Phongsri and C. Aninbon. 2019. Responses of landrace rice to organic fertilizer for physiological traits, grain yield and total phenolic content. Current Applied Science and Technology. 19(3), 297-305.

Siavoshi, M., A. Nasiri, and S.L. Laware. 2011. Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (Oryza sativa L.). Journal of Agricultural science. 3(3), 217-224.

Tahat, M, M.K. Alananbeh, A.Y. Othman, and I.D. Leskovar. 2020. Soil health and sustainable agriculture. Sustainability. 12(12), 4859.

Yadav, S.K., S. Babu, G.S. Yadav, R. Singh, M.K. Yadav, S.K. Yadav, S. Babu, G.S. Yadav, R. Singh, and M.K. Yadav. 2016. Role of Organic Sources of Nutrients in Rice (*Oryza sativa*) Based on High Value Cropping Sequence. *In*: Konvalina, P.(Ed.). Organic Farming - A Promising Way of Food Production. IntechOpen.

Yamazaki, K. and J. Harada. 1982. The root system formation and its possible bearings on grain yield in rice plants. Japan Agriculture Research Quarterly**.** 15, 153-160.