

ผลของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41 Effects of Controlled-Release Urea on Growth and Yield of Rice Varieties Pathum Thani 1 and RD41

เครือวัลย์ จันทรเพ็ญ¹ เพ็ญภา จักรสมศักดิ์³ จีราภรณ์ อินทสาร¹ และสาวิกา กอนแสง^{2*}

Kruawan Janpen¹ Pennapa Jaksomsak³ Jiraporn Inthasan¹ and Sawika Konsaeng^{2*}

¹ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Program in Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² สาขาวิชาเกษตรเคมี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Program in Agricultural Chemistry, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

³ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

³ Department of Plant and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Mueng, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: sawika.k@gmail.com

(Received: 4 April 2023; Revised: 20 July 2023; Accepted: 29 August 2023)

Abstract

Fertilizer application in paddy fields normally uses chemical fertilizer with a high rate and many times of applications. These may cause the leaching of fertilizer and a lack of nutrients for the rice plant. It has been reported that controlled-released fertilizer (CRF) could increase fertilizer use efficiency. However, the information on rice was limited. Therefore, this research aimed to determine the effects of CRF on the growth and yield of rice varieties Pathum Thani 1 and RD41 which were grown under paddy field conditions. Three treatments, including twice applied of uncoated fertilizer ($N-P_2O_5-K_2O = 23-9-13$) at 50 kg/rai (F-50), once applied as basal fertilizer of CRF at 50 (CRF-50) and 37.5 kg/rai (CRF-37.5). The results found that the yield of both varieties applied with CRF at 50 kg/rai was higher than those applied with uncoated fertilizer at the same rate. Moreover, the application of CRF-37.5 had no significant difference in Pathum Thani 1 when compared with F-50. While it gave a higher yield in RD41. In addition, the decrease in fertilizer rating did not have negative effects on rice growth. The information from this research can be used as a guideline for efficient fertilizer management in the rice field.

Keywords: Rice, chemical fertilizer, controlled-released fertilizer (CRF)

บทคัดย่อ

การใส่ปุ๋ยในนาข้าวเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมาก และมีการใส่ปุ๋ยหลายครั้ง ซึ่งอาจเกิดการสูญเสียธาตุอาหาร ทำให้ข้าวได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ ทั้งนี้มีรายงานการใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย (CRF) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย แต่ยังขาดข้อมูลการใช้ในการผลิตข้าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของปุ๋ย CRF ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41 ในแปลงปลูกแบบนาดำ กรรมวิธีในการทดลอง ได้แก่ ใส่ปุ๋ยเคมี ($N-P_2O_5-K_2O = 23-9-13$) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ที่ระยะแตกกอ และระยะดอกบาน ใส่ปุ๋ย CRF ครั้งเดียวรองพื้นก่อนปลูกอัตรา 50 และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ย

CRF อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบในอัตราเดียวกัน นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ย CRF 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ ในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ข้าวพันธุ์กข41 การใส่ปุ๋ยดังกล่าวทำให้ได้ผลผลิตที่สูงกว่า และการลดอัตราปุ๋ยไม่ทำให้ การเจริญเติบโตของต้นข้าวลดลง ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการจัดการปุ๋ย ในนาข้าวให้มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ข้าว ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย (CRF)

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชที่มีการปลูกมากที่สุดเป็นอันดับสองรองจากข้าวโพด (Department of Rice, 2016) นอกจากนี้ยังเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวมากเป็นอันดับ 6 ของโลก โดยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 68.677 ล้านไร่ ซึ่งคิดเป็น 52.24 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของประเทศ ในปี พ.ศ. 2563/2564 และได้ผลผลิตเฉลี่ย 311 กิโลกรัมต่อไร่ (Office of Agricultural Economics, 2022) ประเทศไทยนอกจากการปลูกข้าวเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังเป็นการปลูกเพื่อส่งออก ดังนั้นจึงต้องใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในปริมาณมากด้วยเช่นกัน สำหรับการใส่ปุ๋ยในนาข้าว นั้น เกษตรกรเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลัก และขาดการบำรุงดินที่ถูกต้อง จึงอาจทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และเป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดลงได้ ซึ่งอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากต้องเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี มักละลายน้ำได้ง่าย ส่งผลให้เกิดการสูญเสียจากการทำปฏิกิริยากับดิน การเคลื่อนที่ไปกับน้ำ และการถูกตรึงให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (Inthasan, 2020) ดังนั้น ในการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งจึงมีโอกาสเกิดการสูญเสียที่สูงมาก ส่งผลให้พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอและไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้การแบ่งใส่ปุ๋ยหลายครั้งต่อฤดูกาลเพาะปลูกเพื่อต้องการลดการสูญเสียธาตุอาหารนั้น กลับทำให้ต้นทุนด้านค่าแรงในการเพาะปลูกเพิ่มสูงขึ้น และยังพบอีกว่า ในอนาคตแรงงานจะขาดแคลนมากยิ่งขึ้นเมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่แล้วปรากฏว่าประเทศไทยสามารถผลิตข้าวเฉลี่ยได้เพียง 311 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกกันในประเทศไทย เช่น พันธุ์ปทุมธานี 1 นั้นมีศักยภาพการให้ผลผลิต

650-774 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์กข41 มีศักยภาพการให้ผลผลิต 722 กิโลกรัมต่อไร่ (Department of Rice, 2016)

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย ซึ่งเป็นปุ๋ยเคมีที่เคลือบด้วยสารเคลือบพอลิเมอร์ชนิดพิเศษที่มีทั้งพอลิเมอร์แบบเคมีและอินทรีย์ สารเคลือบชนิดนี้ออกแบบมาเพื่อให้ปุ๋ยที่อยู่ภายในค่อย ๆ ละลายปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นเวลานาน และยังพอมะกับความต้องการของพืช ความหนาและรูพรุนของพอลิเมอร์ที่เคลือบเป็นตัวควบคุมกลไกดังกล่าว ทำให้พืชได้ธาตุอาหารอย่างเพียงพอและต่อเนื่องตลอดช่วงอายุของพืช (Hong and Park, 2000) สำหรับประเทศไทยนั้น มีการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยประเภทนี้ในการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น การใช้วัสดุนาโนเคลือบปุ๋ยเพื่อใช้ในแปลงอ้อย ผลการทดสอบพบว่า การใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยช่วยให้อ้อยมีการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น จึงให้ผลตอบแทนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยไม่เคลือบ (Hoisan *et al.*, 2020; Tawicharodom *et al.*, 2019; Chawanasak *et al.*, 2022) อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยในข้าว ซึ่งในนาข้าวมักพบการสูญเสียธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจน โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียเกิดการสูญเสียได้สูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยูเรียที่ใส่ไปทั้งหมด (Cantarella *et al.*, 2018) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของปุ๋ยยูเรียควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพันธุ์กข41 ซึ่งอาจทำให้เกิดการใช้ปุ๋ยได้อย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง ตำบลปากจั่น อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พิกัด 14°26'49.5"N 100°36'43.2"E ดินในแปลงทดลองจัดอยู่ในชุดดินอยุธยา กลุ่มชุดดินที่ 2 เป็นดินในอันดับ Vertisols มีลักษณะเป็นดินลึกลงมาก ดินบนเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง (Department of Land Development, 2005) ผลการ

วิเคราะห์ดินในแปลงทดลองก่อนปลูกพบว่าสมบัติดินมีการเปลี่ยนแปลงจากสมบัติดินตามกลุ่มชุดดิน เนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินในพื้นที่ โดยมีค่า pH 6.82 อินทรีย์วัตถุในดิน 2.43 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 32.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แลโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 154 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Soil properties before the experiment

pH	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
6.82	2.43	0.12	32.6	154

Remarks: Soil analysis methods: pH-1:1 soil: water, Organic matter-Walkley and Black, total N-Kjeldahl, available P-Bray II, exchangeable K-extracted by ammonium acetate and analyzed by atomic absorption spectrophotometer

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ มีทั้งหมด 3 กรรมวิธี (Table 2) ทำการทดสอบในข้าว 2 พันธุ์ คือ ปทุมธานี 1 (Pathum Thani 1, PTT1) และ กข41 (RD41) เริ่มต้นจากเตรียมแปลงปลูกข้าว ขนาด 3x3 เมตร (9ตารางเมตร) จำนวน 12 แปลง หลังจากนั้นเตรียมต้นกล้าโดยการแช่เมล็ดข้าวในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและบ่มเมล็ด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดทั้งหมดไปเพาะในถาดเพาะ เมื่ออายุต้นกล้า 20 วัน ย้ายลงดำในแปลง ระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร (25 ต้นต่อตารางเมตร) รักษาระดับน้ำในแปลงปลูกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 23-9-13 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และช่วงเวลาใส่ปุ๋ยในการทดลอง อ้างอิงจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในพื้นที่ ในการเตรียมปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีจะเตรียมในปริมาณ 2,000 กรัม กรรมวิธี F-50 (ปุ๋ยเคมีไม่เคลือบสูตร 23-9-13 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 281 กรัมต่อแปลง) เตรียมจาก ยูเรีย (46-0-0) 800 กรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 400 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 440 กรัม

และสารตัวเติม 360 กรัม การใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ เป็นการใส่ปุ๋ยที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (F-50) แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในอัตราที่เท่ากัน (Table 2) ใส่ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว ครั้งที่ 1 ใส่ที่ระยะแตกกอ (อายุข้าว 30 วันหลังปักดำ) การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ที่ระยะออกดอก (อายุข้าว 50 วันหลังการปักดำ) สำหรับปุ๋ยเคลือบ (CRF) เป็นการเคลือบใบโพลิเมอร์เฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย แล้วนำมาผสมกับไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) เช่นเดียวกับปุ๋ยที่ไม่เคลือบ การเตรียมปุ๋ยเคลือบทั้งสองกรรมวิธี เตรียมโดยใช้ปุ๋ยยูเรียเคลือบ 800 กรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 400 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 440 กรัม และสารตัวเติม 360 กรัม การใส่ปุ๋ยในกรรมวิธี CRF-50 ใส่ในปริมาณ 281 กรัมต่อแปลง ส่วนกรรมวิธี CRF-37.5 เป็นการใส่ปริมาณ 211 กรัมต่อแปลง ลักษณะของปุ๋ย CRF ที่ใช้ในการทดลองแสดงดัง Figure 1 ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยเคลือบทุกกรรมวิธี เป็นการใส่ก่อนปักดำ ด้วยวิธีการหว่านแล้วคลุกปุ๋ยลงไปใต้ผิวดิน 5-10 เซนติเมตร (Table 2)

Table 2 Details of fertilizer application treatment in this experiment

Treatment	Details	(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	Time of application	Applied rate (kg/rai)
F-50	Uncoated fertilizer at the recommended rate	23-9-13	30 and 50 days after transplanting	25 and 25 (Total 50)
CRF-50	CRF at the recommended rate	23-9-13	Before planting	50
CRF-37.5	CRF at 75% of the recommended rate	23-9-13	Before planting	37.5



Figure 1 Physical appearance of fertilizer used in the study. (A) uncoated fertilizer (B) Controlled-Release Fertilizer (CRF)

สุ่มวัดการเจริญเติบโตของข้าวจำนวน 5 กอ ต่อแปลงที่ระยะแตกกอ (40 วันหลังปักดำ) และ ระยะดอกบาน (60 วันหลังปักดำ) ซึ่งประกอบด้วย ความสูงต้น (วัดจากผิวดินถึงปลายใบที่ระยะแตกกอ หรือวัดจากผิวดินถึงใบธงที่ระยะดอกบาน) จำนวน หน่อตอกอ ค่าความเขียวของใบข้าว โดยใช้เครื่อง SPAD meter (รุ่น SPAD-502Plus, ประเทศญี่ปุ่น)

วัดใบอ่อน ที่แผ่ขยายเต็มที่ (youngest emerged blades; YEB) ที่ระยะแตกกอ และใบธงระยะ ดอกบาน เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่ง ประกอบด้วย จำนวนรวงตอกอ ผลผลิตฟางแห้ง และ ผลผลิตที่ความชื้นของเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์ คำนวณ จากสมการ

$$\text{ผลผลิตที่ความชื้นของเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์} = \frac{(\text{น้ำหนักเมล็ด} \times \text{ความชื้นที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์})}{\text{ความชื้นของเมล็ด}}$$

สุ่มเก็บรวงข้าวจำนวน 10 รวง นับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีจากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดี}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ด้วย One-way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

โดยใช้ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ตอบสนองต่อกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันส่งผลให้การเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และ กข41 (Table 4) มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับข้าวปทุมธานี 1 นั้น การใส่ปุ๋ย CRF-50 รองพื้นก่อนปลูกเพียงครั้งเดียว ทำให้ความสูงข้าว 70.7 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 19.1 หน่อต่อกอที่ระยะแตกกอ และความสูง 108.8 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 21.4 หน่อต่อกอที่ระยะ

ดอกบานสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ (F-50) ที่ให้ความสูง 58.6 เซนติเมตร จำนวนหน่อ 10.6 หน่อต่อกอ ที่ระยะแตกกอ และความสูง 100.4 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 16.1 หน่อต่อกอ ที่ระยะดอกบาน ขณะที่ระยะแตกกอต้นข้าวที่ใส่ปุ๋ย CRF-37.5 ให้ความสูง 64.5 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่า CRF-50 แต่มากกว่า F-50 ทั้งนี้ จำนวนหน่อในระยะแตกกอ (17.6 หน่อต่อกอ) ความสูงและจำนวนหน่อในระยะดอกบาน (106.8 เซนติเมตร และ 19.2 หน่อต่อกอ) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ CRF-50 (Table 3)

Table 3 Plant height, tillers and SPAD value of rice var. PTT1 at tillering and flowering stage

Treatments	Plant height (cm)	Tillers (no. tiller/hill)	SPAD value (SPAD unit)
At tillering stage			
F-50	58.6 C	10.6 B	30.0 C
CRF-50	70.7 A	19.1 A	34.8 A
CRF-37.5	64.4 B	17.6 A	31.1 B
F-test	*	*	*
CV (%)	10.12	4.60	2.01
At flowering stage			
F-50	100.4 B	16.1 B	34.6 A
CRF-50	108.8 A	21.4 A	32.8 B
CRF-37.5	106.8 A	19.2 AB	30.8 C
F-test	*	*	*
CV (%)	13.09	4.07	1.57

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$

สำหรับข้าวพันธุ์ กข41 พบว่า การใส่ปุ๋ย CRF-50 ให้ความสูงและจำนวนหน่อต่อกอ มากกว่าการใส่ปุ๋ย F-50 ทั้งในระยะแตกกอ และระยะดอกบาน โดยมีความสูง 56.7 เซนติเมตร จำนวนหน่อ 11.7 หน่อต่อกอในระยะแตกกอ และมีความสูง 112.6 เซนติเมตร จำนวนหน่อ 15.1 หน่อต่อกอในระยะดอกบาน ทั้งนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ย CRF-37.5 มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย F-50 ยกเว้นในระยะแตกกอที่มีจำนวนหน่อต่อกอมากกว่า (Table 4) เมื่อพิจารณาผลของปุ๋ยยูเรียควบคุมการปลดปล่อยต่อความสูงและจำนวนหน่อต่อกอจะเห็นได้ว่า การให้ปุ๋ย CRF-50 ให้ความสูงและจำนวนหน่อต่อกอมากกว่าการใส่ปุ๋ยที่ไม่เคลือบในอัตราที่เท่ากัน รวมทั้งการใส่ปุ๋ย CRF อัตราที่น้อยลง (CRF-37.5) ให้ความสูงและจำนวนหน่อมากกว่าหรือไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย

F-50 สอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานว่า การใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทำให้ความสูงของต้นอ้อยใกล้เคียงกัน แม้จะมีธาตุอาหารในปุ๋ยปริมาณน้อยกว่า เนื่องจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารจากเมล็ดปุ๋ย ส่งผลให้ธาตุอาหารค่อย ๆ ละลายออกมาให้พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่อง (Chawanasak *et al.*, 2022) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยช่วยชะลอกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนในปุ๋ย ซึ่งเป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช (Mogan, 2009; Anitha and Bindu, 2016)

นอกจากนี้ ยังพบอีกว่าค่า SPAD ที่วัดได้จากทุกกรรมวิธีให้ค่า SPAD สูงกว่า 29 ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยในการศึกษานี้ทำให้ต้นข้าวได้รับไนโตรเจนที่เพียงพอสำหรับการสร้างผลผลิต (Pundonfai *et al.*, 2013) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ย CRF มีผลต่อความแตกต่างของค่า SPAD ของใบ YEB และใบธง โดยค่า SPAD ที่วัดได้จากใบ YEB ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (Table 3) ในระยะแตกกอที่ได้รับปุ๋ย CRF-50 มีค่า SPAD มากที่สุด (34.8) รองลงมาคือ CRF-37.5 (31.1) ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยที่ไม่เคลือบ (F-50) มีค่า SPAD น้อยที่สุด (30.0) เมื่อข้าวเจริญเติบโตจนถึงระยะดอกบาน พบว่าค่า SPAD ที่วัดจากใบธงของข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ มีค่าสูงที่สุด (34.6) ทั้งนี้มากกว่าการ

ใส่ปุ๋ยเคลือบทั้งอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (32.8) และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30.8) ตามลำดับ (Table 3)

สำหรับข้าวพันธุ์ กข41 (Table 4) พบว่าให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กล่าวคือ กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคลือบอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า SPAD 33.3 ในใบ YEB ระยะแตกกอ ซึ่งมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคลือบอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยไม่เคลือบอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (31.1 และ 30.0 ตามลำดับ) ขณะที่ระยะดอกบาน ค่า SPAD ที่วัดจากใบธงของข้าว ที่มีการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ มีค่า SPAD สูงที่สุด (33.3) และมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคลือบทั้งอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (32.0) และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ (30.8) ตามลำดับ (Table 4) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าค่า SPAD ในใบธงระยะดอกบานของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ใส่ปุ๋ยกรรมวิธี F-50 มีค่ามากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงหลังจากการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ซึ่งปุ๋ยที่ไม่มีการเคลือบโดยเฉพาะยูเรียละลายน้ำได้ง่าย และปลดปล่อยธาตุอาหารทันที จึงทำให้ต้นข้าวได้รับธาตุอาหารอย่างรวดเร็ว และสูญเสียไปจากดินได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน ขณะที่ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ย CRF มีพอลิเมอร์เคลือบไว้ จึงควบคุมการปลดปล่อยไนโตรเจนให้ช้าลง และมีช่วงเวลากการปลดปล่อยได้นานขึ้น แม้ว่าจะเป็นการใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกเพียงครั้งเดียว (Kuhathamakun and Saengsuwan, 2017)

Table 4 Plant height, tillers and SPAD value of rice var. RD41 at tillering and flowering stages

Treatments	Plant height (cm)	Tillers (no. tiller/hill)	SPAD value (SPAD unit)
At tillering stage			
F-50	51.3 B	6.2 B	30.0 B
CRF-50	56.7 A	11.7 A	33.3 A
CRF-37.5	56.1 AB	10.9 A	31.1 B
F-test	*	*	*
CV (%)	13.25	5.67	2.72

Table 4 Plant height, tillers and SPAD value of rice var. RD41 at tillering and flowering stages (Cont.)

Treatments	Plant height (cm)	Tillers (no. tiller/hill)	SPAD value (SPAD unit)
At flowering stage			
F-50	103.0 B	11.6 B	33.3 A
CRF-50	112.6 A	15.1 A	32.0 B
CRF-37.5	108.0 AB	13.1 AB	30.8 C
F-test	*	*	*
CV (%)	15.50	4.41	2.35

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์พทุมธานี 1 ที่ใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน แสดงดัง พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย CRF 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 934.4 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฟางแห้ง 963.6 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนรวง

16.1 รวงต่อกอ และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 85.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบในอัตราเท่ากัน แบ่งใส่ 2 ครั้ง (F-50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ผลผลิตเมล็ด 786.2 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฟางแห้ง 818.0 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนรวง 12.5 รวงต่อกอ และเมล็ดดี 79.4 เปอร์เซ็นต์ (Table 5)

Table 5 Effects of CRF on yield and yield components of rice var. PTT1

Treatments	Grain yield (kg/rai)	Yield increasing (%)	Straw yield (kg/rai)	Panicles (no. panicle/hill)	Filled grain (%)
F-50	786.2 B	-	818.0 B	12.5 B	79.4 B
CRF-50	934.4 A	19	963.6 A	16.1 A	85.6 A
CRF-37.5	853.5 AB	9	888.0 AB	13.7 AB	82.3 B
F-test	*		*	*	*
CV (%)	26.53		29.55	4.24	15.18

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$, the percentage of yield increasing is the increasing of yield in each treatment compared with uncoated fertilizer treatment (F-50)

ขณะที่ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข41 ที่ใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย CRF 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักฟางแห้ง และจำนวนรวงต่อกอมากกว่า F-50 เช่นเดียวกัน โดยให้ผลผลิตเมล็ด 918.5 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฟาง 976.0 กิโลกรัมต่อไร่ และ จำนวนรวง 15.4 รวงต่อกอ

ทั้งนี้ พบว่าการใส่ปุ๋ย CRF-37.5 ให้ผลผลิตเมล็ด 889.3 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย CRF-50 ผลที่ได้จากการศึกษาสอดคล้องกับการทดลองของ Chen *et al.* (2017) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคลือบเพียงครั้งเดียวรองพื้นก่อนปลูกข้าวพันธุ์ Shengtaiyou 9712 สามารถใช้ทดแทนการใส่ปุ๋ยปกติแบ่งใส่ 2 ครั้งได้ และการลดอัตราปุ๋ยลง

25 เปอร์เซ็นต์ไม่ได้ทำให้ผลผลิตลดลง เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ย CRF ในการทดลองนี้พบว่า ผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในกรรมวิธีที่มีการลดอัตราปุ๋ยลง 25 เปอร์เซ็นต์ (CRF-37.5) ยังคงให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีปกติอัตราแนะนำที่ 50 กิโลกรัมต่อไร่แบ่งใส่ 2 ครั้ง (Table 5) นอกจากนี้ในข้าวพันธุ์ กข41 ก็ยังพบว่า การใส่ปุ๋ย CRF-37.5 สามารถให้ผลผลิตข้าวที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ย F-50

อีกด้วย จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ย CRF ทั้งสองอัตรา มีแนวโน้มที่จะได้รับผลตอบแทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีไม่เคลือบ เนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 19-29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย CRF มีต้นทุนปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นซึ่งอาจมีผลต่อการตัดสินใจยอมรับของเกษตรกรด้วยเช่นกัน (Table 6)

Table 6 Effects of CRF on yield and yield component of rice var. RD41

Treatments	Grain yield (kg/rai)	Yield increasing (%)	Straw yield (kg/rai)	Panicles (no. panicle/hill)	Filled grain (%)
F-50	709.5 B	-	807.2 B	12.2 B	72.9 B
CRF-50	918.5 A	29	976.0 A	15.4 A	80.5 AB
CRF-37.5	889.3 A	25	869.2 B	13.3 AB	81.4 A
F-test	*		*	*	*
CV (%)	32.64		35.13	5.35	16.95

Remarks: Uppercase letters show the significant difference of means among fertilizer applications by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) at alpha 0.05, * means significant difference at $p \leq 0.05$, the percentage of yield increasing is the increasing of yield in each treatment compared with uncoated fertilizer treatment (F-50)

สรุปผลการวิจัย

การทดลองใช้ปุ๋ย CRF สูตร 23-9-13 ที่เตรียมจากปุ๋ยยูเรียเคลือบด้วยไบโอโพลิเมอร์ ผสมกับไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยมีการใส่ปุ๋ยในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบสูตร 23-9-13 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพันธุ์ กข41 พบว่า การใช้ปุ๋ย CRF ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถทำให้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพันธุ์ กข41 ให้ผลผลิตได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบอัตราเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การลดการใช้ปุ๋ย CRF ลง 25 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตได้ไม่แตกต่างหรือมากกว่าการใส่ปุ๋ยไม่เคลือบการลดอัตราปุ๋ย CRF ไม่ทำให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวลดลง ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยสำหรับนาข้าวให้เกิดประสิทธิภาพ และช่วยลดการจัดการในด้านการใส่ปุ๋ยให้เหลือเพียงครั้งเดียว

ลดต้นทุนด้านแรงงาน ที่ค่าแรงมีแนวโน้มจะสูงขึ้น และมีโอกาสขาดแคลนได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยทั้งหมด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่สนับสนุนปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย และศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านสภักดีน้ำมันใต้ ต.ปากจั่น อ.นครหลวง จ.พระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนสถานที่ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Anitha, K. and G. Bindu. 2016. Effect of controlled-release nitrogen fertilizer on methane emission from paddy field soil. *Proc. Technol.* 24: 1496-202.
- Cantarella, H., R. Otto, J.R. Soares and A.G.B. Silva. 2018. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. *J. Adv. Res.* 13: 19-27.
- Chawanasak, S., C. Thongjoo, T. Inboonchuay and A. Phommuangkook. 2022. Effect of controlled release-nano material coated chemical fertilizers on growth, yield and yield components of sugarcane. *Journal of Agricultural Production* 4(2): 14-26. [in Thai]
- Chen, J., F. Cao, H. Xiong, M. Huang, Y. Zoua and Y. Xiong. 2017. Effects of single basal application of coated compound fertilizer on yield and nitrogen use efficiency in double-cropped rice. *Crop. J.* 5(3): 265-270.
- Department of Land Development. 2005. Characteristics and properties of soil series in the central region of Thailand. Office of Soil Survey and Land Use Planning, Land Development Department, Bangkok. [in Thai]
- Department of Rice. 2016. Rice knowledge bank. Available: <https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3> (February 10, 2023) [in Thai]
- Hoisan, R., C. Thongjoo, T. Inboonchuay, S. Chungopast, W. Kangwansupamonkon, K. Srichan, A. Phommuangkook, S. Karuna, S. Bootpetch, C. Khongsud, T. Saengngam and T. Klumchaun. 2020. Effect of chemical fertilizers coated with nano material controlling release of nutrients on growth and yield of 1st ratoon cane planted in Kamphaeng Saen soil series. *JSTKU* 9(1): 13-28.
- Hong, K. and S. Park. 2000. Polyurea microcapsules with different structures: Preparation and properties. *J. Appl. Polym. Sci.* 78(4): 894-898.
- Inthasan, J. 2020. Soil fertility. Designprint Media, Chiang Mai province. [in Thai]
- Kuhathamkun, N. and S. Saengsuwan. 2017. Urea controlled released fertilizers for agricultural applications. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University* 19(3): 32-44. [in Thai]
- Mogan, K.T. 2009. Improve fertilizer use efficiency with controlled release sources on sandy soils in South Florida. Southwest Florida Research and education Center, Florida.
- Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural Statistics of Thailand 2022. Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Pundonfai, N., S. Jongkaewwattana, and A. Shutsrirung. 2013. Estimation of nitrogen content in y-leaf of rice cv. Khao Dok Mali 105 by analyzing color digital camera image compared with chlorophyll meter (SPAD-502). *Proceeding of Graduate Research Conference, Khon Kaen University, February 22, 2013. Khon Kaen University, Khon Kaen province, Thailand* pp. 570-576. [in Thai]
- Tawicharodom, N., P. Duangpatra, P. Kantungkul and J. Romkaew. 2019. Agronomic effectiveness and economical worthiness of controlled release – nano material coated chemical fertilizers in sugar cane. *Khon Kaen Agricultural Journal* 47(2): 259-270. [in Thai]