ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยของข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนา

The effects of site-specific fertilizer management on yield and fertilizer nitrogen use efficiency of Supanburi 1 rice grown on Wattana Soil Series

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์[1*]

Auraiwan Isuwan[1*]

บทคัดย่อ: การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการตอบสนองด้านการให้ผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนาและได้รับปุ๋ยที่สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวและค่าวิเคราะห์ดิน (site-specific fertilizer management, SSF) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล๊อก มี 6 ซ้ำ และ 5 ตำรับการทดลอง ได้แก่ (1) ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (C), (2) การใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร (F), (3) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1SSF, (4) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 2SSF และ (5) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3SSF ผลการทดลอง พบว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 3SSF มีผลผลิตข้าวเปลือก (900 กิโลกรัม/ไร่) ไม่แตกต่าง (P>0.05) กับข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 2SSF (815 กิโลกรัม/ไร่) และ 1SSF (827 กิโลกรัม/ไร่) แต่สูงกว่า (P<0.05) ตำรับการทดลอง F (696 กิโลกรัม/ไร่) และ C (619 กิโลกรัม/ไร่) ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 1SSF (55%) มีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยไม่แตกต่าง (P>0.05) จากข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตรา 2SSF (50%) และ 3SSF (57%) แต่สูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับการทดลอง F (43%) ข้าวในตำรับการทดลอง 1SSF มีประสิทธิภาพการผลิตพืช (37.34 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัมไนโตรเจน) สูงกว่า (P<0.05) ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 2SSF (16.71 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัมไนโตรเจน) และ 3SSF (15.56 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัมไนโตรเจน) ซึ่งสูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับการทดลอง F (2.83 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัมไนโตรเจน) ดังนั้น ในการปลูกข้าวสุพรรณบุรี 1 ในชุดดินวัฒนาควรมีการจัดการปุ๋ยที่สอดคล้องกับความต้องการของข้าวและค่าวิเคราะห์ดิน

คำสำคัญ: ข้าว, ผลผลิต, การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน, ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ย

ABSTRACT: The objective of this experiment was to test response associated with yield and fertilizer use efficiency of Supanburi 1 rice grown on Watthana soil series when received site-specific fertilizer management based on nutrient requirements of the rice and soil analysis (SSF). The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with six replications. Treatments were five fertilizer management practices: (1) no fertilizer application (C), (2) fertilizer application based on farmer's practice (F), (3) fertilizer application at a rate of 1SSF, (4) fertilizer application at a rate of 2SSF and (5) fertilizer application at a rate of 3SSF. The results showed that grain yields of the rice in 3SSF (900 kg/rai), 2SSF (815 kg/rai) and 1SSF (827 kg/rai) were not different (P>0.05), but they were greater (P<0.05) than those in F (696 kg/rai) and C (619 kg/rai). The rice received 1SSF (55%) had no difference (P>0.05) in recovery nitrogen use efficiency when compared with those in 2SSF (50%) and 3SSF (57%), but they were greater (P<0.05) than that in F (43%). In addition, the rice in 1SSF (37.34 kg grain/kg fertilizer nitrogen) had greater (P<0.05) agronomic nitrogen use efficiency than those in 2SSF (16.71 kg grain/kg fertilizer nitrogen), 3SSF (15.56 kg grain/kg fertilizer nitrogen) and F (2.83 kg grain/kg fertilizer nitrogen). In conclusion, SSF is recommended when growing rice (variety Supanburi 1) on Watthana soil series.

Keywords: rice, yield, site-specific fertilizer management, fertilizer nitrogen use efficiency

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จ.เพชรบุรี
Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi Campus, Petchaburi, Thailand 76120

* Corresponding author: auraiwan_i@hotmail.com

บทนำ

ข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่มีการบริโภคกันแพร่หลายทั่วโลกและจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2557 สามารถสร้างรายได้จากการส่งออกคิดเป็นมูลค่า 174,853 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญในการปลูกข้าว และค่าปุ๋ยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของต้นทุนการผลิตข้าวโดยคิดเป็นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด (ธนกฤต และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวในปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยเคมีในระดับที่สูงกว่าความต้องการของข้าวและไม่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน (นันทนา, 2553; อุไรวรรณ, 2557a) และการใส่ปุ๋ยเคมีที่เกินความจำเป็นนั้นนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองแล้วยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (ยงยุทธ และคณะ, 2551) การจัดการปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยร่วมกับการปรับปริมาณการใช้ปุ๋ยให้สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืช และค่าวิเคราะห์ดินนั้นนอกจากจะเป็นหลักสำคัญในการผลิตพืชแล้วยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการดิน การเขตกรรม และยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มผลตอบแทนจากการผลิตพืชได้อีกด้วย (ไพลิน และคณะ, 2550; นันทนา และคณะ, 2553; อุไรวรรณ, 2557a)

ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง ต้านทานโรค และเพลี้ยกระโดด สามารถตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยได้ดี กรมการข้าว (2550) และเป็นพันธุ์ข้าวซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกเดิมในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นชุดดินวัฒนา ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการตอบสนองของข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนาและได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราแตกต่างกัน

วิธีการศึกษา

สถานที่ทดลองและสมบัติของดินก่อนการทดลอง

ดำเนินการทดลองในพื้นที่นาของเกษตรกร ตำบลหนองโสน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นชุดดินวัฒนา (Fine, smectitic, isohyperthermic Ustic Endoaquerts) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บด และร่อนผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1) (McLean, 1982) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:10) (Jackson, 1958) อินทรียวัตถุ (organic matter) โดยวิธี Walkley-Black (Walkley, 1947; FAO, 1974) ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl Method (Bremner and Mulvaney, 1982) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) อัตราส่วนดิน/น้ำยาสกัด เป็น 1:10 แล้วทำให้เกิดสีด้วยสารละลาย ascorbic acid วัดปริมาณด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer วัดปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium) และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium) โดยวิธีการสกัดดินด้วยสารละลาย ammonium acetate 1 M pH7 ใช้อัตราส่วนดิน/น้ำยาสกัด 1:10 จากนั้นนำสารละลายที่ได้วัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Peech et al., 1947) และสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ องค์ประกอบเนื้อดิน (% sand, % silt, % clay) โดยวิธี Hydrometer (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554) นำผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินมาใช้ในการคำนวณความต้องการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของข้าว (site-specific fertilizer management, SSF) โดยใช้โปรแกรม SimRice (http://goo.gl/Zi5gHd) อัตราแนะนำคือ 6 - 4.5 - 0 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O /ไร่ ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินก่อนเริ่มการทดลองแสดงใน Table 1

Table 1 Chemical and physical properties of experimental soil before commencing the experiment

	Units	Values	Interpretation
Chemical property of soil			
• pH (soil : water, 1:10)	-	5.37	acid
• Electrical conductivity (soil : water, 1:10)	dS/m	0.11	not salty
• Organic matter	%	2.04	medium
• Available phosphorus	mg/kg	3.62	low
• Exchangeable potassium	mg/kg	294	highest
• Exchangeable calcium	mg/kg	2,027	high
• Exchangeable magnesium	mg/kg	991	high
• Total nitrogen	%	0.07	low
Physical property of soil			
• Sand (%)	%	19.16	
• Silt (%)	%	11.79	clay soil
• Clay (%)	%	69.05	

แผนการทดลองและตำรับการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design) มี 6 ซ้ำ และ 5 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วย (1) การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (C) (2) การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร (F) ในอัตรา 15.5 - 5 - 0 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ (3) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 1SSF หรือเท่ากับ 6 - 4.5 - 0 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ (4) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 2SSF หรือเท่ากับ 12 - 9 - 0 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ และ (5) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3SSF หรือเท่ากับ 18 - 13.5 - 0 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O/ไร่

การปลูกและการดูแลข้าว

ไถและทำแปลงย่อยขนาด 6 × 8 เมตร ทำคันดินรอบแปลงเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของปุ๋ยระหว่างแปลงย่อย (หน่วยทดลอง) ใช้ข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ปลูกโดยการย้ายกล้าที่มีอายุ 20 วัน ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2557 โดยปักดำกอละ 3 ต้น แต่ละกอห่างกัน 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยโดยการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่เมื่อข้าวอายุ 30 วัน หลังการปักดำ โดยในตำรับการทดลอง F ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนในตำรับการทดลอง SSF 2SSF และ 3SSF ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 22 44 และ 66 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ และครั้งที่ 2 ใส่ในระยะข้าวแตกกอหรือเมื่อต้นข้าวอายุ 52 วัน หลังการปักดำ โดยในตำรับการทดลอง F ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ และในตำรับการทดลอง SSF 2SSF และ 3SSF ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 7 14 และ 21 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

การวัดผลผลิต การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทางเคมี

บันทึกความสูงและจำนวนต้น/กอ ของข้าวเมื่อข้าวอายุ 75 วัน หลังการปักดำ สุ่มเก็บตัวอย่างต้นข้าว (ส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยวหรือเมื่อข้าวอายุ 110 วัน หลังการปักดำ สำหรับใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน โดยวิธี Kjedahl Method (Bremner and Mulvaney, 1982) และวิเคราะห์น้ำหนักแห้ง (dry weight) โดยการอบในตู้อบแบบเป่าลมร้อน (oven dry) นาน 72 ชั่วโมง บันทึกองค์ประกอบของผลผลิตข้าว ได้แก่ จำนวนรวง/กอ จำนวนเมล็ด/รวง น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ร้อยละของเมล็ดลีบและน้ำหนักผลผลิต สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกสำหรับใช้ในการศึกษาสมบัติทางเคมีของข้าวสาร ได้แก่ ปริมาณแป้งชนิดอไมโลส (amylose) ตามวิธีการ

ของ งามชื่น (2545) และอัตราการขยายตัวของข้าวสุก (elongation ratio; ER) ตามวิธีการของ งามชื่น (2536)

การคำนวณและวิเคราะห์ทางสถิติ

คำนวณผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ คำนวณอัตราการขยายตัวของข้าวสุก โดยที่ ER = ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก/ความยาวเฉลี่ยข้าวสาร และคำนวณประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามวิธีของ Ladha et al. (2005) ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (recovery of nitrogen use efficiency; RNUE) โดยที่ RNUE = $(U_T - U_O)/F_N$ และประสิทธิภาพการผลิตพืช (agronomic nitrogen use efficiency; ANUE) โดยที่ ANUE = $(Y_T - Y_O)/F_N$ กำหนดให้ U_T หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนจากส่วนที่เหนือดินทั้งหมดของข้าว (ต้นข้าว+เมล็ดข้าว) (กิโลกรัม/ไร่) จากสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ U_O หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนจากส่วนที่เหนือดินทั้งหมดของข้าว (ต้นข้าว+เมล็ดข้าว) (กิโลกรัม/ไร่) จากสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน F_N หมายถึง อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) Y_T หมายถึง ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าว (กิโลกรัม/ไร่) จากสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ และ Y_O หมายถึง ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าว (กิโลกรัม/ไร่) จากสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ความสูงและจำนวนต้น/กอ

ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันมีความสูงและจำนวนแขนง/กอ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 91 - 100 เซนติเมตร และ 29 - 32 แขนง/กอ ตามลำดับ (**Table 2**) กล่าวได้ว่า การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความสูงและการแตกแขนงของข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนา ซึ่งมีความแตกต่างกับการตอบสนองต่อระดับการใส่ปุ๋ยเคมีของข้าวสายพันธุ์ กข 31 ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี (นันทนา และคณะ, 2553) และข้าวสายพันธุ์ปทุมธานีที่ปลูกในชุดดินสรรพยา (อุไรวรรณ, 2557b) ซึ่งมีความสูงและการแตกแขนงเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้น โดยสาเหตุของความแตกต่างนั้นน่าจะเกิดจากสายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างกัน

Table 2 Effects of fertilization regimes on plant heights and tiller numbers of rice at 75 days after transplanting.

	Treatments					CV (%)
	C	F	1SSF	2SSF	3SSF	
Plant height (cm)	91	100	92	99	96	8.70
Tiller per plant	29	32	31	31	31	6.33

2. องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าว

ข้าวที่ได้รับปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันมีจำนวนรวง/กอ (18 - 21 รวง/กอ) จำนวนเมล็ด/รวง (102 - 121 เมล็ด/รวง) และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด (2.99 - 3.11 กรัม) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ข้าวในตำรับทดลอง 3SSF มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบไม่แตกต่าง (P>0.05) กับข้าวในตำรับทดลอง C F และ 2SSF แต่สูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับทดลอง 1SSF (**Table 3**) การได้รับปุ๋ยที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของข้าวไม่ว่าจะมากเกินไป (ตำรับการทดลอง F, 2SSF และ 3SSF) หรือน้อยเกินไป (ตำรับการทดลอง C) อาจส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลในกระบวนการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวและส่งผลต่อเนื่องทำให้ข้าวมีสัดส่วนเมล็ดลีบเพิ่มมากขึ้น (ยงยุทธ และคณะ, 2551) เมื่อพิจารณาการให้

ผลผลิตของข้าว พบว่า ข้าวในตำรับทดลอง 3SSF มีผลผลิตข้าวเปลือกไม่แตกต่าง (P>0.05) กับข้าวในตำรับทดลอง 2SSF และ 1SSF แต่สูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับทดลอง F และ C (**Table 3**) กล่าวได้ว่าการใส่ปุ๋ยที่มากเกินความต้องการของข้าวไม่ได้ช่วยที่ข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนามีผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด ในทำนองเดียวกัน อุไรวรรณ (2557b) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่มากกว่าอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ไม่ทำให้ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานีที่ปลูกในชุดดินสรรพยามีผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มมากขึ้น พันธวัศ (2555) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ไม่มีผลต่อผลิตข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1

อัตราการขยายตัวของเมล็ดข้าวและเปอร์เซ็นต์อไมโลสของข้าวที่ได้จากทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีอัตราการขยายตัวของเมล็ดข้าวอยู่ในช่วง 2.39-2.51 และมีเปอร์เซ็นต์อไมโลสอยู่ในช่วง 26 - 28 เปอร์เซ็นต์ (**Table 3**) ข้าวที่มีอัตราการขยายตัวของเมล็ดข้าวที่มากขึ้นจะทำให้เนื้อภายในโปร่งขึ้น ไม่อัดแน่นและช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น (โสรยา และคณะ, 2555) มีรายงานว่าอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการขยายตัวและเปอร์เซ็นต์อไมโลสของเมล็ดข้าวสายพันธุ์อื่นๆ (กนกพร, 2544)

Table 3 Effects of fertilization regimes on grain yield, yield components and chemical properties of rice

	Treatments					CV (%)	F-test
	C	F	SSF	2SSF	3SSF		
Physical traits							
• spike per plant	18	18	18	19	21	12.72	ns
• grain per spike	109	121	112	102	118	13.67	ns
• 100-grain weight (g)	3.08	3.05	3.11	3.03	2.99	1.85	ns
• Infertile grain (%)	13.25^{ab}	13.30^{ab}	11.20^{b}	13.30^{ab}	15.60^{a}	11.77	*
• grain yield (kg/rai)	619^{c}	696^{bc}	827^{ab}	815^{ab}	901^{a}	14.03	*
Quality traits							
• Elongation ratio	2.39	2.51	2.42	2.45	2.39	5.74	ns
• Amylose (%)	27	26	28	27	27	12.56	ns

* = significantly different at P < 0.05, ns = non-significance

Means within a row without a common superscript significantly differed

3. ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ย

ข้าวในตำรับการทดลอง 3SSF และ F มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่สูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับการทดลอง 2SSF และ 1SSF ซึ่งมีค่าสูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับการทดลอง C อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยของข้าวในตำรับการทดลอง 1SSF มีค่าไม่แตกต่าง (P<0.05) กับข้าวในตำรับการทดลอง 2SSF และ 3SSF แต่มีค่าสูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับการทดลอง F (**Table 4**) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

ข้าวในตำรับการทดลอง 1SSF มีทำให้ประสิทธิภาพการผลิตพืชของข้าวสูงกว่า (P<0.05) ข้าวในตำรับการทดลอง 2SSF และ 3SSF ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่มีค่าสูงกว่า (P<0.05) ตำรับการทดลอง F (**Table 4**) จะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวทำให้ข้าวมีการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว

เปลือกลดลง ซึ่งโดยปกติประสิทธิภาพการผลิตพืชจะสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำและจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยเคมีให้สูงขึ้น (ยงยุทธ และคณะ, 2551; อุไรวรรณ, 2557a)

Table 4 Nitrogen concentration in rice plant, recovery of nitrogen use efficiency (RNUE) and agronomic nitrogen use efficiency (ANUE) of rice received different fertilizer regimes.

	Treatments					CV (%)	F-test
	C	F	SSF	2SSF	3SSF		
Nitrogen (%)	1.30^{c}	2.12^{a}	1.37^{b}	1.72^{b}	2.03^{a}	2.74	**
RNUE (%)	-	43.15^{c}	54.75^{ab}	49.73^{b}	56.89^{a}	6.50	*
ANUE (kg grain yield /kg N)	-	5.41^{c}	37.34^{a}	16.71^{b}	15.56^{b}	8.96	**

* = significantly different at P < 0.05, ** = significantly different at P < 0.01.

Means within a row without a common superscript significantly differed

5. รายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย

ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 1SSF มีผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยไม่แตกต่าง (P>0.05) กับข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3SSF แต่สูงกว่า (P<0.01) ข้าวในตำรับการทดลอง F และ 2SSF (**Table 5**) โดยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตำรับการทดลอง 1SSF) สามารถช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ 41 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเพิ่มขึ้นเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร (ตำรับการทดลอง F) กิ่งแก้ว และคณะ (2552) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นรายแปลงช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ยและเพิ่มผลตอบแทนของการปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ในทำนองเดียวกัน อุไรวรรณ (2557a) พบว่า การจัดการปุ๋ยเคมีที่สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวและค่าวิเคราะห์ดินมีผลทำให้ข้าวสายพันธุ์ปทุมธานีที่ปลูกในชุดดินสรรพยามีผลตอบแทนหลังจากหักต้นทุนค่าปุ๋ยดีกว่าการจัดการปุ๋ยรูปแบบอื่นๆ

Table 5 Effects of fertilizer regimes on production cost and economic returns

Treatments	Fertilizer cost (Baht/rai)	Income after correcting fertilizer cost (Baht/rai)
Control	-	6,995^{c}
F	638	7,224^{c}
SSF	374	8,968^{a}
2SSF	748	8,455^{b}
3SSF	1,122	9,054^{a}
CV (%)	-	3.77
F-test	-	**

**= significantly different at P < 0.01.

Means within a row without a common superscript significantly differed

Provided : Fertilizer 16-20-0 = 13.0 Baht/kg
Fertilizer 46-0-0 = 12.5 Baht/kg
Grain price = 11.3 Baht/kg

สรุป

การทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองของข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนาและได้รับปุ๋ยเคมีในอัตราแตกต่างกัน ผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ข้าวมีผลผลิตไม่แตกต่างจากข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม ข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนั้นแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่าแต่มีประสิทธิภาพการผลิตพืชและมีผลตอบแทนหลังจากหักต้นทุนค่าปุ๋ยอยู่ในระดับสูง ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ แนะนำให้มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในชุดดินวัฒนา

คำขอบคุณ

การทดลองนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีงบประมาณ 2557 ขอขอบคุณ คุณอุไรกาลปักษ์ เกษตรอำเภอบ้านแหลม ที่ช่วยประสานงานในพื้นที่และเก็บข้อมูลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กนกพร ชัยวุฒิกุล. 2544. ผลของเถ้าลอยลิกไนต์ต่อองค์ประกอบทางเคมีและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย สหสาขาวิทยาศาสตร์ สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมการข้าว. 2550. พันธุ์ข้าว. แหล่งที่มา: http://goo.gl/nx-osdT. ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2559.

กิ่งแก้ว คุณเขต, สำราญ อินแถลง, สมโรจน์ ประกอบบุญ, นิตยา รื่นสุข, อดุลย์ กฤษวะดี, ประนอม มงคลบรรจง, วาสนา อินแถลง, ชิษณุชา บุดดาบุญ, อมรรัตน์ อินทร์มั่น, เฉลิมชาติ ฤาไชยคาม, สุรพล จัตุพร และโอภาส วรวาท. 2552. การเพิ่มผลผลิตข้าวภาคกลางจากการจัดเขตศักยภาพของพื้นที่. น. 82-98. ใน: ประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552 ณ. โรงแรมซีบรีทจอมเทียน พัทยา จ.ชลบุรี.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2554. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

งามชื่น คงเสรี. 2536. คุณภาพเมล็ดทางเคมี. การฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. ฝ่ายฝึกอบรมสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2545. ปัจจัยคุณภาพข้าวสารและข้าวสวย. น. 13-18. ใน: การอบรมหลักสูตรหลักและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพข้าว. วันที่ 29-31 กรกฎาคม 2545 ณ. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จ.ปทุมธานี.

ธนกฤต เขียวอร่าม, นันทวัฒน์ ศรีอำไพ, อำพล แพบุตร, อุไรกาลปักษ์ และรุ่งนภา อังคุณี . 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ศึกษาปัจจัยและแนวทางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการทำนาในพื้นที่อำเภอบ้าน ลาด จังหวัดเพชรบุรี คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรวิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี และสำนักงานเกษตรอำเภอบ้านลาด ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร.

นันทนา ชื่นอิ่ม, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์ และนุษรา สินบัวทอง. 2553. การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าการวิเคราะห์ดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพลิน รัตนจันทร์, อานัน ผลวัฒนะ, ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และนิวัติ เจริญศิลป์. 2550. การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่เพื่อการผลิตข้าวในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา. น. 41-48. ใน: ประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2550 วันที่ 19-20 กุมภาพันธ์ 2550, ปทุมธานี.

พันธวัศ สัมพันธ์พานิช. 2555. การใช้ปุ๋ยคอกและเคมีต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 40: 1236-1249.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โสรยา เกิดพิบูลย์, ดาริกา เจริญดี, เณศรา จันต๊ะวงศ์ และพนัชกร อัศวจิต. 2555. ผลของวิธีการหุง ที่มีต่อสัณฐานวิทยาและสมบัติเชิงกายภาพของข้าวฮางในระหว่างการหุง. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2557.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557a. การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ปลูกในชุดดินสรรพยา. วารสารเกษตร. 30: 133-140.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557b. ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและสมบัติทางเคมีของข้าวพันธุ์ปทุมธานีในชุดดินสรรพยา. แก่นเกษตร. 43: 423-430.

Bray, R. H., and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.

Bremmer, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen Total. P. 595-624. In: A. L. Page (ed.), Methods of soil analysis: Agron. NO. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties. 2nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

FAO. 1974. The euphrates pilot irrigation project. Methods of soil analysis, Gadeb Soil Laboratory (A Laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Jackson, M. L. 1958. Soluble salt analysis for soils and water. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Inc. Englewaed Cliffs, N. J. 251p.

Ladha, J.K., H. Pathak, T. Krupnik, J. Six, and C. van Kessel. 2005. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. Advance in Agronomy. 87: 85-156.

Mclean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. P. 199-224. In: A. L. Page (ed.), Methods of soil analysis Part 2: Chemical and microbiological properties. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

Peech, M., L. T. Alexander, L. A. Deanand, and J. F. Reed. 1947. Method of soil analysis for soil fertility Investigation. Dept. Agric. Circ., USA.

Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil: Effect of variation in digestion conditions and of organic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-263.