

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว Effects of Chemical Fertilizer Application with Gypsum on Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.)

ถวัชชัย อินทร์บุญช่วย¹ ชัยสิทธิ์ ทองजू¹ และจุฑามาศ ร่มแก้ว²

Tawatchai Inboonchuay,¹ Chaisit Thongjoo¹ and Jutamas Romkaew²

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ได้แก่ ตำรับควบคุม ($T_1 = \text{Control}$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($T_2 = \text{IF}_{100\%} + G_0$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_3 = \text{IF}_{100\%} + G_{25}$ และ $T_4 = \text{IF}_{100\%} + G_{50}$) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($T_5 = \text{IF}_{75\%} + G_0$) และใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_6 = \text{IF}_{75\%} + G_{25}$ และ $T_7 = \text{IF}_{75\%} + G_{50}$) ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ และค่าความเขียวของใบข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($\text{IF}_{100\%} + G_0$) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{75\%} + G_{25}$ และ $\text{IF}_{75\%} + G_{50}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ และค่าความเขียวของใบข้าวต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{50}$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{100\%} + G_0$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_{50}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_{25}$ หรือ $\text{IF}_{75\%} + G_0$) มีผลให้จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวใกล้เคียงกัน แตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งมีผลให้จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวน้อยที่สุด นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมในอัตรา 50 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($\text{IF}_{100\%}$) มีแนวโน้มให้จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($\text{IF}_{75\%}$)

คำสำคัญ : ข้าว ปุ๋ยเคมี ยิปซัม

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom 73140

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom 73140

Abstract

This study investigated the effects of chemical fertilizer application with gypsum on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.). Randomized Complete Block Design was used as an experimental design consisted of 7 treatments, i.e., a) control/unfertilized treatment ($T_1 = \text{control}$); b) chemical fertilizer following soil analysis ($T_2 = IF_{100\%} + G_0$); c-d) chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_3 = IF_{100\%} + G_{25}$ and $T_4 = IF_{100\%} + G_{50}$); e) chemical fertilizers following soil analysis only 75% ($T_5 = IF_{75\%} + G_0$); f-g) chemical fertilizers following soil analysis only 75% combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_6 = IF_{75\%} + G_{25}$ และ $T_7 = IF_{75\%} + G_{50}$). The study revealed that chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 50 kg/rai ($IF_{100\%} + G_{50}$) effected on the highest of plant height, tiller and leaf greenness of rice nearly the same as applying chemical fertilizer following soil analysis or chemical fertilizers following soil analysis only 75% both single use or combing with gypsum 25 or 50 kg/rai. While the control treatment effected on the lowest of plant heights, tiller number and leaf greenness at all growth stages.

Regarding yield and yield components of rice, it was found that applying chemical fertilizer following soil analysis or applying chemical fertilizer following soil analysis only 75% both single use or combining with gypsum 25 or 50 kg/rai effected on the panicle per plant, total weight, grain yield and good seed weight nearly the same. On the other hand, the control treatment effected on the lowest panicle number per plant, total weight, grain yield and good seed weight of rice. Noticeably, applying chemical fertilizer combining with gypsum 50 kg/rai had tendency to increase panicle per plant, total weight, grain yield and 1000 grain weight better than applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 kg/rai. While applying chemical fertilizer following soil analysis ($IF_{100\%}$) tended to increase panicle number per plant, total weight, grain yield and 1000 grain weight better than applying chemical fertilizer following soil analysis only 75% ($IF_{75\%}$).

Keywords : rice (*Oryza sativa* L.), chemical fertilizer, gypsum

E-mail : thongjuu@yahoo.com, soul_mate_u@hotmail.com

บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญของโลก ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ทำนาปลูกข้าวเป็นอาชีพหลัก ทำให้ประเทศไทยมีความมั่นคงด้านอาหาร ขณะเดียวกันยังสร้างความมั่นคงด้านอาหารให้แก่โลก โดยการส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลก (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2549) นอกจากนี้ สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติได้ประเมินความต้องการข้าวของประชากรโลกเพิ่มเป็น 760 ล้านตัน/ปี ใน ค. ศ. 2020 (IRRI, 1996) นั้นหมายความว่าประเทศไทยจะมีศักยภาพในการส่งออกข้าวมากขึ้น ดังนั้น จึงควรเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ให้มากขึ้น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551) ได้รายงานสถิติการเพาะปลูกในปี พ.ศ. 2549 ว่าประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวม 67 ล้านไร่ ได้ผลผลิตรวมประมาณ 30 ล้านตัน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ใช้ปลูกข้าวส่วน

ใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมาก (ประมาณ 0.3 – 0.5 เปอร์เซ็นต์) จึงจำเป็นต้องเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงในดินเป็นปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีปัญหาการสูญเสียธาตุอาหารโดยการชะล้าง (leaching) ค่อนข้างสูงอีกด้วย ปัจจุบันการทำเกษตรยังขาดการจัดการดินที่ดี ทำให้ดินเสื่อมโทรม ส่งผลให้มีการใส่ปุ๋ยเคมีและสารเคมีมากเกินไปเกินความต้องการของพืช ทำให้เกิดการตกค้าง และสะสมในดิน การหันมาใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จึงเป็นแนวทางการจัดการดินที่น่าสนใจ

ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชเป็นปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 3,867,187 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 42,413 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของประเทศไทย ให้สามารถแข่งขันในระบบการค้าเสรีได้ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกันตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวีวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552)

ยิปซัม เป็นสารประกอบของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือไม่มีสี เนื้ออ่อน มีความสามารถในการละลายน้ำได้ประมาณ 2.5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (ยงยุทธ, 2542) องค์ประกอบสำคัญของยิปซัม คือ แคลเซียมกับซัลเฟต จึงเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุแคลเซียมกับกำมะถัน สำหรับกำมะถันนั้นอาจขาดแคลนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ เช่น ชุดดินกำแพงแสน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) การนำผลงานวิจัยทางเกษตรที่เกี่ยวข้องกับยิปซัมจากต่างประเทศมาปรับใช้ในประเทศไทย พบว่า ยิปซัมนั้นมีคุณสมบัติที่ดีมากในการปรับปรุงดินเสื่อมโทรม โดยเฉพาะดินที่มีการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเป็นเวลายาวนาน กล่าวคือ เมื่อนำยิปซัมมาใช้ปรับปรุงดินเสื่อมโทรม จะมีผลให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตโดยภาพรวมดีขึ้น (Warington *et al.*, 1989; Miller, 1987; Agassi *et al.*, 1990) จึงเกิดแนวคิดในการนำยิปซัมมาพิสูจน์สมบัติเด่นด้านการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเสริมประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย ตลอดจนผลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวในสภาพแปลง ทั้งนี้เพื่อเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการลดต้นทุนในส่วนของปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัม ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวนาดำพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในฤดูนาปี (ช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน พ.ศ. 2552)

1. อุปกรณ์

1.1 แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม

- 1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าว (*Oryza sativa* L.) ใช้พันธุ์สุพรรณบุรี 1
- 1.3 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N)
- 1.4 ยิปซัมที่ใช้ในการทดลอง มีชื่อทางการค้าว่า “กรีนแคล” ของบริษัท ดี เค ที จำกัด
- 1.5 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ pH meter (420A model), Electrical conductivity meter (4010 model), Mikrokjeldahl distillation apparatus (Gerhard:VAP 20 model), Digestion apparatus (Gerhard:Ger 704000 model), Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 220 FS), เครื่องชั่งภาคสนาม, เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง และตู้อบ (Memmert)

2. วิธีการ

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

นำเมล็ดข้าวแช่น้ำ 24 ชม. จากนั้น นำมาหุ้มด้วยผ้าที่มีความชื้นประมาณ 24-36 ซม. เมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอกโดยมีรากยาวประมาณ 1-2 มม. นำไปหว่านในแปลงตกกล้าที่ทำเทือกไว้ดีแล้ว ระหว่างนั้นเตรียมแปลงทดลอง โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 28 แปลงย่อย ซึ่งมีขนาดของแปลงกว้าง 3 เมตร และยาว 5 เมตร แต่ละแปลงย่อยทำคันดินกั้นซึ่งมีขนาดกว้างและสูงเป็น 25 และ 30 ซม. ตามลำดับ ระหว่างแถวมีร่องระบายน้ำขนาดกว้าง 50 ซม. เมื่อกกล้าข้าวมีอายุประมาณ 20-25 วัน ทำการปักดำในแต่ละแปลงย่อย โดยใช้กล้าข้าวปักดำ 2 ต้น/กอ วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ จำนวน 7 ตำรับทดลอง ดังนี้ คือ

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและยิปซัม (Control)
- 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{100\%} + G_0$)
- 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$)
- 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$)
- 5) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%} + G_0$)
- 6) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{75\%} + G_{25}$)
- 7) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{75\%} + G_{50}$)

สำหรับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

การใส่ปุ๋ยเคมี และยิปซัม แบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 20 และ 60 วันหลังปักดำ

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวที่อายุ 1 และ 2 เดือน ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนแขนงต่อกอ และค่าความเขียว (SPAD reading) ของใบ (วัดตำแหน่งใบที่ 4-6 จากปลายยอด ทำการวัด 5 ใบต่อต้น) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ส่วนผลผลิตของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมดต่อไร่ น้ำหนักฟางทั้งหมดต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดดีต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดดีต่อไร่ น้ำหนัก 1000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี

สำหรับค่าวิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1

Table 1 Chemical and physical properties of soil before the experiment

Properties	Results
pH (soil : water = 1:1)	6.43
EC _e (dS/m)	0.67
Organic Matter (%) ^{1/}	2.02
Available P (mg/kg) ^{2/}	66.32
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	152.57
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	2688.21
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	170.41
Texture ^{4/}	clay loam

Note : ^{1/} = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934) ^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

^{3/} = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

^{4/} = คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวนาดำพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในฤดูนาปี (ช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน พ.ศ. 2552) ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าว

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงต้นของข้าวที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₅₀) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₂₅ หรือ IF_{100%}+G₀ หรือ IF_{75%}+G₅₀ หรือ IF_{75%}+G₂₅) ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้ความสูงต้นของข้าวค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจารย์ (2552) และชัยสิทธิ์ และธนัตศรี (2553)

1.2 จำนวนแขนงตอก

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนแขนงตอกของข้าวที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₅₀ หรือ IF_{100%}+G₂₅ หรือ IF_{100%}+G₀ หรือ IF_{75%}+G₅₀ หรือ IF_{75%}+G₂₅ หรือ IF_{75%}+G₀) มีผลให้จำนวนแขนงตอกของข้าวใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งมีผลให้จำนวนแขนงตอกของข้าวน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าจำนวนแขนงตอกของข้าวมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเจริญเติบโต ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าเกิดการบังแสงทำให้แสงแดดที่ส่องผ่านเข้าไปในกอข้าวมี

ปริมาณลดลง ก็จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลงด้วย หรืออาจเป็นผลจากการสะสมของโรคและแมลงจึงทำให้ข้าวที่แตกกอใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (รุจิกร, 2538; ชัยสิทธิ์ และปาจารย์, 2552)

1.3 ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{100\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{100\%}+G_0$ หรือ $IF_{75\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{75\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{75\%}+G_0$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวใกล้เคียงกัน แตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

2.1 จำนวนรวงต่อกอ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนรวงต่อกอของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{100\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{100\%}+G_0$ หรือ $IF_{75\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{75\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{75\%}+G_0$) มีผลให้จำนวนรวงต่อกอของข้าวใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งมีผลให้จำนวนรวงต่อกอของข้าวน้อยที่สุด

2.2 น้ำหนักรวมทั้งหมดและน้ำหนักฟาง

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้น้ำหนักรวมทั้งหมดและน้ำหนักฟางของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{100\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{100\%}+G_0$ หรือ $IF_{75\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{75\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{75\%}+G_0$) มีผลให้น้ำหนักรวมทั้งหมดและน้ำหนักฟางของข้าวใกล้เคียงกัน แตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งมีผลให้น้ำหนักรวมทั้งหมดและน้ำหนักฟางของข้าวน้อยที่สุด

2.3 น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดดี

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3 และ 4) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{100\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{100\%}+G_0$ หรือ $IF_{75\%}+G_{50}$ หรือ $IF_{75\%}+G_{25}$ หรือ $IF_{75\%}+G_0$) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวใกล้เคียงกัน แตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งมีผลให้น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวน้อยที่สุด

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจารย์ (2552) และชัยสิทธิ์ และธนัตศรี (2553)

2.4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยทุกตำรับทดลองมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีของข้าวใกล้เคียงกันในช่วง 79.80-86.61 เปอร์เซ็นต์

2.5 น้ำหนัก 1000 เมล็ด

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยทุกตำรับทดลองมีผลให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวใกล้เคียงกันในช่วง 28.74-30.78 กรัม

Table 2 Plant heights, tiller per plant and leaf greenness (SPAD reading) of rice (*Oryza sativa* L.) at different growth stages

Treatments	Plant heights (cm)		Tiller/plant		Leaf greenness (SPAD reading)	
	1 month	2 months	1 month	2 months	1 month	2 months
T ₁ = Control	74.59 ^b	101.83 ^c	14.29 ^b	10.50 ^b	35.33 ^b	33.64 ^b
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	85.12 ^a	117.62 ^{ab}	26.29 ^a	20.21 ^a	39.42 ^a	39.62 ^a
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	85.67 ^a	118.38 ^{ab}	26.71 ^a	20.34 ^a	39.55 ^a	40.10 ^a
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	87.13 ^a	119.92 ^a	28.29 ^a	21.83 ^a	39.58 ^a	40.41 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	82.29 ^a	113.54 ^b	25.21 ^a	18.59 ^a	39.02 ^a	38.55 ^a
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	82.84 ^a	114.17 ^{ab}	25.21 ^a	19.08 ^a	39.14 ^a	39.24 ^a
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	84.75 ^a	115.67 ^{ab}	25.92 ^a	19.58 ^a	39.32 ^a	39.38 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	4.36	3.35	14.14	14.28	2.62	4.24

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 3 Panicle per plant, total weight, straw weight and grain yield of rice (*Oryza sativa* L.)

Treatments	Panicle/plant	Total weight (kg/rai)	Straw weight (kg/rai)	Grain yield (kg/rai)
T ₁ = Control	11.21 ^b	1450.4 ^b	776.5 ^b	673.91 ^b
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	19.33 ^a	2884.3 ^a	1610.3 ^a	1274.01 ^a
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	19.54 ^a	2949.4 ^a	1648.6 ^a	1300.83 ^a
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	19.71 ^a	2952.7 ^a	1650.5 ^a	1302.22 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	17.67 ^a	2748.0 ^a	1602.3 ^a	1145.72 ^a
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	17.71 ^a	2798.1 ^a	1578.2 ^a	1219.86 ^a
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	18.29 ^a	2863.4 ^a	1619.3 ^a	1244.08 ^a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	10.10	8.41	10.90	8.77

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 4 Good seed weight, percentage of good seed and 1000 grain weight of rice (*Oryza sativa* L.)

Treatments	Good seed weight (kg/rai)	% of good seed weight	1000 grain weight (g)
T ₁ = Control	540.13 ^b	79.94	28.74
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	1103.90 ^a	86.61	30.44
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	1088.94 ^a	83.51	30.55
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	1074.32 ^a	82.50	30.78
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	923.56 ^a	80.60	28.98
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	1011.79 ^a	82.84	29.33
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	996.68 ^a	79.80	30.07
F-test	**	ns	ns
CV (%)	12.08	5.06	4.12

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนา
ดำพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในฤดูนาปี (ช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน พ.ศ. 2552) สามารถสรุปผลการทดลองได้
ดังต่อไปนี้

1. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ และค่าความเขียวของใบข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้ ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ และค่าความเขียวของใบข้าวต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

2. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ มีผลให้จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก เมล็ดดีของข้าวใกล้เคียงกัน ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และ น้ำหนักเมล็ดดีของข้าวน้อยที่สุด

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำยิปซัมใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าว แต่ระยะเวลา ในการวิจัยเพียง 1 ฤดูปลูก อาจไม่สามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจนนัก ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาต่อในฤดูนาปรัง (ใน สภาพพื้นที่เดิม) ทั้งนี้เพื่อยืนยันผลของการใช้ยิปซัมร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว รวมทั้ง ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. ใน เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจุ และปาจรีย์ แน่นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการ เจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย. 31 (1) : 6-26.

ชัยสิทธิ์ ทองจุ และธนิศร์ สอนจิตร. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28 (1) : 99-109.

ประสิทธิ์ คล้ายเยี่ยม. 2552. ผลของสารพอลิเมอร์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกใน ชุดดินกำแพงแสน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ ไสยสกลา. 2542. ศัพท์ในวงการปุ๋ย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไสยสกลา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ระวีวรรณ โชติพันธ์ ชัยสิทธิ์ ทองจุ กุมุท สังขศิลา จุฑามาศ รมแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและ พลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

รุจิกร ศรีแมนม่วง. 2538. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพอ้อยพันธุ์ กพส 85-11-2 และ กพส 85-1-56 ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ศิริสุดา บุตรเพชร ชัยสิทธิ์ ทองจุ กุมุท สังขศิลา จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62 ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2548/2549. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการเกษตรแห่งประเทศไทยปี 49. แหล่งที่มา: [http:// www.oae.go.th/stststic/yearbook49/section1/sec1table1.pdf](http://www.oae.go.th/stststic/yearbook49/section1/sec1table1.pdf). 25 สิงหาคม 2551.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550-2552. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1102-1106.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1996. Measurement of Methane Emissions from Rice Fields, Principles and Operation of GC Techniques. Soil and Water science Division and Training Center (SWSD), pp. 1-13.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum-amended Ultisols under simulated rainfall. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 51: 1314-1320.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black, ed. *Methods of Soil Analysis. Part II.* Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtijeff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-35.
- Warrington, D., I., Shainberg, M. Agassi, and J. Morin. 1989. Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1201-1205.