

ผลของการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและ
ประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนของข้าว

**Effects of a Combination of Nitrogen Fertilizer and Composted Manure on
Production and Nitrogen Use Efficiency of Paddy Rice**

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ^{1/}
Auraiwan Isuwan^{1/}

ABSTRACT

The experiment was conducted to examine the effects of a combination of nitrogenous (N) fertilizer (FN) and composted manure (CM) on production and nitrogen use efficiency (NUE) of paddy rice grown under greenhouse condition during May – December 2011. A completely randomized design with 6 replications was used. Seven treatments consisted of various combination levels of CM and FN. They were 1) no CM and FN (control), 2) CM 500 kg/rai (C), 3) FN 12 kg N/rai (F12), 4) CM 500 kg/rai+FN 6 kg N/rai (CF6), 5) CM 500 kg/rai + FN 12 kg N/rai (CF12), 6) CM 500 kg/rai + FN 24 kg N/rai (CF24), and 7) CM 500 kg/rai + FN 36 kg N/rai (CF36). The results showed that the average plant height in the CF6 was significantly the highest at 48, 62 and 76 days after transplanting. Tillers per plant of the CF12 were maximum. The CF36 had infertile-grain percentage and grains per spike similar to the CF24, but higher than other treatments. Moreover, spikes per plant (15.33) and grain yield (1,006 kg/rai) of the CF36 were the highest. The NUE of the CF36 (37.33%) did not differ from the CF24 (33.33%), but greater than the CF6 and the CF12. In conclusion, based on grain yield and NUE, it is recommended using a combination of chemical fertilizer at the rate of 24 kg N/rai and composted manure at the rate of 500 kg/rai.

Key-words: composted manure, nitrogen fertilizer, nitrogen use efficiency and rice

^{1/} คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี 76120

^{1/} Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi campus, Cha-am district, Phetchaburi province 76120

บทคัดย่อ

การทดลองดำเนินการเพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (N) ร่วมกับปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนของข้าว โดยปลูกข้าวในเรือนกระจกระหว่างเดือนพฤษภาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2554 การทดลองวางแผนแบบ CRD มี 6 ซ้ำ 7 กรรมวิธี 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนและปุ๋ยหมัก (control) 2) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ (C) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 12 กก.N/ไร่ (F12) 4) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6 กก.N/ไร่ (CF6) 5) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 12 กก.N/ไร่ (CF12) 6) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 24 กก.N/ไร่ (CF24) และ 7) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 36 กก.N/ไร่ (CF36) ผลการทดลองพบว่าข้าวในกรรมวิธี CF6 ค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดเมื่อข้าวอายุ 48 62 และ 76 วันหลังจากปลูก และข้าวในกรรมวิธี CF12 มีจำนวนต้น/กอสูงที่สุด ผลผลิตข้าวในกรรมวิธี CF36 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบและจำนวนเมล็ด/รวงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CF24 แต่สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม CCF6 และ CF12 นอกจากนี้ในกรรมวิธี CF36 ข้าวมีจำนวนรวง/กอและผลผลิตเมล็ดข้าวสูงที่สุดเฉลี่ย 15.33 รวง/กอ และ 1,006 กก./ไร่ ข้าวในกรรมวิธี CF36 มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยไนโตรเจน (37.33%) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี CF24 (33.33%) แต่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในกรรมวิธี CF6 และ CF12 ดังนั้นหากพิจารณาผลผลิตข้าวและประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมคือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 24 กก.N/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่

คำหลัก: ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยไนโตรเจน ประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนข้าว

คำนำ

การจัดการธาตุอาหารพืชเชิงบูรณาการมีวัตถุประสงค์ เพื่อรักษาหรือเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้แหล่งธาตุอาหารที่สามารถหาได้จากทุกแหล่ง และอาศัยการจัดการอย่างเหมาะสม เพื่อให้การใช้ที่ดินเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตามความแตกต่างของชนิดปุ๋ยและวิธีการใส่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพืช ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการและการให้ผลผลิตของพืช (Tang et al., 2007) ดังนั้นในการใส่ปุ๋ยแก่พืชควรมีการจัดการให้เหมาะสม และสอดคล้องกับความต้องการของพืช

การจัดการการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานในการผลิตพืชปัจจุบันนับเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการนำเอาลักษณะเด่นของปุ๋ยชนิดต่างๆ มาเพิ่มพูนและสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและลดการสูญเสียเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยดูดซับไอออนที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยเคมีและค่อยๆ ปลดปล่อยไอออน

หรือธาตุอาหารให้แก่ต้นข้าวต่อไป (ยงยุทธ, 2551) มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ข้าวมีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ประเสริฐและคณะ, 2542; กรรณิกาและคณะ, 2552) นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักอินทรีย์มีคุณสมบัติในการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างช้าๆ (ธนพัฒน์และคณะ, 2552; รัตติญาและคณะ, 2552) ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มความชื้นของดินของธาตุอาหารพืชแล้ว ยังช่วยให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ในขณะที่ปุ๋ยเคมีนั้นสามารถให้ธาตุอาหารพืชได้โดยตรงและรวดเร็ว แต่ส่งผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพของดิน ดังนั้นการผสมผสานระหว่างปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี อาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช และคืนความสมดุลของธรรมชาติกลับสู่ดิน ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการจัดการทรัพยากรดิน ตามแนวทางของการเกษตรยั่งยืน

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และการให้ผลผลิตของข้าวเมื่อมีใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี การบำรุงดินและการผลิตข้าวได้อย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 ซ้ำ 7 กรรมวิธีคือ การจัดการปุ๋ยในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนและปุ๋ยหมัก

(control) 2) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ (C) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 12 กก.N/ไร่ (F12) 4) ใส่ปุ๋ยหมัก 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 6 กก.N/ไร่ (CF6) 5) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 12 กก.N/ไร่ (CF12) 6) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 24 กก.N/ไร่ (CF24) และ 7) ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 36 กก.N/ไร่ (CF36)

2. สถานที่ทดลองและการเตรียมดิน

ศึกษาทดลองในเรือนกระจกของคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2554 โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่นาของเกษตรกร อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นสุ่มตัวอย่างดินมาประมาณ 1 กก. บดและร่อนผ่านตะแกรง 2 มม. นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี โดยผลวิเคราะห์แสดงใน Table 1 สุ่มดินที่ผ่านการผึ่งแห้งในที่ร่มแล้วจำนวน 80 กก. ใส่ในกระถางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 ซม. สูง 80 ซม. จำนวน 42 กระถางเพื่อใช้ในการทดลองปลูกข้าวต่อไป

3. การปลูกและการดูแลข้าว

ใช้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง) ปลูกโดยการย้ายกล้าเมื่อต้นข้าวอายุ 20 วัน

ในกระถางๆ ละ 12 กอๆ ละ 3 ต้น ให้แต่ละกอห่างกัน 20 ซม. ทุกสิ่งทดลองได้รับปุ๋ยรองพื้นปริมาณเท่ากัน คือปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสอัตรา 6 กก. P_2O_5 /ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 6 กก. K_2O /ไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักจะดำเนินการโดยการคลุกรวมกับดินตามระดับของแต่ละกรรมวิธี ก่อนการปักดำสำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจนจะแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่าๆ กัน โดยครั้งที่ 1 ใส่พร้อมปุ๋ยรองพื้นเมื่อข้าวอายุ 30 วัน ครั้งที่ 2 ใส่ระยะข้าวแตกกอ หรือต้นข้าวอายุประมาณ 55 วัน

4. การวัดผลผลิต การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินได้แก่

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1) (McLean, 1982)

2. อินทรีย์วัตถุ (organic matter; OM) โดยวิธี Walkley-Black (Walkley, 1947; Anon, 1974)

3. ไนโตรเจน (total N) โดยวิธี Kjeldahl Method (Bremner and Mulvaney, 1982)

4. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus, avail. P) โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1995) อัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัดเป็น 1:10 แล้วทำให้เกิดสีด้วยสารละลาย ascorbic acid วัดปริมาณด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer

5. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity, CEC)

โพแทสเซียม (exchangeable potassium, exch. K) แคลเซียม (exchangeable calcium, exch. Ca) และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium, exch. Mg) โดยวิธีการสกัดดินด้วยสารละลาย ammonium acetate 1N pH7 ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัด 1:10 นำสารละลายที่ได้วัดปริมาณด้วยเครื่อง Flame photometer (Peech et al., 1947)

วิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของปุ๋ยหมักตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ได้แก่

6. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (ปุ๋ย:น้ำ เท่ากับ 1:10) (Anon, 2000)

7. ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:10) (Jackson, 1958)

8. อินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) โดยวิธี Walkley-Black (Walkley, 1947; Anon, 1974)

9. ไนโตรเจน (total N) โดยวิธี Kjeldahl Method (Bremner and Mulvaney, 1982)

10. ฟอสฟอรัส (total P_2O_5) โดยการย่อยด้วยกรด $HClO_4:HNO_3 = 1:1$ จากนั้นทำให้เกิดสีด้วยสารละลาย ammonium metavanadate (Barton's solution) วัดปริมาณด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer

11. โพแทสเซียม (total K_2O) โดยการย่อยด้วยกรด $HClO_4:HNO_3 = 1:1$ วัดปริมาณด้วย Flame photometer (Anon, 2000)

12. แคลเซียม (total Ca) และแมกนีเซียม (total Mg) (Anon, 2000)

13. ความชื้นโดยน้ำหนัก (moisture)
โดยวิธี Gravimetric method (Hesse, 1971)

14. การย่อยสลายที่สมบูรณ์ โดยวิธี
Germination index (นิรนาม, 2551)

15. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน
(C/N ratio) (Anderson and Ingram, 1993)

วัดความสูงของต้นข้าวที่อายุ 34 48 62 และ 76 วัน ทุกกระถางๆ ละ 12 ต้น จำนวนต้นต่อกอที่ข้าวอายุ 48 62 และ 76 ทุกกระถางๆ ละ 12 ต้น เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดเมื่อข้าวอายุ 120 วัน เพื่อศึกษาจำนวนรวง/กอ น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดลีบ จำนวนเมล็ด/รวงและน้ำหนักผลผลิต สุ่มตัวอย่างข้าว (ต้นข้าว+เมล็ดข้าว) ระยะเก็บเกี่ยวกระถางละ 1 กอ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl method และวิเคราะห์น้ำหนักแห้ง (dry matter)

5. การคำนวณและการวิเคราะห์ทางสถิติ

5.1 คำนวณผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 %

5.2 คำนวณผลผลิตน้ำหนักแห้งของซึ่งข้าว

5.3 คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำปุ๋ยไนโตรเจนตามวิธีที่แนะนำโดย Ladha และคณะ (2005) ได้แก่

5.3.1 ประสิทธิภาพการการใช้น้ำปุ๋ยไนโตรเจนของข้าว (recovery of nitrogen use efficiency, RNUE)

$$RNUE = \frac{(U_T - U_0)}{F_N}$$

U_T = ปริมาณไนโตรเจนจากส่วนที่เหนือดินทั้งหมดของข้าว (ต้นข้าว+ เมล็ดข้าว) (กก./ไร่) จากสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ

และ U_0 = ปริมาณไนโตรเจนจากส่วนที่เหนือดินทั้งหมดของข้าว (ต้นข้าว + เมล็ดข้าว) (กก./ไร่) จากสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

เมื่อ F_N = อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)

5.3.2 ประสิทธิภาพการใช้น้ำปุ๋ยไนโตรเจนทางสรีรวิทยา (physiological nitrogen use efficiency; PNUE)

$$PNUE = \frac{(Y_T - Y_0)}{(U_T - U_0)}$$

โดยที่ Y_T = ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าว (กก./ไร่) หรือไนโตรเจนจากผลผลิตเมล็ดข้าว (กก./ไร่) จากสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ

Y_0 = ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าว (กก./ไร่) หรือไนโตรเจนจากผลผลิตเมล็ดข้าว (กก./ไร่) จากสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

U_T = ปริมาณไนโตรเจนจากส่วนที่เหนือดินทั้งหมดของข้าว (ต้นข้าว+ เมล็ดข้าว) (กก./ไร่) จากสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ

วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT

Table 1. Analyzed soil properties

Item	Value
pH (1:1)	7.68
Organic matter(%)	0.23
Total N; (%)	0.01
CEC; (me/100g)	27.91
Available phosphorus (mg/kg)	43.66
Exchangeable potassium (mg/kg)	157
Exchangeable calcium (mg/kg)	1,813
Exchangeable magnesium (mg/kg)	1,252

Table 2. Analyzed composted manure properties

Item	Value	Criteria*
pH (1:10)	5.00	5.5-8.5
Moisture Content at 75 C 20 hrs. (%)	21.61	< 35%
Total N (%)	1.20	> 1.0%
Total P ₂ O ₅ (%)	2.34	> 0.5%
Total K ₂ O (%)	0.31	> 0.5%
EC(1.10) (dS/m)	2.05	< 6.0
Organic Matter (%)	16.93	>30%
C:N ratio	8:1	< 20:1
Plastic, Glass Etc.	Not detected	
Gravel (%)	0	
Sieve size (12.5*12.5 mm) (%)	100	
Germination Index (93.29 %)	Fertile	
Physical property	Ground	
Colour	Brown	

* Criteria for organic fertilizer as legally announced by Department of Agriculture (Anon, 2005)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติของดินและปุ๋ยหมัก

สมบัติของดินก่อนการทดลองและปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง พบว่าดินที่ใช้ในการทดลองจัดว่าเป็นดินดีที่มีไนโตรเจนต่ำ มี

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (Tables 1, 2) และปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลองจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการ พ.ศ. 2548

2. ความสูงและจำนวนต้นตอกของข้าว

ต้นข้าวมีอายุ 34 วัน ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี (Table 3) แต่เมื่อข้าวอายุ 48 62 และ 76 วัน ข้าวในกลุ่ม CF6 ให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นข้าวสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี F12 นอกจากนี้ข้าวที่อายุ 48 62 และ 76 วันพบว่าในกรรมวิธี CF12 ข้าวมีจำนวนต้นตอกสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี F12, C และ control

ข้าวที่ได้รับธาตุไนโตรเจนในระดับที่เพียงพอในช่วงระยะการตั้งตัวจนถึงการแตกกอส่งผลให้ข้าวมีหน่อหรือจำนวนต้นตอกมากขึ้น (Dobermann and Fairhurst, 1999) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีจะให้จำนวนต้นตอกมากขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว (ธนวัฒน์และคณะ, 2552) สอดคล้องกับมณฑิรและคณะ (2542) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12 กก./ไร่ ร่วมกับการใช้ใส่อัตรา 600 กก./ไร่ ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด เช่นเดียวกับวิวัฒน์และคณะ (2551) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีให้จำนวนต้นตอกมากขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในกรรมวิธี CF24 และ CF36 ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีสูง

ที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี F12, CF6 และ CF12 (Table 3)

การเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจนจะไปเพิ่มการเจริญเติบโตและการแตกกอของข้าวมากขึ้น (ยงยุทธ และคณะ, 2551) อย่างไรก็ตามหากข้าวได้รับไนโตรเจนมากเกินไป สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนจะทำให้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในเมล็ดข้าวน้อยลง ซึ่งอาจส่งผลมีเมล็ดลีบมากขึ้น (มุกดา, 2544) ในทำนองเดียวกันปรีชาและคณะ (2544) และมณฑิรและคณะ (2542) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับที่สูงทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีเพิ่มขึ้นเช่นกัน

สำหรับจำนวนเมล็ดต่อรวง พบว่ากรรมวิธี CF36 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีควบคุม C, F12 และ CF6 สอดคล้องกับมณฑิรและคณะ (2542) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวเพิ่มขึ้น ข้าวในกรรมวิธี CF36 มีจำนวนรวงต่อกอและผลผลิตข้าวสูงที่สุดเฉลี่ย 15.33 รวง/กอ และ 1,006 กก./ไร่ อย่างไรก็ตามพืชมีความต้องการธาตุอาหารและสามารถดูดไปใช้ได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น หากมากเกินไปจนจำเป็น อาจเกิดความไม่สมดุลของธาตุหรืออาจทำให้เป็นพิษกับต้นพืชได้ โดยอัตราปุ๋ยที่แนะนำสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงคือ 12 กก./ไร่ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองครั้งนี้กรรมวิธี CF36 ซึ่งมีอัตราปุ๋ย 36 กก./ไร่ ข้าวมีจำนวนรวงต่อกอและผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งอัตราปุ๋ยที่สูงดังกล่าวไม่ส่งผลให้ผลผลิตลดลง อาจเนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งปุ๋ย

Table 3. Height, tiller numbers and grain yield of rice received different fertilizer regimes

	Control	C	F12	CF6	CF12	CF24	CF36	CV (%)	P-Value
Height (cm)									
34 days	28.84	30.49	27.25	29.03	27.95	28.91	28.21	9.20	NS
48 days	49.36 b	53.08 a	43.13 c	54.17 a	48.94 ab	49.61 b	44.28 bc	9.92	**
62 days	62.18 b	66.39 ab	54.11 c	70.14 a	67.96 ab	59.88 bc	53.63 c	11.06	**
76 days	67.47 b	71.66 ab	61.42 c	84.54 a	81.54 ab	77.17 ab	70.04 ab	16.03	*
Tiller per plant									
48 days	3.67 c	6.00 b	6.17 b	9.00 a	9.50 a	6.83 b	6.83 b	21.40	**
62 days	8.33 d	7.50 d	9.33 c	12.67 bc	17.50 a	16.07 b	16.09 b	26.77	**
76 days	9.67 c	10.00 bc	11.33 b	14.67 ab	18.00 a	17.17 a	14.17 ab	27.50	**
100-grain weight (g)	2.83	2.89	2.84	3.03	2.82	2.91	3.04	5.48	NS
Unfilled grain (%)	4.33 ab	4.00 ab	3.53 b	3.50 b	3.67 b	6.33 a	6.33 a	40.31	*
Grains per spike	118.83 bc	119.83 b	114.83 c	116.50 c	128.17 ab	135.33 a	137.33 a	6.80	**
Spikes per plant	5.50 e	5.17 e	7.67 d	10.00 c	9.33 cd	12.33 b	15.33 a	19.31	**
Grain yield, kg/rai	275 e	260 e	527 d	619 d	738 c	862 b	1,006 a	14.58	**

NS = non statistically significant difference

* = statistically significant difference

** = highly statistically significant difference

Means in the same row followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

อินทรีย์ช่วยดูดซับไออนที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยเคมีและค่อยๆ ปลดปล่อยไออนหรือธาตุอาหารให้แก่ต้นข้าว ทำให้ธาตุอาหารไม่เป็นพิษและไม่มีผลต่อสมดุลของธาตุอาหาร (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

ผลผลิตของข้าวในกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (F12) 527 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงครึ่งหนึ่งร่วมกับปุ๋ยหมัก 500 กก./ไร่ (CF6) ข้าวมีผลผลิต 619 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการรายงานของ มณฑิรและคณะ (2542) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 8 กก./ไร่ ให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 4 กก./ไร่ ร่วมกับการใช้โสนอัตรา 200 กก./ไร่ ข้าวในกรรมวิธี CF12 มีผลผลิตสูงกว่า ผลผลิตข้าวใน

กรรมวิธี F12 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักมีผลทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ผลผลิตของข้าวสูงขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (มณฑิรและคณะ 2542: วิวัฒน์และคณะ, 2551)

4. ประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าว

กรรมวิธี CF36 มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวสูงที่สุด (37.33%) ไม่แตกต่างกับ CF24 (37.33%) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี CF6 และ CF12 ลัดดาวัลย์ (2541) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวพบว่าข้าวมีประสิทธิภาพในการดูดใช้ปุ๋ย

Table 4. Nitrogen use efficiency of rice received different fertilizer regimes

Items	CF6	CF12	CF24	CF36	CV (%)	P-Value
Nitrogen use efficiency (%)	20.83 b	24.17 b	33.33 a	37.33 a	16.12	**
Agronomic efficiency (kg DM/kg N)	14.33	12.83	12.33	12.16	17.34	NS

NS = non statistically significant difference

* = statistically significant difference

** = highly statistically significant difference

Table 5. Effects of fertilizer treatment on production cost and economic returns

Treatments	Fertilizer cost (baht/rai)	Income (baht/rai)	Income after correcting fertilizer cost (baht/rai)
Control	-	3,025	3,025
C	1,500	2,827	1,327
F12	480	5,786	3,806
CF6	1,740	6,809	5,069
CF12	1,980	8,118	6,138
CF24	2,460	9,068	6,628
CF36	2,940	11,055	8,115

Cost: Nitrogen fertilizer = 40 baht/kg

Compost manure = 3 baht/kg

Grain price = 11 baht/kg

ไนโตรเจนได้เพียง 30-40 % เท่านั้น

สำหรับประสิทธิภาพการผลิตพืชของ

ข้าวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี

โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 12.16-14.33 กก. ผลผลิต

ข้าว/กก. ไนโตรเจน ยงยุทธและคณะ (2551)

รายงานผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการ

ผลิตพืชของข้าว 5 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง

14-29 กก. ผลผลิต ข้าว/กก.ไนโตรเจน อย่างไรก็ตาม

ก็ตามการเพิ่มการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่าอัตราที่

พืชให้ผลผลิตสูงสุด ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการ

ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้นอีก (มณฑิรและคณะ, 2542)

5. ต้นทุนในการใช้ปุ๋ยและรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย

ต้นทุนค่าปุ๋ยเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใส่ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 36 กก.N/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ มีรายได้หลังจากหักต้นทุนค่าปุ๋ยสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ (Table 5)

การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอัตรา 12 กก./ไร่ (F12) มีรายได้หลังหักค่าปุ๋ยเท่ากับ 3,806 บาท/ไร่ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ (CF6 และ CF12) ซึ่งมีค่าเป็น 5,069 และ 6,138 บาท/ไร่ การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (วิวัฒน์และคณะ, 2551) ซึ่งส่งผลให้รายได้หลังหักค่าปุ๋ยในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่มีการใส่ปุ๋ยรองพื้นคือปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสอัตรา 6 กก. P_2O_5 /ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 6 กก. K_2O /ไร่ ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ หากพิจารณาผลผลิตร่วมนับประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยให้เกิดประโยชน์สูงสุด การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมคือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 24 กก./ไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ หากพิจารณาผลตอบแทนสูงสุด การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 36 กก./ไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กก./ไร่ เป็นอัตราการใช้ปุ๋ยที่แนะนำ อย่างไรก็ตามแม้ว่าการใส่ปุ๋ยในระดับสูงสุดจะทำให้มีผลตอบแทนสูง แต่ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยที่ลดลงอาจจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอันเกิดจากการใช้ปุ๋ยมากเกินไป ซึ่งควรมีการศึกษาถึงรายละเอียดต่อไป

คำขอบคุณ

การทดลองนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากเงินรายได้ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี 2554

เอกสารอ้างอิง

กรรณิกา นากลาง สิริมา ปันศิริ วราภรณ์ วงศ์บุญ ประเสริฐ ไชยวัฒน์ สว่าง ไรจนกุล วิวัฒน์ อิงคะ ประดิษฐ์ องอาจ วีระโสภณ จินตนา หัสวายุกุล ชนินทร์ เกลัชชา และเกลัช ลวดเงิน. 2552. การจัดการการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดการเสี่ยงในการผลิตข้าว. หน้า 99- 114. ใน: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552. วันที่ 9-11 มิถุนายน 2552 ณ โรงแรมซีบีซี จอมเทียน รีสอร์ท พัทยา จ.ชลบุรี.

ธนวัฒน์ ปลื้มพวง อรุณศิริ กำลัง จันทรจรัส วีรสาร และปิยมาภรณ์ เจริญสุข. 2552. ผลของการ ใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า. หน้า 522-529. ใน: เรื่องการเติมการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1. วันที่ 23-24 เมษายน 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

นิรนาม. 2551. คู่มือวิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนา

- ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 52 หน้า.
- ประเสริฐ สองเมือง ทวี ธนาวิรี อีรพันธ์ แพทยารักษ์ แพรพรรณ กุลนทีทิพย์ กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุล. 2542. การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีรณิเวศวิทยาของข้าวและสมบัติของดินที่สถานีทดลองข้าวพืชมายสถานีทดลองข้าวสุรินทร์. หน้า 22-56. ใน: รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2536-2539. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ปรีชา พรหมณีย์ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และจักรินทร์ ศรีธำพร. 2544. การทดสอบการใช้ปุ๋ยเคมีในอ้อยตามค่าวิเคราะห์ดิน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544 ศูนย์วิจัยพืชไร่นานครปฐม สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 28 หน้า.
- มณฑียร จินดา สมศักดิ์ เหลืองศิริรัตน์ และเสน่ห์ ฤกษ์วีรี. 2542. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตข้าวในดินนาชุดนครปฐม. หน้า 72-89. ใน: รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2536-2539. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ยงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ชงประยูร. 2551. *ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 519 หน้า.
- รัตติญา พรหมแสง อรุณสิริ กำลัง และจันทร์จรัส วีรสาร 2552. ผลของการปลดปล่อยไนโตรเจน จากการหมักมูลโคนมและมูลโคขุนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวาดุ้ง. หน้า 574-582. ใน: *เรื่องการเติมการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1*. 23-24 เมษายน 2552 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- ลัดดาวัลย์ กรรณนุช. 2541. *ปุ๋ย: การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ*. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี โครงการผลิตและจำหน่ายข้าวหอมมะลิของสหกรณ์กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร. 102 หน้า.
- วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ และวิญญู วงศ์อุบล. 2551. การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการผลิตข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีและวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย. *วารสารวิชาการข้าว* 2(1): 26-34.
- Anderson, J. M. and J. S. I. Ingram. 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods*. CAB International, Wallingford, U K. 221 p.

- Anon. 1974. *Methods of Soil Analysis*. The Euphrates Pilot Irrigation Project. Gadeb Soil? Laboratory. (A Laboratory Manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 120 p.
- Anon. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th edition, AOAC International Gaithersburg MD. USA. 179 p.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz, 1995. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. Pages. 595-624. In: *Methods of Soil Analysis: Agron. NO. 9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. Page A. L. (ed.), 2nd edition Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 1999. *Field Handbook. Nutritional Disorders and Nutrient Management in Rice*. IRRI, PPI/PPIC. 191 p.
- Hesse, P. R. 1971. *A Textbook of Soil Chemical Analysis*. John Murray, London 520 p.
- Jackson, M. L. 1958. *Soluble Salt Analysis for Soils and Water. Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Inc. Englewood 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 Agron.* 87: 85-156.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. Pages. 199-224, In: *Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. Page A. L. (ed.), Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- Peech, M., L. Alexander, T., Dean, L. A. and J. F. Reed. 1947. *Method of Soil Analysis for Soil Fertility Investigation*. US Dept. Agric. Circ. 757 p.
- Tang, S., S. Yang, J. Chen, P. Xu, F. Zhang, S. Ai and X. Huang. 2007. Studies on the mechanism of single basal application of controlled-release fertilizers for increasing yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Agric. Sci. in China* 6(5).
- 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.