

การใช้ประโยชน์เปลือกปูบดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

Utilization of Crab Meal on Growth and Yield of Rice

ชัยสิทธิ์ ทองจู้^{1*} เกวลิน ศรีจันทร์¹ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย¹ อัญชิชา พรมเมืองคุก¹
สิรินภา ช่วงโอบาส¹ สุชาดา กรุณา¹ ศิริสุดา บุตรเพชร¹ ซาลินี คงสุต² ธรรมธวัช แสงงาม²
ธีรยุทธ คล้าชื่น³ และศิวิโรจน์ สุวรรณโณ⁴

Chaisit Thongjoo^{1*} Kavalin Srichan¹ Tawatchai Inboonchuay¹ Aunthicha Phommuangkhu¹

Sirinapa Chungopast¹ Suchada Karuna¹ Sirisuda Bootpetch¹ Chalinee Khongsud²

Thamthawat Saengngam² Teerayut Klumchaun³ and Siwarot Suwanno⁴

Abstract: The aim of this study was to investigate the effect of crab meal (CM) on growth, yield of rice (var. Suphanburi 1) and some soil properties. Experimental design was completely randomized design (CRD) with 4 replications and consisting of 8 treatments. The study revealed that the CM application of 150 kg/rai in combination with chemical fertilizers (CF) containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM gave the highest plant height, tiller/plant, leaf greenness (SPAD unit), panicle/plant, total weight and grain yield which were not different from those of the application of CF containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the CM and the CM application of 300 kg/rai. Furthermore, the CM application of 150 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM gave the highest good seed weight which was not different from those of the application of CF containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the CM. At the end of the experiment, it was found that the CM application of 300 kg/rai resulted in the highest soil pH, followed by the CM application of 150 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM and the CM application of 150 kg/rai which was not different from the CM application of 75 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 75 kg/rai of the CM. Furthermore, the CM application of 300 kg/rai affected on the highest ECe and available P of soil which was not different from the CM application of 150 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM. The CM application of 300 kg/rai also affected on the highest organic matter, exchangeable Ca, Mg and Na of soil, followed by the CM application of 150 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM which was not different from the CM application of 150 kg/rai.

Keywords: rice, crab meal, by-product

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

² ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130

⁴ สถานีพัฒนาที่ดินตรัง ต.บ้านควน อ.เมือง จ.ตรัง 92000

¹ Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.

² Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.

³ Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.

⁴ Trang Land Development Station, Ban Khuan, Muang Trang, Trang, 92000.

* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th และ thongjuu@yahoo.com

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของเปลือกปูดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และสมบัติบางประการของดิน โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 8 ตำรับ การทดลองพบว่า การใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่เปลือกปูดอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้ การใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดดีของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ ภายหลังการทดลอง พบว่า การใส่เปลือกปูดอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่เปลือกปูดอัตรา 75 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 75 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้ การใส่เปลือกปูดอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ค่า ECe และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่การใส่เปลือกปูดอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ ยังมีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่เปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่

คำสำคัญ: ข้าว เปลือกปูด ผลพลอยได้

คำนำ

สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติได้ประเมินความต้องการข้าวของประชากรโลกเพิ่มขึ้นเป็น 760 ล้านตันปี ใน ค.ศ. 2020 (IRRI, 1996) ดังนั้น เกษตรกรจึงควรเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ให้มากขึ้น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561) ได้รายงานว่าการประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 72.1 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 33.1 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 558 กิโลกรัม/ไร่ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกข้าวมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมาก ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น เช่น การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม (ธวัชชัย และคณะ, 2553; ภาณุพรรณ และคณะ, 2557) การลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ผลพลอยได้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรมาทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2555; นฤพน และคณะ, 2556; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2561; Thongjoo *et al.*, 2005) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้

เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ส่วนใหญ่มีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำเปลือกปูดจากอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารทะเลมาใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของเปลือกปูดที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดจากผลพลอยได้ดังกล่าวในระยะยาวอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของเปลือกปูดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และสมบัติบางประการของดินในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ โรงเรือนทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม งานทดลองนี้ประกอบด้วย 32 กระถาง (จำนวน 4 ซ้ำ 8 ตำรับทดลอง) โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 2)

ดวงตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มิลลิเมตร ใส่ถังพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และสูง 45 เซนติเมตร จนถึงระดับที่ต่ำกว่าขอบกระถางประมาณ 10 เซนติเมตร และเติมน้ำให้ท่วมผิวดินประมาณ 5 เซนติเมตร หมักดินไว้ประมาณ 1 เดือน นำเมล็ดข้าวแช่น้ำประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้น หุ้มด้วยผ้าที่มีความชื้นเป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอกโดยมีรากยาว 1-2 มิลลิเมตร นำไปหว่านในกระบะตักกล้าที่ทำเทือกไว้แล้ว เมื่อกกล้าข้าวมีอายุ 20-25 วัน ถอนกล้าข้าวปักดำ 2 ต้น/กระถาง การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 % P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 20 และ 40 วันหลังปักดำ โดยอัตราการใช้แสดงไว้ใน (Table 1) ส่วนในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ไนโตรเจนอัตรา

12 กิโลกรัม/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) สำหรับการใส่เปลือกปูบด (crab meal, CM) จากห้างหุ้นส่วนจำกัด สีนอุดมเกษตรภัณฑ์ใส่เพียงครั้งเดียวที่อายุ 20 วันหลังปักดำ โดยตำรับทดลองที่ 3 และ 7 ใส่เปลือกปูบดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนตำรับทดลองที่ 4 และ 6 ใส่เปลือกปูบดอัตรา 75 และ 300 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ โดยสมบัติบางประการของเปลือกปูบดได้แสดงไว้ใน (Table 2)

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ และค่าความเขียวของใบข้าว (วัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปักดำ ส่วนข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวที่อายุ 4 เดือนหลังปักดำ ได้แก่ จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ภายหลังจากเก็บเกี่ยวดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับทดลองเพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่า EC_e และปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และสมบัติบางประการของดินที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test)

Table 1 Detail of treatments

Treatments	Descriptions	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P ₂ O ₅ -K ₂ O per rai)
T ₁	no fertilizer and CM treatment	control	0-0-0
T ₂	the application of chemical fertilizer (CF) based on soil chemical analysis	CF _{DOA}	12-0-0
T ₃	the CM application of 150 kg/rai	CM ₁₅₀	5.40-11.21-0.84
T ₄	the CM application of 75 kg/rai in combination with CF containing all major elements (N, P, K) equivalent to 75 kg/rai of the CM	CM ₇₅ +CF _{CM-75}	5.40-11.21-0.84
T ₅	the application of CF containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM	CF _{CM-150}	5.40-11.21-0.84
T ₆	the CM application of 300 kg/rai	CM ₃₀₀	10.80-22.41-1.68
T ₇	the CM application of 150 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 150 kg/rai of the CM	CM ₁₅₀ +CF _{CM-150}	10.80-22.41-1.68
T ₈	the application of CF containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the CM	CF _{CM-300}	10.80-22.41-1.68

Table 2 Initial properties of soil and crab meal used in this experiment

Properties	Soil (0-30 cm)	Properties	Crab meal (CM)
pH (1:1 water)	7.63	pH (3:50)	9.65
EC _e (dS/m)	0.53	EC _w (1:10, dS/m)	2.57
Organic matter (%) ^{1/}	1.23	Organic matter (%)	32.27
Available P (mg/kg) ^{2/}	44.56	Total N (%)	3.60
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	84.23	Total P ₂ O ₅ (%)	7.47
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	846	Total K ₂ O (%)	0.56
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	114.88	Total Na (%)	0.64
Exchangeable Na (mg/kg) ^{3/}	27.34	Total Si (%)	0.28
Texture ^{4/}	clay loam	C/N ratio	5.20 : 1
		Moisture (%)	12.31

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/} = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของเปลือกปุ๋ยมุขต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และสมบัติบางประการของดิน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าว

การใส่เปลือกปุ๋ยมุขอย่างเดียว การใส่เปลือกปุ๋ยมุขร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงตอก และค่าความเขียวของใบข้าวที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปักดำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ การใส่เปลือกปุ๋ยมุขอัตรา 150

กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมุขอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ($CM_{150} + CF_{CM-150}$) มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงตอก และค่าความเขียวของใบข้าวมากที่สุด และไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมุขอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ (CF_{CM-300}) และการใส่เปลือกปุ๋ยมุขอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ (CM_{300}) ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงตอก และค่าความเขียวของใบข้าวต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 3 Plant height, tiller/plant and leaf greenness (SPAD unit) of rice at different growth stages

Treatments	Plant height (cm)		Tiller/plant		SPAD unit	
	1 MAT ^{1/}	2 MAT	1 MAT	2 MAT	1 MAT	2 MAT
T ₁ = control	55.54 ^{e 2/}	74.49 ^{f 2/}	4.52 ^{f 2/}	7.54 ^{d 2/}	35.72 ^{d 2/}	32.57 ^{e 2/}
T ₂ = CF _{DOA}	70.47 ^b	106.29 ^{bc}	6.89 ^c	14.78 ^{ab}	43.35 ^{ab}	41.34 ^{ab}
T ₃ = CM ₁₅₀	61.53 ^d	85.29 ^e	6.48 ^e	12.57 ^c	38.45 ^{cd}	36.58 ^d
T ₄ = CM ₇₅ + CF _{CM-75}	68.59 ^b	102.52 ^c	6.75 ^d	14.38 ^{ab}	41.28 ^{bc}	39.23 ^{bc}
T ₅ = CF _{CM-150}	64.51 ^c	94.27 ^d	6.67 ^d	13.44 ^{bc}	40.67 ^{bc}	38.47 ^{cd}
T ₆ = CM ₃₀₀	74.62 ^a	107.49 ^{abc}	7.06 ^b	15.26 ^a	44.58 ^a	42.62 ^a
T ₇ = CM ₁₅₀ + CF _{CM-150}	77.38 ^a	112.51 ^a	7.23 ^a	15.79 ^a	46.26 ^a	43.55 ^a
T ₈ = CF _{CM-300}	76.21 ^a	110.56 ^{ab}	7.15 ^{ab}	15.71 ^a	45.80 ^a	43.16 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	12.34	12.90	11.95	12.99	12.09	13.12

^{1/} Months after transplant

^{2/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at p < 0.01

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

2.1 จำนวนรวงตอก น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด

การใส่เปลือกปุ๋ยมุขอย่างเดียว การใส่เปลือกปุ๋ยมุขร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนรวงตอก น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ $CM_{150} + CF_{CM-150}$

มีผลให้จำนวนรวงตอก น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวมากที่สุด (14.47 รวง 388.87 กรัม/ต้น และ 185.67 กรัม/ต้น ตามลำดับ) และไม่แตกต่างกับ CF_{CM-300} และ CM_{300} ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนรวงตอก น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวน้อยที่สุด (4.51 รวง 242.59 กรัม/ต้น และ 103.55 กรัม/ต้น ตามลำดับ)

Table 4 Panicle per plant, total weight and grain yield of rice

Treatments	Panicle/plant	Total weight (g/plant)	Grain yield (g/plant)
T ₁ = control	4.51 ^{e1/}	242.59 ^{1/}	103.55 ^{1/}
T ₂ = CF _{DOA}	12.47 ^b	364.24 ^{bc}	172.32 ^b
T ₃ = CM ₁₅₀	7.47 ^d	333.39 ^e	158.46 ^c
T ₄ = CM ₇₅ + CF _{CM-75}	10.52 ^c	354.47 ^{cd}	170.50 ^b
T ₅ = CF _{CM-150}	9.58 ^c	342.66 ^{de}	158.65 ^c
T ₆ = CM ₃₀₀	13.51 ^{ab}	376.45 ^{ab}	182.50 ^a
T ₇ = CM ₁₅₀ + CF _{CM-150}	14.47 ^a	388.87 ^a	185.67 ^a
T ₈ = CF _{CM-300}	13.68 ^{ab}	384.45 ^a	183.58 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	13.79	12.21	13.95

^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at p< 0.01

2.2 น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด

การใส่ปุ๋ยเปลือกปูดอย่างเดียว การใส่เปลือกปูดร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ CM₁₅₀ + CF_{CM-150} มีผลให้น้ำหนักเมล็ดดีของข้าวมากที่สุด (153.50 กรัม/ต้น) ไม่แตกต่างกับ CF_{CM-300} นอกจากนี้ CM₁₅₀ + CF_{CM-150}

ยังมีผลให้น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดของข้าวมากที่สุด (22.94 กรัม) และไม่แตกต่างกับ CF_{CM-300}, CM₃₀₀, การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}) การใส่เปลือกปูดอัตรา 75 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 75 กิโลกรัม/ไร่ (CM₇₅ + CF_{CM-75}) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปูดอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ (CF_{CM-150}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ดของข้าว น้อยที่สุด (75.32 กรัม/ต้น และ 20.42 กรัม ตามลำดับ)

Table 5 Good seed weight and 1,000 grain weight of rice

Treatments	Good seed weight (g/plant)	1,000 grain weight (g)
T ₁ = control	75.32 ^{a,1/}	20.42 ^{c,1/}
T ₂ = CF _{DOA}	141.33 ^c	22.62 ^{ab}
T ₃ = CM ₁₅₀	129.50 ^d	21.36 ^{bc}
T ₄ = CM ₇₅ + CF _{CM-75}	140.35 ^c	22.56 ^{ab}
T ₅ = CF _{CM-150}	132.35 ^d	22.45 ^{ab}
T ₆ = CM ₃₀₀	148.36 ^b	22.75 ^a
T ₇ = CM ₁₅₀ + CF _{CM-150}	153.50 ^a	22.94 ^a
T ₈ = CF _{CM-300}	151.45 ^{ab}	22.85 ^a
F-test	**	**
C.V. (%)	12.78	11.23

^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at p < 0.01

3. สมบัติของดินบางประการ ภายหลังจากปลูกข้าว

การใส่เปลือกปุ๋ยมกอย่างเดียว การใส่เปลือกปุ๋ยมกพร้อมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตัวควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ค่า EC ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ CF_{CM-300} มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH 7.41) ไม่แตกต่างกับ CF_{CM-150} และ CF_{DOA} ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ซึ่งในสภาพดินไรที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH₄⁺) ถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H⁺) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินมีค่า pH ลดลงได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551; ดัชนียา และคณะ, 2562) นอกจากนี้ CM₃₀₀ มีผลให้ค่า pH ของดินมากที่สุด (pH 8.54) รองลงมา คือ CM₁₅₀ + CF_{CM-150} และการใส่เปลือก

ปุ๋ยมก 150 กิโลกรัม/ไร่ (CM₁₅₀) ซึ่งไม่แตกต่างกับ CM₇₅ + CF_{CM-75} ทั้งนี้เป็นเพราะเปลือกปุ๋ยมกที่ใช้ทดลองมีค่า pH อยู่ในระดับต่างจัดมาก (pH > 9.0) (Table 2) CM₃₀₀ มีผลให้ค่า EC และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมากที่สุด (1.48 dS/m และ 73.54 mg/kg ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ CM₁₅₀ + CF_{CM-150} นอกจากนี้ CM₃₀₀ ยังมีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมากที่สุด (2.07 เปอร์เซ็นต์ 983, 143.72 และ 44.73 mg/kg ตามลำดับ) รองลงมา คือ CM₁₅₀ + CF_{CM-150} ซึ่งไม่แตกต่างกับ CM₁₅₀ ขณะที่ทุกตัวควบคุมที่มีการใส่เปลือกปุ๋ยมกอย่างเดียว การใส่เปลือกปุ๋ยมกพร้อมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตัวควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินใกล้เคียงกันในช่วง 85.26-90.36 mg/kg

Table 6 Soil properties as affected by different fertilizer management

Treatments	pH (1:1)	EC _e (dS/m)	Organic matter (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Extract. Na (mg/kg)
before experiment	7.63	0.53	1.23	44.56	84.23	846	114.88	27.34
T ₁ = control	7.62 ^{d1/}	0.55 ^{f1/}	1.25 ^{e1/}	45.14 ^{e1/}	85.26	851 ^{d1/}	113.81 ^{c1/}	26.53 ^{d1/}
T ₂ = CF _{DOA}	7.53 ^{de}	0.89 ^e	1.28 ^e	47.53 ^{de}	86.21	855 ^d	115.26 ^c	28.15 ^{cd}
T ₃ = CM ₁₅₀	8.23 ^c	1.25 ^{cd}	1.71 ^b	58.72 ^c	88.72	926 ^b	130.43 ^b	35.84 ^b
T ₄ = CM ₇₅ + CF _{CM-75}	8.15 ^c	1.21 ^d	1.57 ^c	56.38 ^c	88.32	889 ^c	125.29 ^b	30.25 ^c
T ₅ = CF _{CM-150}	7.48 ^e	1.16 ^d	1.34 ^{de}	51.29 ^d	86.25	860 ^d	116.59 ^c	28.75 ^{cd}
T ₆ = CM ₃₀₀	8.54 ^a	1.48 ^a	2.07 ^a	73.54 ^a	90.36	983 ^a	143.72 ^a	44.73 ^a
T ₇ = CM ₁₅₀ + CF _{CM-150}	8.35 ^b	1.43 ^{ab}	1.75 ^b	71.23 ^a	89.72	935 ^b	127.56 ^b	36.56 ^b
T ₈ = CF _{CM-300}	7.41 ^e	1.34 ^{bc}	1.42 ^d	62.89 ^b	88.35	865 ^d	117.83 ^c	30.26 ^c
F-test	**	**	**	**	ns	**	**	**
C.V. (%)	12.84	11.69	12.41	13.77	12.18	12.74	11.48	12.98

^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

ns = non-significant

** indicates significant difference at p < 0.01

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่เปลือกปุ๋ยมาร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่เปลือกปุ๋ยมแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของดัชนียา และคณะ (2562) ที่ทดลองใช้เปลือกปุ๋ยมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้เป็นเพราะปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับข้าวได้อย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่เปลือกปุ๋ยมจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อระยะเวลาผ่านไป นอกจากนี้ การใส่เปลือกปุ๋ยมอย่างเดียวในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า pH, EC_e ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เปลือกปุ๋ยมแต่เพียงอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า หรือการใส่เปลือกปุ๋ยมร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) โดยผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ

งานวิจัยของชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) ที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) อย่างเดียวกับข้าวในอัตราสูง มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด ดังนั้น การนำเปลือกปุ๋ยมไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร จึงควรคำนึงถึงค่า EC_e และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่สูงขึ้นในระยะยาวด้วย

สรุป

การใส่เปลือกปุ๋ยมอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงตอกอ ค่าความเขียวของใบ จำนวนรวงตอกอ น้ำหนักรวมทั้งหมด และน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่เปลือกปุ๋ยมอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้ การใส่เปลือกปุ๋ยมอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า

ธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดดีของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 300 กิโลกรัม/ไร่

การใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 300 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 75 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 75 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้ การใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 300 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้ค่า EC_e และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่การใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 300 กิโลกรัม/ไร่ ยังมีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ 150 กิโลกรัม/ไร่

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีความเป็นไปได้ที่จะนำเปลือกปุ๋ยมูลสัตว์มาใช้สำหรับการปลูกข้าว อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาในสภาพแปลงของเกษตรกรเพื่อยืนยันผลของการใช้เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์สำหรับทดแทนปุ๋ยหรือการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว อีกทั้งศึกษาผลของวัสดุดังกล่าวต่อสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาว นอกจากนี้ การใส่เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า pH, EC_e และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ดังนั้น จึงควรคำนึงถึงค่า pH และ EC_e ที่สูงขึ้นหรือปริมาณการสะสมของโซเดียมในดินด้วย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับห้างหุ้นส่วนจำกัด สีนอุดมเกษตรภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบไฮดรอสโคปเปอร์. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ชัยสิทธิ์ ทองจุก, ปิยะพงศ์ เขตปิยะรัตน์, ธนสมณฤทธิ์ กุลการณีย์เลิศ, ระวีวรรณ โชติพันธ์, ธีรยุทธ คล้าชื่น และรุจิกร ศรีแมนม่วง. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30 (1): 99-107.
- ชัยสิทธิ์ ทองจุก, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และธรรมธวัช แสงงาม. 2561. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 1 (1): 22-29.
- ดชเนี่ยา สิมมา, ชัยสิทธิ์ ทองจุก, เกวลิน ศรีจันทร์, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, อัญชิชา พรมเม็องคูก, สิริภา ช่างโอบาส, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม, ธีรยุทธ คล้าชื่น และศิวโรจน์ สุวรรณโณ. 2562. การใช้ประโยชน์เปลือกปุ๋ยมูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2 (2): 67-78.
- ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชัยสิทธิ์ ทองจุก และจุฑามาศ ร่วมแก้ว. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว, น. 33-42. ใน การประชุมวิชาการ

- ระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- นฤพนธ์ รัชชยัน, ชัยสิทธิ์ ทองจุก, ศุภชัย อำคา, จุฑามาต ร่มแก้ว และศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การ ใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน ผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าว, น. 100-110. ใน การประชุมวิชาการระดับ ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ครั้งที่ 10 สาขาพืชและเทคโนโลยี ชีวภาพ, นครปฐม.
- ภาณุพรรณ สระกอบแก้ว, ชัยสิทธิ์ ทองจุก, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ทำยเมือง, ชาลินี คงสุต, ธีรยุทธ คล้าชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ประสิทธิภาพ ของการใช้ปุ๋ยยูเรียชนิดต่างๆ ที่มีต่อการ เจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของ ข้าว, 1-10 น. ใน การประชุมวิชาการระดับ นานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ยงยุทธ ไอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต สงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถิติการเกษตร ของประเทศไทย ปี 2559-2561. กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- 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.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium. P. 1022-1030. In: C.A. Black, ed. *Methods of Soil Analysis. Part II.* Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.
- Thongjoo, C., S. Miyagawa, and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. *Plant Prod. Sci.* 8(4): 475-481.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.