

ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกไทย
Effect of Fertilizer Management in Combination with Soil Conditioner on Growth and
Yield of Pepper

พีระกานต์ วงคม¹ ชัยสิทธิ์ ทองจุ^{1*} ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย¹ วนิดา สืบสายพรหม²
ธรรมธวัช แสงงาม³ และธีรยุทธ คล้าชื่น⁴
Peerakarn Wongkom¹ Chaisit Thongjoo^{1*} Tawatchai Inboonchuay¹
Wanida Suebsaiprom² Thamthawat Saengngam³ and Teerayut Klumchaun⁴

Abstract: Field experiment was carried out to investigate the effect of fertilizer management in combination with soil conditioner on growth and yield of pepper var. Sarawak planted in Kaeng Hang Maeo District, Chanthaburi Province. Experimental design was arranged in Randomized Complete Block (RCB) with 3 replications and consisting of 11 treatments. The study revealed that the application of 2 times of fertilizer rate based on farmer practice in combination with 1.0 kg/plant of “GreenCal Mg” gave the highest length of branch, leaf greenness (SPAD reading), clusters/plant, fresh yield/cluster, dry yield/cluster, 100 seeds dry weight, concentrations of N, P, K and piperine in seed. However, these were not statistically different from that obtained from the application of 2 times of fertilizer rate based on farmer practice in combination with 1.0 kg/plant of “GreenCal”, the application of 2 times of fertilizer rate based on farmer practice in combination with 0.5 kg/plant of “GreenCal Mg” and the application of 2 times of fertilizer rate based on farmer practice in combination with 0.5 kg/plant of “GreenCal”.

Keywords: Fertilizer, Soil Conditioner, Pepper, Piperine

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

² ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ สถานีวิจัยกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

⁴ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130

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

² Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhorn Pathom 73140.

³ Kanchanaburi Research Station, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhorn Pathom, 73140.

⁴ Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.

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

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกไทยพันธุ์ชาราวัดที่ปลูกใน อ. แก่งหางแมว จ. จันทบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 11 ตำรับทดลอง ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ความยาวกิ่ง ค่าความเขียวของใบ จำนวนข้อต่อต้น น้ำหนักสดต่อข้อ น้ำหนักแห้งต่อข้อ น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารไฟเพอรินที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$)

คำสำคัญ: ปุ๋ย, สารปรับปรุงดิน, พริกไทย, สารไฟเพอริน

คำนำ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556) รายงานว่ามีพื้นที่สำหรับปลูกพริกไทยประมาณ 7,000 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 3,800 ตัน หรือคิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 542 กิโลกรัม ขณะที่ความต้องการใช้พริกไทยภายในประเทศมีประมาณ 4,848 กิโลกรัม ประกอบกับการผลิตพริกไทยโดยเฉพาะในจังหวัดจันทบุรีมีปัญหาในหลายด้าน เช่น การระบาดของโรคในสวนพริกไทยจากเชื้อ *Phytophthora capsici* ที่ก่อให้เกิดโรค Phythopthora rots เชื้อ *Fusarium solani* ที่ก่อให้เกิดโรค root rot เชื้อ *Collectotrichum gloeosporides/ C. perpiris/ C. capsici* ที่ก่อให้เกิดโรค Antracnose นอกจากนี้ไส้เดือนฝอย (*Meioiodyne incognite*) ยังเป็นสาเหตุของโรค slow decline (Anandaraj and Sarma, 1995) ปัจจุบันพบว่าธาตุอาหารมีอิทธิพลต่อการต้านทานโรคหรือความทนทานต่อจุลินทรีย์ก่อโรคของพืชได้ และมีบทบาทสำคัญในการต้านทานโรคของพืชในการเกษตรแบบยั่งยืน โดยการจัดการธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารแตกต่างกัน ส่งผลให้อัตราการเข้าทำลาย และการเกิดโรคแตกต่างกันออกไปด้วย (Dordas, 2007) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกพริกไทยในพื้นที่

ดังกล่าว พบว่า โดยมากไม่มีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีก่อนการปลูก ทำให้การจัดการธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ อาจไม่ตรงกับความต้องการของพริกไทย ะวิวรรณ และคณะ (2552) และศิริสุดา และคณะ (2552) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าการวิเคราะห์ดินเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของประเทศไทยได้ การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกไทย ซึ่งปัจจุบันถือว่าพริกไทยเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงที่จะเพิ่มผลผลิตได้อย่างชัดเจน หากมีการจัดการดินและปุ๋ยอย่างเหมาะสม (ปิยะ, 2536)

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกไทยพันธุ์ชาราวัด ณ แปลงเกษตรกรผู้ปลูกพริกไทยใน อ. แก่งหางแมว จ. จันทบุรี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560-เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองจากแปลงเกษตรกรที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์

สมบัติบางประการของดินได้แก่ค่า pH(1:1, soil:water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน และซัลเฟต

ที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 งานทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 11 ตำรับทดลอง ดังนี้

ตำรับทดลอง	คำบรรยาย	สัญลักษณ์	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (กรัม N-P2O5-K2O ต่อต้น)
T ₁	ไม่ใส่ปุ๋ย	control	0-0-0
T ₂	ใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร	F _{fp}	63.04-56.22-70.98
T ₃	ใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร "กรีนแคล" อัตรา 0.5 กก./ต้น	F _{fp} +GC _{0.5}	63.04-56.22-70.98
T ₄	ใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร "กรีนแคล" อัตรา 1 กก./ต้น	F _{fp} +GC _{1.0}	63.04-56.22-70.98
T ₅	ใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร สาร "กรีนแคลแมก" อัตรา 0.5 กก./ต้น	F _{fp} +GCM _{0.5}	63.04-56.22-70.98
T ₆	ใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร สาร "กรีนแคลแมก" อัตรา 1 กก./ต้น	F _{fp} +GCM _{1.0}	63.04-56.22-70.98
T ₇	ใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร	F _{2fp}	126.08-112.44-141.96
T ₈	ใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร "กรีนแคล" อัตรา 0.5 กก./ต้น	F _{2fp} +GC _{0.5}	126.08-112.44-141.96
T ₉	ใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร "กรีนแคล" อัตรา 1 กก./ต้น	F _{2fp} +GC _{1.0}	126.08-112.44-141.96
T ₁₀	ใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร สาร "กรีนแคลแมก" อัตรา 0.5 กก./ต้น	F _{2fp} +GCM _{0.5}	126.08-112.44-141.96
T ₁₁	ใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร สาร "กรีนแคลแมก" อัตรา 1 กก./ต้น	F _{2fp} +GCM _{1.0}	126.08-112.44-141.96

หมายเหตุ เกษตรกรผู้ปลูกพริกไทยมีการใส่ปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ภายหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดโลไมต์ และปุ๋ยเคมีสูตร 6-3-3 จำนวน 1,000, 300 และ 300 กรัม/ต้น ตามลำดับ ครั้งที่ 2 ช่วงพริกไทยออกดอกและติดฝักอ่อน โดยมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีสูตร 6-3-3 และ 13-13-21 จำนวน 300, 300 และ 100 กรัม/ต้น ตามลำดับ

Table 1 Chemical and physical properties of soil before the experiment.

Properties	Results (0-30 cm.)	Rating
pH (1:1)	5.94	moderately acid
EC _e (dS/m)	0.23	non-saline
Organic matter (%) ^{1/}	1.29	moderately low
Available P (mg/kg) ^{2/}	75.10	very high
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	497.20	very high
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	2,853	high
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	447.20	high
Exchangeable Fe (mg/kg)	21.40	high
Exchangeable Mn (mg/kg)	36.20	very high
Exchangeable Cu (mg/kg)	1.570	high
Exchangeable Zn (mg/kg)	0.99	low
Exchangeable B (mg/kg)	0.00	not detected
Exchangeable SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	34.70	-
Texture ^{4/}	clay	-

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)

พริกไทยมีการใส่ปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร (farmer practice, fp) จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไคโลไมต์ และปุ๋ยเคมีสูตร 6-3-3 จำนวน 1,000, 300 และ 300 กรัม/ต้น ตามลำดับ และครั้งที่ 2 เมื่อพริกไทยออกดอกและติดฝักอ่อน โดยมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีสูตร 6-3-3 และ 13-13-21 จำนวน 300, 300 และ 100 กรัม/ต้นตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2 โดยตำรับทดลองที่ 2-6 ใส่ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร ส่วนตำรับทดลองที่ 7-11 ใส่อัตรา 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร นอกจากนี้ มีการใส่ร่วมกับสาร “กรีนแคล” (ประกอบด้วยแคลเซียม (CaO) เท่ากับ 32 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 0.5 กก./ต้น ในตำรับทดลองที่ 3 และตำรับทดลองที่ 8 และใส่อัตรา 1.0 กก./ต้น ในตำรับทดลองที่ 4 และตำรับ

ทดลองที่ 9 และมีการใส่ร่วมกับสาร “กรีนแคลแมก” (ประกอบด้วยแคลเซียม (CaO) แมกนีเซียม (MgO) และกำมะถัน (S) เท่ากับ 32, 2 และ 17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) อัตรา 0.5 กก./ต้น ในตำรับทดลองที่ 5 และตำรับทดลองที่ 10 และใส่อัตรา 1.0 กก./ต้น ในตำรับทดลองที่ 6 และตำรับทดลองที่ 11

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพริกไทยที่อายุ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน ได้แก่ ความยาวกิ่ง และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 3 ครั้งต่อใบ) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกไทยที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ จำนวนช่อต่อต้น ผลผลิตช่อสดต่อต้น น้ำหนักสดต่อช่อ น้ำหนักสด 100 เมล็ด ผลผลิตช่อแห้งต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อช่อ น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และสารไพเพอร์รีน (piperine, $C_{17}H_{19}NO_3$) ที่สะสมในเมล็ด โดยข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความ

แปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test)

Table 2 Chemical and physical properties of organic fertilizer (OF) before the experiment.

Properties	Results
pH (3:50)	9.00
EC 1:10 (dS/m)	9.23
Sodium (%)	0.19
Organic matter (%)	23.24
Organic carbon (%)	13.48
C:N ratio	12.48
Total N (%)	1.08
Total P_2O_5 (%)	1.94
Total K_2O (%)	2.46
Total primary nutrients (%)	5.48
Germination index (%)	100.86
Moisture (%)	26.68

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกไทย ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของพริกไทย

การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสารปรับปรุงดินอัตราต่างๆ มีผลให้ความยาวกิ่งของพริกไทยที่อายุ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ที่อายุ 2 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ความยาวกิ่งของ

พริกไทยมากที่สุด (23.59 ซม.) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) ที่อายุ 4, 8, 10 และ 12 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ความยาวกิ่งของพริกไทยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่า ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร

“กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) ส่วนที่อายุ 6 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ความยาวกิ่งของพริกไทยมากที่สุด (36.59 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร

“กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$)

Table 3 Length of branch of pepper at different stages.

Treatments	Length of branch (cm)					
	2 MAP ^{1/}	4 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	10 MAP ^{1/}	12 MAP ^{1/}
T ₁ = control	10.72 ^{2/}	13.59 ^{2/}	17.54 ^{2/}	22.74 ^{2/}	25.26 ^{2/}	28.72 ^{2/}
T ₂ = F _{fp}	13.15 ^h	17.26 ^e	23.59 ^e	28.26 ^h	30.83 ^e	32.43 ^h
T ₃ = F _{fp} + GC _{0.5}	14.23 ^{gh}	18.23 ^e	27.63 ^d	31.59 ^g	33.27 ^e	35.26 ^{gh}
T ₄ = F _{fp} + GC _{1.0}	16.59 ^{def}	22.59 ^d	30.59 ^{bcd}	37.52 ^{de}	40.25 ^c	42.83 ^{de}
T ₅ = F _{fp} + GCM _{0.5}	14.89 ^{gh}	18.95 ^e	28.24 ^{cd}	33.72 ^g	36.54 ^d	38.12 ^g
T ₆ = F _{fp} + GCM _{1.0}	17.42 ^{de}	24.71 ^c	31.26 ^{bc}	38.25 ^{cd}	43.11 ^b	45.21 ^{cd}
T ₇ = F _{2fp}	15.73 ^{efg}	21.36 ^d	30.23 ^{bcd}	35.26 ^{ef}	37.63 ^{cd}	40.35 ^{ef}
T ₈ = F _{2fp} + GC _{0.5}	18.72 ^{cd}	25.36 ^{bc}	33.56 ^{ab}	40.36 ^{bc}	43.25 ^b	46.38 ^{bc}
T ₉ = F _{2fp} + GC _{1.0}	21.36 ^b	27.36 ^{ab}	35.42 ^a	41.23 ^{ab}	45.26 ^{ab}	50.26 ^a
T ₁₀ = F _{2fp} + GCM _{0.5}	20.38 ^{bc}	27.12 ^{ab}	34.87 ^a	40.83 ^{abc}	44.76 ^{ab}	48.72 ^{ab}
T ₁₁ = F _{2fp} + GCM _{1.0}	23.59 ^a	28.43 ^a	36.59 ^a	43.36 ^a	47.23 ^a	51.13 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	13.76	12.54	13.65	12.42	12.48	13.33

^{1/} Months after planting

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

** indicated significant difference at p<0.01

การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสารปรับปรุงดินอัตราต่างๆ มีผลให้ค่าความเขียวของใบพริกไทยที่อายุ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 2, 6, 10 และ 12 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบพริกไทย

มากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร (F_{2fp})

ส่วนที่อายุ 4 และ 8 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ย ปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบพริกไทยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียว

ของใบพริกไทยตั้งแต่อายุ 6 เดือนขึ้นไป มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใส่ปุ๋ย ทั้งนี้เนื่องจากดินก่อนการทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่ลดลงตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบพริกไทยลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2558) อย่างไรก็ตาม ค่าควบคุม (control) มีผลให้ความยาวกิ่ง และค่าความเขียวของใบพริกไทยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 4 Leaf greenness (SPAD reading) of pepper at different stages.

Treatments	Leaf greenness (SPAD reading)					
	2 MAP ^{1/}	4 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	10 MAP ^{1/}	12 MAP ^{1/}
T ₁ = control	33.59 ^{c2/}	32.53 ^{e2/}	30.26 ^{d2/}	29.56 ^{d2/}	27.65 ^{d2/}	25.83 ^{e2/}
T ₂ = F _{fp}	36.18 ^{bc}	40.28 ^d	38.76 ^c	37.83 ^c	34.23 ^c	30.26 ^d
T ₃ = F _{fp} + GC _{0.5}	37.43 ^b	42.15 ^{cd}	41.53 ^{bc}	38.25 ^c	36.11 ^{bc}	32.23 ^{cd}
T ₄ = F _{fp} + GC _{1.0}	38.36 ^b	43.73 ^c	42.33 ^b	39.28 ^c	37.14 ^b	33.14 ^c
T ₅ = F _{fp} + GCM _{0.5}	37.56 ^b	42.36 ^{cd}	41.76 ^{bc}	39.15 ^c	36.28 ^{bc}	32.67 ^{cd}
T ₆ = F _{fp} + GCM _{1.0}	38.79 ^b	44.26 ^c	42.56 ^b	40.31 ^c	37.25 ^b	33.56 ^{bc}
T ₇ = F _{2fp}	42.15 ^a	50.76 ^b	49.36 ^a	43.25 ^b	40.64 ^a	36.00 ^{ab}
T ₈ = F _{2fp} + GC _{0.5}	42.36 ^a	51.83 ^{ab}	50.21 ^a	45.26 ^{ab}	41.28 ^a	37.12 ^a
T ₉ = F _{2fp} + GC _{1.0}	43.56 ^a	52.83 ^{ab}	50.84 ^a	46.51 ^a	42.51 ^a	37.76 ^a
T ₁₀ = F _{2fp} + GCM _{0.5}	42.79 ^a	52.36 ^{ab}	50.73 ^a	45.77 ^{ab}	41.53 ^a	37.25 ^a
T ₁₁ = F _{2fp} + GCM _{1.0}	43.62 ^a	53.62 ^a	51.69 ^a	47.59 ^a	42.63 ^a	38.14 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	13.43	12.78	13.81	13.67	13.40	12.43

^{1/} Months after planting

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

** indicated significant difference at p<0.01

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกไทย

2.1 จำนวนช่อต่อต้น ผลผลิตช่อสดต่อต้น น้ำหนักสดต่อช่อ และน้ำหนักสด 100 เมล็ด

การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรอย่างเดี่ยว หรือใส่ร่วมกับสารปรับปรุงดินอัตราต่างๆ มีผลให้จำนวนช่อต่อต้น ผลผลิตช่อสดต่อต้น น้ำหนักสดต่อช่อ และน้ำหนักสด 100 เมล็ดของพริกไทยที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้จำนวนช่อต่อต้นของพริกไทยมากที่สุด (163.56 ช่อ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) ยังมีผลให้ผลผลิตช่อสดต่อต้นของพริกไทยมากที่สุด (920.84 กรัม/ต้น) รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้น้ำหนักสดต่อช่อของพริกไทยมากที่สุด (5.63 กรัม/ช่อ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น

($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) ขณะที่การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้น้ำหนักสด 100 เมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (12.36 กรัม) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{fp} + GCM_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{fp} + GC_{1.0}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร (F_{2fp}) ส่วนตัวควบคุม (control) มีผลให้จำนวนช่อต่อต้น ผลผลิตช่อสดต่อต้น น้ำหนักสดต่อช่อ และน้ำหนักสด 100 เมล็ดของพริกไทยน้อยที่สุดคือ 103.56 ช่อ, 389.39 กรัม/ต้น, 3.76 กรัม/ช่อ และ 9.23 กรัมตามลำดับ

Table 5 Clusters/plant, fresh yield/plant, fresh yield/cluster and 100 seeds fresh weight of pepper at 12 MAP.

Treatments	Clusters/plant	Fresh yield/plant (g)	fresh yield/cluster (g)	100 seeds fresh weight (g)
T ₁ = control	103.56 ^{g,j}	389.39 ^{l,j}	3.76 ^{f,l}	9.23 ^{d,l}
T ₂ = F _{fp}	138.25 ^f	591.71 ⁱ	4.28 ^e	10.93 ^c
T ₃ = F _{fp} + GC _{0.5}	142.36 ^{ef}	616.42 ^h	4.33 ^e	11.22 ^{bc}
T ₄ = F _{fp} + GC _{1.0}	150.42 ^{cd}	741.57 ^e	4.93 ^c	11.92 ^{ab}
T ₅ = F _{fp} + GCM _{0.5}	145.42 ^{de}	676.20 ^g	4.65 ^d	11.26 ^{bc}
T ₆ = F _{fp} + GCM _{1.0}	155.42 ^{bc}	797.30 ^d	5.13 ^b	12.13 ^a
T ₇ = F _{2fp}	148.72 ^d	724.27 ^f	4.87 ^c	11.83 ^{ab}
T ₈ = F _{2fp} + GC _{0.5}	157.35 ^b	870.15 ^c	5.53 ^a	12.21 ^a
T ₉ = F _{2fp} + GC _{1.0}	160.37 ^{ab}	898.07 ^b	5.60 ^a	12.33 ^a
T ₁₀ = F _{2fp} + GCM _{0.5}	158.56 ^{ab}	883.18 ^c	5.57 ^a	12.25 ^a
T ₁₁ = F _{2fp} + GCM _{1.0}	163.56 ^a	920.84 ^a	5.63 ^a	12.36 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	12.25	13.94	11.84	11.42

^j/ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at p<0.01

2.2 ผลผลิตต่อต้น น้ำหนักต่อช่อ และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด

การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสารปรับปรุงดินอัตราต่างๆ มีผลให้ ผลผลิตต่อต้น น้ำหนักต่อช่อ และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของพริกไทยที่อายุ 12 เดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{1.0}) มีผลให้ผลผลิตต่อต้นของพริกไทยมากที่สุด (397.45 กรัม/ต้น) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GC_{1.0}) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{0.5}) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น

(F_{2fp} + GC_{0.5}) ส่วนการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{1.0}) มีผลให้น้ำหนักต่อช่อและน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (2.43 กรัม/ช่อ และ 4.98 กรัม ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GC_{1.0}) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{0.5}) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น (F_{2fp} + GC_{0.5}) ขณะดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตต่อต้น น้ำหนักต่อช่อ และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของพริกไทยน้อยที่สุด คือ 148.09 กรัม/ต้น, 1.43 กรัม/ช่อ และ 4.03 กรัม ตามลำดับ

Table 6 Dry yield/plant, dry yield/cluster and 100 seeds dry weight of pepper at 12 MAP.

Treatments	Dry yield/plant (g)	Dry yield/cluster (g)	100 seeds dry weight (g)
T ₁ = control	148.09 ^{1j}	1.43 ^{e1j}	4.03 ^{d1j}
T ₂ = F _{fp}	255.76 ⁱ	1.85 ^d	4.28 ^c
T ₃ = F _{fp} + GC _{0.5}	266.21 ^h	1.87 ^d	4.36 ^c
T ₄ = F _{fp} + GC _{1.0}	327.92 ^e	2.18 ^b	4.63 ^b
T ₅ = F _{fp} + GCM _{0.5}	280.66 ^g	1.93 ^{cd}	4.58 ^b
T ₆ = F _{fp} + GCM _{1.0}	346.59 ^d	2.23 ^b	4.72 ^b
T ₇ = F _{2fp}	301.90 ^f	2.03 ^c	4.60 ^b
T ₈ = F _{2fp} + GC _{0.5}	369.77 ^c	2.35 ^a	4.87 ^a
T ₉ = F _{2fp} + GC _{1.0}	386.49 ^b	2.41 ^a	4.93 ^a
T ₁₀ = F _{2fp} + GCM _{0.5}	375.79 ^c	2.37 ^a	4.90 ^a
T ₁₁ = F _{2fp} + GCM _{1.0}	397.45 ^a	2.43 ^a	4.98 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	13.88	12.93	12.48

^{1j} mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at p<0.01

2.3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่สะสมในเมล็ด

การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสารปรับปรุงดินอัตราต่างๆ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{1.0}) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (1.783 และ 0.243 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล

อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GC_{1.0}) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{0.5}) และ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น (F_{2fp} + GC_{0.5}) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{1.0}) ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (1.324 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น (F_{2fp} + GC_{1.0}) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น (F_{2fp} + GCM_{0.5})

การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร และสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{fp} + GCM_{1.0}$)

ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยน้อยที่สุด (1.536, 0.142 และ 1.023 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

Table 7 Concentrations of major plant nutrients in seed of pepper at 12 MAP.

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
T ₁ = control	1.536 ^{gJ}	0.142 ^{fJ}	1.023 ^{eJ}
T ₂ = F _{fp}	1.683 ^f	0.182 ^e	1.236 ^d
T ₃ = F _{fp} + GC _{0.5}	1.714 ^e	0.193 ^{de}	1.257 ^c
T ₄ = F _{fp} + GC _{1.0}	1.742 ^{cd}	0.215 ^c	1.283 ^b
T ₅ = F _{fp} + GCM _{0.5}	1.722 ^{de}	0.203 ^{cd}	1.266 ^c
T ₆ = F _{fp} + GCM _{1.0}	1.753 ^{bc}	0.228 ^b	1.311 ^a
T ₇ = F _{2fp}	1.731 ^{de}	0.211 ^c	1.272 ^{bc}
T ₈ = F _{2fp} + GC _{0.5}	1.768 ^{ab}	0.233 ^{ab}	1.315 ^a
T ₉ = F _{2fp} + GC _{1.0}	1.778 ^a	0.241 ^{ab}	1.321 ^a
T ₁₀ = F _{2fp} + GCM _{0.5}	1.773 ^{ab}	0.237 ^{ab}	1.318 ^a
T ₁₁ = F _{2fp} + GCM _{1.0}	1.783 ^a	0.243 ^a	1.324 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	13.71	13.43	12.68

^J mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at p<0.01

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารรอง และสารไฟเพอรินที่สะสมในเมล็ด

การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรอย่างเดี่ยว หรือใส่ร่วมกับสารปรับปรุงดินอัตราต่างๆ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และสารไฟเพอรินที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยอายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมที่สะสมในเมล็ดของพริกไทย

มากที่สุด (0.348 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{fp} + GCM_{1.0}$) และการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{fp} + GC_{1.0}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (0.156 เปอร์เซ็นต์)

ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ตัน ($F_{fp} + GCM_{1.0}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ตัน ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ตัน ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุกำมะถันที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (0.185 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ตัน ($F_{fp} + GCM_{1.0}$) ขณะที่การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ตัน ($F_{2fp} + GCM_{1.0}$) มีผล

ให้ความเข้มข้นของสารไพเพอรีนที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด (5.54 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ตัน ($F_{2fp} + GC_{1.0}$) การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ตัน ($F_{2fp} + GCM_{0.5}$) และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ตัน ($F_{2fp} + GC_{0.5}$) อย่างไรก็ตาม สำหรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และสารไพเพอรีนที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยน้อยที่สุด (0.165, 0.082, 0.112 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ)

Table 8 Concentrations of secondary plant nutrients and piperine in seed of pepper at 12 MAP.

Treatments	Total Ca (%)	Total Mg (%)	Total S (%)	Piperine (%)
T ₁ = control	0.165 ^{f1/}	0.082 ^{h1/}	0.112 ^{1/}	4.26 ^{g1/}
T ₂ = F _{fp}	0.182 ^e	0.103 ^g	0.127 ^e	5.22 ^f
T ₃ = F _{fp} + GC _{0.5}	0.287 ^d	0.12 ^{1ef}	0.151 ^d	5.32 ^e
T ₄ = F _{fp} + GC _{1.0}	0.338 ^a	0.133 ^{cde}	0.160 ^{cd}	5.41 ^{cd}
T ₅ = F _{fp} + GCM _{0.5}	0.293 ^{cd}	0.141 ^{bc}	0.170 ^c	5.34 ^{de}
T ₆ = F _{fp} + GCM _{1.0}	0.341 ^a	0.153 ^{ab}	0.183 ^{ab}	5.44 ^{bc}
T ₇ = F _{2fp}	0.189 ^e	0.112 ^{fg}	0.136 ^e	5.37 ^{cde}
T ₈ = F _{2fp} + GC _{0.5}	0.308 ^{bc}	0.125 ^{def}	0.153 ^d	5.49 ^{ab}
T ₉ = F _{2fp} + GC _{1.0}	0.344 ^a	0.136 ^{cd}	0.163 ^{cd}	5.52 ^a
T ₁₀ = F _{2fp} + GCM _{0.5}	0.315 ^b	0.144 ^{abc}	0.172 ^{bc}	5.51 ^{ab}
T ₁₁ = F _{2fp} + GCM _{1.0}	0.348 ^a	0.156 ^a	0.185 ^a	5.54 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.26	11.78	12.48	13.75

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

** indicated significant difference at p<0.01

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรร่วมกับสาร “กรีนแคลแมก” หรือสาร “กรีนแคล” อัตรา 1.0 กก./ต้น มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และสารไฟเพอรินที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรแต่เพียงอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับสาร “กรีนแคลแมก” หรือสาร “กรีนแคล” ในอัตราที่ต่ำกว่า (0.5 กก./ต้น) ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ย (control) มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และสารไฟเพอรินที่สะสมในเมล็ดต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาว จะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (ปิยพงศ์ และคณะ, 2555; วิษณุ และคณะ, 2556; ปิยวรรณ และคณะ, 2557; พชรกร และคณะ, 2558; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2560; ภิญญาพัชญ์ และคณะ, 2561)

สรุป

การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 1 กก./ต้น มีผลให้ความยาวกิ่ง ค่าความเขียวของใบ จำนวนข้อต่อต้น น้ำหนักสดต่อข้อ น้ำหนักแห้งต่อข้อ น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารไฟเพอรินที่สะสมในเมล็ดของพริกไทยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 1 กก./ต้น การใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคลแมก” อัตรา 0.5 กก./ต้น และการใส่ปุ๋ยปริมาณ 2 เท่าตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและสาร “กรีนแคล” อัตรา 0.5 กก./ต้น อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาเพิ่มเติม

ในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินในช่วงที่ทำการศึกษาด้วย

คำขอขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ บริษัท กรีนแคล (ประเทศไทย) จำกัด ภายใต้โปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ITAP) สวทช. รวมทั้งบริษัท วาย.วี.พี.เพอร์ติไลเซอร์ จำกัด ที่สนับสนุนปุ๋ยเคมีตลอดระยะเวลาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบไฮโดรทศนุปรกรณ์. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ศุภชัย อ่ำคา และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้ของโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อย และสมบัติของดิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6(1): 21-32.
- ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อ่ำคา และชาลินี คงสุต. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, น. 1209-1221. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

- ปิยวรรณ พุ่มพวง, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้าชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยยูเรียชนิดต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, 11-23 น. ในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2556. สารปรับปรุงดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พชรกร บุญเลี้ยง, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ทศพล พรพรหม, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้าชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนศมณท์ กุลการ์ณย์เลิศ, อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ, รุจิกร ศรีมั่นม่วง และศิริสุดา บุตรเพชร. 2558. ผลของปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้าที่มีต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยต่อปีที่ 1, 609-619 น. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 12 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ภิญญาพัชญ์ มิ่งมิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับไบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7(1): 1-14.
- ยงยุทธ ไสถสภ. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ในการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- วิษณุ จินยิว, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ศุภชัย อำคา, ทศพล พรพรหม และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของอ้อย, น. 86-99. ในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62. ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2553-2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

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.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-35.