บทที่ 3

ผล

3.1 สมบัติของดิน และวัสดุปรับปรุงดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และกายภาพบางประการของดินชุดคอหงส์ซึ่งเป็นดินกรดที่ดอนพบว่าดินมี pH 5.07 ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ คือ มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่นฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมต่ำ และมีปริมาณอะลูมินัมและกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมบัติบางประการของดินชุดคอหงส์

สมบัติดิน		ค่าวิเคราะห์
pH	(1 : 5)	5.07
Available P	(Bray II)	4.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
Exch.Ca	(1 N NH_4OAc pH7)	0.02 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch.Mg	(1 N NH_4OAc pH7)	0.09 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch.K	(1 N NH_4OAc pH7)	0.09 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch.Na	(1 N NH_4OAc pH7)	0.04 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch.Al	(1 N KCl)	0.48 เซนติโมล/กิโลกรัม
Exch.Acidity	(1 N KCl)	0.83 เซนติโมล/กิโลกรัม
Extr.SO_4^{2-}	(0.01 N CaH_2PO_4)	19.34 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
Texture	Hydrometer	ร่วนทราย (Sandy loam)

สำหรับวัสดุปรับปรุงดินปูนขาว ปูนโดโลไมต์ และฟอสโฟยิปซัมมีธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุ โดยที่ปูนขาวมีปริมาณแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักมีสูงถึง 44.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปูนโดโลไมต์ และฟอสโฟยิปซัมที่มีแคลเซียม 23.82 และ 20.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแมกนีเซียมในปูนโดโลไมต์มี 11.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในปูนขาวมี 0.21 เปอร์เซ็นต์ และฟอสโฟยิปซัมมีน้อยมากคือน้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ แต่ฟอสโฟยิปซัมนั้นมีกำมะถันเป็นส่วนประกอบถึง 13.35 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์มีเพียง 0.14 และ น้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีของวัสดุปรับปรุงดิน

ธาตุอาหารพืช	วัสดุปรับปรุงดิน		
	ปูนขาว	ปูนโดโลไมต์	ฟอสโฟยิปซัม
Ca (เปอร์เซ็นต์)	44.47	23.82	20.50
Mg (เปอร์เซ็นต์)	0.21	11.43	<0.01
P (เปอร์เซ็นต์)	<0.10	0.18	<0.10
S (เปอร์เซ็นต์)	0.14	<0.10	13.35
Fe (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	568.22	1860.87	58.09
Mn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	139.43	372.53	7.32
Cu (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	4.05	11.32	3.20
Zn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	15.88	27.84	2.71

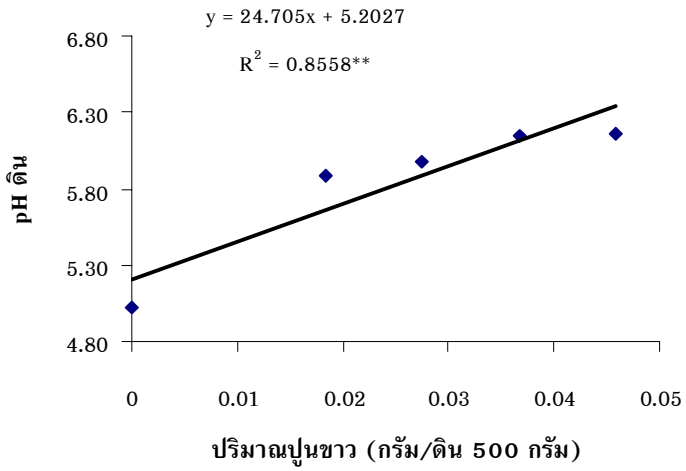
3.2 การปรับ pH ดินด้วยวัสดุปูน

จากการบ่มดินด้วยวัสดุปูน 2 ชนิดคือปูนขาว และปูนโดโลไมต์เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อปรับ pH ของดินจาก 5.07 ให้ได้ 5.5 โดยการใส่วัสดุปูนอัตรา 0.5, 0.75, 1 และ 1.25 เท่าของความต้องการปูนที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ (0.0184, 0.0276, 0.0367และ0.0459 กรัม ตามลำดับ สำหรับปูนขาว และ 0.0343, 0.0514, 0.0686 และ 0.0857 กรัม ตามลำดับ สำหรับปูนโดโลไมต์) พบว่าต้องใส่ปูนขาว 0.01203 และปูนโดโลไมต์ 0.03580 กรัมผสมกับดิน 500 กรัม ทำให้ pH ดิน เพิ่มจาก 5.07 เป็นประมาณ 5.5 ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 จากนั้นได้นำอัตราดังกล่าวใช้ในการปรับ pH ของดินเพื่อการปลูกพืชต่อไป

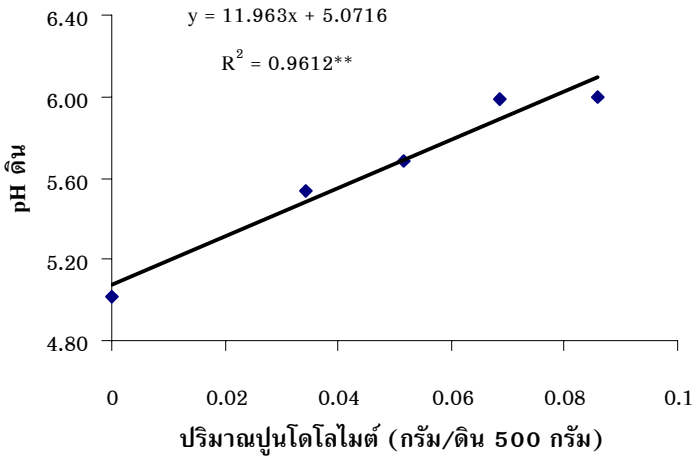
3.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพด

3.3.1 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด

จากการทดลองพบว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ปูนขาว ปูนโดโลไมต์เพื่อให้ pH ดินเป็น 5.5 อย่างเดียวและใส่ร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์ทุกตำรับทดลอง ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินหรือชุดควบคุม (control) ในสภาวะที่ได้รับธาตุอาหารพื้นฐาน (basal nutrient) เหมือนกัน ดังรูปที่ 3 และตารางที่ 8 การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตรา 1 เท่าของคำแนะนำที่ให้กำมะถัน (D+K1) ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงสุดคือ 18.98 กรัม/กระถาง ในขณะที่ชุดควบคุมให้น้ำหนักต้นข้าวโพดต่ำสุดคือ 12.64 กรัม/กระถาง



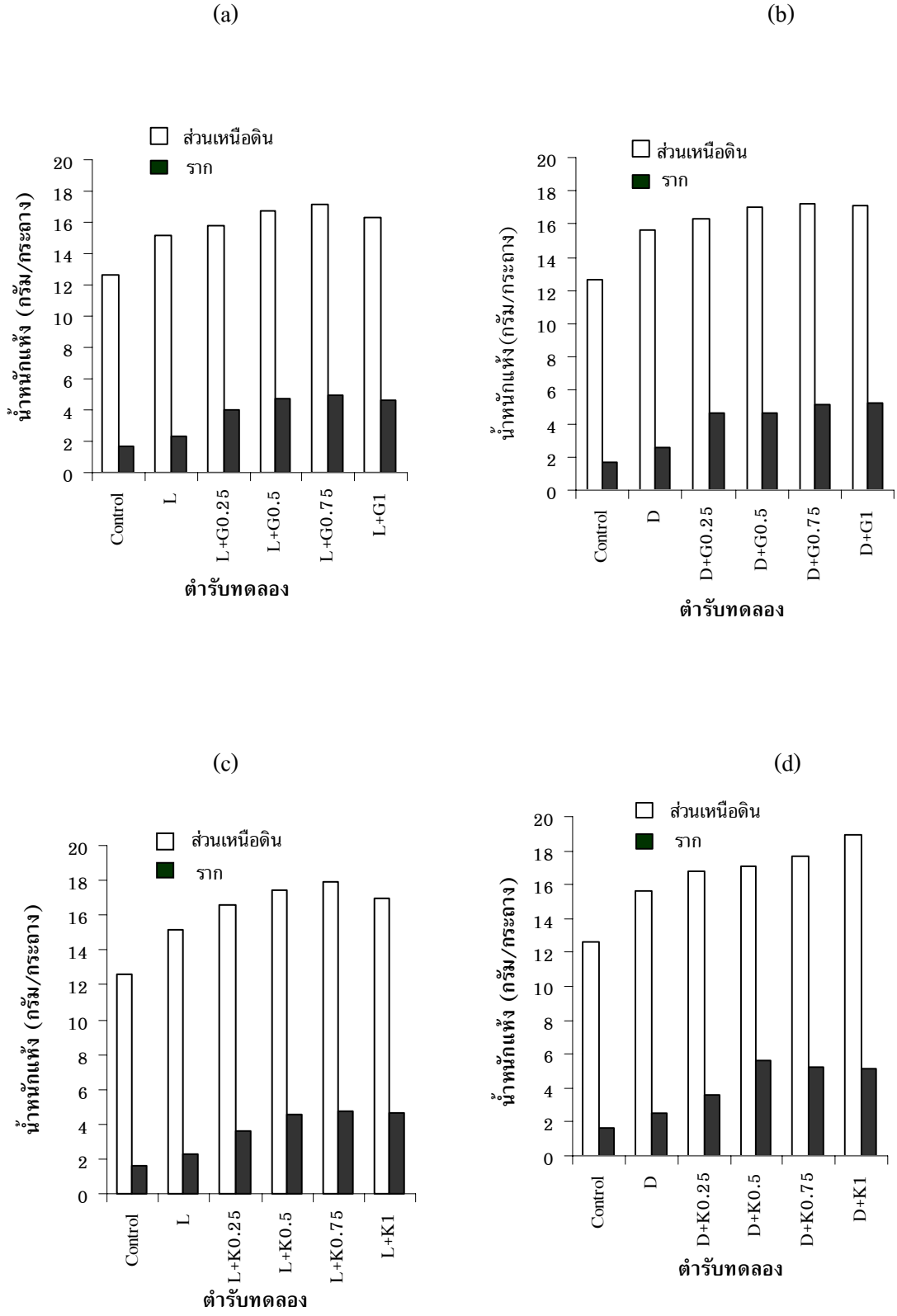
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนขาวที่ใช้บ่มดินกับ pH ดิน



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนโดโลไมต์ที่ใช้บ่มดินกับ pH ดิน

เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมโดยให้มีปริมาณแคลเซียมเป็น 0.25,0.5, 0.75 และ 1 เท่าของแคลเซียมจากปูนขาวที่ทำให้ pH ดินเป็น 5.5 (L+G0.25, L+G0.5, L+G0.75 และ L+G1) พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้น ตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าระหว่าง 15.79-17.12 กรัม/กระถาง และลดลงเล็กน้อยเมื่อให้ในระดับ 1 เท่าของแคลเซียมจากปูนขาว (L+G1) โดยที่ระดับ 0.75 เท่า (L+G0.75) ให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าอัตราอื่นคือ 17.12 กรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว (L) และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินเลย (control) คือ 15.18 และ 12.64 กรัม/กระถาง ตามลำดับ ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (a) ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมโดยให้มีปริมาณแคลเซียมเป็น 0.25, 0.5, 0.75 และ 1 เท่าของแคลเซียมจากปูนโดโลไมต์ที่ทำให้ pH ดินเป็น 5.5 (D+G0.25, D+G0.5, D+G0.75 และ D+G1) ให้ผลลักษณะเดียวกับกรณีปูนขาวคือน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามอัตราฟอสโฟยิปซัมที่ใส่เพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง 16.36-17.26 กรัม/กระถาง และเริ่มลดลงเมื่อให้ในระดับ 1 เท่าของแคลเซียมจากปูนโดโลไมต์ โดยระดับ 0.75 เท่า (D+G0.75) ให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าอัตราอื่นคือ 17.26 กรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว (D) และชุดควบคุม คือ 15.67 และ 12.64 กรัม/กระถาง ตามลำดับ ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (b)

สำหรับการใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตรา 0.25, 0.5, 0.75 และ 1 เท่าของคำแนะนำ (L+K0.25, L+K0.5, L+K0.75, L+K1 และ D+K0.25, D+K0.5, D+K0.75, D+K1) นั้นพบว่า การใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ให้น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดมีค่าระหว่าง 16.60-17.89 กรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยการใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ที่ 0.75 เท่าของคำแนะนำ (L+K0.75) ได้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงกว่าอัตราอื่น คือ 17.89 กรัม/กระถางและน้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดเริ่มลดลงเมื่อใส่ปูนร่วมกับคีเซอไรต์ในระดับ 1 เท่า (L+K1) ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (c) ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆเช่นเดียวกับใส่ร่วมกับปูนขาวนั้นพบว่า น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ที่ใส่ซึ่งมีค่าระหว่าง 16.83-18.98 กรัม/กระถาง โดยที่ระดับ 1 เท่าของคำแนะนำ (D+K1) ให้น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดสูงสุดคือ 18.98 กรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว (D) และชุดควบคุม ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (d)



รูปที่ 3 น้ำหนักแห้งของต้นและรากต่อกระถางของข้าวโพดอายุ 40 วันหลังปลูก

3.3.2 น้ำหนักแห้งของรากข้าวโพด

น้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดเพิ่มขึ้นในตำรับทดลองที่ใส่วัสดุปรับปรุงดินทุกตำรับทดลองและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของต้น โดยมีค่าระหว่าง 2.31-5.62 กรัม/กระถาง โดยที่การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตรา 0.5 เท่าของคำแนะนำ (D+K0.5) ทำให้น้ำหนักรากแห้งข้าวโพดสูงสุดคือ 5.62 กรัม/กระถาง และชุดควบคุมน้ำหนักรากแห้งข้าวโพดต่ำสุดคือ 1.65 กรัม/กระถาง ตามลำดับ ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัม พบว่าน้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามอัตราฟอสโฟยิปซัมที่เพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยเมื่อให้ในระดับ 1 เท่าของแคลเซียมจากปูนขาว (L+G1) ซึ่งมีค่าระหว่าง 3.98-4.92 กรัม/กระถาง โดยที่ระดับ 0.75 เท่า (L+G0.75) ให้น้ำหนักแห้งของรากสูงกว่าอัตราอื่นคือ 4.92 กรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว (L) คือ 2.31 กรัม/กระถาง ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (a) ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมในอัตราต่าง ๆนั้น ให้ผลในลักษณะเดียวกับกรณีปูนขาวคือน้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามอัตราฟอสโฟยิปซัมที่ใส่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าระหว่าง 4.62-5.25 กรัม/กระถาง โดยระดับ 1 เท่า (D+G1) ได้น้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดสูงกว่าอัตราอื่นคือ 5.25 กรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว (D) คือ 2.57 กรัม/กระถาง ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (b)

สำหรับการใส่ปูนขาวและปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆนั้น พบว่า การใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ได้น้ำหนักแห้งรากข้าวโพดมีค่าระหว่าง 3.61-4.75 กรัม/กระถางและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว (L) ที่ได้น้ำหนักรากข้าวโพดเท่ากับ 2.31 กรัม/กระถาง โดยการใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ที่ 0.75 เท่าของคำแนะนำ (L+K0.75) ได้น้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดสูงกว่าอัตราอื่น คือ 4.75 กรัม/กระถางและน้ำหนักแห้งรากข้าวโพดเริ่มลดลงเล็กน้อยเมื่อใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ในระดับ 1 เท่า (L+K1) ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (c) ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆ นั้นพบว่า น้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดเพิ่มขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว ซึ่งตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ได้น้ำหนักรากข้าวโพดมีค่าระหว่าง 3.57-5.62 กรัม/กระถาง โดยที่ระดับ 0.5 เท่าของคำแนะนำ (D+K0.5) ได้น้ำหนักแห้งรากข้าวโพดสูงสุดคือ 5.62 กรัม/กระถาง และเริ่มลดลงในตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ที่ 0.75 และ 1 เท่า ที่ได้น้ำหนักรากข้าวโพดเป็น 5.20 และ 5.13 กรัม/กระถาง ตามลำดับดังตารางที่ 8 และรูปที่ 3 (d)

3.3.3 น้ำหนักพืชรวม

การใส่ปูนขาว ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และใส่ร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์ในอัตราต่างๆ กัน ทำให้น้ำหนักพืชรวม (ส่วนเหนือดิน+ราก) ของข้าวโพดเพิ่มขึ้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งได้น้ำหนักพืชรวมต่ำสุดคือ 14.28 กรัม/กระถาง ในขณะที่ใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ได้น้ำหนักพืชรวมเพิ่มขึ้นเป็น 17.48 และ 18.24 กรัม/กระถาง ตามลำดับ และเมื่อใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่างๆ ทำให้น้ำหนักพืชรวมเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมที่ใส่ และเริ่มลดลงในตำรับทดลองที่ใส่ในปริมาณที่ให้แคลเซียมเป็น 1 เท่าทั้งจากปูนขาว และปูนโดโลไมต์ (L+G1 และ D+G1) โดยที่การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมมีน้ำหนักพืชรวมระหว่าง 20.98-22.44 กรัม/กระถาง ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมซึ่งมีน้ำหนักพืชรวมระหว่าง 19.77-22.04 กรัม/กระถาง

สำหรับการใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่างๆ นั้น ทำให้น้ำหนักพืชรวมเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ และเริ่มลดลงในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ที่ให้กำมะถันเท่ากับคำแนะนำ (L+K1) โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์มีน้ำหนักพืชรวม 20.21-22.63 กรัม/กระถาง ในขณะที่ตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์มีน้ำหนักพืชรวม 20.40-24.11 กรัม/กระถาง และในตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ให้มีกำมะถันเท่ากับคำแนะนำได้น้ำหนักพืชรวมสูงสุดคือ 24.11 กรัม/กระถาง ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และราก ของข้าวโพดอายุ 40 วันหลังปลูก (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	น้ำหนักส่วนเหนือดิน	น้ำหนักราก	น้ำหนักส่วนเหนือดิน+ราก
		กรัม/กระถาง	
Control	12.64 ± 0.63 c	1.65 ± 0.14 f	14.28 ± 0.67 e
L	15.18 ± 0.37 b	2.31 ± 0.14 f	17.48 ± 0.33 de
L+G0.25	15.79 ± 0.54 b	3.98 ± 0.39 bcd	19.77 ± 0.78 bcd
L+G0.5	16.73 ± 0.17 ab	4.77 ± 0.12 abcd	21.50 ± 0.28 ab
L+G0.75	17.12 ± 1.08 ab	4.92 ± 0.35 abc	22.04 ± 1.40 ab
L+G1	16.29 ± 0.72 ab	4.62 ± 0.26 abcd	20.91 ± 0.70 abc
D	15.67 ± 0.41 b	2.57 ± 0.25 ef	18.24 ± 0.59 cd
D+G0.25	16.36 ± 0.64 ab	4.62 ± 0.32 abcd	20.98 ± 0.76 abc
D+G0.5	17.00 ± 0.12 ab	4.66 ± 0.14 abcd	21.65 ± 0.11 ab
D+G0.75	17.26 ± 1.20 ab	5.18 ± 0.46 ab	22.44 ± 1.57 ab
D+G1	17.14 ± 0.88 ab	5.25 ± 0.23 ab	22.39 ± 0.60 ab
L+K0.25	16.60 ± 0.41 ab	3.61 ± 0.27 cde	20.21 ± 0.45 bcd
L+K0.5	17.46 ± 0.55 ab	4.52 ± 0.20 abcd	21.98 ± 0.60 ab
L+K0.75	17.89 ± 0.43 ab	4.75 ± 0.38 abcd	22.63 ± 0.44 ab
L+K1	16.92 ± 0.65 ab	4.60 ± 0.27 abcd	21.52 ± 0.92 ab
D+K0.25	16.83 ± 0.21 ab	3.57 ± 0.22 de	20.40 ± 0.26 bcd
D+K0.5	17.05 ± 0.60 ab	5.62 ± 0.50 a	22.67 ± 0.90 ab
D+K0.75	17.67 ± 0.27 ab	5.20 ± 0.41 ab	22.87 ± 0.46 ab
D+K1	18.98 ± 1.04 a	5.13 ± 0.27 ab	24.11 ± 1.01 a
F-test	**	**	**
CV. (%)	7.72	14.12	7.31

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.4 การดูดใช้ธาตุอาหารของพืช

3.4.1 ไนโตรเจน

3.4.1.1 ไนโตรเจนในพืช (nitrogen concentration)

ปริมาณไนโตรเจนในพืชทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ คือ มีค่าระหว่าง 25.33-30.95 กรัม/กิโลกรัม โดยชุดควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนในพืชสูงสุด คือ 30.95 กรัม/

กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมให้มีแคลเซียมเป็น 0.25 (D+G0.25) มี ไนโตรเจนในพืชต่ำสุดคือ 25.33 กรัม/กิโลกรัม ดังตารางที่ 9

3.4.1.2 ไนโตรเจนที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด (nitrogen uptake)

ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพดโดยภาพรวมมีค่าระหว่าง 392.34-512.10 มิลลิกรัม/กระถาง โดยชุดควบคุมมีการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดได้ต่ำสุดคือ 392.34 มิลลิกรัม/กระถาง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่นที่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมให้มีแคลเซียมเป็น 0.5 เท่าของปูนโดโลไมต์ (D+G0.25) มีการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดคือ 512.10 มิลลิกรัม/กระถาง ดังตารางที่ 9

เมื่อเปรียบเทียบการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวอย่างเดียว และใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่างๆ นั้น พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเพิ่มปริมาณฟอสโฟยิปซัมตามตำรับทดลอง L+G0.5, L+G0.75 และ L+G1 ข้าวโพดมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 475.47, 470.11 และ 465.11 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มสูงขึ้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ 392.34 มิลลิกรัม/กระถาง ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่างๆ นั้นพบว่าในตำรับทดลอง D+G0.25 มีการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมด 412.50 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งต่ำกว่าการใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียวที่มีค่าเท่ากับ 442.11 มิลลิกรัม/กระถาง เมื่อเพิ่มฟอสโฟยิปซัมตามตำรับทดลอง D+G0.5 ข้าวโพดมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดคือ 512.10 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับ D+G0.25 และ ชุดควบคุม ดังตารางที่ 9

สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ทุกอัตรา การดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียว โดยตำรับทดลอง L+K0.25 มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมด 484.09 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งสูงกว่าอัตราอื่น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติในตำรับทดลอง L+K0.5, L+K0.75 และ L+K1 ซึ่งมีค่าเป็น 457.61, 465.12 และ 476.56 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้น พบว่าการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดในตำรับทดลอง D+K0.25 มีปริมาณ 433.70 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งต่ำกว่าการใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว แต่เมื่อเพิ่มคีเซอไรต์ในตำรับทดลอง D+K0.5, D+K0.75 และ D+K1 ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็นคือ 464.90, 498.75 และ 498.12 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน และไนโตรเจนที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในต้นข้าวโพดอายุ 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ความเข้มข้นของไนโตรเจน	ไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ทั้งหมด
	กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กระถาง
Control	30.95 ± 1.21	392.34 ± 30.85 d
L	29.46 ± 0.85	446.64 ± 12.82 abcd
L+G0.25	27.05 ± 0.99	428.59 ± 28.37 bcd
L+G0.5	28.47 ± 1.86	475.47 ± 27.49 abc
L+G0.75	27.70 ± 1.32	470.11 ± 10.75 abc
L+G1	28.56 ± 1.12	465.61 ± 30.39 abc
D	28.24 ± 1.17	442.11 ± 18.38 abcd
D+G0.25	25.33 ± 1.61	412.50 ± 19.24 cd
D+G0.5	30.12 ± 1.24	512.10 ± 22.34 a
D+G0.75	27.01 ± 2.30	458.21 ± 14.95 abcd
D+G1	27.07 ± 0.91	462.27 ± 18.57 abcd
L+K0.25	29.21 ± 1.68	484.09 ± 26.67 abc
L+K0.5	26.18 ± 0.92	457.61 ± 25.19 abcd
L+K0.75	26.02 ± 0.80	465.12 ± 11.05 abc
L+K1	28.21 ± 1.08	476.56 ± 18.55 abc
D+K0.25	25.75 ± 0.70	433.70 ± 15.82 bcd
D+K0.5	27.38 ± 1.99	464.90 ± 28.16 abc
D+K0.75	28.24 ± 0.62	498.75 ± 13.04 ab
D+K1	26.37 ± 0.85	498.12 ± 16.93 ab
F-test	ns	*
CV. (%)	9.39	9.35

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.4.2 ฟอสฟอรัส

3.4.2.1 ฟอสฟอรัสในพืช (phosphorus concentration)

ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 2.29-3.21 กรัม/กิโลกรัม ในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ระดับ 0.5 เท่าของแคลเซียมที่ได้จากปูนขาว (L+G0.5) มีฟอสฟอรัสในพืชสูงสุดคือ 3.21 กรัม/กิโลกรัม และต่ำสุดในตำรับทดลองใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ระดับ 0.25 เท่าของแคลเซียมที่ได้จากปูนขาว (L+G0.25) คือ 2.29 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าในชุดควบคุม และตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาว และ

ปูนโดโลไมต์อย่างเดียวที่มีค่าเป็น 2.93, 2.75 และ 2.74 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 10

3.4.2.2 ฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด (phosphorus uptake)

ฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด มีค่าระหว่าง 36.25-53.70 มิลลิกรัม/กระถาง และไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ระดับ 0.5 เท่าของแคลเซียมที่ได้จากปูนขาว (L+G0.5) มีปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงสุดคือ 53.70 มิลลิกรัม/กระถาง และต่ำสุดในตำรับทดลองใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ระดับ 0.25 เท่าของแคลเซียมที่ได้จากปูนขาว (L+G0.25) คือ 36.25 มิลลิกรัม/กระถาง ในขณะที่ชุดควบคุม และตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์อย่างเดียว ข้าวโพดมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 37.06, 41.50 และ 43.11 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ดังตารางที่ 10

3.4.3 โพแทสเซียม

3.4.3.1 โพแทสเซียมในพืช (potassium concentration)

ปริมาณโพแทสเซียมในพืช ทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าระหว่าง 13.95-20.62 กรัม/กิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมในตำรับที่ใส่ร่วมกับปูนขาวโดยที่ชุดควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมในพืชสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ คือ 20.62 กรัม/กิโลกรัม และต่ำสุดในตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ที่ระดับ D+K0.25 คือ 13.95 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์อย่างเดียวที่มีค่าเป็น 18.68 และ 18.65 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

3.4.3.2 โพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด (potassium uptake)

โพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมดทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง 235.41-323.41 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ที่ให้กำมะถันตามคำแนะนำ (D+K1) นั้นข้าวโพดดูดใช้โพแทสเซียมได้สูงสุดคือ 323.41 มิลลิกรัม/กระถาง และต่ำสุดในตำรับทดลองใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ที่ 0.25 เท่าของคำแนะนำ (D+K0.25) คือ 235.41 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งต่ำกว่าในชุดควบคุม และตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวและปูนโดโลไมต์อย่างเดียวข้าวโพดมีการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด 262.02, 282.97 และ 293.81 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในต้นข้าวโพดอายุ 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส	ฟอสฟอรัสที่พืชดูดใช้ทั้งหมด
	กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กระถาง
Control	2.93 ± 0.12	37.06 ± 2.81
L	2.75 ± 0.25	41.50 ± 2.71
L+G0.25	2.29 ± 0.15	36.25 ± 3.17
L+G0.5	3.21 ± 0.81	53.70 ± 13.58
L+G0.75	2.74 ± 0.10	46.72 ± 2.04
L+G1	2.68 ± 0.13	43.75 ± 3.74
D	2.74 ± 0.18	43.11 ± 4.02
D+G0.25	2.39 ± 0.23	38.67 ± 2.29
D+G0.5	2.73 ± 0.16	46.45 ± 2.85
D+G0.75	2.97 ± 0.26	50.36 ± 2.66
D+G1	2.87 ± 0.10	48.89 ± 1.31
L+K0.25	2.86 ± 0.12	47.40 ± 1.85
L+K0.5	2.46 ± 0.22	43.21 ± 5.06
L+K0.75	2.49 ± 0.08	44.48 ± 1.30
L+K1	2.72 ± 0.10	45.95 ± 1.85
D+K0.25	2.52 ± 0.13	42.47 ± 2.75
D+K0.5	2.63 ± 0.17	45.10 ± 3.22
D+K0.75	2.67 ± 0.05	47.10 ± 0.52
D+K1	2.56 ± 0.05	48.57 ± 2.44
F-test	ns	ns
CV. (%)	17.79	18.46

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

ตารางที่ 11 ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียม และโพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในต้นข้าวโพดอายุ 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม	โพแทสเซียมที่พืชดูดใช้ทั้งหมด
	กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กระถาง
Control	20.62 ± 1.57	262.02 ± 29.30
L	18.68 ± 1.16	282.97 ± 16.26
L+G0.25	19.65 ± 1.67	309.96 ± 27.58
L+G0.5	16.39 ± 1.55	274.42 ± 26.71
L+G0.75	15.53 ± 0.94	263.37 ± 8.96
L+G1	14.79 ± 1.55	237.76 ± 15.60
D	18.65 ± 1.28	293.81 ± 28.96
D+G0.25	16.78 ± 0.85	273.79 ± 13.53
D+G0.5	18.73 ± 1.40	318.58 ± 24.73
D+G0.75	16.91 ± 1.54	286.49 ± 7.14
D+G1	16.77 ± 1.00	287.27 ± 23.73
L+K0.25	16.73 ± 1.27	277.69 ± 21.58
L+K0.5	17.12 ± 1.43	297.57 ± 20.15
L+K0.75	16.49 ± 0.96	294.86 ± 16.34
L+K1	18.05 ± 0.95	306.83 ± 26.66
D+K0.25	13.95 ± 1.41	235.41 ± 25.80
D+K0.5	15.50 ± 2.11	261.75 ± 29.01
D+K0.75	17.18 ± 0.90	303.77 ± 17.63
D+K1	17.18 ± 0.84	323.41 ± 4.43
F-test	ns	ns
CV. (%)	15.46	15.21

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.4.4 แคลเซียม

3.4.4.1 แคลเซียมในพืช (calcium concentration)

แคลเซียมในพืชมีค่าระหว่าง 1.51-2.48 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งแคลเซียมในพืชในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดคือ 1.51 กรัม/กิโลกรัม และไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์อย่างเดียว คือ 1.92 และ 1.92 กรัม/กิโลกรัม เมื่อใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆทำให้แคลเซียมในพืชมีค่าสูงขึ้นระหว่าง 2.19-2.46 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ L+G1 มีปริมาณแคลเซียมในพืชสูงกว่าอัตราอื่น คือ 2.46 กรัม/กิโลกรัม ขณะที่ตำรับทดลอง L+G0.25, L+G0.5 และ L+G0.75 มีปริมาณแคลเซียมในพืช 2.43, 2.25 และ 2.19 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆ นั้น ปริมาณแคลเซียมในพืชมีค่าระหว่าง 2.17-2.48 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ D+G0.75 มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ 2.48 กรัม/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และชุดควบคุม คือ 1.91 และ 1.51 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับดัง ตารางที่ 12

สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ ปริมาณแคลเซียมในพืชมีค่าระหว่าง 1.52-2.04 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลอง L+K0.25 มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าอัตราอื่นคือ 2.04 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลอง L+K0.5 L+K0.75, และ L+K1 มีปริมาณ 1.78, 1.52 และ 1.71 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียว ดังตารางที่ 12 ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้น ปริมาณแคลเซียมในพืชมีค่าระหว่าง 1.85-1.95 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลอง D+K1 มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าอัตราอื่นคือ 1.95 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลอง D+K0.25, D+K0.5 และ D+K0.75 มีปริมาณต่ำกว่า คือ 1.92, 1.85 และ 1.90 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และชุดควบคุม ดังตารางที่ 12

3.4.4.2 แคลเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด (calcium uptake)

แคลเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดคือ 19.05 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมมีค่าระหว่าง 37.26-39.95 มิลลิกรัม/กระถาง และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้น การดูดใช้แคลเซียมเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมที่ใส่ซึ่งมีค่าระหว่าง 35.54-42.51 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลอง D+G0.75 มีปริมาณสูงสุดคือ 42.51 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และชุดควบคุมคือ 29.88 และ 19.05 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับดัง ตารางที่ 12

สำหรับการใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์นั้น พบว่าการดูดใช้แคลเซียมมีค่าระหว่าง 27.30-33.74 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยตำรับทดลองที่ L+K0.25 มีปริมาณการดูดใช้สูงกว่าอัตราอื่น คือ 33.74 มิลลิกรัม/กระถาง ในตำรับทดลอง L+K0.75 และ L+K1 มีปริมาณการดูดใช้แคลเซียมต่ำกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียวคือ 27.30 และ 28.90 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้น การดูดใช้แคลเซียมมีค่าระหว่าง 31.57-36.61 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลองที่ D+K1 มีปริมาณการดูดใช้แคลเซียมสูงกว่าอัตราอื่น คือ

36.61 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม และแคลเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในต้นข้าวโพดอายุ 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ความเข้มข้นของแคลเซียม	แคลเซียมที่พืชดูดใช้ทั้งหมด
	กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กระถาง
Control	1.51 ± 0.09 f	19.05 ± 1.50 h
L	1.92 ± 0.10 cdef	29.09 ± 1.73 efg
L+G0.25	2.43 ± 0.12 ab	38.38 ± 2.33 abcd
L+G0.5	2.25 ± 0.05 abcd	37.56 ± 0.99 abcde
L+G0.75	2.19 ± 0.10 abcde	37.26 ± 1.80 abcdef
L+G1	2.46 ± 0.17 a	39.95 ± 2.86 abc
D	1.91 ± 0.06 cdef	29.88 ± 0.35 efg
D+G0.25	2.18 ± 0.14 abcde	35.54 ± 2.08 abcdefg
D+G0.5	2.17 ± 0.08 abcde	36.73 + 1.12 abcdef
D+G0.75	2.48 ± 0.12 a	42.51 ± 2.24 a
D+G1	2.39 ± 0.16 abc	40.80 ± 2.61 ab
L+K0.25	2.04 ± 0.07 abcde	33.74 ± 0.96 bcdefg
L+K0.5	1.78 ± 0.16 def	30.88 ± 2.16 defg
L+K0.75	1.52 ± 0.11 f	27.30 ± 2.32 g
L+K1	1.71 ± 0.08 ef	28.90 ± 1.65 fg
D+K0.25	1.92 ± 0.15 cdef	32.38 ± 2.75 bcdefg
D+K0.5	1.85 ± 0.08 def	31.57 ± 1.98 cdefg
D+K0.75	1.90 ± 0.03 cdef	33.49 ± 0.44 bcdefg
D+K1	1.95 ± 0.15 bcdef	36.61 ± 2.17 abcdef
F-test	**	**
CV. (%)	11.29	11.42

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.4.5 แมกนีเซียม

3.4.5.1 แมกนีเซียมในพืช (magnesium concentration)

แมกนีเซียมในพืช ในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดคือ 1.14 กรัม/กิโลกรัม และไม่แตกต่างกับการใส่ปูนขาวอย่างเดียว คือ 1.25 กรัม/กิโลกรัม และใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมทุกอัตรา ซึ่งมีค่าระหว่าง 1.23-1.29 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ L+G0.25 มีปริมาณแมกนีเซียมในพืชสูงกว่าอัตราอื่น คือ 1.29 กรัม/กิโลกรัม ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้น ปริมาณแมกนีเซียมในพืชมีค่าระหว่าง 1.93-2.04 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ D+G0.75 มีปริมาณสูงกว่าอัตราอื่นคือ 2.04 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ D+G0.25, D+G0.5 และ D+G1 มีปริมาณ 1.97, 1.93 และ 1.96 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 13

สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ ปริมาณแมกนีเซียมในพืชมีค่าระหว่าง 1.62-2.24 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลอง L+K1 มีปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่าอัตราอื่นคือ 2.24 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลอง L+K0.25, L+K0.5 และ L+K0.75 มีปริมาณ 1.62, 1.77 และ 1.72 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว ดังตารางที่ 13 ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ ปริมาณแมกนีเซียมในพืช มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ โดยตำรับทดลอง D+K1 มีปริมาณสูงสุดคือ 2.86 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลอง D+K0.25, D+K0.5 และ D+K0.75 มีปริมาณต่ำกว่า คือ 2.34, 2.38 และ 2.69 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และชุดควบคุม ดังตารางที่ 13

3.4.4.2 แมกนีเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด (magnesium uptake)

แมกนีเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดคือ 14.32 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมมีค่าระหว่าง 20.36-21.47 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งสูงกว่าแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว คือ 18.97 มิลลิกรัม/กระถาง ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้น การดูดใช้แมกนีเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมที่ใส่ และลดลงเล็กน้อยในตำรับ D+G1 ซึ่งมีค่าระหว่าง 32.02-35.30 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลอง D+G0.75 มีปริมาณ 35.30 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งสูงกว่าตำรับทดลอง D+G0.25, D+G0.5 และ D+G1 ที่มีปริมาณ 32.02, 32.77 และ 33.39 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียวคือ 29.53 มิลลิกรัม/กระถาง ดังตารางที่ 13

สำหรับการใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์นั้นปริมาณการดูดใช้แมกนีเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ที่ใส่ซึ่งมีค่าระหว่าง 26.80-37.83 มิลลิกรัม/กระถาง และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว โดยตำรับทดลองที่ L+K1 มีปริมาณการดูดใช้แมกนีเซียม 37.83 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งสูงกว่า L+K0.25, L+K0.5 และ L+K0.75 ที่มีปริมาณ 26.80, 30.72 และ 30.69 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้นปริมาณการดูดใช้แมกนีเซียม เพิ่มขึ้นตามคีเซอไรต์ที่ใส่มีค่าระหว่าง 39.45-54.12 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลอง D+K1 มีปริมาณการดูดใช้แมกนีเซียมสูงสุดคือ 54.12 มิลลิกรัม/กระถาง ในขณะที่ตำรับทดลอง D+K0.25, D+K0.5 และ D+K0.75 มีปริมาณ 39.45, 40.63 และ 47.37 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว ดังตารางที่ 13

3.4.6 กำมะถัน

3.4.6.1 กำมะถันในพืช (sulfur concentration)

กำมะถันในพืช ในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดคือ 0.94 กรัม/กิโลกรัม และไม่แตกต่างทางสถิติ กับใส่ปูนขาวอย่างเดียว คือ 1.10 กรัม/กิโลกรัม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมซึ่งมีค่าระหว่าง 1.24-1.52 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ L+G1 มีปริมาณกำมะถันในพืชสูงสุด คือ 1.52 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับ L+G0.25 ซึ่งมีปริมาณ 1.24 กรัม/กิโลกรัม ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้น กำมะถันในพืชมีค่าระหว่าง 1.29-1.49 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมที่ D+G0.5 มีปริมาณกำมะถันในพืชสูงกว่าอัตราอื่น คือ 1.49 กรัม/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และชุดควบคุม ซึ่งมีปริมาณ 0.97 และ 0.94 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ ปริมาณกำมะถันในพืชมีค่าระหว่าง 1.16-1.40 กรัม/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยตำรับทดลอง L+K1 มีปริมาณสูงกว่าอัตราอื่นคือ 1.40 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลอง L+K0.25, L+K0.5 และ L+K0.75 มีปริมาณ 1.16, 1.26 และ 1.19 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 14 ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ ปริมาณกำมะถันในพืชมีค่าระหว่าง 1.09-1.34 กรัม/กิโลกรัม โดยตำรับทดลอง D+K1 ปริมาณกำมะถันในพืชสูงกว่าอัตราอื่นคือ 1.34 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ตำรับทดลอง D+K0.25, D+K0.5 และ D+K0.75 มีปริมาณต่ำกว่า คือ 1.09, 1.25 และ 1.24 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

3.4.6.2 กำมะถันที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด (sulfur uptake)

กำมะถันที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดคือ 11.79 มิลลิกรัม/กระถาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์ โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมมีค่าระหว่าง 19.63-26.00 มิลลิกรัม/กระถาง การดูดใช้กำมะถันมีปริมาณสูงสุดในตำรับทดลอง L+G0.75 คือ 26.00 มิลลิกรัม/กระถาง ซึ่งสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนขาวอย่างเดียว คือ 16.63 มิลลิกรัม/กระถาง ขณะที่ L+G0.25, L+G0.5 และ L+G1 มีปริมาณ 19.63, 21.08 และ 24.62 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้นมีปริมาณการดูดใช้กำมะถัน 21.08-25.32 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลอง D+G0.5 มีปริมาณการดูดใช้กำมะถันสูงกว่าอัตราอื่นคือ 25.32 มิลลิกรัม/กระถาง ในขณะที่ตำรับทดลอง D+G0.25, D+G0.75 และ D+G1 มีปริมาณ 21.08, 24.68 และ 24.22 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียวคือ 15.06 มิลลิกรัม/กระถาง ดังตารางที่ 14

สำหรับการใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์นั้นปริมาณการดูดใช้กำมะถันเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ที่ใส่ซึ่งมีค่าระหว่าง 19.26-23.52 มิลลิกรัม/กระถาง และสูงกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียว โดยตำรับทดลองที่ L+K1 มีปริมาณการดูดใช้กำมะถันสูงกว่าอัตราอื่นคือ 23.52 มิลลิกรัม/กระถาง ขณะที่ L+K0.25, L+K0.5 และ L+K0.75 ที่มีปริมาณ 19.26, 21.92 และ 21.30 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้นปริมาณการดูดใช้กำมะถันเพิ่มขึ้นตามคีเซอไรต์ที่ใส่มีค่าระหว่าง 18.35-25.22 มิลลิกรัม/กระถาง โดยตำรับทดลอง D+K1 มีปริมาณการดูดใช้กำมะถันสูงสุดคือ 25.22 มิลลิกรัม/กระถาง ในขณะที่ตำรับทดลอง D+K0.25, D+K0.5 และ D+K0.75 มีปริมาณ 18.35, 21.44 และ 21.81 มิลลิกรัม/กระถาง ตามลำดับ ซึ่งตำรับทดลอง D+K0.5, D+K0.75 และ D+K1 มีการดูดใช้กำมะถันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียม และแมกนีเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในต้นข้าวโพดอายุ 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ความเข้มข้นของแมกนีเซียม	แมกนีเซียมที่พืชดูดใช้ทั้งหมด
	กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กระถาง
Control	1.14 ± 0.01 g	14.32 ± 0.84 i
L	1.25 ± 0.01 g	18.97 ± 0.48 hi
L+G0.25	1.29 ± 0.02 g	20.36 ± 0.64 h
L+G0.5	1.28 ± 0.01 g	21.47 ± 0.37 gh
L+G0.75	1.23 ± 0.05 g	20.95 ± 0.99 gh
L+G1	1.28 ± 0.02 g	20.71 ± 0.62 h
D	1.89 ± 0.05 def	29.53 ± 0.21 ef
D+G0.25	1.97 ± 0.12 cde	32.02 ± 1.91 def
D+G0.5	1.93 ± 0.05 de	32.77 ± 0.76 def
D+G0.75	2.04 ± 0.04 cd	35.30 ± 2.67 de
D+G1	1.96 ± 0.08 cde	33.39 ± 1.42 cde
L+K0.25	1.62 ± 0.04 f	26.80 ± 0.83 fg
L+K0.5	1.77 ± 0.11 def	30.72 + 1.21 ef
L+K0.75	1.72 ± 0.07 ef	30.69 ± 1.61 ef
L+K1	2.24 ± 0.06 bc	37.83 ± 1.40 cd
D+K0.25	2.34 ± 0.14 b	39.45 ± 2.53 c
D+K0.5	2.38 ± 0.09 b	40.63 ± 2.58 c
D+K0.75	2.69 ± 0.11 a	47.37 ± 1.66 b
D+K1	2.86 ± 0.09 a	54.12 ± 18.52 a
F-test	**	**
CV. (%)	7.85	9.64

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

ตารางที่ 14 ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถัน และกำมะถันที่ข้าวโพดดูดใช้ทั้งหมด ในต้นข้าวโพดอายุ 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	ความเข้มข้นของกำมะถัน	กำมะถันที่พืชดูดใช้ทั้งหมด
	กรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กระถาง
Control	0.94 ± 0.02 h	11.79 ± 0.58 f
L	1.10 ± 0.04 fgh	16.63 ± 0.39 def
L+G0.25	1.24 ± 0.06 cdef	19.63 ± 1.52 bcde
L+G0.5	1.26 ± 0.06 bcdef	21.08 ± 1.15 abcd
L+G0.75	1.51 ± 0.09 ab	26.00 ± 2.75 a
L+G1	1.52 ± 0.05 a	24.62 ± 0.83 ab
D	0.97 ± 0.04 gh	15.06 ± 0.43 ef
D+G0.25	1.29 ± 0.02 abcdef	21.08 ± 0.87 abcd
D+G0.5	1.49 ± 0.10 abc	25.32 ± 1.50 a
D+G0.75	1.44 ± 0.07 abcd	24.68 ± 0.88 ab
D+G1	1.41 ± 0.05 abcde	24.22 ± 1.62 ab
L+K0.25	1.16 ± 0.03 efgh	19.26 ± 0.87 bcde
L+K0.5	1.26 ± 0.04 bcdef	21.92 ± 1.22 abcd
L+K0.75	1.19 ± 0.03 defg	21.30 ± 0.56 abcd
L+K1	1.40 ± 0.12 abcde	23.52 ± 1.83 abc
D+K0.25	1.09 ± 0.02 fgh	18.35 ± 0.57 cde
D+K0.5	1.25 ± 0.07 bcdef	21.44 ± 1.86 abcd
D+K0.75	1.24 ± 0.04 cdef	21.81 ± 0.68 abcd
D+K1	1.34 ± 0.07 abcdef	25.22 ± 0.43 a
F-test	**	**
CV. (%)	9.52	11.70

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับวามเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.5 สมบัติของดินหลังการปลูกพืช

3.5.1 ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

การใส่ปูนขาวและปูนโดโลไมต์อย่างเดียว (L และ D) และใส่ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมและคีเซอไรต์ทุกอัตรา (L+G, D+G, L+K และ D+K) ทำให้ความเป็นกรดของดินลดลง โดยที่ pH ดินก่อนปลูกสูงขึ้นจากเดิม 5.07 เป็น 5.63 ในตำรับที่ใส่ปูนขาว และ 5.60 ในตำรับที่ใส่ปูนโดโลไมต์ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆนั้น pH ดินมีค่าระหว่าง 5.84-5.94 และ 5.85-6.00 ตามลำดับ ขณะที่ตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์ และใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้น pH ดินเป็น 5.66-5.86 และ 5.85-5.91ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับชุดควบคุมที่ pH ดินเป็น 5.24 ดังตารางที่ 15

เมื่อปลูกข้าวโพดจนอายุเก็บเกี่ยว 40 วันหลังงอกพบว่า pH ของดินลดลงทุกตำรับการทดลอง โดยชุดควบคุม มี pH ดินต่ำสุดคือ 4.77 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์อย่างเดียว และใส่ร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์ ซึ่ง pH ดินอยู่ระหว่าง 4.96-5.12 และในตำรับทดลองที่ D+G0.25 pH ดินหลังปลูกสูงสุดคือ 5.12 ดังตารางที่ 15

3.5.2 ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity : Exch. Acidity)

การใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆ (L+G, D+G, L+K และ D+K) มีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ของดินระหว่าง 0.56-0.69 เซนติโมล/กิโลกรัม ซึ่งลดน้อยลงกว่าชุดควบคุม และใส่ปูนขาวอย่างเดียว ซึ่งมีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ 0.77 และ 0.72 เซนติโมล/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมให้มีแคลเซียมเป็น 0.75 เท่าของปูนโดโลไมต์ (D+G0.75) ค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำสุด คือ 0.56 เซนติโมล/กิโลกรัม ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียวนั้นความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้มีค่า 0.67 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 pH ดินก่อน-หลังปลูก และปริมาณกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน หลังปลูกข้าวโพด 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	pH ก่อนปลูก 1 : 5	pH หลังปลูก 1 : 5	ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ เซนติโมล/กิโลกรัม
Control	5.24 ± 0.11 e	4.77 ± 0.10 c	0.77 ± 0.04 a
L	5.63 ± 0.01 d	4.97 ± 0.06 ab	0.72 ± 0.03 ab
L+G0.25	5.84 ± 0.02 bc	5.08 ± 0.04 ab	0.64 ± 0.01 bcde
L+G0.5	5.94 ± 0.03 ab	5.06 ± 0.04 ab	0.65 ± 0.03 bcde
L+G0.75	5.85 ± 0.03 abc	5.03 ± 0.08 ab	0.69 ± 0.02 abc
L+G1	5.86 ± 0.02 abc	4.98 ± 0.03 ab	0.67 ± 0.02 abcd
D	5.60 ± 0.03 d	5.05 ± 0.07 ab	0.67 ± 0.02 abcd
D+G0.25	5.86 ± 0.01 abc	5.12 ± 0.08 a	0.61 ± 0.03 cde
D+G0.5	6.00 ± 0.04 a	4.92 ± 0.04 bc	0.59 ± 0.03 de
D+G0.75	5.85 ± 0.01 bc	5.04 ± 0.04 ab	0.56 ± 0.02 e
D+G1	5.80 ± 0.02 bc	5.01 ± 0.05 ab	0.64 ± 0.02 bcde
L+K0.25	5.86 ± 0.02 abc	5.01 ± 0.06 ab	0.67 ±0.02 abcd
L+K0.5	5.73 ± 0.03 cd	5.06 ± 0.01 ab	0.63 ± 0.02 bcde
L+K0.75	5.82 ± 0.01 bc	4.99 ± 0.02 ab	0.65 ± 0.03 bcde
L+K1	5.66 ± 0.09 d	5.00 ± 0.03 ab	0.67 ± 0.03 abcd
D+K0.25	5.88 ± 0.03 ab	5.06 ± 0.04 ab	0.62 ± 0.02 bcde
D+K0.5	5.85 ± 0.02 bc	5.06 ± 0.07 ab	0.57 ± 0.02 de
D+K0.75	5.89 ± 0.04 ab	4.96 ± 0.05 ab	0.62 ± 0.02 bcde
D+K1	5.91 ± 0.04 ab	5.09 ± 0.04 ab	0.57 ± 0.02 de
F-Test	**	*	**
CV. (%)	1.20	2.22	7.28

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (**) และ 95 % (*) โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.5.3 อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน (exchangeable aluminum : Exch.Al)

การใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์อย่างเดียว (L และ D) และใส่ร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์อัตราต่างๆ (L+G, L+K, D+G และ D+K) ทำให้อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังปลูกข้าวโพดมีค่าระหว่าง 0.27-0.41 เซนติโมล/กิโลกรัม ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีค่า 0.51 เซนติโมล/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมท์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมให้มีแคลเซียมเป็น 0.5 เท่าของปูนขาว (D+G0.5) ปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำสุด คือ 0.27 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 16

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในตำรับที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติซึ่งมีค่าระหว่าง 0.34-0.37 เซนติโมล/กิโลกรัม แต่ลดลงกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียวที่มีค่าเท่ากับ 0.41 เซนติโมล/กิโลกรัม ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้น ปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติซึ่งมีค่าระหว่าง 0.27-0.30 เซนติโมล/กิโลกรัม และลดลงกว่าการใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว ซึ่งมีค่า 0.33 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 16

สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆนั้นพบว่า ปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติซึ่งมีค่าระหว่าง 0.32-0.37 เซนติโมล/กิโลกรัม และลดลงกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียว ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์นั้น ปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าระหว่าง 0.29-0.33 เซนติโมล/กิโลกรัม โดยที่ตำรับทดลอง D+K1 มีปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำกว่าอัตราอื่นคือ 0.29 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 16

3.5.4 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium : Exch. Ca)

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมที่ใส่ร่วมกับปูนขาว และปูนโดโลไมต์ ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.21-0.28 เซนติโมล/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำสุดคือ 0.09 เซนติโมล/กิโลกรัม การใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมให้มีแคลเซียมเป็น 1 เท่าจากปูนโดโลไมต์ (D+G1) มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุดคือ 0.28 เซนติโมล/กิโลกรัม สำหรับการใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆนั้น แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ระหว่าง 0.19-0.24 เซนติโมล/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 16

เมื่อเปรียบเทียบแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในตำรับที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆ นั้น พบว่า แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัม ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.21-0.25 เซนติโมล/กิโลกรัม และสูงกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียวที่มีค่าเท่ากับ 0.20 เซนติโมล/กิโลกรัม โดยตำรับทดลอง L+G1 มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าอัตราอื่น คือ 0.25 เซนติโมล/กิโลกรัม ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมนั้นแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัมซึ่งมีค่าระหว่าง 0.23-0.28 เซนติโมล/กิโลกรัม โดยเฉพาะตำรับทดลอง D+G0.5, D+G0.75 และ D+G1 ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 0.25, 0.26 และ 0.28 เซนติโมล/กิโลกรัม ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียวที่มีค่าเท่ากับ 0.22 เซนติโมล/กิโลกรัม โดยตำรับทดลอง D+G1 มีปริมาณสูงสุด คือ 0.28 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 16

สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆ นั้น พบว่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าระหว่าง 0.19-0.21 เซนติโมล/กิโลกรัม ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปูนขาวอย่างเดียว เช่นเดียวกับตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ที่มีค่าระหว่าง 0.21-0.24 เซนติโมล/กิโลกรัม และไม่แตกต่างจากการใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว โดยที่ตำรับทดลอง D+K0.5 มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าอัตราอื่นคือ 0.24 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 16

3.5.5 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium : Exch.Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกข้าวโพดในตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมในอัตราต่าง ๆมีค่า 0.05-0.06 เซนติโมล/กิโลกรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากการใส่ปูนขาวอย่างเดียว และชุดควบคุม ซึ่งมีค่า 0.06 เซนติโมล/กิโลกรัม ในขณะที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมมีค่า 0.10-0.12 เซนติโมล/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 16

สำหรับการใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์นั้นปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ คือ 0.08-0.13 เซนติโมล/กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าการใส่ปูนขาวอย่างเดียว คือ 0.06 เซนติโมล/กิโลกรัม ส่วนการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณคีเซอไรต์ มีค่า 0.12-0.18 เซนติโมล/กิโลกรัม โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ให้มีกำมะถันตามคำแนะนำ (D+K1) มีแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุดคือ 0.18 เซนติโมล/กิโลกรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับใส่ปูนโดโลไมต์อย่างเดียว คือ 0.11 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณอะลูมินัม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน หลังปลูกข้าวโพด 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้	แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
	เซนติโมล/กิโลกรัม	เซนติโมล/กิโลกรัม	เซนติโมล/กิโลกรัม
Control	0.51 ± 0.04 a	0.09 ± 0.01 k	0.06 ± 0.00 hi
L	0.41 ± 0.01 b	0.20 ± 0.01 hij	0.06 ± 0.00 hi
L+G0.25	0.35 ± 0.01 bc	0.21 ± 0.00 fghi	0.05 ± 0.00 i
L+G0.5	0.34 ± 0.03 bc	0.23 ± 0.00 defg	0.05 ± 0.00 i
L+G0.75	0.37 ± 0.02 bc	0.24 ± 0.00 bcde	0.05 ± 0.00 i
L+G1	0.36 ± 0.01 bc	0.25 ± 0.00 bcd	0.06 ± 0.00 hi
D	0.33 ± 0.01 bc	0.22 ± 0.00 efgh	0.11 ± 0.01 def
D+G0.25	0.29 ± 0.01 c	0.23 ± 0.01 defg	0.10 ± 0.00 efg
D+G0.5	0.27 ± 0.02 c	0.25 ± 0.01 bc	0.12 ± 0.01 de
D+G0.75	0.30 ± 0.01 bc	0.26 ± 0.00 ab	0.10 ± 0.01 efg
D+G1	0.28 ± 0.03 c	0.28 ± 0.00 a	0.10 ± 0.00 efg
L+K0.25	0.35 ± 0.01 bc	0.21 ± 0.01 ghij	0.08 ± 0.01 gh
L+K0.5	0.32 ± 0.01 bc	0.20 ± 0.01 hij	0.09 ± 0.00 fg
L+K0.75	0.34 ± 0.00 bc	0.19 ± 0.00 j	0.10 ± 0.00 efg
L+K1	0.37 ± 0.01 bc	0.19 ± 0.00 ij	0.13 ± 0.01 cd
D+K0.25	0.33 ± 0.01 bc	0.21 ± 0.00 ghij	0.12 ± 0.01 cde
D+K0.5	0.30 ± 0.01 bc	0.24 ± 0.00 bcde	0.15 ± 0.01 bc
D+K0.75	0.31 ± 0.08 bc	0.23 ± 0.00 cdef	0.17 ± 0.01 ab
D+K1	0.29 ± 0.01 c	0.22 ± 0.01 efgh	0.18 ± 0.01 a
F-Test	**	**	**
CV (%)	16.05	5.24	12.00

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์

3.5.6 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium : Exch.K)

ในดินหลังปลูกข้าวโพดมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแต่ละตำรับทดลองอยู่ระหว่าง 0.03-0.06 เซนติโมล/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าดินก่อนปลูกคือ 0.09 เซนติโมล/กิโลกรัมโดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมในอัตรา 0.25 เท่าของแคลเซียมจากปูนขาว (L+G0.25) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนในดินหลังปลูกต่ำสุดคือ 0.03 เซนติโมล/กิโลกรัม และตำรับทดลองใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ 0.25 เท่าของคำแนะนำ มี

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนในดินหลังปลูกสูงสุดคือ 0.06 เซนติโมล/กิโลกรัม ดังตารางที่ 17

3.5.7 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus : Avai.P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูกข้าวโพดทุกตำรับทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ ในสภาพที่ได้รับฟอสฟอรัสเท่ากัน คือ ชุดควบคุมมีค่า 87.43 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาว และปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่า 88.82-91.87 และ 90.98-95.41 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัมให้มีแคลเซียมเป็น 0.25 เท่า (D+G0.25) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดคือ 95.41 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวและปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ในอัตราต่าง ๆนั้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่า 86.67-91.92 และ 82.88-92.47 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 17

3.5.8 กำมะถันที่สกัดได้ (extractable sulfur : Extr.SO_4^{2-}-S)

ปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินหลังปลูกข้าวโพดมีค่าต่ำสุดในชุดควบคุม คือ 25.94 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ปูนขาวอย่างเดียวมีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดิน 32.50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าการใส่ปูนขาวร่วมกับฟอสโฟยิปซัมอัตราต่าง ๆ ซึ่งปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินมีค่า 39.62-52.75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่การใส่ปูนขาวร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆ ปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินมีค่า 27.79-56.55 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

สำหรับการใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับฟอสโฟยิปซัม และใส่ร่วมกับคีเซอไรต์อัตราต่าง ๆ กันนั้น ปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสโฟยิปซัม และคีเซอไรต์ที่ใส่เพิ่ม คือ 38.75-52.95 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 29.39-76.75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยตำรับทดลองที่ใส่ปูนโดโลไมต์ร่วมกับคีเซอไรต์ให้มีปริมาณกำมะถันเท่ากับคำแนะนำ (D+K1) มีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินสูงสุดคือ 76.75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และกำมะถันที่สกัด ๆได้ในดินหลังปลูกข้าวโพด 40 วัน (ค่าเฉลี่ย ± SE.)

ตำรับทดลอง	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	กำมะถันที่สกัดได้
	เซนติโมล/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
Control	0.0375 ± 0.00 cd	87.43 ± 0.96	25.94 ± 1.93 f
L	0.0400 ± 0.01 bcd	89.17 ± 1.22	32.50 ± 0.49 def
L+G0.25	0.0325 ± 0.00 d	91.87 ± 0.50	52.75 ± 8.41 abcde
L+G0.5	0.0450 ± 0.01 abcd	88.82 ± 4.73	39.62 ± 7.24 cdef
L+G0.75	0.0450 ± 0.01 abcd	90.93 ± 0.64	46.38 ± 6.67 bcdef
L+G1	0.0450 ± 0.01 abcd	91.37 ± 0.64	43.11 ± 9.69 bcdef
D	0.0450 ± 0.00 abcd	85.12 ± 3.39	26.19 ± 2.58 f
D+G0.25	0.0450 ± 0.00 abcd	95.41 ± 2.31	38.75 ± 3.54 cdef
D+G0.5	0.0525 ± 0.00 abc	94.35 ± 2.60	45.84 ± 2.82 bcdef
D+G0.75	0.0450 ± 0.00 abcd	90.98 ± 2.50	46.77 ± 0.99 bcdef
D+G1	0.0525 ± 0.00 abc	94.84 ± 2.30	52.95 ± 2.02 abcde
L+K0.25	0.0525 ± 0.00 abc	89.3 ± 0.96	46.40 ± 1.01 bcdef
L+K0.5	0.0475 ± 0.00 abcd	86.67 ± 3.55	28.68 ± 3.46 ef
L+K0.75	0.0475 + 0.00 abcd	90.39 ± 4.71	27.79 ± 3.46 ef
L+K1	0.0550 ± 0.00 ab	91.92 ± 3.48	56.55 ± 10.53 abcd
D+K0.25	0.0600 ± 0.00 a	88.04 ± 2.58	29.39 ± 3.38 ef
D+K0.5	0.0575 ± 0.00 a	92.47 ± 2.29	62.96 ± 12.49 abc
D+K0.75	0.0500 ± 0.00 ab	82.88 ± 4.67	67.55 ± 5.65 ab
D+K1	0.0500 ± 0.00 ab	91.36 ± 2.39	76.75 ± 3.01 a
F-Test	**	ns	**
%CV	14.29	6.21	26.00

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

เมื่อ L = ปูนขาว D = ปูนโดโลไมต์ G = ฟอสโฟยิปซัม K = คีเซอไรต์