ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 การเพิ่มประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตโดยวิธีการต่าง ๆ

การเผาหินฟอสเฟต

การเผาหินฟอสเฟตที่มีแหล่งกำเนิดต่างกัน ณ อุณหภูมิต่าง ๆ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรท หรือความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟต (ตารางที่ 1) ผลการศึกษาหินฟอสเฟตตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมาจากแหล่งจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า การเผาหินฟอสเฟตโดยใช้อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตละลายออกมาได้ลดลงเล็กน้อย แต่การเผาโดยใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นกลับทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของหินฟอสเฟตลดลงอย่างเห็นได้ชัด หินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาโดยใช้อุณหภูมิ 200, 400, 600 และ 800 °C ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในหินฟอสเฟตลดลง 7, 17, 30 และ 42 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับการเผาหินฟอสเฟตตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมาจากแหล่งจังหวัดร้อยเอ็ด พบว่าได้ผลในทางตรงกันข้ามกัน การเผาหินฟอสเฟตโดยใช้อุณหภูมิต่ำที่ 200 และ 400°C สามารถเพิ่มความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตได้ 56 ถึง 61 เปอร์เซ็นต์ แต่ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตเพิ่มขึ้นได้สูงสุดถึง 150 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้อุณหภูมิการเผาที่ 600 °C ส่วนการเผาโดยใช้อุณหภูมิที่ 800 °C กลับจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการเผาที่อุณหภูมิที่ 600 °C ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ ลัดดาวัลย์และคณะ (2529) และของไพฑูรย์ (2532) ซึ่งได้สรุปว่า หินฟอสเฟตจากแหล่งจังหวัดร้อยเอ็ด มีปริมาณแร่แครนดาไลท์ [Crandallite : $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5.H_2O$] เป็นองค์ประกอบอยู่สูง เมื่อทำการเผาแร่ชนิดนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึกไปเป็นโครงสร้างอสัณฐาน (amorphous) ทำให้เกิดมีพื้นที่ผิวสัมผัส(specific surface area) เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้การละลายของหินฟอสเฟตในสารละลายซิเตรทดีขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรท (citrate soluble P) ของหินฟอสเฟตที่เผา ณ อุณหภูมิต่าง ๆ

ตัวอย่างที่	อุณหภูมิ	ฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรท ($\%P_2O_5$)	การเปลี่ยนแปลง %
1	ไม่เผา	1.07	0
(หินฟอสเฟตจาก	200 °C	0.99	- 7
จังหวัดกาญจนบุรี)	400 °C	0.88	- 17
	600 °C	0.77	- 30
	800 °C	0.62	- 42
2	ไม่เผา	2.47	0
(หินฟอสเฟตจาก	200 °C	3.95	+ 56
จังหวัดร้อยเอ็ด)	400 °C	3.98	+ 61
	600 °C	6.16	+150
	800 °C	4.53	+ 83

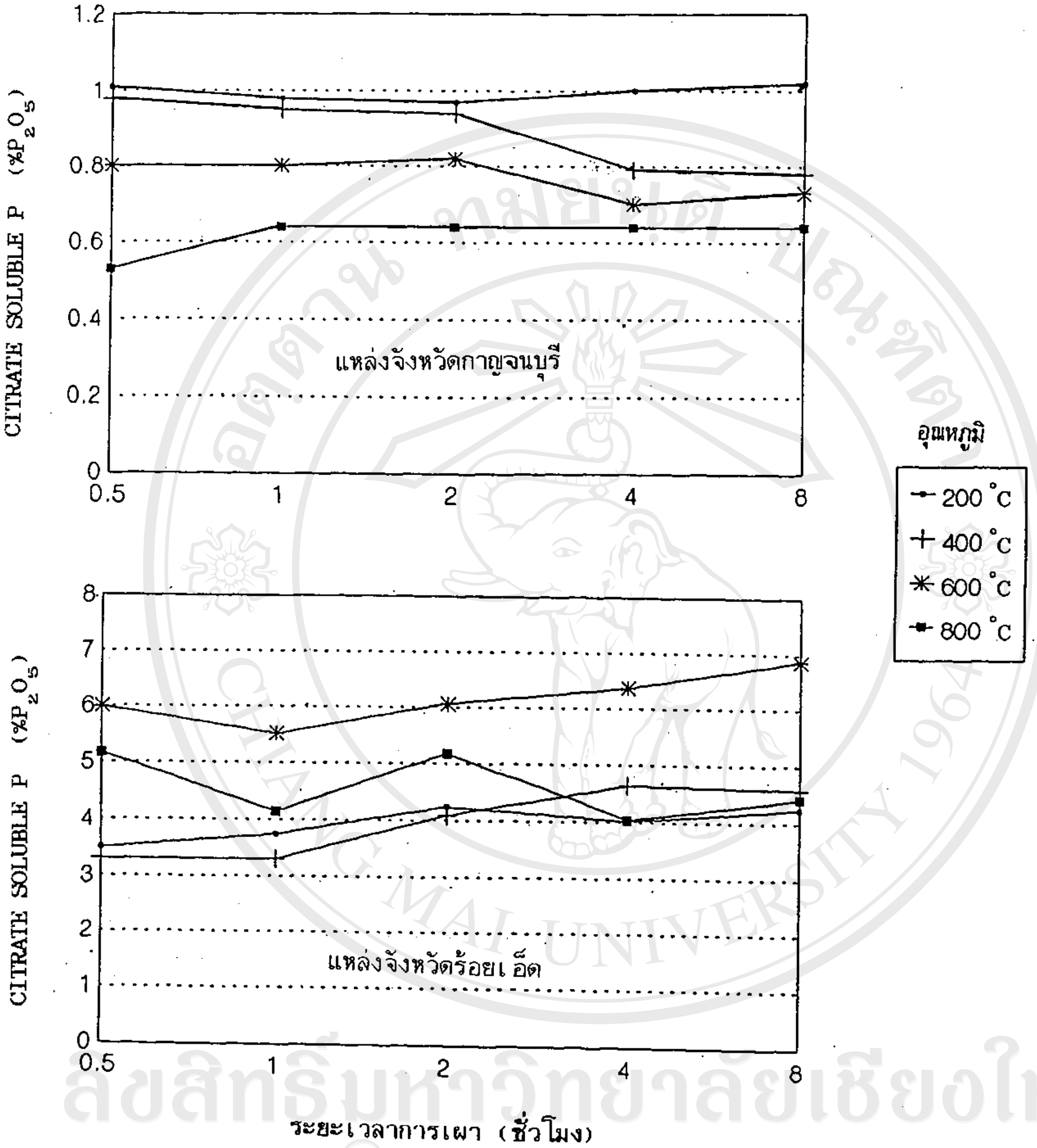
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนผลของระยะเวลาที่ใช้ในการเผาหินฟอสเฟตต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส (citrate soluble) จะแตกต่างกันตามชนิดของหินฟอสเฟต (รูปที่ 1) การเผาหินฟอสเฟตที่มาจากจังหวัดร้อยเอ็ด (ตัวอย่างหินฟอสเฟตที่ 2) โดยใช้ระยะเวลานานขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของหินฟอสเฟตสูงขึ้น ผลของระยะเวลาการเผาจะปรากฏเด่นชัดเมื่อใช้อุณหภูมิการเผาที่ 600 °C สำหรับกรณีของหินฟอสเฟตที่มาจากจังหวัดกาญจนบุรี (ตัวอย่างหินฟอสเฟตที่ 1) นั้น พบว่าการเผาที่อุณหภูมิ 400 °C และ 600 °C เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง มีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตลดลงอย่างเห็นได้ชัด Chien and Hammomd(1991) รายงานว่าในกรณีที่มีการเผาฟอสเฟตที่ไม่มีอะลูมินั่มเป็นองค์ประกอบ เช่น หินฟอสเฟตประเภทฟลูออออะปาไทต์ จะมีผลทำให้หินฟอสเฟตมีโครงสร้างที่แข็งแกร่งยิ่งขึ้น และทำให้การแทนที่อนุมูลฟอสเฟตโดยอนุมูลคาร์บอเนตในหินฟอสเฟตมีปริมาณลดลง จึงทำให้การละลายของหินฟอสเฟตเป็นไปได้ช้า ดังนั้นอิทธิพลของระยะเวลาการเผาหินฟอสเฟต จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของหินฟอสเฟตเป็นหลัก

<u>การผสมหินฟอสเฟตกับกรดกำมะถัน</u> (Partially acidulated phosphate rock,PAPR)

หินฟอสเฟตจากแหล่งจังหวัดกาญจนบุรีตามธรรมชาติจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (ฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรท) ค่อนข้างต่ำเพียง 1.1 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 (ตารางที่ 2) พบว่า ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่อพืชในหินฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้น เมื่อทำการผสมหินฟอสเฟตกับกรดกำมะถันในปริมาณที่มากขึ้น หินฟอสเฟตที่ได้รับการเติมกรด 10, 20, 30, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณกรดที่จะต้องใส่เพื่อให้เกิดปฏิกริยาสมบูรณ์ จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 1.2, 2.3, 2.8, 3.1, 4.0, 8.4 และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการเติมกรดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจาก 60 เปอร์เซ็นต์ เป็น 80 เปอร์เซ็นต์ สามารถส่งผลให้ฟอสฟอรัสที่ละลายออกมา (Citrate soluble-P)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 1 ผลของการเผาหินฟอสเฟตโดยใช้อุณหภูมิ และระยะเวลาการเผาต่างกัน ที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรท

เพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตจะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเพียง 46.2 เปอร์เซ็นต์ ของฟอสฟอรัสที่มีอยู่ทั้งหมดในหินฟอสเฟต เมื่อมีการใช้กรดในปริมาณที่ก่อให้เกิดปฏิกริยาสมบูรณ์กับหินฟอสเฟต ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหินฟอสเฟตที่ใช้มี Al_2O_3 และ Fe_2O_3 เป็นองค์ประกอบอยู่ โมโนแคลเซี่ยมฟอสเฟตที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกริยาของหินฟอสเฟตกับกรด อาจรวมตัวกับเหล็ก และอะลูมินั่ม เกิดเป็นรูปของเหล็กและอะลูมินั่มฟอสเฟต ซึ่งละลายน้ำได้ยาก Menon et al. (1991) รายงานถึงความด้อยประสิทธิภาพของ PAPR ที่ผลิตจากหินฟอสเฟตที่มีอะลูมินั่ม และเหล็กเป็นองค์ประกอบสูงในกรณีที่มีการใช้กรดกำมะถันในปริมาณที่มากเกินไป Parrish and Ogilive (1949) ได้สรุปว่ากรดส่วนเกินจะเข้าทำปฏิกริยากับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (แคลเซี่ยมโมโนฟอสเฟต) กลายเป็นสารประกอบแคลเซี่ยมซัลเฟต ดังสมการเคมี

$$Ca(H_2PO_4)_2 + H_2SO_4 \text{ -----> } 2H_3PO_3 + CaSO_4$$

$$CaH(PO_4)_2 + H_2SO_4 \text{ -----> } H_3PO_4 + CaSO_4$$

นอกจากนี้ กรดกำมะถันยังอาจทำปฏิกริยากับการประกอบแคลเซี่ยมฟลูออไรด์ (CaF_2) ซึ่งมีอยู่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ หรือซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) ซึ่งมีอยู่ 7-10 เปอร์เซ็นต์ ในหินฟอสเฟต ดังสมการเคมี ที่อ้างโดย สุจิตร และคณะ (2524) ดังนี้

$$CaF_2 + H_2SO_4 \text{ -----> } CaSO_4 + 2HF$$

$$2CaF_2 + 2H_2SO_4 + SiO_2 \text{ -----> } 2CaSO_4 + SiF_4 + 2H_2O$$

$$3CaF_3 + 3H_2SO_4 + SiO_2 \text{ -----> } 3CaSO_4 + H_2SiF_6 + 2H_2O$$

ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์หินฟอสเฟตที่ผ่านการทำปฏิกริยากับกรดกำมะถันจะมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ตามปริมาณความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการทำปฏิกริยากับหินฟอสเฟต (ตารางที่ 2) โดยทั่วไปหินฟอสเฟตธรรมดาจะมี pH ประมาณ 7.2 เมื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายซิเตรทและค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์หินฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน

ปริมาณกรดกำมะถันที่ใช้ (%) *	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (% P_2O_5)	สัดส่วนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในหินฟอสเฟต (%) **	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
0	1.1	5.3	7.2
10	1.2	6.1	5.6
20	2.3	11.3	5.5
30	2.8	14.2	5.3
40	3.1	16.4	5.3
60	4.0	20.2	4.2
80	8.4	41.8	3.1
100	9.2	46.2	3.0

* ปริมาณกรดกำมะถันที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของกรดที่จะต้องใช้เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์กับหินฟอสเฟต

$$** = \frac{\text{Citrate Soluble } P_2O_5}{\text{Total } P_2O_5} \times 100$$

Total P_2O_5 ของหินฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 20.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

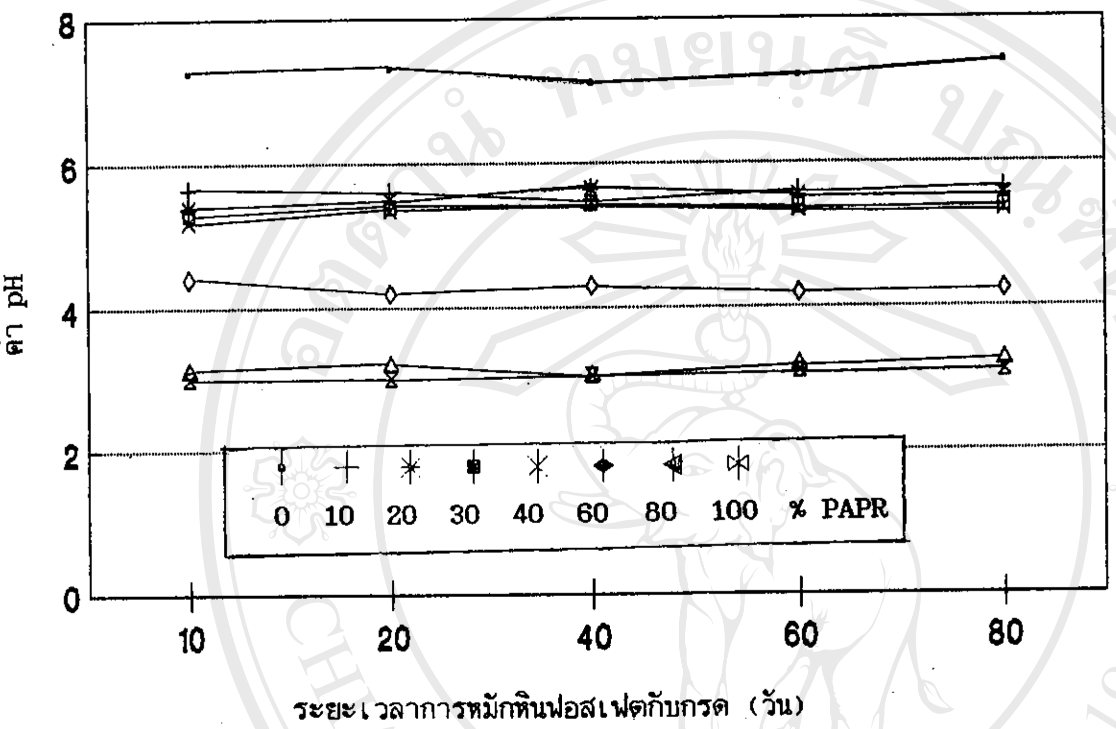
หินฟอสเฟตผ่านการทำปฏิกริยากับกรดกำมะถันโดยใช้ปริมาณกรด 10, 20, 30, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของกรดที่จะต้องใช้เพื่อให้เกิดปฏิกริยาสมบูรณ์จะทำให้ pH ของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าลดลงเป็น 5.6, 5.5, 5.3, 5.3, 4.2, 3.1 และ 3.0 ตามลำดับ

ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการหมักหินฟอสเฟตกับกรดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH มากนัก (รูปที่ 2) การที่ pH ของ PAPR ที่หมักในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ไม่มีความแตกต่าง แสดงว่า การทำปฏิกริยาระหว่างหินฟอสเฟตกับกรดได้สิ้นสุดลง สุจิตร และคณะ (2524) ได้สรุปถึงขั้นตอนของการทำปฏิกริยาเคมีระหว่างหินฟอสเฟตกับกรดกำมะถันไว้ 2 ขั้นตอนด้วยกัน และจะใช้เวลาในการทำปฏิกริยาสมบูรณ์ประมาณ 1-2 สัปดาห์

ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักกรดกำมะถันกับหินฟอสเฟตไม่มีผล ทำให้ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตแตกต่างกันมากนัก (รูปที่ 2) ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.6-4.4 % P_2O_5 ในระหว่างการหมักหินฟอสเฟตกับกรดกำมะถัน 10-80 วัน

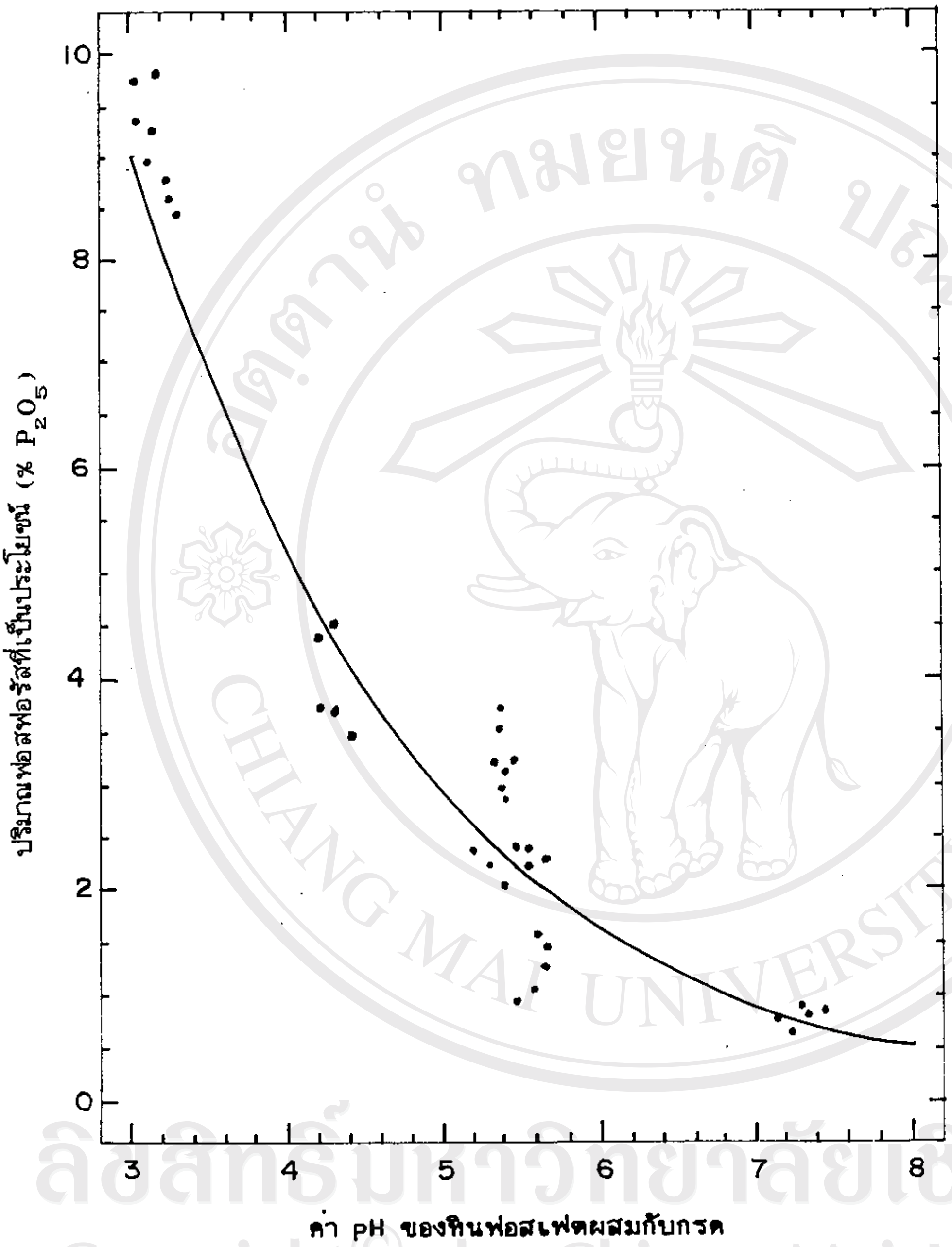
ผลการทดลองนี้พบว่าปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตจะมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์หินฟอสเฟต กล่าวคือ หินฟอสเฟตที่มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ค่อนข้างต่ำ และความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อหินฟอสเฟตมีความเป็นกรดมากขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสใน PAPR กับค่า pH ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของหินฟอสเฟต ที่ทำปฏิกิริยากับกรดในระยะเวลาการหมักต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในละลายซิเตรทกับค่า pH ของผลิตภัณฑ์หินฟอสเฟตผสมกับกรด

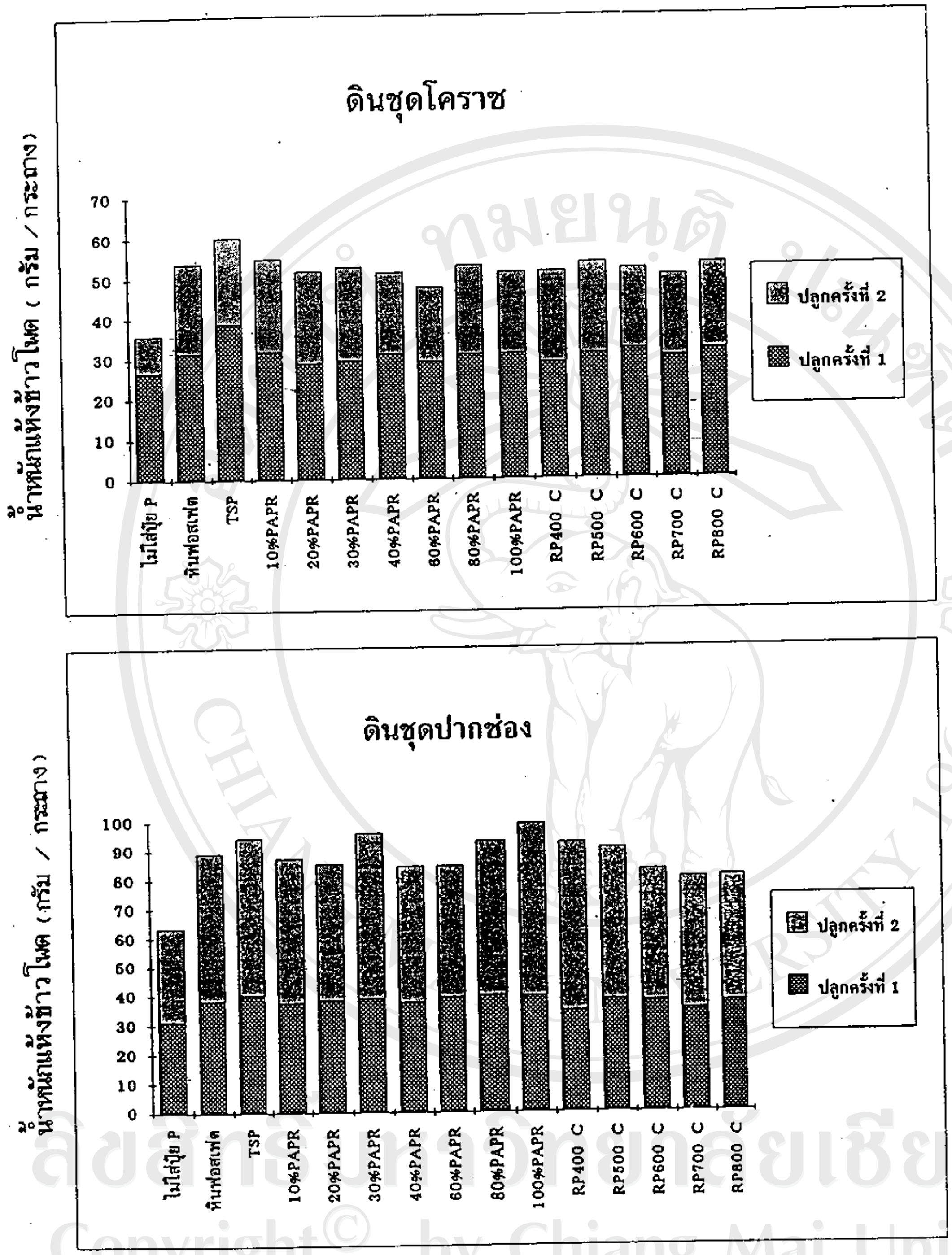
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 ประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดสอบ

การเจริญเติบโตของพืช

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกในกระถางบนดินชุดโคราช ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินประมาณ 11 ppm พบว่าการใส่หินฟอสเฟตบดจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกฤดูที่ 1 เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 18 เมื่อเทียบกับข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลย (รูปที่ 4) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของข้าวโพดได้ถึงร้อยละ 48 แต่การใส่หินฟอสเฟตที่ผสมกับกรด (PAPR) และหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่างๆนั้น กลับทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในฤดูที่ 1 มีแนวโน้มที่จะลดต่ำกว่าการใส่หินฟอสเฟตบดเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกฤดูที่ 2 นั้น พบว่าผลตกค้างของปุ๋ยหินฟอสเฟตบดที่ใส่ให้แก่ข้าวโพดในฤดูแรก มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักแห้งของข้าวโพดได้ทัดเทียมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต โดยจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 140 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟต แสดงว่าความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตในดินชุดโคราชจะมากกว่าหินฟอสเฟตในการปลูกข้าวโพดฤดูแรกเท่านั้น ส่วนในการปลูกข้าวโพดฤดูที่ 2 ดินที่ได้รับหินฟอสเฟตบดจะแสดงอิทธิพลของผลตกค้างของปุ๋ยเพิ่มขึ้น วิโรจน์และคณะ (2532) ได้รายงานถึงผลตกค้างของหินฟอสเฟตซึ่งใส่ให้แก่ข้าว ที่มีต่อถั่วเหลืองซึ่งปลูกตามหลังข้าว หินฟอสเฟตจะมีผลตกค้างสูงกว่าปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต โดยจะทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองจะสูงถึง 400 กก.ต่อไร่ ในขณะที่ตกค้างของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต จะทำให้ได้ผลผลิตถั่วเหลือง 140 กก.ต่อไร่ การใส่หินฟอสเฟตที่ผสมกรด และหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผา ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดแตกต่างจากการใส่หินฟอสเฟตบดมากนัก (รูปที่ 4) เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของข้าวโพดทั้ง 2 ฤดูร่วมกัน พบว่าการใส่หินฟอสเฟตบด และปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



กรรมวิธีทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4 อิทธิพลของปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพที่มีต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดในระยะออกดอก

น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มสูงกว่าข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลยประมาณร้อยละ 50 และ 68 ตามลำดับ การใส่หินฟอสเฟตผสมกับกรด (PAPR) 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงกว่าการใส่หินฟอสเฟตบดเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยส่วนรวมแล้ว การใส่หินฟอสเฟตผสมกับกรดในปริมาณที่สูงกว่านี้กลับจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพด รวม 2 ครั้ง ลดลงประมาณร้อยละ 1.3-11.5 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หินฟอสเฟตบด ส่วนหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผา ณ อุณหภูมิต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งข้าวโพดที่ปลูกบนดินชุดโคราชเลย

สำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องได้แสดงไว้ในรูปที่ 4 ปรากฏว่าหินฟอสเฟตบด และปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกฤดูที่ 1ได้ร้อยละ 23 และ 29 ตามลำดับ ส่วนผลตกค้างของหินฟอสเฟตบดและปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตนั้น จะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 58 และ 68 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาน้ำหนักรวมของข้าวโพดทั้ง 2 ฤดู พบว่า หินฟอสเฟตบดทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 41 ในขณะที่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 49 จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตบดและผลตกค้างของปุ๋ยชนิดนี้ ในดินชุดปากช่องซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดตรึงฟอสฟอรัสสูงนั้น จะทัดเทียมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Syers and Mackay (1986) ซึ่งพบว่าสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (NaOH extractable P) ต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยที่ใส่ในดิน จะเพิ่มขึ้นในดินที่มีความสามารถในการดูดตรึงฟอสฟอรัสสูง นอกจากนี้ยังพบว่าความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่มากกว่าปุ๋ยซูเปอร์-ฟอสเฟต กล่าวคือ ในดินที่มีค่า P sorption capacity 22 % ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟต มีเท่ากับร้อยละ 22.0 และความเป็นประโยชน์ของฟอส-ฟอรัสจากปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตมีร้อยละ 62.4 เมื่อดินที่มีค่า P sorption capacity เพิ่มขึ้นเป็น 91.0 % ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 48.4 และจากปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 75.58 Chien et al.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(1980) และ Smyth and Sancherz (1982) ก็รายงานผลการศึกษาพบว่า ความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตในดินที่มีความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสสูง จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ผลการทดลองในทางตรงกันข้ามกันรายงานโดย Hammond et al. (1986) ซึ่งได้ทำการทดลองโดยการเติมเหล็กเพื่อเพิ่มความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสของดิน และพบว่าในดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูงขึ้น ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตจะลดลงในอัตราที่มากกว่าการลดลงของความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต

โดยทั่วไปใช้หินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการเผา และการผสมกับกรด ไม่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวโพดได้ดีกว่าการใช้หินฟอสเฟตบด ยกเว้นการใส่หินฟอสเฟตผสมกรดซัลฟูริคในปริมาณ 100.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงกว่าการใช้หินฟอสเฟตบดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับคุณภาพของหินฟอสเฟตที่ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่า ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาจะลดลง และหินฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับกรดอย่างสมบูรณ์ ไม่สามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ทั้งหมด แสดงว่าการปรับปรุงคุณภาพของหินฟอสเฟตจากแหล่งจังหวัดกาญจนบุรี โดยวิธีการเผา และการผสมกับกรดเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม ผลการทดลองสอดคล้องกับงานของมานัส (2529) ซึ่งรายงานถึงการด้อยประสิทธิภาพของ PAPR ในการทดลองในทำนองเดียวกัน นอกจากนี้การด้อยประสิทธิภาพของ PAPR เป็นเพราะหินฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลอง มีปริมาณเหล็กออกไซด์และอะลูมินั่มออกไซด์อยู่สูง ดังนั้นในระหว่างการทำปฏิกริยาระหว่างหินฟอสเฟตกับกรดฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากหินฟอสเฟต จะทำปฏิกริยากับสารประกอบดังกล่าว ทำให้อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (Batiano et al.,1990) แต่ McLean et al. (1965) และ McLean and Wheller (1964) พบว่าการใช้ปุ๋ย PAPR สามารถเพิ่มผลผลิตพืชได้สูงกว่าการใช้หินฟอสเฟตบด หรือปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นเพราะหินฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลองมีส่วนประกอบที่แตกต่างจากหินฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้นั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราช กับพืชที่ปลูกในดินชุดปากช่อง พบว่า น้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องจะสูงกว่าเมื่อปลูกในดินชุดโคราชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 ฤดูเพาะปลูก ข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราชจะมีน้ำหนัก 30.7 และ 20.8 กรัมต่อกระถางในการปลูกฤดูที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนในดินชุดปากช่อง น้ำหนักข้าวโพดจะสูงกว่าดินชุดโคราชร้อยละ 2 ในการปลูกฤดูที่ 1 ส่วนในการปลูกฤดูที่ 2 น้ำหนักของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่อง จะสูงกว่าเมื่อปลูกในดินชุดโคราชถึง 2 เท่าตัว

<u>ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด</u>

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ในดินทั้ง 2 ชุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ข้าวโพดที่ปลูกฤดูแรกจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมากกว่าข้าวโพดที่ปลูกฤดูที่ 2 เพียงเล็กน้อย ข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราชจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ในการปลูกฤดูที่ 1 และฤดูที่ 2 ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องมีค่าเท่ากับ 0.10 และ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ในการปลูกฤดูที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ชนิดของดินที่ใช้ในการทดลอง ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด กล่าวคือ ข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราชจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ย สูงกว่าเมื่อปลูกในดินชุดปากช่องเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Forina <u>et</u> <u>al</u>. (1982) ซึ่งทำการทดลองถึงระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในกระถาง เมื่อมีอายุ 30 วัน พบว่าข้าวโพดที่ปลูกบนดิน Typic Haplorthox, Orthoxic Palehumults และดิน Plinthic Paleudults จะมีระดับความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยประมาณ 0.08 ถึง 0.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ข้าวโพดที่ปลูกบนดิน Plinthustults จะมีระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0.28 ถึง 0.49 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าในดินส่วนใหญ่เมื่อมีการเติมปูนเพื่อยกระดับ pH ของดินให้สูงกว่า 6.5 จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกบนดินดังกล่าวจะมีลดลง Bhowmik and Doll (1984) ทำการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในกระถางขณะอายุ 28 วัน พบว่า เมื่อไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเลย ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดจะมีเพียง 0.07 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดจะสูงขึ้นเป็นลำดับตามอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต เมื่อพืชได้รับปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 150 มก.ต่อน้ำหนักดิน 1 กก. จะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชเพิ่มขึ้นเป็น 0.12 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพที่มีต่อความเข้มข้นฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในกระถาง ในระยะออกดอก

ชุดดิน	กรรมวิธี	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด (%)	
		ฤดูที่ 1	ฤดูที่ 2
โคราช	ไม่ใส่ปุ๋ย P	0.09	0.10
	หินฟอสเฟต	0.12	0.10
	ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	0.11	0.10
	10%PAPR	0.11	0.09
	20%PAPR	0.12	0.10
	30%PAPR	0.12	0.11
	40%PAPR	0.12	0.09
	60%PAPR	0.11	0.10
	80%PAPR	0.11	0.08
	100%PAPR	0.11	0.10
	400 °C RP	0.12	0.10
	500 °C RP	0.12	0.10
	600 °C RP	0.11	0.10
	700 °C RP	0.13	0.12
	800 °C RP	0.10	0.10
	ค่าเฉลี่ย	0.11	0.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชุดดิน	กรรมวิธี	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด (%) ฤดูที่ 1	ฤดูที่ 2
ปากช่อง	ไม่ใส่ปุ๋ย P	0.09	0.09
	หินฟอสเฟต	0.10	0.08
	ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	0.09	0.08
	10%PAPR	0.10	0.09
	20%PAPR	0.09	0.09
	30%PAPR	0.09	0.09
	40%PAPR	0.10	0.10
	60%PAPR	0.09	0.08
	80%PAPR	0.10	0.09
	100%PAPR	0.10	0.08
	400 °C RP	0.11	0.09
	500 °C RP	0.10	0.07
	600 °C RP	0.11	0.10
	700 °C RP	0.10	0.09
	800 °C RP	0.10	0.08
	ค่าเฉลี่ย	**0.10**	**0.09**
$LSD_{0.05}$			
กรรมวิธี		NS	NS
ชุดดิน		NS	NS
กรรมวิธี X ชุดดิน		NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

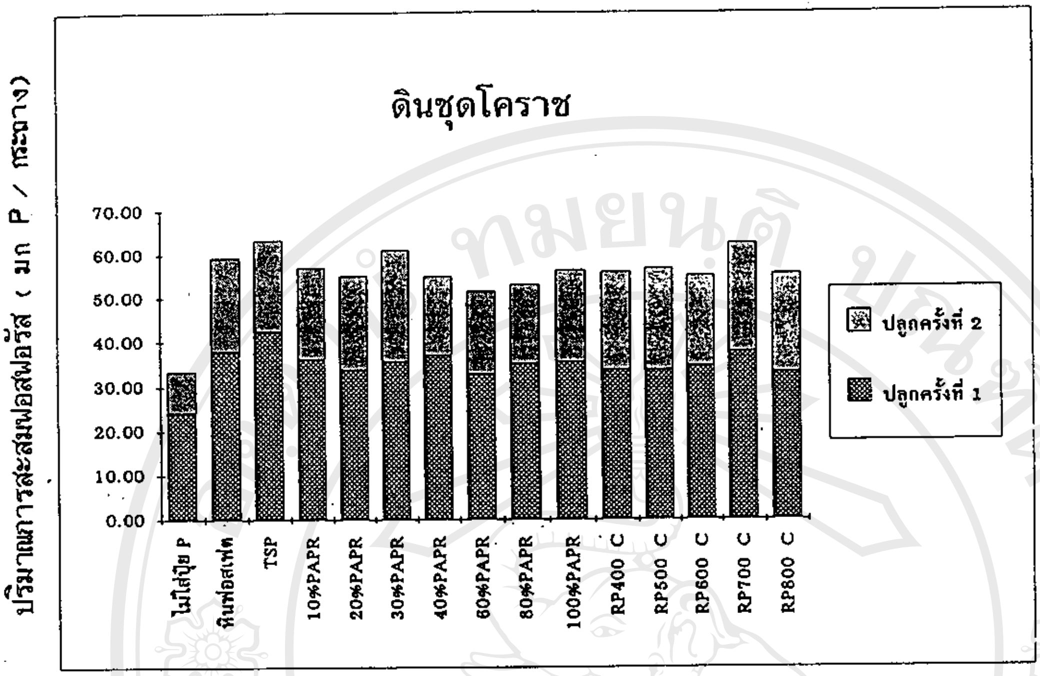
ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพด

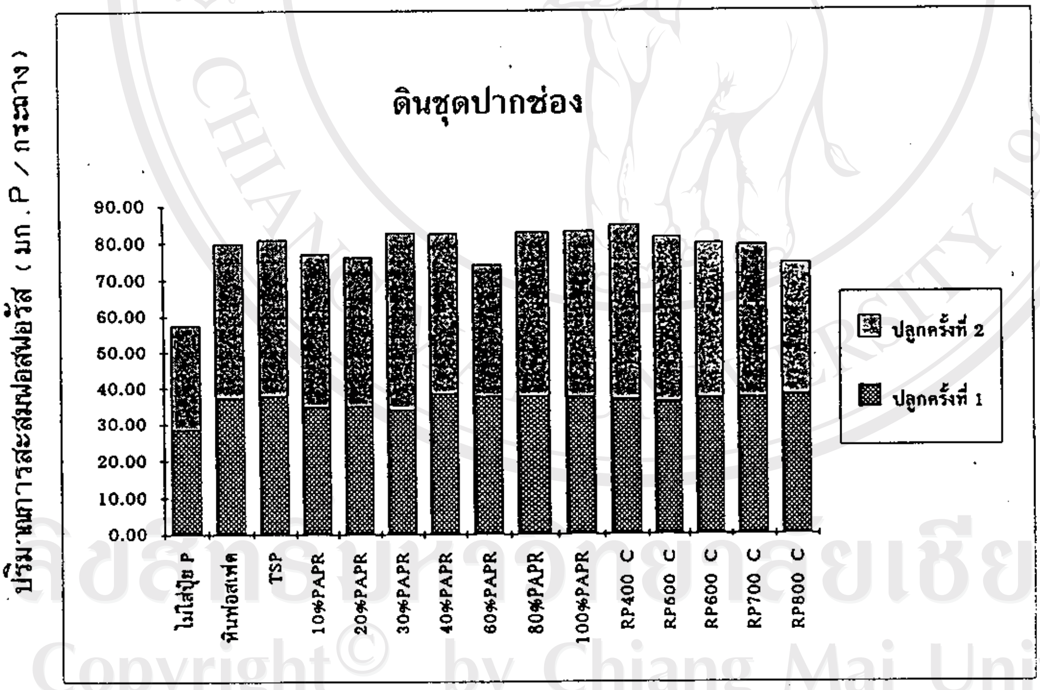
ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราช แสดงไว้ในรูปที่ 5 พบว่า การใช้หินฟอสเฟตบดมีผลทำให้ข้าวโพดที่ปลูกในฤดูที่ 1 มีการสะสมฟอสฟอรัสมากกว่าข้าวโพดที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเลยถึงร้อยละ 57 ส่วนการใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์-ฟอสเฟต สามารถเพิ่มการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดได้ร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟต สำหรับผลตกค้างของหินฟอสเฟตบดต่อการเพิ่มปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในฤดูที่ 2 จะเหมือนกับการใส่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต โดยจะทำให้ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดสูงกว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.3 เท่าตัว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดนี้สามารถใช้ฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตบดได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการใด ๆ การใส่หินฟอสเฟตจะมีผลตกค้างอยู่ในดินและเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกตามหลังได้ดี ซึ่งผลตกค้างของหินฟอสเฟตนี้ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Janssen _et_ _al_.(1987) ซึ่งรายงานว่าผลตกค้างของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตจะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่าปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต

ผลจากการทดลองพบว่าการใช้หินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิระดับต่าง ๆ หรือหินฟอสเฟตผสมกับกรด ไม่มีผลต่อปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดเลย โดยที่ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพดดังกล่าว จะไม่แตกต่างจากข้าวโพดที่ได้รับหินฟอสเฟตบดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกทั้ง 2 ฤดูแล้ว พบว่าหินฟอสเฟตบดและปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตสามารถเพิ่มการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดได้สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.8 ถึง 1.9 เท่าตัว ส่วนการใช้หินฟอสเฟตผสมกรด 30 เปอร์เซ็นต์ (30 % PAPR) สามารถเพิ่มปริมาณสะสมฟอสฟอรัสได้มากกว่าหินฟอสเฟตบดประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น

ในดินชุดปากช่อง พบว่าการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตบดทำให้ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพดมากกว่าเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตถึงร้อยละ 31 และจะมีผลตกค้างต่อข้าวโพดที่ปลูกตามในฤดูที่ 2 ผลตกค้างของหินฟอสเฟตนี้จะใกล้เคียงกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





กรรมวิธีทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 5 อิทธิพลของปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ ที่มีต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพดในระยะออกดอก

(รูปที่ 5) ส่วนหินฟอสเฟตผสมกับกรดในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน พบว่าหินฟอสเฟตกับกรดในปริมาณร้อยละ 40 (40% PAPR) จะเพิ่มปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดมากกว่าการใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟตบด การใส่หินฟอสเฟตที่ผ่านการเผา ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญ โดยทั่วไปพบว่าปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสมีแนวโน้มลดลงเมื่อได้รับหินฟอสเฟตในรูปที่ผ่านการเผา ส่วนผลตกค้างของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผา ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้หินฟอสเฟตบดแต่อย่างใดเลย ยกเว้นหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800°C ซึ่งจะทำให้พืชมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสลดลงอย่างมาก

เมื่อพิจารณาผลจากการปลูกข้าวโพดทั้ง 2 ฤดู รวมกันแล้ว พบว่าการใช้หินฟอสเฟตที่มาจากแหล่งจังหวัดกาญจนบุรี มีผลในการเพิ่มปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพดได้ทัดเทียมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต โดยที่ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.3 ถึง 1.4 เท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต หินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 400 °C มีประสิทธิภาพต่อข้าวโพดสูงกว่าหินฟอสเฟตบดเล็กน้อย ส่วนการเผาหินฟอสเฟตที่อุณหภูมิสูงกว่านี้กลับทำให้ประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตลดลง Chien and Hammond (1991) รายงานผลการทดลองในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ พบว่าปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในกระถาง เมื่อใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผาจะลดลง 4.0 ถึง 6.7 เท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หินฟอสเฟตที่ไม่ผ่านการเผา ส่วนหินฟอสเฟตผสมกับกรดในปริมาณร้อยละ 30 (30% PAPR) หรือมากกว่านี้จะทำให้มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดสูงกว่าการใช้หินฟอสเฟต

การปลูกข้าวโพดในดินชุดที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกฤดูที่ 1 กล่าวคือ ข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราชจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสม 34.8 มก.P ต่อกระถาง การปลูกข้าวโพดในดินชุดปากช่องจะมีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสมากกว่าในดินชุดโคราชเพียงร้อยละ 4 เท่านั้น แต่ผลตกค้างของปุ๋ยฟอสเฟต จะมีผลต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องในการปลูกฤดูที่ 2 กล่าวคือ ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่อง จะสูงกว่ากรณีที่ปลูกในดินชุดโคราชถึง 2 เท่าตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟตของข้าวโพดที่ปลูกในกระถาง (2 ฤดูเพาะปลูก) ในชุดดินโคราชและชุดดินปากช่อง พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราช สามารถดูดใช้ปุ๋ยฟอสเฟตได้ร้อยละ 10 ถึง 17 ของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ทั้งหมด ส่วนข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องสามารถดูดใช้ปุ๋ยฟอสเฟตได้ร้อยละ 10 ถึง 16 ของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ทั้งหมด หินฟอสเฟตบดจะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ร้อยละ 15 และ 13 ในดินชุดโคราช และดินชุดปากช่องตามลำดับ ผลการทดลองสอดคล้องกับงานทดลองของ Hammond <u>et</u> <u>al</u>.(1986) ซึ่งรายงานว่า ข้าวโพดที่ปลูกในกระถางจะสามารถดูดใช้ฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตได้ร้อยละ 14 ถึง 15 ของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ทั้งหมด Chien <u>et</u> <u>al</u>. (1987) รายงานว่าปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟต เพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืชจะลดลงเมื่อมีการใช้หินฟอสเฟตในอัตราที่สูงขึ้น การใช้หินฟอสเฟตในอัตรา 22.2 มก.P ต่อดิน 1 กก. ซึ่งเป็นอัตราที่ใกล้เคียงกับในการทดลองครั้งนี้ (21.8 มก.P ต่อดิน 1 กก.) พบว่าหินฟอสเฟตสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ร้อยละ 11.4 ของปุ๋ยที่ใส่ทั้งหมด ซึ่งเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองครั้งนี้ ลัดดาวัลย์และคณะ (2529) รายงานว่าการหินฟอสเฟตจากแหล่งจังหวัดร้อยเอ็ดมีประสิทธิภาพในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเพื่อเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในข้าวโพดที่ปลูกในกระถางถึงร้อยละ 22 ซึ่งมากกว่าประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตจากแหล่งจังหวัดกาญจนบุรีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ นั่นเป็นเพราะคุณสมบัติที่แตกต่างกันของหินฟอสเฟตเอง และปริมาณฟอสฟอรัสในดินเดิม ดินชุดปากช่องที่ใช้ในการทดลองของลัดดาวัลย์ และคณะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก (5 ppm Bray-II P) ในขณะที่ดินที่ใช้มีการทดลองครั้งนี้มีฟอสฟอรัสสูงกว่า (11 ppm) ดังนั้นการละลายของหินฟอสเฟตในดินที่มีฟอสฟอรัสสูงจึงเกิดขึ้นน้อยกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพที่มีต่อการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราช และดินชุดปากช่อง

วิธีทดลอง	ประสิทธิภาพในการดูดใช้ฟอสฟอรัสปุ๋ยหินฟอสเฟตของข้าวโพด *	
	ดินชุดโคราช	ดินชุดปากช่อง
	-------------- % --------------	
ไม่ใส่ปุ๋ย P	0	0
หินฟอสเฟต	15	13
ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	17	14
10 % PAPR	14	11
20 % PAPR	12	11
30 % PAPR	16	14
40 % PAPR	12	14
60 % PAPR	10	10
80 % PAPR	11	14
100 % PAPR	13	14
400 °C RP	13	16
500 °C RP	13	14
600 °C RP	12	13
700 °C RP	12	12
800 °C RP	13	10

* ประสิทธิภาพ = (ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟต–ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟต)x100 ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยฟอสเฟต (174.4 มก./กระถาง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

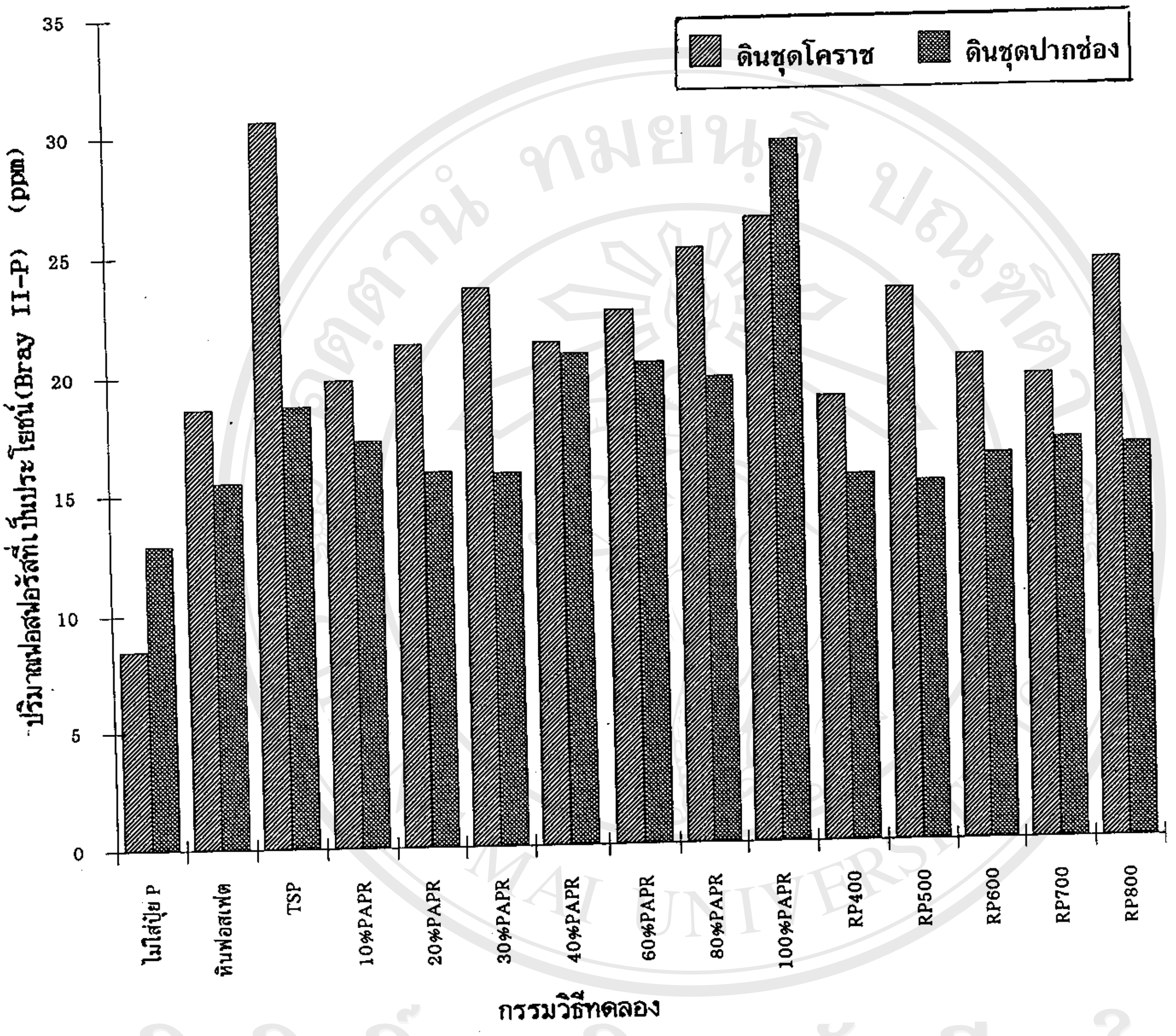
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สกัดโดยวิธี Bray II) ในดิน

ดินชุดโคราชที่ใช้ทำการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray II-P) โดยเฉลี่ยประมาณ 11 ppm ภายหลังจากการปลูกข้าวโพด 2 ฤดู พบว่าดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเลยจะมีฟอสฟอรัสลดลงเหลือเพียง 8 ppm ส่วนการใส่หินฟอสเฟตบดทำให้ดินมีฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเป็น 19 ppm ในขณะที่การใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตมีฟอสฟอรัสตกค้างในดินสูงถึง 31 ppm หินฟอสเฟตผสมกรดจะมีผลในการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินภายหลังการปลูกข้าวโพด 2 ฤดู มากกว่าหินฟอสเฟตบด ดินที่ได้รับหินฟอสเฟตที่ผสมกรด 80 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสเหลือตกค้างในดินมากกว่าหินฟอสเฟตบดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินที่เคยได้รับหินฟอสเฟตที่ผ่านการเผา ณ อุณหภูมิ 500 $^{\circ}$C และ 800 $^{\circ}$C จะสูงกว่าดินที่ได้รับหินฟอสเฟตบดอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 6)

ดินชุดปากช่องที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยประมาณ 14 ppm ภายหลังจากการปลูกข้าวโพด 2 ฤดูแล้ว พบว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเลยจะมีฟอสฟอรัสเหลือในดิน 13 ppm ในขณะที่การใส่หินฟอสเฟตบดและปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตมีผลทำให้ฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ในดิน 15 และ 19 ppm ตามลำดับ การใช้ปุ๋ย PAPR จะทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสตกค้างมากกว่าหินฟอสเฟตบด โดยเฉพาะ PAPR ที่มีกรด 40 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า การใช้ PAPR ที่มีกรด 100 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสตกค้างในดินถึง 30 ppm(รูปที่ 6) แสดงให้เห็นว่าการใช้ หินฟอสเฟตชนิดที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการทำปฏิกริยากับกรดซัลฟูริค นอกจากสามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว ยังมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชตกค้างในดินภายหลังการปลูกพืชอีกด้วย

ผลตกค้างของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินชุดโคราช จะสูงกว่าในดินชุดปากช่อง เนื่องจากข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องมีการเจริญเติบโตดีกว่า จึงทำให้ข้าวโพดดูดใช้ฟอสฟอรัสได้มากกว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดโคราช การใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟตที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 6 อิทธิพลของปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray II) ที่ตกค้างในดิน หลังจากปลูกข้าวโพด 2 ฤดู

ผ่านการเผาโดยใช้อุณหภูมิ 600°C หรือสูงกว่านี้ มีผลทำให้ฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินชุดปากช่องมีแนวโน้มมากกว่าผลของการใช้หินฟอสเฟตบดแต่ก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสในดินทั้ง 2 ชุดแล้ว พบว่าการปลูกข้าวโพด 2 ฤดู โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเลย จะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง ซึ่งดินชุดโคราชจะมีปริมาณฟอสฟอรัสลดลง ร้อยละ 27 ในขณะที่ดินชุดปากช่องจะมีปริมาณฟอสฟอรัสลดลงเพียง ร้อยละ 7 ทั้งนี้เนื่องจากดินชุดปากช่องมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่า และจะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาได้มากกว่าดินชุดโคราช ส่วนผลตกค้างของฟอสฟอรัสในดินชุดโคราชที่ได้รับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หลังจากการปลูกข้าวโพด 2 ฤดู พบว่าดินมีฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 3.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ได้รับปุ๋ยเลย ในขณะที่ดินชุดปากช่องมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเพียง 1.5 เท่า เท่านั้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินชุดโคราช จะมีการแปรเปลี่ยนได้เร็วกว่าดินชุดปากช่อง ทั้งนี้เป็นเพราะดินชุดปากช่องมีความสามารถในการดูดตรึงและปลดปล่อยฟอสฟอรัส (P-sorption capacity) ได้ดีกว่า สมดุลของฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินในรูปแบบต่าง ๆ จึงเปลี่ยนแปรได้น้อย

เมื่อพิจารณาถึงผลตกค้างของการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ในแง่ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินหลังจากการปลูกข้าวโพด 2 ฤดู เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (ตารางที่ 5) พบว่า โดยทั่วไปแล้ว การปรับปรุงคุณภาพหินฟอสเฟตแทบทุกวิธีการ จะมีผลทำให้มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ตกค้างในดินสูงกว่าหินฟอสเฟตบด ดินชุดปากช่อง จะมีสัดส่วนฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตสูงกว่าดินชุดโคราช กล่าวคือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ที่ตกค้างในดินชุดปากช่องที่ได้รับปุ๋ยหินฟอสเฟตจะมีค่าระหว่าง 81 ถึง 158 เปอร์-เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลตกค้างของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ในขณะที่ดินชุดโคราช จะผลตกค้างเพียง 61 ถึง 86 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น พบว่าในดินชุดปากช่อง การใช้หินฟอสเฟตที่ผสมกับกรด 40 เปอร์เซ็นต์ (40 % PAPR) หรือใช้กรดในปริมาณมากกว่านี้ จะมีผลตกค้างในดิน สูงกว่าเมื่อใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต Mokwunye and

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลของการใส่หินฟอสเฟตที่ปรับปรุงคุณภาพกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ที่มีต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่เหลือตกค้างในดินภายหลังการปลูกข้าวโพด 2 ฤดู

กรรมวิธี	ผลตกค้างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	
	ดินชุดโคราช	ดินชุดปากช่อง
	--------------- % ---------------	
ไม่ใส่ปุ๋ย P	27	69
หินฟอสเฟต	61	83
ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	100	100
10 % PAPR	65	92
20 % PAPR	70	85
30 % PAPR	77	85
40 % PAPR	70	111
60 % PAPR	74	109
80 % PAPR	82	105
100 % PAPR	86	158
400 °C RP	61	83
500 °C RP	76	81
600 °C RP	67	87
700 °C RP	64	90
800 °C RP	80	88

ผลตกค้างของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ = (ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตกรรมวิธีต่าง ๆ x100) / ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ได้รับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Chien (1980) พบว่า ในดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูง การใช้รับปุ๋ยหินฟอสเฟตผสมกรด (20 % PAPR) จะทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน สูงกว่ากรณีที่ใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตอย่างเด่นชัดกว่าดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัสต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากว่าในดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูงจะมีอะลูมินั่มและเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่มาก กรดที่เกิดจากการละลายน้ำของโมโนแคลเซี่ยมฟอสเฟตจะไปละลายปลดปล่อยอนุมูลโลหะทั้ง 2 ชนิดออกมาอยู่ในสารละลายดิน และรวมตัวกับฟอสฟอรัสเกิดเป็นอะลูมินั่มฟอสเฟตและเหล็กฟอสเฟตซึ่งไม่สามารถละลายน้ำได้ ดังนั้น ในกรณีที่ดินมีการตรึงฟอสฟอรัสสูง การใช้ปุ๋ย PAPR จะได้ผลดีกว่า เพราะกรดที่เกิดจากละลายของโมโนแคลเซี่ยมจะถูกสะเทินด้วยส่วนของหินฟอสเฟตที่ยังไม่ทำปฏิกริยากับกรดใน PAPR จึงทำให้ไม่มีการละลายอนุมูลเหล็ก และอะลูมินั่มออกมาในสารละลายดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายดินจึงอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลองที่ 3 การตอบสนองของข้าวโพดที่มีต่อการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตร่วมกับทริปเปิ้ล-ซูเปอร์ฟอสเฟต

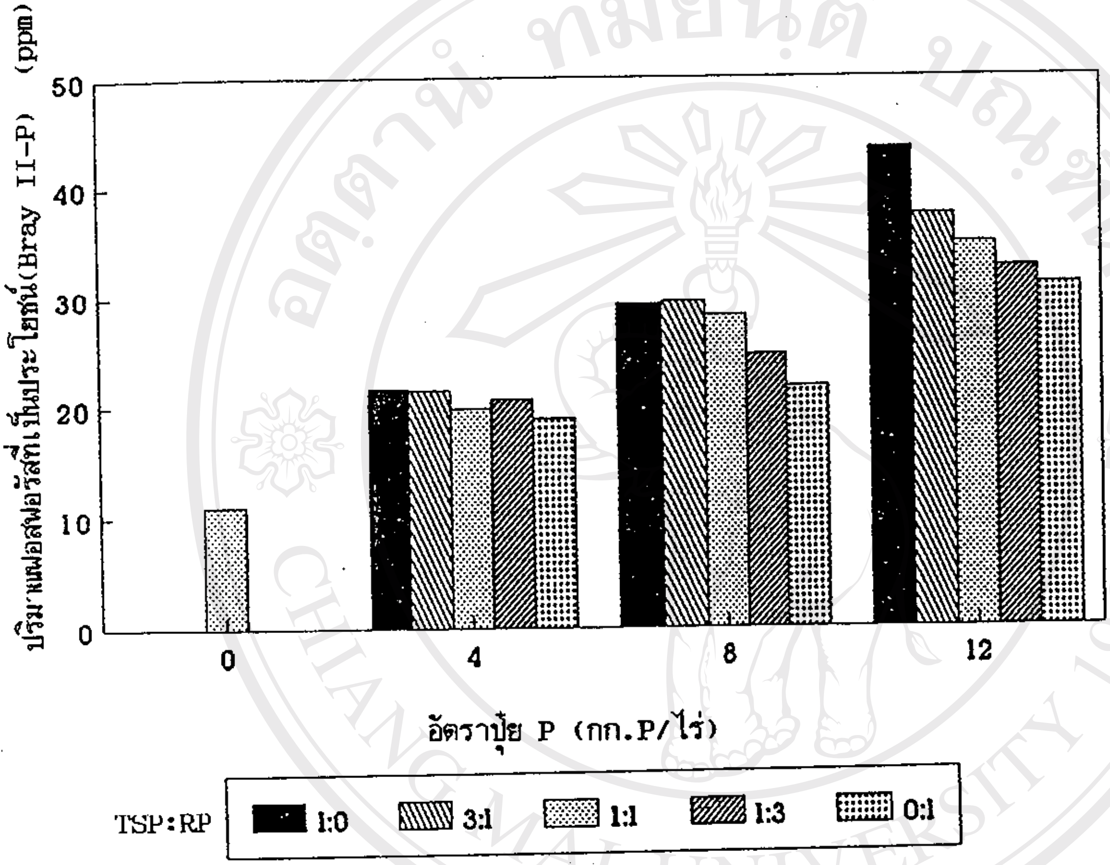
ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

รูปที่ 7 แสดงปริมาณฟอสรัสในดินภายหลังจากการใส่ปุ๋ย 15 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในรูปต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสของดินอย่างเห็นได้ชัด การใส่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตแต่เพียงอย่างเดียว จะทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช(Bray II) สูงกว่าการใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้หินฟอสเฟตในสภาพดินนี้ก็ยังสามารถเพิ่มปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินได้เช่นกัน การใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟตในอัตราส่วน 3:1,1:1 หรือ 1:3 มีผลทำให้ปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นและไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว โดยจะมีความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 22-26 ppm P

การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตมีผลทำให้ปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินสูงกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ดินที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลยจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดิน 11 ppm การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 4, 8 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัส 20, 27 และ 36 ppm ตามลำดับ

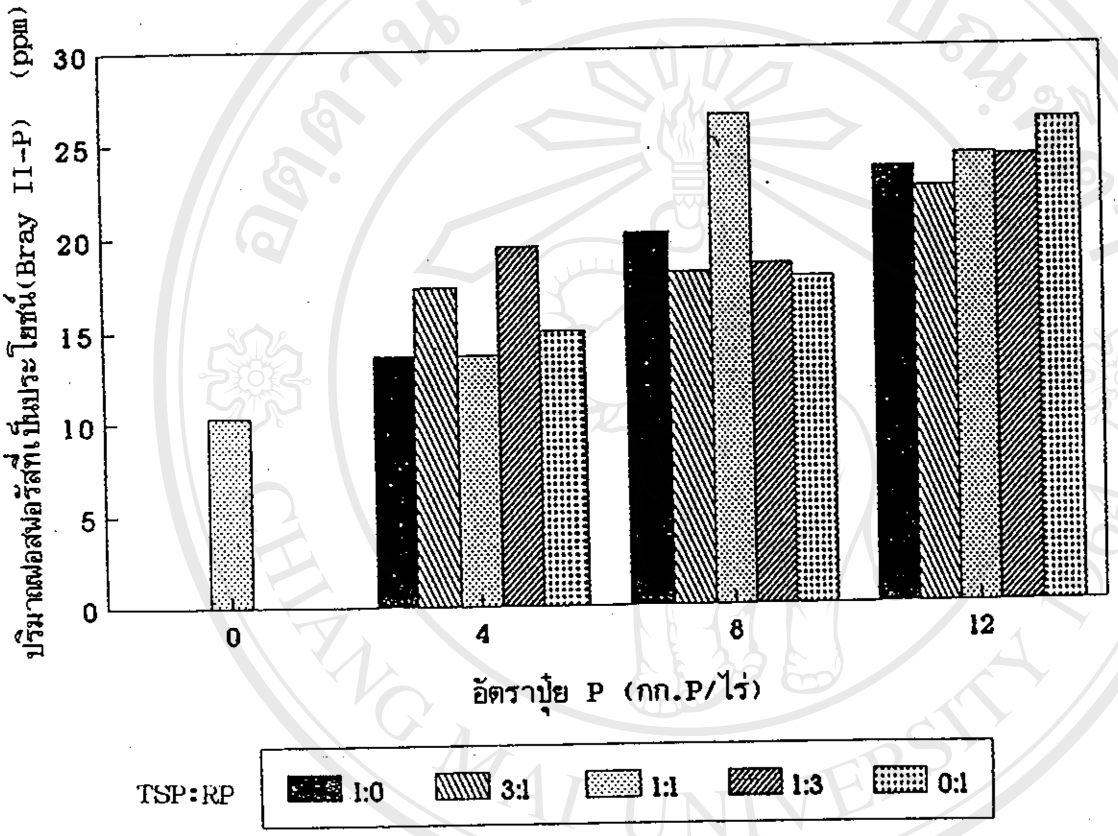
จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินภายหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพด (รูปที่ 8) พบว่าการใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต และหินฟอสเฟตต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ตกค้างแตกต่างกัน โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 16-19 ppm แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงมีผลทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 4, 8 และ 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ มีผลทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัส (Bray II) ตกค้างในดิน 16, 20 และ 24 ppm ตามลำดับ สำหรับแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสเลยจะมีฟอสฟอรัสเพียง 10 ppm P

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 7 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray II) หลังการใส่ปุ๋ย 15 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 8 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray II) หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้ปุ๋ยผสมที่ประกอบด้วยหินฟอสเฟตสูง มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสตกค้างในดิน (Bray II) ทัดเทียมกับการใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว แสดงว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะแรกมาจากปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต แต่ในระยะหลังจากนั้นหินฟอสเฟตในปุ๋ยผสมจะมีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน นั่นเป็นเพราะในปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตนั้นประกอบด้วยสารประกอบฟอสเฟตในรูปโมโนแคลเซี่ยมฟอสเฟต [$Ca(H_2PO_4)_2$] และไดแคลเซี่ยมฟอสเฟต (Ca_2HPO_4) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ง่าย ส่วนสารประกอบฟอสเฟตในหินฟอสเฟตจะอยู่ในรูปไตรแคลเซี่ยมฟอสเฟต [$Ca_3(PO_4)_2$)] ซึ่งละลายน้ำได้น้อยกว่า การละลายของหินฟอสเฟตเพื่อปลดปล่อยฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีปัจจัยต่าง ๆ เป็นตัวกำหนด ปัจจัยดังกล่าวได้แก่ สภาพความเป็นกรดของดิน พื้นที่ผิวสัมผัสของหินฟอสเฟต และคุณสมบัติบางประการของดิน จึงเป็นเหตุให้หินฟอสเฟตต้องใช้เวลายาวนานในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสให้เป็นประโยชน์ต่อพืช Hammond <u>et</u> <u>al</u>. (1986) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาของหินฟอสเฟต และปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ในดิน Typic Paleudult พบว่า ภายหลังการปลูกข้าวโพดแล้ว ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ตกค้างในดินที่ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต จะมากกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต

<u>ความสูงของข้าวโพด</u>

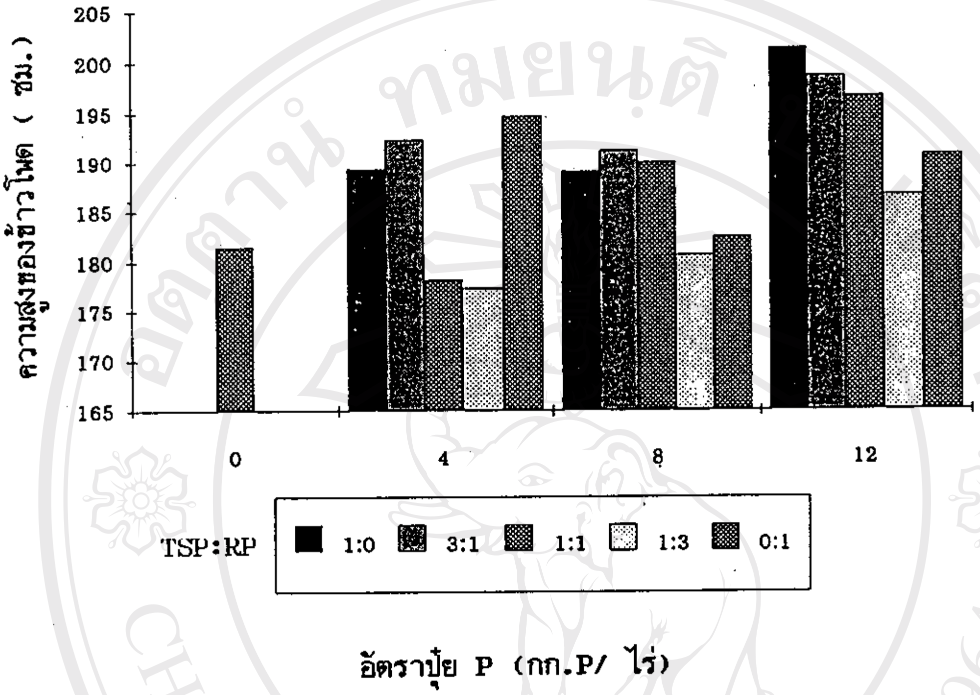
การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในสัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตที่ต่างกันมีผลต่อความสูงของข้าวโพดในขณะอายุ 1 เดือน อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6 และ รูปที่ 9) ขณะข้าวโพดอายุ 1 เดือน จะมีความสูงที่สุด 194 ซม. เมื่อได้รับปุ๋ยที่มีสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟต เท่ากับ 3:1 ความสูงของข้าวโพดจะน้อยที่สุดเมื่อได้รับปุ๋ยที่มีสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟต เท่ากับ 1:3 การใส่ปุ๋ยในอัตรา 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ มีผลทำให้ข้าวโพดมีความสูงมากกว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราที่น้อยลงหรือไม่ใส่ปุ๋ยเลยอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามเมื่อข้าวโพดอยู่ในระยะออกไหม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อความสูงของข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน และในระยะออกไหม

	ความสูง	
	อายุ 1 เดือน	ระยะออกไหม
สัดส่วน TSP:RP	---------- ซม. ----------	
1:0	186	269
3:1	194	269
1:1	187	264
1:3	180	269
0:1	188	269
อัตรา P (กก./ไร่)		
0	181	269
4	186	267
8	186	268
12	195	268
$LSD_{0.05}$		
สัดส่วน TSP:RP	13	NS
อัตรา P	7	NS
สัดส่วน TSP:RP x อัตรา P	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 9 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อความสูงของข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่า สัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตในปุ๋ย ไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของข้าวโพดเลย ซึ่งในระยะออกไหม ข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ย 268 ซม. สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตราต่าง ๆ จะไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพดในระยะออกไหม โดยที่ความสูงของข้าวโพดในระยะออกไหมจะไม่แตกต่างกัน ถึงพืชจะได้รับปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 0-12 กิโลกรัม P ต่อไร่ (ตารางที่ 6) แสดงว่าปุ๋ยฟอสเฟตมีอิทธิพลต่อความสูงของข้าวโพดในระยะแรกของการเจริญเติบโตเท่านั้น

น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพด

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในสัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่มีอายุ 1 เดือนเลย (ตารางที่ 7 และรูปที่ 10) ในทำนองเดียวกัน การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีสัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตต่างกัน จะไม่มีผลทำให้น้ำหนักของต้นข้าวโพดในระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่ข้าวโพดในอัตราที่ต่างกันพบว่ามีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่อายุ 1 เดือนอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 7 และรูปที่ 10) ข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลย จะมีน้ำหนักเพียง 281 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 4, 8 และ 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ จะทำให้น้ำหนักต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 12, 14 และ 22 ตามลำดับ พบว่าการใส่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตในอัตรา 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ จะให้น้ำหนักต้นข้าวโพดที่อายุ 1 เดือนสูงสุด 390 กก. แต่การใส่หินฟอสเฟตในอัตราเดียวกันจะให้น้ำหนักต้นข้าวโพดเป็น 349 กก.ต่อไร่

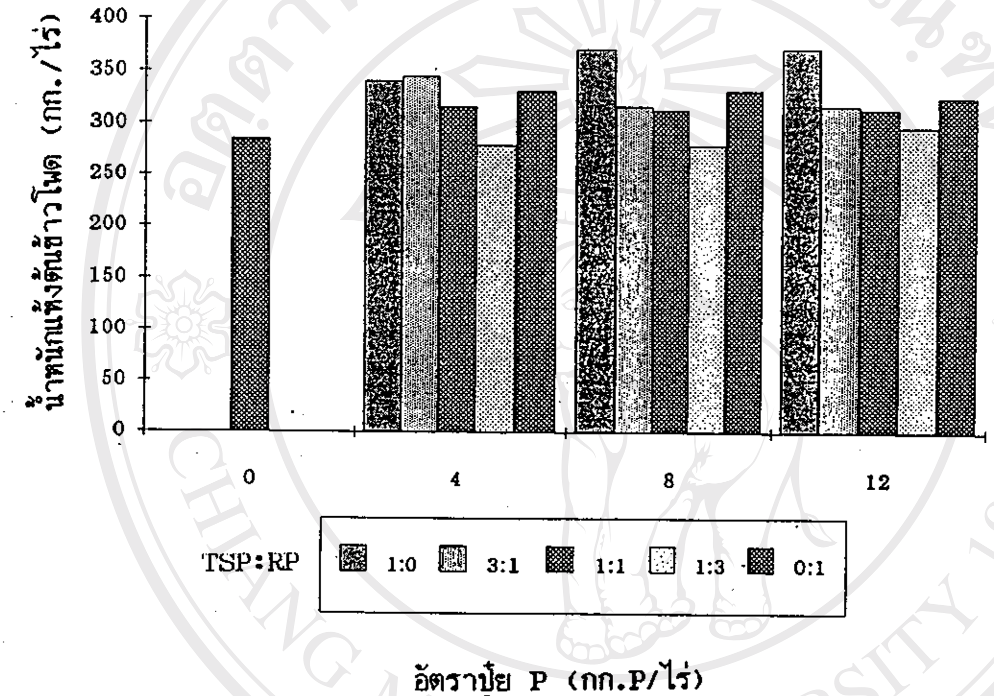
ในระยะเก็บเกี่ยวข้าวโพด อัตราการใส่ปุ๋ยที่ต่างกันมีผลทำให้น้ำหนักต้นข้าวโพดต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7) ต้นข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลยจะมีน้ำหนักเพียง 758 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อพืชได้รับปุ๋ยในอัตรา 4, 8 และ 12 ก็ทำให้น้ำหนักต้นข้าวโพดในระยะเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นร้อยละ 13, 16 และ 16 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน และในระยะเก็บเกี่ยว

	น้ำหนักต้นข้าวโพด	
	ขณะอายุ 1 เดือน	ในระยะเก็บเกี่ยว
	— กก./ไร่ —	
ลัดส่วน TSP:RP		
1:0	343	832
3:1	330	841
1:1	325	868
1:3	289	819
0:1	327	859
อัตรา P (กก./ไร่)		
0	281	758
4	323	856
8	325	881
12	356	879
$LSD_{0.05}$		
ลัดส่วน TSP:RP	NS	NS
อัตรา P	26	62
ลัดส่วน TSP:RP x อัตรา P	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 10 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิตของข้าวโพด

ผลผลิตของเมล็ดข้าวโพดจะผันแปรไปตามอัตราและสัดส่วนของปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้ (ตารางที่ 8 และรูปที่ 11) พบว่าการใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตสูงจะทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยที่มีหินฟอสเฟตแต่เพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตให้ผลผลิตของข้าวโพด 808 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตข้าวโพดลดลง 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการใส่หินฟอสเฟตแต่เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟต 3:1 และ 1:1 จะไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดแตกต่างจากพืชที่ได้รับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลย จะให้ผลผลิตเมล็ดเพียง 703 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 4,8 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.5, 15.3 และ 18.0 ตามลำดับ ปฏิกิริยาร่วมระหว่างสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตในปุ๋ยกับอัตราการใส่ปุ๋ยจะไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวโพดเลย

ขนาดเมล็ดข้าวโพด

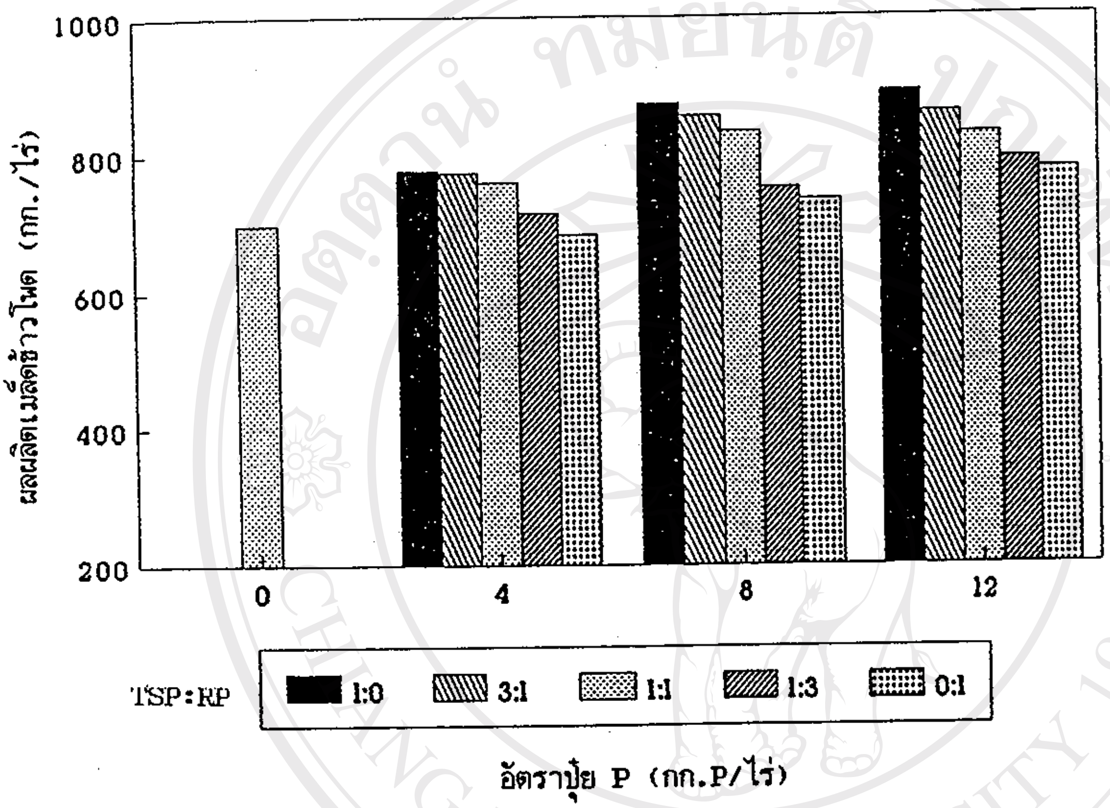
การใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วน ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตแตกต่างกัน ไม่มีอิทธิพลต่อขนาดเมล็ดข้าวโพด (ตารางที่ 8) โดยทั่วไปข้าวโพดมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 30 กรัม พบว่าเมล็ดข้าวโพดจะมีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อพืชได้รับปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยในอัตรา 8, 4 และ 0 กิโลกรัม P ต่อไร่ จะทำให้น้ำหนักต่อร้อยเมล็ดลดลงร้อยละ 2.4, 4.4 และ 5.5 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อผลผลิตข้าวโพด และน้ำหนัก 100 เมล็ด

	ผลผลิต (กก./ไร่)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
สัดส่วน TSR:RP		
1:0	808	29.9
3:1	802	30.6
1:1	781	30.0
1:3	744	29.7
0:1	722	29.9
อัตรา P (กก./ไร่)		
0	703	29.3
4	742	29.6
8	811	30.2
12	830	31.0
$LSD_{0.05}$		
สัดส่วน TSR:RP	58	NS
อัตรา P	101	0.95
สัดส่วน TSR:RP x อัตรา P	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 11 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อผลผลิตข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

ใบข้าวโพด

ตารางที่ 9 แสดงอิทธิพลของหินฟอสเฟตและปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัส ในใบข้าวโพดที่อายุต่าง ๆ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน มีค่าประมาณ 0.25-0.28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในขณะที่อยู่ในระยะออกไหม พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดจะลดลงอยู่ในช่วง 0.24-0.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการใส่ฟอสฟอรัสไม่ว่าในรูป ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หินฟอสเฟตหรือปุ๋ยทริปเปิ้ล-ซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟต ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบข้าวโพด อัตราการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดเช่นเดียวกัน จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดในระยะออกไหมจะสูงกว่าจุดวิกฤตของปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพด ซึ่งรายงานโดย Reuter (1987) ซึ่งสรุปไว้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบใต้ฝักของข้าวโพดในระยะออกไหม จะมีจุดวิกฤตที่ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Rehm <u>et</u> <u>al</u>. (1983) รายงานว่าระดับวิกฤตของปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดในระยะออกไหมมีค่าระหว่าง 0.220ถึง 0.225 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวโพดในสภาพไร่นาจากการสังเกตจะไม่พบว่าข้าวโพดแสดงอาการขาดธาตุอาหารฟอสฟอรัสเลย เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้ก็อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง และไม่แตกต่างกันมากนักในระหว่างกรรมวิธีการทดลองต่าง ๆ แสดงว่าข้าวโพดที่ปลูกในการทดลองนี้ได้รับธาตุฟอสฟอรัสค่อนข้างเพียงพอ อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดในระยะออกไหมจากการทดลองครั้งนี้ จะมีค่าต่ำกว่าผลการทดลองของ Casanova(1982) ซึ่งรายงานว่าปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบใต้ฝักข้าวโพดในระยะออกไหม จะมีค่าประมาณ 0.29 ถึง 0.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลของ Dilution effect (ความเจือจางเนื่องจากปริมาตรสูง) Lim and Shen (1978) รายงานผลการทดลองโดยกำหนดว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพด

	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (%)				
	ใบอายุ 1 เดือน	ใบระยะออกไหม	ต้นอายุ 1 เดือน	ต้นในระยะเก็บเกี่ยว	เมล็ด
สัดส่วน TSP:RP					
1:0	0.25	0.24	0.22	0.06	0.21
3:1	0.28	0.24	0.23	0.06	0.22
1:1	0.28	0.25	0.24	0.05	0.23
1:3	0.27	0.25	0.25	0.06	0.23
0:1	0.25	0.24	0.24	0.06	0.22
อัตรา P (กก./ไร่)					
0	0.27	0.24	0.24	0.05	0.20
4	0.27	0.24	0.24	0.06	0.25
8	0.26	0.25	0.24	0.06	0.22
12	0.27	0.25	0.24	0.06	0.23
$LSD_{0.05}$					
สัดส่วน TSP:RP	NS	NS	NS	NS	NS
อัตรา P	NS	NS	NS	NS	0.04
สัดส่วน TSP:RPxอัตราP	NS	NS	NS	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าวิกฤตของปริมาณฟอสฟอรัสในใบข้าวโพด เท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ แต่ระยะเวลาเก็บตัวอย่างและวิธีเก็บตัวอย่างใบจะแตกต่างจากวิธีปฏิบัติในการทดลองครั้งนี้ กล่าวคือจะเก็บตัวอย่างใบข้าวโพดในระยะ 2 สัปดาห์หลังระยะออกไหม และใช้ตัวอย่างเพียงบริเวณกลางใบ (middle third) มาวิเคราะห์ ส่วนการทดลองครั้งนี้เก็บตัวอย่างใบเมื่อข้าวโพดเริ่มเข้าสู่ระยะออกไหม และใช้ตัวอย่างใบทั้งหมดมาวิเคราะห์

ต้นข้าวโพด

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดที่มีอายุ 1 เดือน จะอยู่ในช่วง 0.22-0.24 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่ารายงานที่สรุปโดย Reuter and Robinson (1989) ซึ่งกล่าวว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เพียงพอในต้นข้าวโพดขณะอายุ 30-45 วัน มีค่าประมาณ 0.4 - 0.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากอิทธิพลของ Dilution effect พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราหรือสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตที่ต่างกัน ไม่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดแต่อย่างใด

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยวลดลงจากในระยะที่ข้าวโพดอายุ 1 เดือนมาก โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.06 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจะไม่มีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยวแต่อย่างใด ถึงแม้จะใช้ปุ๋ยในรูปปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หินฟอสเฟต หรือปุ๋ยผสมและอัตราที่แตกต่างกันก็ตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ดข้าวโพด

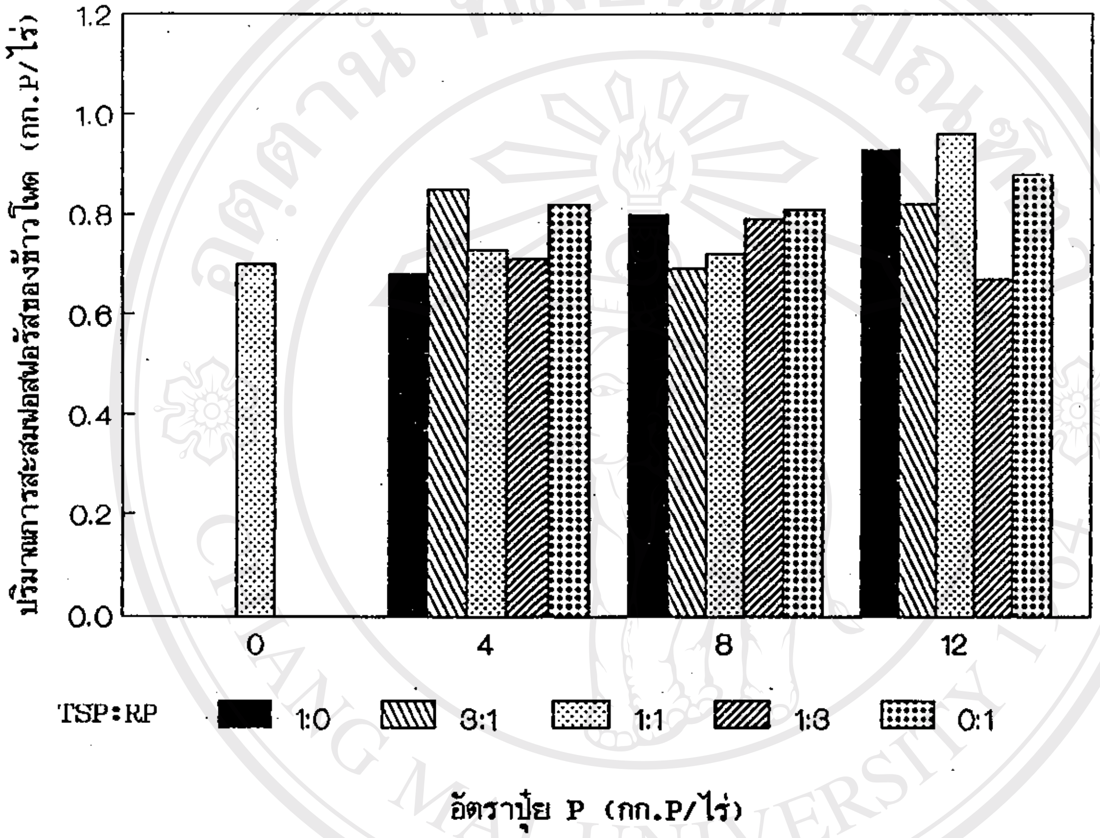
โดยทั่วไปความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดมีประมาณ 0.22 เปอร์เซ็นต์การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในรูปต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดเลย (ตารางที่ 9) แต่ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 4 กก.P ต่อไร่ จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดสูงกว่ากรณีที่ไม่ได้รับปุ๋ยเลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลย จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดเพียง 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ย 4 กก.P ต่อไร่ จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเป็น 0.25 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตราที่สูงกว่านี้ ไม่มีผลในการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด Kovacevic and Juric (1982) ทำการศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในเมล็ดข้าวโพดลูกผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดมีค่าระหว่าง 0.20 ถึง 0.60 เปอร์เซ็นต์ และสรุปได้ว่า ชนิดของสายพันธุ์ข้าวโพด และสภาพแวดล้อมในการปลูก มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด

ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพด

ต้นข้าวโพด

การใส่ปุ๋ยผสมที่ประกอบด้วยปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ต่อหินฟอสเฟตในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ไม่มีผลต่อการสะสมฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน แต่ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดขณะอายุ 1 เดือน จะเพิ่มขึ้น เมื่อพืชได้รับปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้น (รูปที่ 12) โดยทั่วไปเมื่อไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลย พืชจะมีการสะสมฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.70 กิโลกรัม P ต่อไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยในอัตรา 4, 8 และ 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ จะทำให้ข้าวโพดมีการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นร้อยละ 10, 12 และ 25 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 12 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่อายุ 1 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดในระยะเก็บเกี่ยวจะเพิ่มขึ้นเมื่อพืชได้รับปุ๋ยฟอสเฟตในอัตราที่สูงขึ้น โดยทั่วไปการสะสมฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดเมื่อไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตจะมีปริมาณ 0.42 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยในอัตรา 4,8 และ 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ จะทำให้ข้าวโพดมีการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นร้อยละ 26, 36 และ 38 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

<u>เมล็ดข้าวโพด</u>

การใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ต่อหินฟอสเฟตต่างกันไม่มีผลทำให้ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 10) แต่การสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อพืชได้รับปุ๋ยฟอสเฟต กรณีที่ข้าวโพดไม่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตเลยจะมีการสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดเพียง 1.3 กิโลกรัม P ต่อไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยในอัตรา 4,8 และ 12 กิโลกรัม P ต่อไร่ ทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดเพิ่มขึ้นร้อยละ 28, 40 และ 41 ตามลำดับ

<u>ต้นและเมล็ดในระยะเก็บเกี่ยว</u>

การใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วน ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตต่างกัน จะไม่มีผลต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมด (ในต้น+ในเมล็ด) ของข้าวโพด อย่างไรก็ตามปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟต จะมากกว่าเมื่อไม่ได้รับปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยพบว่ามีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพด 1.79 กิโลกรัม P ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 4, 8 และ 12 กก.Pต่อไร่ สามารถทำให้ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นร้อยละ 25, 33 และ 36 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 อิทธิพลของการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในข้าวโพด

	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส		
	ต้นข้าวโพด	เมล็ดข้าวโพด	รวม
	-------------- กก. P ต่อไร่	-------------	
สัดส่วน TSR:RP			
1:0	0.51	1.61	2.12
3:1	0.56	1.76	2.32
1:1	0.51	1.75	2.26
1:3	0.53	1.74	2.27
0:1	0.53	1.56	2.09
อัตรา P (กก./ไร่)			
0	0.42	1.37	1.79
4	0.53	1.71	2.24
8	0.57	1.81	2.38
12	0.58	1.86	2.44
$LSD_{0.05}$			
สัดส่วน TSP:RP	NS	NS	NS
อัตรา P	0.10	0.27	0.32
สัดส่วน TSP:RPxอัตรา P	NS	NS	NS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยทั่วไป ปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในข้าวโพด มีค่าเฉลี่ย 2.2 กก.P ต่อไร่ ซึ่งเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับ รายงานของกรมวิชาการเกษตร (2524) ซึ่งสรุปไว้ว่า ข้าวโพดที่มีผลผลิต 600 กก.ไร่ จะมีการดูดใช้ฟอสฟอรัส 2.24 กก.P ต่อไร่

เมื่อพิจารณาถึงผลของการใช้ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟตที่มีต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดจากการทดลองครั้งนี้ พบว่าการใช้ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตต่างกัน จะไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการดูดใช้ฟอสฟอรัส ประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตจากการศึกษาในสภาพไร่นาครั้งนี้จะสูงกว่าผลการทดลองของ Chien <u>et</u> <u>al</u>.(1987) ซึ่งทำการทดลองกับข้าวโพดในกระถาง ทั้งนี้เพราะระบบรากของข้าวโพดที่ปลูกในไร่นาจะดีกว่า จึงสามารถสัมผัสและดูดใช้ฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตได้สูง Chien <u>et</u> <u>al</u>.(1987) ได้สรุปไว้ว่าปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วน ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตต่อหินฟอสเฟตเท่ากับ 1:0, 4:1, 2:1 และ 1:1 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักแห้ง และการดูดใช้ฟอสฟอรัสทัดเทียมกัน เมื่อประเมินผลการใช้ปุ๋ยผสมที่มีต่อผลผลิตข้าวโพด พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับงานของ Chien <u>et</u> <u>al</u>. (1987) กล่าวคือ ประสิทธิภาพของปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟต มากกว่าหรือเท่ากับ 1:1 จะมีประสิทธิภาพทัดเทียมกัน

จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่าหินฟอสเฟตสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ดีเมื่อมีการใช้ร่วมกับปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ทั้ง ๆ ที่หินฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลองนี้ มีคุณภาพต่ำ และสามารถละลายได้ในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทที่เป็นกลางได้เพียง 1.07% P_2O_5 ทั้งนี้เพราะดินชุดโคราชที่ใช้ทำการทดลองนี้มีปฏิกริยาเป็นกรดอ่อน(pH 5.5-6.0) ดังนั้นฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตจึงละลายออกมาได้มากกว่าค่าที่ประเมินไว้ห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้หินฟอสเฟตยังมีธาตุแคลเซียมเป็นองค์ประกอบถึง 30.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้อีกด้วย Hellums <u>et</u> <u>al</u>.(1989) รายงานว่าแคลเซียมที่ปลดปล่อยจากหินฟอสเฟตสามารถเพิ่มน้ำหนักของต้นข้าวโพดได้ 28-88 เปอร์เซ็นต์ และ Alley (1981) รายงานถึงการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดที่ได้รับแคลเซียมจากการใส่ปูนขาว นอกจากนี้ Wallace(1989) ได้รายงานว่า การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตร่วมกับปูนขาว มีผลทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved