

การใช้หินฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยาแล้ว (โพลีฟอสเฟต) กับพืชไร่ที่ปลูกในดินกรดของประเทศไทย

กรรจิต ฤกษ์โรหิต สุวพันธ์ รัตนะรัต¹

บทคัดย่อ

ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากหินฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดมาก่อน หินฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยากับกรดสามารถผลิตขึ้นได้ในประเทศไทยในรูปของโพลีฟอสเฟตซึ่งมีองค์ประกอบส่วนที่ละลายได้ทันทีครึ่งหนึ่ง ส่วนที่ไม่ละลายทันทีอีกครึ่งหนึ่งนั้นอยู่ในรูปของปุ๋ยละลายช้า สามารถปลดปล่อยฟอสเฟตให้กับพืชได้ทีละน้อยในภายหลัง โดยเฉพาะเมื่อใส่ในดินกรด คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยที่ใช้ทดสอบประกอบด้วย available P_2O_5 12%, total P_2O_5 25.4%, S 10-14%, Ca 16-18%, และ F 2.4% ลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีขาว มีความละเอียด 100mesh ขึ้นไป ได้ทดสอบปุ๋ยนี้ในระหว่างปี 2521 ถึง 2524 โดยใช้พืชหลักสองชนิด คือ ข้าวเหลือง สจ. 4 และข้าวโพดสุวรรณ 1 โดยในปี 2521 และ 2522 ได้ทดสอบกับข้าวเหลือง 9 แห่ง ข้าวโพด 5 แห่ง ในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดจนถึงปานกลาง การศึกษาผลตกค้างหลังปลูกข้าวเหลืองใช้ข้าว, ข้าวเหนียว, และข้าวเหลือง เป็นพืชปลูกตามหลังในฤดูต่อ ๆ มา การศึกษาผลตกค้างกับข้าวโพดใช้วิธีปลูกข้าวโพดซ้ำที่เดิม ผลการทดลองปรากฏว่า ปุ๋ยนี้ให้ผลดีทัดเทียมกับปุ๋ยฟอสเฟตมาตรฐาน ดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หรือทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต และให้ผลดีกว่าในดินที่เป็นกรดจัด ในดินกรดนี้โพลีฟอสเฟตมีผลตกค้างสูงและยาวนานกว่าฟอสเฟตมาตรฐาน และยังทำให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกตามหลังอยู่ในระดับสูงขึ้น การใส่แบบหว่านให้ผลดีในดินที่เป็นกรดและมีการตรึงฟอสเฟตสูง แต่การใส่แบบฝังกลบให้ผลดีกว่าหว่านในกรณีที่ดินมีการตรึงฟอสเฟตไม่สูงนัก การใส่แบบฝังกลบนี้ปุ๋ยถูกใช้ไปหรือทำปฏิกิริยากับดินน้อยกว่าจึงมีผลตกค้างเหลืออยู่มากกว่าการใส่แบบหว่าน โดยทั่ว ๆ ไปการใส่ครั้งอัตราเพื่อเป็นการประหยัดนั้นให้ผลดีน้อยกว่าการใส่เต็มอัตรา การทดสอบหลาย ๆ แห่ง พบว่าการใส่โพลีฟอสเฟตจะช่วยเพิ่มผลผลิตเมล็ดข้าวเหลืองและข้าวโพดให้สูงขึ้นทั้งในปีที่ 1, 2, และ 3 บางแห่งเพิ่มสูงขึ้นกว่าไม่ใส่ปุ๋ยหลายเท่าตัว ในท้องที่ที่ดินขาดกำมะถัน การใส่ปุ๋ยชนิดนี้ยังสามารถแก้อาการขาดธาตุกำมะถันได้ และทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างสำคัญยิ่ง ปุ๋ยนี้จึงให้ธาตุ P และ S ในเวลาเดียวกัน

หินฟอสเฟตที่ทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดอยู่ในรูปของโพลีฟอสเฟตเป็นปุ๋ยให้ธาตุฟอสเฟอรัส กำมะถัน และแคลเซียม เป็นอาหารพืช ปุ๋ยนี้ผลิตขึ้นภายในประเทศไทยโดยใช้หินฟอสเฟตจากจังหวัดลำพูน ประกอบด้วย available P_2O_5 12-17%, total P_2O_5 24-30%, กำมะถัน 10-15% และ แคลเซียม 10-24% ฟอสเฟตที่ละลายได้ทันทีมีประมาณครึ่งหนึ่ง อีกครึ่งหนึ่งมีคุณสมบัติละลายช้าสามารถปลดปล่อยฟอสเฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมาในภายหลัง โดยเฉพาะเมื่อใส่ในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดและไม่มีการปรับ pH ของดินโดยการใส่ปูนขาว

การศึกษาและทดสอบกับพืชเริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกในปี 2521 โดยทดสอบกับข้าวเหลือง สจ. 4 และข้าวโพดสุวรรณ 1 ที่ปลูกในดินกรด ในฤดูฝน บางแห่งเริ่มทดสอบในฤดูแล้งของปี 2522 และศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยนี้โดยปลูกข้าวในฤดูฝนและข้าวเหนียวในฤดูแล้งในปีต่อ ๆ มา

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block มี 4 ซ้ำ 5 treatment ซึ่งประกอบด้วยปุ๋ยโพลีฟอสเฟตเปรียบเทียบกับดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตหรือทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งใช้เป็นปุ๋ยมาตรฐาน อัตราของปุ๋ยที่ใช้แต่ละ treatment มีดังนี้.-

¹นักวิชาการเกษตร สาขาดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

Treatment	ตัวเหลือง			ข้าวโพด		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	กก./ไร่					
1. Check	6	0	12	20	0	10
2. ฟอสเฟตมาตรฐาน-ฝักรูป	6	18	12	20	20	10
3. โพสเฟสเฟต-ฝักรูป	6	18	12	20	20	10
4. โพสเฟสเฟต-หวาน	6	18	12	20	20	10
5. โพสเฟสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	6	9	12	20	10	10

สำหรับ treatment ที่ 5 นั้น มีไว้เพื่อเปรียบเทียบศึกษาอัตรา "ประหยัด" ของปุ๋ย สำหรับ N และ K₂O ใช้ยูเรีย และโปแตสเซียมคลอไรด์เป็นแม่ปุ๋ยตามลำดับ อัตรา P₂O₅ ในปุ๋ยโพสเฟสเฟตคำนวณจาก available fraction ปุ๋ยโพสเฟสเฟตที่ใช้ทดสอบมีค่าวิเคราะห์ดังนี้

Available P ₂ O ₅	12.0%
Total P ₂ O ₅	27.0%
S	10.0%
Ca	17.0%
F	1.2%

ลักษณะของปุ๋ยเป็นผงละเอียดสีขาว ขนาดของความละเอียด

ตารางที่ 1 ผลผลิตเมล็ดของตัวเหลือง ส.จ.4 (กก./ไร่) ที่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพสเฟสเฟตเปรียบเทียบกับปุ๋ยฟอสเฟตมาตรฐานจากแปลงทดสอบ 9 แห่ง ในฤดูฝนปี พ.ศ.2521 และ 2522 และคุณสมบัติทางเคมีของดิน ณ สถานที่ทดสอบแต่ละแห่ง

Treatment	ฤดูฝน ปี 2521						ฤดูฝน ปี 2522		
	สล.พร. นครพนม	สล.พร. ร้อยเอ็ด	สล.พร. เขียงราย	นายบุญเดิม อ.แอมริม จ.เชียงใหม่	บ้านแม่ขาว อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง	หนองหว้า อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา	สล.พร. พระพุทธรักษา จ.ลพบุรี	ศูนย์พัฒนา ที่ดิน จ.เขียงราย	นายยอด อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท
Check	11.2 c	14.3 c	5.4 c	246 b	141 d	124 c	180 b	107 b	179 b
ฟอสเฟตมาตรฐาน-ฝักรูป	26.3 b	44.1 bc	30.4 b	309 ab	215 c	243 a	250 a	148 a	275 a
โพสเฟสเฟต-ฝักรูป	20.6 b	78.2 ab	43.6 ab	264 b	314 a	184 b	240 a	112 b	279 a
โพสเฟสเฟต-หวาน	68.8 a	98.1 a	55.1 a	365 a	268 b	193 b	206 ab	132 ab	251 a
โพสเฟสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	41.5 ab	47.5 bc	45.6 ab	282 ab	271 b	154 bc	177 b	111 b	260 a
C.V. (%)	61.0	42.7	31.5	17.4	10.2	13.6	17.9	18.4	12.3
ชุดดินและคุณสมบัติทางเคมี									
ชุดดิน (Soil series)	Kt	Re	Nm	Lp	Re	Kt	Lo	Li	Ln
pH	4.9	5.0	5.0	5.4	5.5	5.5	6.2	4.2	7.2
อินทรีย์วัตถุ (%)	1.0	0.4	1.6	1.0	0.6	1.2	1.7	1.8	2.0
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	13	12	5.0	8.7	2.0	6	3.7	11	5
กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (ppm)	3.0	6.4	17	trace	trace	6.9	13	1.4	6.9
อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ppm)	133	26	380	28	10	37	9	140	18

100 mesh ปุ๋ย N และ K ใส่แบบหว่านขณะเตรียมแปลงปลูกตัวเหลือง สำหรับข้าวโพดใส่แบบฝักรูปเป็นแนวข้างแถวขณะปลูก ปุ๋ยโพสเฟสเฟตใส่หวานและฝักรูปในลักษณะเดียวกันกับ N และ K ตัวเหลืองใช้ระยะปลูก 20 × 50 ซม. 2 ต้นต่อหลุม ข้าวโพดใช้ 25 × 75 ซม. 1 ต้นต่อหลุม ทำการกำจัดวัชพืชโดยจอบ ใช้ยาฆ่าแมลงเท่าที่จำเป็น เก็บเกี่ยวตัวเหลืองเมื่ออายุ 105 วัน ข้าวโพดเมื่ออายุ 110 วัน แปลงทดสอบบางแปลงปลูกตัวเหลืองและข้าวโพดซ้ำในปีถัด ๆ มาเพื่อศึกษาผลตกค้าง โดยไม่มีการใส่ฟอสเฟตเพิ่มอีก การทดสอบบางแปลงปลูกข้าวและตัวเขียวเป็นพืชตามหลัง ข้าวใช้ระยะปลูก 25 × 25 ซม. ตัวเขียวใช้ระยะปลูก 20 × 50 ซม. 2 ต้นต่อหลุม ข้าวเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 120 วัน ตัวเขียวเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 70 วัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบในดินไร่กับตัวเหลืองในฤดูฝนปี 2521 และ 2522 การทดสอบในดินไร่ในช่วงฤดูฝนของปี พ.ศ. 2521 และ 2522 ได้เลือกทดสอบในดินที่มี pH ตั้งแต่ 4.2 ถึง 7.2 รวม 13 แห่ง ในจำนวนนี้มี 3 แห่ง ที่ดินมี P ค่อนข้างสูง ตัวเหลืองให้ผลผลิตสูงและไม่มีความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ย และมีอีกหนึ่งแห่งที่กระทบแล้งตัวเลขแปรปรวนมาก จึงได้นำผลการทดลองมารายงานเพียง 9 แห่ง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ตารางนี้แสดงผล

ผลผลิตของเมล็ดข้าวเหลืองและลักษณะทางเคมีของดินแต่ละแห่ง

ในดินที่เป็นกรดและเนื้อดินละเอียดเช่นที่สถานีทดลองพืชไร่เชียงราย ข้าวเหลืองให้การตอบสนองต่อการใส่ฟอสเฟตสูงมาก และการใส่โพสเฟตให้ผลดีกว่าปุ๋ยมาตรฐานโดยเฉพาะใส่แบบหว่าน ผลที่ได้นี้จะเกิดขึ้นในดินที่เป็นกรดจัด เช่นที่สถานีทดลองพืชไร่นครพนม สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด สถานีทดลองพืชไร่เชียงราย และ บ้านแม่ฮาว อ.ห้วยฉัตร จ.ลำปาง ในจำนวน 9 แห่งนี้ปุ๋ยโพสเฟตเมื่อใส่วิธีใดวิธีหนึ่งให้ผลดีกว่าปุ๋ยฟอสเฟตมาตรฐาน 4 แห่ง ให้ผลใกล้เคียงกับปุ๋ยฟอสเฟตมาตรฐาน 4 แห่ง และให้ผลด้อยกว่าปุ๋ยฟอสเฟตมาตรฐาน 1 แห่ง ที่บ้านแม่ฮาว อ.ห้วยฉัตร จ.ลำปาง การตอบสนองของข้าวเหลืองต่อปุ๋ยโพสเฟตเชื่อได้ว่าเป็นการตอบสนองต่อ P และ S ในปุ๋ยในขณะเดียวกัน ที่บ้านแม่ฮาวนี้ข้าวเหลือง แสดงอาการขาด S รุนแรงเมื่ออายุ 14 วัน ค่าวิเคราะห์ที่กำมะถันในดินมีน้อยมากในระดับที่วิเคราะห์ไม่ได้ (trace) สำหรับปุ๋ยฟอสเฟตมาตรฐานที่ใช้ทดสอบเป็นทริปปี้ลซูปเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งไม่มี S เป็นองค์ประกอบ

เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยโพสเฟตแบบหว่านและแบบฝังกลบ จะเห็นได้ว่าในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด ซึ่งมักจะมีการตรึงฟอสเฟตสูง วิธีหว่านให้ผลดีกว่าวิธีฝังกลบ ยกเว้นที่บ้านแม่ฮาวซึ่งดินมีการตรึงฟอสเฟตต่ำ (ดูได้จากค่าวิเคราะห์อะลูมิเนียม) การหว่านปุ๋ยซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่ม "พื้นที่สัมผัส" ระหว่างอนุภาคปุ๋ยกับดิน จึงไม่ช่วยให้เกิดข้อได้เปรียบกว่าการใส่แบบฝังกลบแต่อย่างใด การที่วิธีฝังกลบให้ผลดีกว่าการหว่าน

ที่บ้านแม่ฮาวนี้ก็อาจเป็นสาเหตุเนื่องมาจากข้าวเหลืองขาด S รุนแรงมากในขณะอายุได้ 2 สัปดาห์ และการใส่แบบฝังกลบข้าวเหลืองจะได้ S เร็วกว่า ทำให้ตั้งตัวได้ดีกว่าการหว่าน เพราะการหว่านปริมาณ S จะอยู่กระจัดกระจายทั่วไป และพืชจะใช้ประโยชน์ได้ในอัตราที่ช้ากว่าการฝังกลบ ซึ่งมี S อยู่ในความเข้มข้นสูงและอยู่ชิดกับรากข้าว สำหรับการใส่โพสเฟตเพียงครึ่งอัตรา ซึ่งเป็นอัตราประหยัดนั้น ผลที่ได้รับก็คือผลผลิตโดยเฉลี่ยจากจำนวนแปลงส่วนใหญ่ อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าการใส่เต็มอัตรา ยกเว้นบางแห่งที่ให้ผลเท่ากับการใส่เต็มอัตรา

การศึกษาผลตกค้างของโพสเฟตกับข้าวเหลือง ได้ทำการศึกษาค้นคว้าของโพสเฟต ที่ สล.พร.เชียงราย จ.เชียงราย และที่บ้านแม่ฮาว อ.ห้วยฉัตร จ.ลำปาง ดูในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยเริ่มศึกษาในแปลงทดสอบปีที่ 2 (ปี 2522) จนถึง ปีที่ 4 (ปี 2524) ทำการปลูกข้าวเหลืองในฤดูฝนทุก ๆ ปี ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มเติมแต่อย่างใด

ที่ สล.พร.เชียงราย (ตารางที่ 2) ได้ผลผลิตต่ำเนื่องจากดินมี Al สูง การใส่ปุ๋ยโพสเฟตเพิ่มผลผลิตข้าวเหลืองได้มากกว่าฟอสเฟตมาตรฐานในปีแรก ผลตกค้างของปุ๋ยโพสเฟตมีไปถึงข้าวเหลืองที่ปลูกในปีที่ 4 กล่าวคือ ข้าวเหลืองในปี 2524 ยังแสดงความแตกต่างของผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับ check การใส่โพสเฟตให้ผลตกค้างดีกว่าฟอสเฟตมาตรฐานอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการใส่แบบหว่านและฝังกลบ แบบหว่านมีแนวโน้มให้ผลดีในปีแรกแต่ในปีต่อ ๆ มาการฝังกลบให้ผลดีกว่า ซึ่งการไถพรวนปีที่ 2 ทำให้แนวปุ๋ยสลายตัวและถูกสับ

ตารางที่ 2 ผลผลิตเมล็ด และตอซัง (กก./ไร่) ของข้าวเหลือง สจ.4 ที่ปลูกติดต่อกันทุกปี ปีละ 1 ครั้งในฤดูฝนเป็นเวลา 4 ปี ระหว่างปี 2521-2524

โดยได้รับการใส่ปุ๋ยโพสเฟตและฟอสเฟตมาตรฐานในปีที่ 1 เพียงครั้งเดียว จากแปลงทดสอบที่ สล.พร.เชียงราย^{1/}

Treatment	ปี 2521		ปี 2522		ปี 2523		ปี 2524	
	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง
Check	5 c	19 b	2 d	7 c	6 d	28 c	3 c	9 c
ฟอสเฟตมาตรฐาน-ฝังกลบ	30 b	82 a	28 c	37 bc	39 c	84 bc	23 b	35 ab
โพสเฟต-ฝังกลบ	44 ab	112 a	105 a	118 a	83 a	151 a	39 a	53 a
โพสเฟต-หว่าน	55 a	132 a	74 b	88 a	54 b	107 b	25 b	36 ab
โพสเฟต-หว่านครึ่งอัตรา	46 ab	110 a	45 c	50 b	35 c	80 bc	19 b	27 bc
C.V. (%)	31.5	33.1	28.2	36.8	25.4	23.5	35.5	37.5
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*

1/ ดินมี Al สูง ต้นข้าวเหลืองมีลักษณะเตี้ยแคระแกรน ให้ผลผลิตต่ำ การทดสอบในปี 2522, 2523, และ 2524 ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 6 กก./ไร่ เพื่อเป็นสารทดเคอร์ โดยไม่ใส่โปแตสเซียม, ดินมี pH 5.0, และมี Al 380 ppm

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 3 ผลผลิตเมล็ดและตอซัง (กก./ไร่) ของถั่วเหลือง ส.จ. 4 ที่ปลูกติดต่อกันทุกปี ละ 1 ครั้งในฤดูฝนเป็นเวลา 4 ปี ระหว่างปี 2521-2524 โดยได้รับการใส่ปุ๋ย โพสเฟตและโพสเฟตมาตรฐานในปีที่ 1 ครั้งเดียวจากแปลงทดสอบที่บ้านขาว อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง^{1/}

Treatment	ปี 2521		ปี 2522		ปี 2523		ปี 2524	
	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง
Check	141 d	235 b	40 b	53 b	152	178	196	252
โพสเฟตมาตรฐาน-ฝักรูป	215 c	393 a	35 b	50 b	158	204	195	254
โพสเฟต-ฝักรูป	314 a	436 a	114 a	122 a	223	234	273	243
โพสเฟต-หวาน	268 b	420 a	61 b	72 b	176	210	272	312
โพสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	271 b	385 a	70 ab	90 ab	203	224	250	325
C.V. (%)	10.2	11.7	45.3	31.8	20.9	12.3	22.2	15.4
F-Test	*	*	*	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

1/ ดินจัดอยู่ในชุดร่อยเอ็ด pH 5.5 เป็นดินร่วนทราย มี Al ในดินต่ำ การตรึงโพสเฟตไม่สูงนัก ดินขาด S ตัวแสดงการตอบสนองต่อ S ในปุ๋ยโพสเฟตชัดเจน ในการทดสอบนี้ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 6 กก. N/ไร่, เป็นสตาร์เตอร์ สำหรับถั่วเหลืองที่ปลูกในปี 2522, 2523, และ 2524 โดยไม่ได้ใส่โปแตสเซียม

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 4 ผลผลิตเมล็ดและตอซังของถั่วเหลืองและถั่วเขียว ผลผลิตเมล็ดข้าวและฟางของข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง (กก./ไร่) จากการใส่ปุ๋ยโพสเฟตกับปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐาน ซึ่งใส่ครั้งเดียวในปี 2522 ปลูกติดต่อกันเริ่มตั้งแต่ปี 2522 ถึง 2524 ที่ไร่สิริกร ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง

Treatment	ปี 2522				ปี 2523		ปี 2524	
	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ฤดูแล้ง	
	ถั่วเหลือง		ข้าว ^{1/}		ถั่วเขียว ^{1/}		ถั่วเหลือง ^{1/}	
	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ฟาง	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง
Check	46 d	55 d	380	414	104 b	110	100 b	89 b
โพสเฟตมาตรฐาน-ฝักรูป	220 a	292 a	431	455	162 a	143	113b	104 b
โพสเฟต-ฝักรูป	208 a	272 a	449	474	162 a	152	133 a	124 a
โพสเฟต-หวาน	183 b	232 b	441	449	183 a	154	140 a	127 a
โพสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	147 c	190 c	441	467	155 a	140	112 b	96 a
C.V. (%)	8.6	9.8	13.5	9.9	16.8	19.3	9.2	11.6
F - Test	*	*	NS	NS	*	NS	*	*

1/ ใส่ปุ๋ยก่อนปลูกอัตรา 6 กก. N /ไร่ ทุก treatment

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%

ให้คลุกกับดินเหมือนกับการหว่านธรรมดา ปุ๋ยที่อยู่ในรูปของการฝังในปีแรกจึงมีปริมาณที่ยังไม่ได้ทำปฏิกิริยากับดินเหลืออยู่มากกว่าใน treatment ที่ใส่แบบหว่าน การใส่ครึ่งอัตราให้ผลสู่การใส่เต็มอัตราไม่ได้

ที่บ้านแม่ฮาว จ.ลำปาง (ตารางที่ 3) ผลของการทดสอบแสดงให้เห็นถึงผลตกค้างของปุ๋ยโพสเฟตซึ่งเกิดขึ้นคล้าย

คลึงกับที่เชียงราย แต่ไม่ชัดเจนนัก โดยเฉพาะในปี 2523 และ 2524 เมื่อเปรียบเทียบผลตกค้างระหว่างโพสเฟตมาตรฐานกับโพสเฟตแล้วจะเห็นได้ว่าปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐานไม่มีผลตกค้างหลงเหลืออยู่เลยภายหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในปีแรก (ปี 2521) ผลผลิตถั่วเหลืองตั้งแต่ปี 2522 ไม่แตกต่างจากแปลง check

ตารางที่ 5 ผลผลิตเมล็ดหัวเหลือง หัวเขียว และเมล็ดข้าวของข้าวเจ้า ก.ข.7 (กก./ไร่) จากการใส่ปุ๋ยโพสเฟตและโพสเฟตมาตรฐานครั้งเดียว ในปี พ.ศ. 2522 ปลูกติดต่อกันตั้งแต่ปี 2522 ถึง 2523 ที่โครงการไร่นาตัวอย่างห้วยสีทน จ.กาฬสินธุ์

Treatment	ปี 2522		ปี 2523	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
	เมล็ด หัวเหลือง	เมล็ด ข้าว 1/ หัวเขียว 1/ ข้าว 1/	เมล็ด หัวเหลือง	เมล็ด ข้าว 1/ หัวเขียว 1/ ข้าว 1/
Check	197 b	477 b	127 c	748
โพสเฟตมาตรฐาน-ฝักรูป	366 a	611 a	151 b	817
โพสเฟต-ฝักรูป	385 a	672 a	171 a	814
โพสเฟต-หวาน	376 a	611 a	173 a	782
โพสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	435 a	649 a	169 a	835
C.V. (%)	18.9	6.4	6.7	10.0
F-test	*	*	*	NS

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95%

1/ ใส่ปุ๋ยยูเรียก่อนปลูกอัตรา 6 กก. N/ไร่ ทุก treatment

ผลการทดสอบหัวเหลืองในดินนาระหว่างปี 2522-2524 และการศึกษาผลตกค้างกับพืชไร่และข้าวที่ปลูกตามหลัง ได้ทำการทดสอบปุ๋ยนี้กับดินนาในเขตชลประทานโดยปลูกหัวเหลืองและหัวเขียวในฤดูแล้งและปลูกข้าวในฤดูฝนติดต่อกันในช่วงปี พ.ศ. 2522-2524 ผลการทดสอบที่ไร่กสิกร ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง และที่โครงการไร่นาตัวอย่างห้วยสีทน จ.กาฬสินธุ์ แสดงไว้ในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ที่ไร่กสิกร ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง หัวเหลืองที่ปลูกครั้งแรกในฤดูแล้งปี 2522 ให้การตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐานและต่อปุ๋ยโพสเฟตหัดเทียมกัน การปลูกข้าวเหนียวในช่วงฤดูฝนตามหลังหัวเหลืองไม่ปรากฏว่าข้าวเหนียวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด ทางสถิติ แต่อย่างไรก็ดีน้ำหนักเมล็ดข้าวและฟางขณะเก็บเกี่ยวมีแนวโน้มสูงขึ้นในแปลงที่เคยใส่ปุ๋ยโพสเฟตทั้งสองชนิดเมื่อฤดูแล้งที่ผ่านมา ในฤดูแล้งปี 2523 หัวเขียวแสดงผลตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตที่ตกค้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลตกค้างของโพสเฟตมาตรฐานหัดเทียมกับโพสเฟต ในฤดูแล้งปี 2524 หัวเหลืองไม่ให้เกิดการตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐาน แต่ให้เกิดการตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตซึ่งมีผลตกค้างเหลืออยู่อย่างเด่นชัด การใส่โพสเฟตแบบฝักรูปให้ผลดีกว่าหวานในฤดูแล้งปีแรก แต่ในช่วงปี 2523 และ 2524 การใส่ทั้งสองวิธีให้ผลใกล้เคียงกัน

สำหรับการใส่โพสเฟตครึ่งอัตรานั้นโดยทั่ว ๆ ไปให้ผลด้อยกว่าการใส่เต็มอัตรา การที่หัวเหลืองในฤดูแล้งปี 2524 ยังตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตที่ใส่เมื่อปี 2522 นี้ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยโพสเฟตมีผลตกค้างอยู่ในระยะเวลานานพอสมควร ทั้ง ๆ ที่ปลูกพืชติดต่อกันมาถึง 4 ครั้ง และแสดงให้เห็นว่าผลตกค้างในดินของปุ๋ยนี้มีมากกว่าปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐาน ดินที่ไร่กสิกรนี้เป็นดินร่วนทรายซุดลำปาง มี pH 5.5 และมีการตรึงโพสเฟตไม่มากนัก เพราะมีอะลูมิเนียมอยู่น้อยมาก

ที่โครงการไร่นาตัวอย่างห้วยสีทน จ.กาฬสินธุ์ หัวเหลืองที่ปลูกครั้งแรกในปี 2522 ให้การตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐานและโพสเฟตเท่า ๆ กัน ข้าวเจ้าที่ปลูกในฤดูฝนให้การตอบสนองต่อโพสเฟตที่ตกค้างทั้งสองชนิดเท่า ๆ กันเช่นกัน ในปี 2523 หัวเขียวที่ปลูกในฤดูแล้งแสดงความแตกต่างในการตอบสนองต่อปุ๋ยการตอบสนองต่อปุ๋ยโพสเฟตทั้งสองชนิดที่ตกค้างอยู่อย่างเด่นชัด โดยแสดงการตอบสนองต่อโพสเฟตมากกว่าโพสเฟตมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะใส่โดยวิธีหวานหรือฝักรูปหรือใส่เพียงครึ่งอัตรา สำหรับข้าวที่ปลูกในฤดูฝน ปี 2523 ไม่แสดงการตอบสนองในด้านผลผลิตต่อปุ๋ยโพสเฟตทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มแสดงให้เห็นถึงผลตกค้างที่ยังเหลืออยู่บ้างโดยสังเกตจากความเจริญเติบโตของต้นข้าวในขณะออกรวงซึ่งสูงกว่าแปลง check

ผลการทดสอบในดินไร่กับข้าวโพดในฤดูฝน ปี 2521 และ 2522 ได้ทำการทดสอบปุ๋ยนี้กับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ในปี 2521 จำนวน 1 แปลง และในปี 2522 จำนวน 8 แปลง สำหรับปี 2522 นี้มี 4 แปลงที่สภาวะภูมิอากาศไม่อำนวย ฝนทิ้งช่วงข้าวโพดให้ผลผลิตต่ำและบางแห่งมีค่า C.V. สูงถึง 70 เปอร์เซนต์ จึงได้ตัวเลขจากแปลงทดสอบเพียง 4 แห่ง ดินที่เลือกทดสอบมีโพสฟอรัสค่อนข้างต่ำจนถึงปานกลาง และมี pH ตั้งแต่ 5.0 จนถึง 7.1 การใส่ปุ๋ยโพสเฟตทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นจาก check 5 แห่ง (ตารางที่ 6) การใส่ปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐานกับโพสเฟตไม่ให้ผลแตกต่างกันอย่างใด การใส่โพสเฟตแบบฝักรูปและแบบหวานไม่ให้ผลต่างกัน การใส่เพียงครึ่งอัตราให้ผลเท่ากับการใส่เต็มอัตรา 4 แห่งและให้ผลด้อยกว่า 1 แห่ง ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้พบว่า โพสเฟตสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในดินที่ขาดโพสฟอรัสได้ดีเท่ากับปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐาน และสามารถใช้ได้ทั้งในดินที่เป็นกรดมากจนถึงดินที่ไม่เป็นกรดเลย

ตารางที่ 6 ผลผลิตเมล็ดของข้าวโพดสุวรรณ 1 (กก./ไร่) ที่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพสเฟตเปรียบเทียบกับปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐาน จากแปลงทดสอบ 5 แห่ง ในฤดูฝนปี 2521 และ 2522

Treatment	ปี 2521	ปี 2522			
	นางธนอม อ.เมือง จ.นครราชสีมา	นายประเมิน หนองหัว อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา	นายสวัสดิ์ อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี	นายจำนงค์ อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี	นายประคอง อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี
Check	254 b	217 c	376 b	176 b	224 b
โพสเฟตมาตรฐาน-ฝักรกลบ	375 ab	630 a	502 ab	484 a	271 ab
โพสเฟต-ฝักรกลบ	437 a	532 ab	487 ab	384 a	274 ab
โพสเฟต-หวาน	405 a	606 a	456 ab	375 a	284 a
โพสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	461 a	407 b	518 a	442 a	258 ab
C.V. (%)	21.1	19.0	19.4	18.9	11.4

ชุดดินและลักษณะดินทางเคมี					
ชุดดิน	Kt/Wr	Kt	Lo	Lo	Pc
pH	5.7	5.0	6.6	6.6	7.1
อินทรีย์วัตถุ (%)	0.6	1.2	2.3	2.6	2.5
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	20	3.7	20	23	9.5
กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (ppm)	trace	3.2	1.4	43	29
อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ppm)	15	43	8.9	8	6.7

ตารางที่ 7 ผลผลิตเมล็ดและตอซังข้าวโพด (กก./ไร่) ที่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพสเฟต เปรียบเทียบกับโพสเฟตมาตรฐานที่จากการใส่ปุ๋ยโพสเฟตและโพสเฟตมาตรฐานครั้งเดียวในปี 2521 และศึกษาผลตกค้างในปี 2522 ไร่ นางธนอม อ.เมือง จ.นครราชสีมา

Treatment	ปี 2521		ปี 2522	
	เมล็ด	ตอซัง	เมล็ด	ตอซัง
Check	254 b	1404	40 b	410
โพสเฟตมาตรฐาน-ฝักรกลบ	375 ab	1662	48 b	348
โพสเฟต-ฝักรกลบ	437 a	1600	74 a	295
โพสเฟต-หวาน	505 a	1449	56 ab	475
โพสเฟต-หวานครึ่งอัตรา	461 a	1545	61 ab	453
C.V. (%)	21.1	13.6	22.8	41.2
F-test	*	NS	*	NS

การศึกษาผลตกค้างของโพสเฟตกับข้าวโพด ศึกษาผลตกค้างที่ไร่กสิกร อ.เมือง จ.นครราชสีมา โดยปลูกข้าวโพดซ้ำแปลงเดิม ผลการทดสอบปรากฏในตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า ปุ๋ยโพสเฟตมีผลตกค้างมาถึงข้าวโพดซึ่งปลูกซ้ำในปีถัดมา ส่วนปุ๋ยโพสเฟตมาตรฐานนั้นไม่มีผลตกค้างให้เห็นชัด การใส่แบบหวานและฝักรกลบไม่ให้

ผลแตกต่างกันทั้ง 2 ปี รวมทั้งการใส่เต็มอัตราและครึ่งอัตรา ที่ไร่ นางธนอมนี้ ดินมีฤทธิ์เป็นกรดและมีการตรึงฟอสเฟตสูงปานกลาง การทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าในดินที่มีฤทธิ์เป็นกรดนั้นใช้ปุ๋ยโพสเฟตให้ผลดีเท่ากับฟอสเฟตมาตรฐานในปีแรก และให้ผลดีกว่าในปีที่ 2

จากผลการทดสอบในดินไร่และดินนา กับพืชไร่ในแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการประเมินประสิทธิภาพของปุ๋ยโพสเฟต โดยการปลูกพืชซ้ำติดต่อกัน พอจะกล่าวได้ว่า ปุ๋ยโพสเฟตให้ผลดีที่ใกล้เคียงกับฟอสเฟตมาตรฐานในปีแรก โดยให้ผลดีทั้งในดินที่เป็นกรดจัดและเป็นกลาง ในดินที่เป็นกรดจัด ปุ๋ยนี้ให้ผลดีกว่าฟอสเฟตมาตรฐานและมีผลตกค้างอยู่ในดินได้ยาวนานกว่าฟอสเฟตมาตรฐาน การใส่ปุ๋ยชนิดโพสเฟตโดยวิธีหวานหรือฝักรกลบให้ผลแตกต่างกัน กล่าวคือ ในดินที่เป็นกรดและมีการตรึงฟอสเฟตสูง การหวานจะให้ผลดีในปีแรก แต่ในดินที่มีการตรึงฟอสเฟตต่ำ การฝักรกลบจะให้ผลดีกว่า อย่างไรก็ตามการฝักรกลบให้ผลตกค้างสูงกว่าการหวาน การใส่ครึ่งอัตราหรืออัตราประหยัสนั้น ส่วนใหญ่ให้ผลดีน้อยกว่าการใส่เต็มอัตราแต่ก็มิมีผลตกค้างอยู่ในดินได้เช่นกัน ผลตกค้างของโพสเฟตใน

การทดสอบนี้บางแห่งอยู่ในดินได้นานถึง 3 ปี หรืออาจนานกว่านั้นซึ่งจะได้ทำการศึกษาต่อไป

คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้โดยได้รับความร่วมมือจากนักวิชาการหลายฝ่าย โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่และนักวิชาการตามเขตต่าง ๆ ของสารดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา ดังมีรายนาม

ต่อไปนี้ วิโรจน์ วจนานวัช, ชลุต ธารัตถพันธ์, พิชิต พงษ์-สกุล, วิทยา มาสวังสรรค์, สนั่น รัตนกุล, เขียวชัย อารยางกูร, มณฑล เสวตานนท์, มาโนช ดอนเส, สุวัฒน์ จันทร์ปรณิก, นพชัย สวนมาลี และเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดิน กองเกษตรเคมี ตลอดจนเจ้าหน้าที่วิเคราะห์สถิติ กองแผนงานและวิชาการ ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

The Use of Treated Rock Phosphate (Polyphosphate) for Field Crops Grown on Acid Soils of Thailand

Kunchit Kurmarohita

Suwapan Ratanarat

Soil Science Division

Department of Agriculture

ABSTRACT

A locally manufactured polyphosphate was tested on corn, soybean, mungbean and paddy rice grown on acid soils with low P availability for several consecutive periods in field grown condition during 1978 - 1981. The material had the following analyses: 12% available P_2O_5 , 25.4% total P_2O_5 , 14% S, 18% Ca, 2.4% F. Five treatments, each replicated 4 times, were assigned to compare the effects of the material against standard phosphate fertilizer (DSP & TSP). Treatments were: 1) check, 2) standard phosphate-banded, 3) polyphosphate-banded, 4) polyphosphate-broadcasted, and 5) polyphosphate-broadcasted at $\frac{1}{2}$ rate. All treatments received optimal N and K applications for each crop grown in each season. Phosphate materials were applied only once in the initial year and cropping was repeated to check the residual effects of the material. There was no correction of soil acidity by liming at all test sites.

The results of the study revealed that the effects of polyphosphate on growth and yields of corn and soybean during the first year were comparable to the standard P-source in almost every soil sites tested. In areas where soil acidity was high (pH below 5.0) polyphosphate produced better growth and yields of the crops than the standard P-source. In these acid soil areas, repeated cropping showed that the residual effects of polyphosphate were significantly greater and lasted longer than the standard P-source. In acid soils with high P-fixing capacity, broadcast application of this material was superior to band application. This result was observed in the first year of the first cropping. However, the result could be reversed in some situations when soils were acid but exhibited little P-fixing capacity. In general, band-treatment showed greater residual availability of P as it produced better yields than broadcast-treatment in the 2nd, 3rd and 4th crops. This might be due to the fact that the amount of polyphosphate material applied in band had been consumed by crops and subjected to soil reaction in the first year to a lesser extent than that of broadcast material. It was true that, after the first harvest, soil preparation for the second crop broke loose the band of previously applied fertilizer and such a "banding effect" would last only in the growing period of the first crop. The remaining available amount of the previously banded material would then be undoubtedly greater than that of the previously broadcasted material. Half-rate application of polyphosphate slightly produced less growth and yield of the crops but tended to be more economical than the full-rate application. In this study, the residual effects of polyphosphate on subsequent crops were noticeable up to 3 years. The effect tended to diminish by the 4th year whereas that of the standard fertilizer had diminished after the 2nd year of cropping.