

การวิเคราะห์ดินนาเพื่อประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ประพิศ แสงทอง นิลประไพ จันทนภาพ และ วิศิษฐ์ โชติสกุล¹

บทคัดย่อ

ได้ทำการวิเคราะห์ดินเพื่อประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อข้าว ตัวอย่างดินที่เก็บมาจากบริเวณที่มีการปลูกข้าวทั่วประเทศ โดยทำการทดลองในกระถางและในห้องปฏิบัติการ ซึ่งวิเคราะห์ดินแห้ง (air dried) และดินน้ำขัง (submerged incubated soil) พบว่า การประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับข้าวนั้น ควรจะวิเคราะห์ดินน้ำขัง ซึ่งทุกวิธีที่ศึกษา คือ Bray II ($0.03N NH_4F + 0.1N HCl$) Olsen ($0.5M NaHCO_3$ pH 8.5) และ Olsen EDTA ($0.5M NaHCO_3 + 0.02M EDTA$ pH 8.5) ต่างแสดงค่าสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นข้าวดูดขึ้นไป ดังนั้น ทุกวิธีจึงเหมาะสมที่จะใช้ประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธี Olsen EDTA ซึ่งแสดงค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุด

การประเมินความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสสำหรับดินนานั้น มีน้ำยาสกัดที่ใช้ประเมินอยู่หลายชนิด แต่การที่จะให้ได้ค่าประเมินที่ถูกต้องที่สุด น้ำยาสกัดต้องสามารถสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินออกมาได้หมด ซึ่งค่าที่สกัดออกมาได้จากดินจะต้องมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืชภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ และวิธีการสกัดจะต้องถูกต้องเหมาะสมรวดเร็วอีกด้วย

เนื่องจากน้ำยาสกัดฟอสฟอรัสในดินมีใช้อยู่หลายวิธี แต่ละวิธีมีคุณสมบัติในการสกัดฟอสฟอรัสในรูปที่แตกต่างกัน เช่น วิธี Bray II สามารถสกัด Al-P ออกมาได้ดี น้ำยาสกัด Olsen สามารถสกัด Fe-P ได้ดี ส่วนน้ำยาสกัดที่เป็นกรด Mehlich สามารถสกัด Ca-P ได้ดี เป็นต้น (Kamprath and Watson, 1980) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิธีสกัดกับดินต่าง ๆ ซึ่ง Shiga (1976) พบว่า วิธี Bray II เหมาะสมในการใช้ประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับดินนาของญี่ปุ่น โดยที่ดินนั้นส่วนใหญ่จะเป็นดินกรด และ Varajagupta et al. (1963) รายงานว่า วิธี Bray II เป็นวิธีที่มีสหสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวในดินนาไทย นอกจากนี้ ประพิศและคณะ (2529) รายงานว่า วิธี Bray II, Olsen EDTA และ $1N H_2SO_4$ เป็นวิธีที่เหมาะสมในการประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินนาทั้งในสภาพ

ไร่นาและการทดลองในกระถาง อย่างไรก็ตาม มีรายงานจาก Miyake (1978) ว่าการประเมินค่าฟอสฟอรัสสำหรับดินนาที่ถูกต้องนั้นต้องวิเคราะห์ดินนาในสภาพน้ำขัง และจากการศึกษาดินนาน้ำขังนั้นพบว่าวิธี Olsen EDTA เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมและถูกต้องที่สุดสำหรับการประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อข้าว จึงทำการศึกษาเรื่องนี้โดยการทดลองในกระถางและในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างดิน

ดินนาชั้นไถพรวนจากแปลงนาทั่วประเทศจำนวน 12 ตัวอย่าง สถานที่เก็บตัวอย่างดินและการจำแนกชุดดิน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ตัวอย่างดินที่เก็บมานี้ได้ทำการตากแห้ง (air dried) และบดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มม. เพื่อใช้ศึกษาและทดลองในห้องปฏิบัติการ สำหรับดินที่ใช้ในการปลูกทดลองในกระถางนั้นจะบดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 4 มม.

การปลูกและเก็บตัวอย่างข้าว

การทดลองในกระถาง ทำการปลูกข้าวในกระถาง Neubauer's pots โดยใช้ตัวอย่างดินกระถางละ 500 กรัม ทุกกระถางใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตกับโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 500 ppm N และ 200 ppm K เมื่อใส่ปุ๋ยแล้วขังน้ำและ incubate ดินในกระถางไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ จึงปลูก

¹กลุ่มงานวิจัยเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน กทม. 10900

ตารางที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่างดิน และการจำแนกดินที่ใช้ในการทดลอง

เลขที่ดิน	สถานที่	ชุดดิน ¹	การจำแนก
1	ศูนย์วิจัยข้าววังสิต	BWAS	Thionic Tropaquepts Sulfic
2	อำเภอองครักษ์	BWAS	Thionic Tropaquepts
3	สถานีทดลองข้าวชัยนาท	LHGS	Aeric Tropaquepts
4	สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี	NCBS	Aeric Tropaquepts
5	สถานีทดลองข้าวราชบุรี	LHGS	Aeric Tropaquepts
6	สถานีทดลองข้าวพิจิตร	FWAS	Vertic Tropaquepts
7	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี	LHGS	Aeric Paleaquepts
8	อำเภอวังทอง พิษณุโลก	FWAS	— Tropaquepts
9	ศูนย์วิจัยข้าวแพร่	LHGS	Typic Tropaquepts
10	อ. แม่ริม, เชียงใหม่	FWAS	Typic Ustifluvents
11	สถานีทดลองข้าวพาน	LHGS	Aeric Tropaquepts
12	สถานีทดลองข้าวนครศรีธรรมราช	MAS	Typic Tropaquepts

¹ BWAS - Brackish Water Alluvial Soil

FWAS - Fresh Water Alluvial Soil

MAS - Marine Alluvial Soil

LHGS - Low Humic Gley Soil

NCBS - Noncalic Brown Soil

ต้นกล้าข้าวพันธุ์ กข 23 อายุประมาณ 5 วัน โดยปลูกกระถางละ 10 ต้น การปลูกข้าวในกระถางนี้ทำ 2 ซ้ำ

เมื่อข้าวอายุประมาณ 45 วัน ตัดต้นข้าวส่วนที่อยู่เหนือดิน มาล้างทำความสะอาดเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวและดิน

การทดลองในห้องปฏิบัติการ ทำการวิเคราะห์ทางเคมี ดังต่อไปนี้

1. pH ดิน (น้ำ : ดิน 1:1)
2. อินทรีย์วัตถุตามวิธีของ Walkley and Black (Allison, 1965)
3. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินและในพืชโดยวิธีของ Tandon et al. (1968)
4. ปริมาณของรูปอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินตามวิธีของ Chang and Jackson (1957)
5. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และ Olsen (Olsen and Dean, 1965)
6. ปริมาณฟอสฟอรัสจากดินในสภาพน้ำขัง ศึกษาโดยการ incubate ดิน 4 กรัม ในหลอดทดลองขนาด 1.5 x 6.5 ซม.

ขังน้ำไว้หลอดละ 15 มล. และทุกหลอดจะเติมปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 50 มก. ในไตรเจน และ 20 มก. โพแทสเซียม ต่อ 100 กรัมดิน ปิดหลอดทดลองแล้ว incubate ไว้ที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 21 วัน นำออกมาสกัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินโดยวิธี Bray II, Olsen และ Olsen EDTA (Miyake, 1978) ซึ่งน้ำยาสกัดทั้ง 3 ชนิดต้องปรับให้มีความเข้มข้นมากกว่าปกติ ทั้งนี้เมื่อใช้สกัดดินในสภาพน้ำขังในหลอดทดลองนั้นความเข้มข้นของน้ำยาสกัดจะต้องเท่ากับความเข้มข้นปกติของน้ำยาที่ใช้สกัดดินแห้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

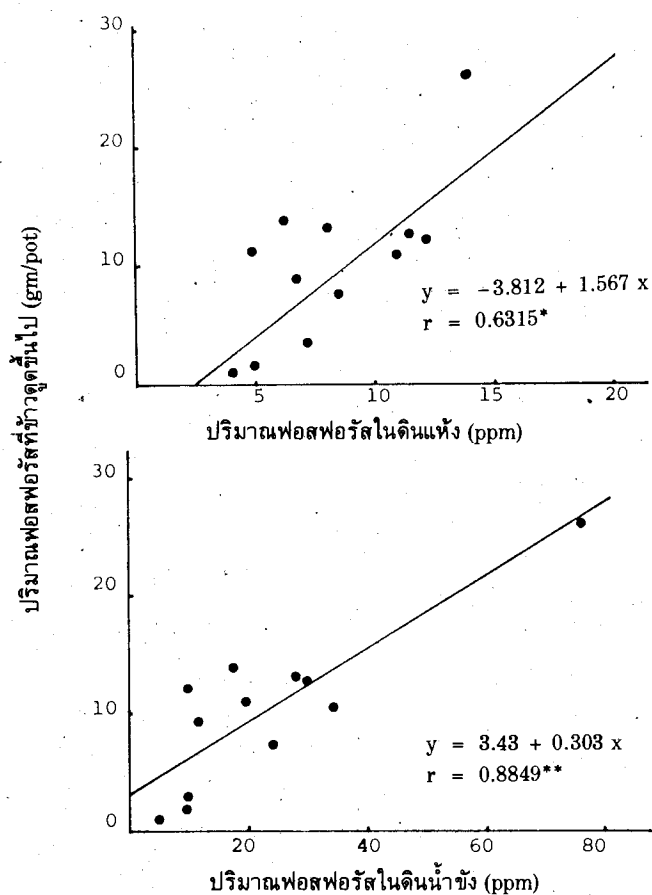
ดินที่ศึกษาส่วนใหญ่มี pH เป็นกรดและค่อนข้างเป็นกรด (ตารางที่ 2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีปริมาณค่อนข้างต่ำมาก ยกเว้นดินเบอร์ 10 ที่มีค่าสูงถึง 720 ppm แต่ที่เหลือ นอกนั้นจะอยู่ในช่วง 83-524 ppm เมื่อศึกษาถึงรูปต่าง ๆ ของฟอสฟอรัสในดินในรูปของอะลูมิเนียมฟอสเฟต (Al-P) เหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และแคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) พบว่าในทุกชุดดิน Fe-P เป็นรูปที่มีปริมาณสูงที่สุดและสูงมากเมื่อเทียบกับ Al-P และ Ca-P ซึ่งคุณสมบัตินี้เป็นลักษณะดินนาโดยทั่ว ๆ ไป

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินที่ศึกษา

เลขที่ดิน	pH	O.M.	T-P	Al-P	Fe-P	Ca-P
		(%)		(ppm)		
1	4.28	2.96	310	6.6	56.8	3.5
2	5.25	2.85	428	11.2	76.5	21.5
3	5.15	1.70	290	5.6	66.6	26.0
4	5.59	1.71	240	5.6	31.4	8.0
5	5.71	1.22	428	11.7	96.0	30.5
6	5.10	1.34	240	11.2	42.2	9.0
7	4.82	0.60	83	7.4	17.6	7.5
8	4.79	2.38	524	11.7	160.0	50.0
9	6.60	1.09	175	7.0	28.0	5.0
10	6.08	2.96	720	27.0	235.3	88.5
11	4.83	3.00	460	13.8	95.0	19.0
12	6.23	2.29	360	10.2	49.0	20.0

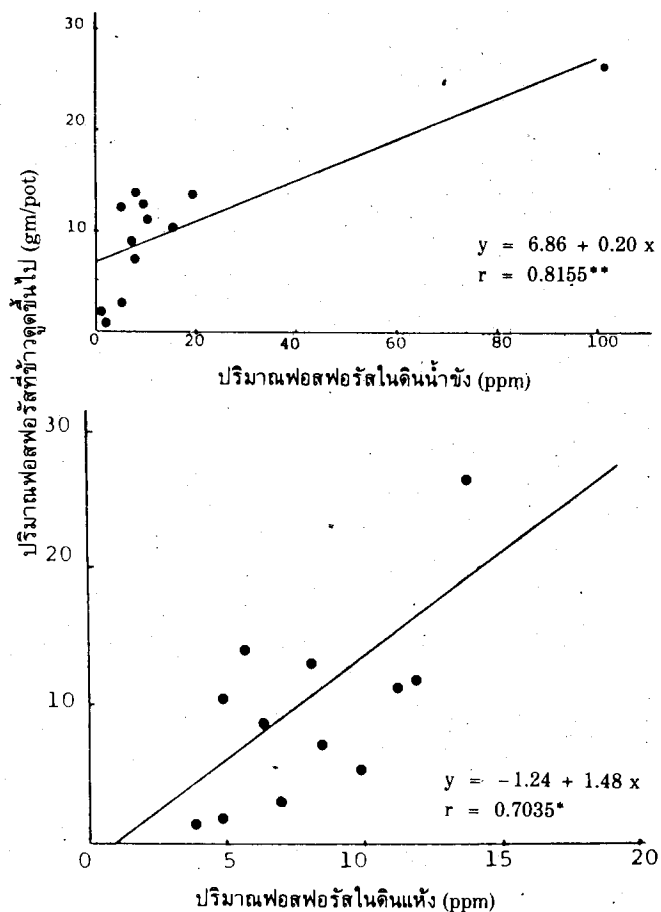
เพราะมีการศึกษาดินนาทั่วประเทศพบว่า Fe-P เป็นรูปของฟอสฟอรัสที่มีปริมาณสูงที่สุด (Cholitul, 1986)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินโดยวิธี Bray II ในดินแห้ง ดินน้ำขัง (submerged incubated soil) กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นข้าวดูดขึ้นไป (ภาพที่ 1) ซึ่งพบว่าในสภาพดินแห้งนั้นค่าสหสัมพันธ์ที่ได้มีค่า 0.6315^* ส่วนในสภาพดินน้ำขังค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้นมาก โดยให้ค่า $r = 0.8849^{**}$ ผลที่ได้แสดงว่าการประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับข้าวโดยน้ำยาสกัด Bray II นั้น ควรจะวิเคราะห์ดินในสภาพน้ำขังหรือดินเปียก และจากการศึกษาพบว่า ค่าสกัดดินน้ำขังที่ได้มีค่าสูงขึ้นในทุกดินที่ศึกษา ซึ่ง Shiga (1982) ได้รายงานว่า เมื่อศึกษาวิธีสกัดดินนาหลาย ๆ วิธีพบว่า การสกัดดินแห้งนั้นน้ำยาสกัดที่เป็นด่าง (Olsen, $0.5M NaHCO_3$ pH 8.5) จะให้ค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไปสูงกว่าสหสัมพันธ์ของค่าสกัดฟอสฟอรัสโดยน้ำยาสกัดที่เป็นกรด เช่น วิธี Bray I ($0.03N NH_4F + 0.025N HCl$), Bray II ($0.03 N NH_4F + 0.1N HCl$) หรือ Truog ($0.002N H_2SO_4$) กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไป แต่เมื่อทำการสกัดฟอสฟอรัสในสภาพดินน้ำขังกลับพบว่าค่าสหสัมพันธ์ของวิธีสกัดโดยน้ำยาที่เป็นกรดกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไปจะสูงขึ้นอย่างมาก ในขณะที่ค่าของน้ำยาสกัดที่เป็นด่างให้ค่าสหสัมพันธ์ลดลง นอกจากนี้ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินน้ำขังพบว่ามีค่าสูงกว่าที่สกัดจากดินแห้งมาก



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไปกับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Bray II ในดินแห้งและดินน้ำขัง

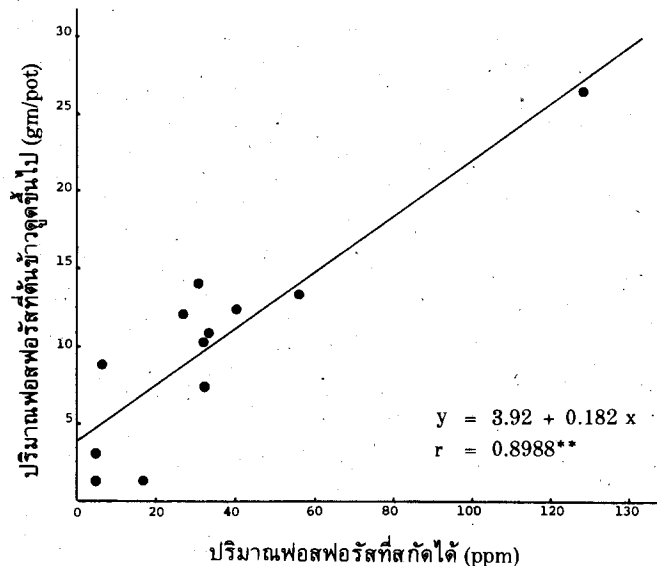
การที่น้ำยาสกัด Bray II สามารถสกัดฟอสฟอรัสในสภาพดินน้ำขังออกมาได้ดีกว่าในสภาพแห้งนั้นเป็นผลมาจากสภาพของการขาดออกซิเจนของดิน (reduction) ซึ่งทำให้ Fe-P ในดินสามารถละลายออกมาอยู่ในรูปที่สกัดได้หรืออยู่ในรูปของ Iron (II) phosphate จากคุณสมบัติของดินที่ศึกษา (ตารางที่ 2) ดินทุกตัวอย่างมีปริมาณ Fe-P สูงที่สุดเมื่อเทียบกับฟอสเฟตรูปอื่น ดังนั้น ภายใต้สภาพน้ำขัง จึงคาดว่า Fe-P ในดินเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของ Iron (II) ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสโดยวิธีสกัด Bray II สูงขึ้น ซึ่งจากรายงานผลการศึกษานี้ของ Shiga and Yamaguchi, (1977) พบว่า ค่าสกัดฟอสฟอรัสในดินน้ำขังโดยน้ำยาสกัดที่เป็นกรดมีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับปริมาณของ Iron (II) phosphate ซึ่งเพิ่มขึ้นเนื่องจากดินถูกน้ำขัง ผลการศึกษานี้แสดงว่าวิธี Bray II เป็นวิธีที่สามารถใช้ประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับดินนาได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสกัดดินในสภาพน้ำขัง



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นข้าวดูดขึ้นไปกับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดโดยน้ำยาสกัด Olsen ในดินแห้งและดินน้ำขัง

สำหรับน้ำยาสกัด Olsen นั้น (ภาพที่ 2) พบว่าค่าสกัดฟอสฟอรัสในดินแห้งจะให้ค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไป 0.7035^{*} ซึ่งเมื่อเทียบกับน้ำยาสกัด Bray II เมื่อใช้สกัดดินแห้งเช่นกันจะเห็นว่าวิธี Olsen ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากน้ำยาสกัด Olsen สามารถสกัด Fe-P ในดินออกมาได้ดี โดย Chang (1976) ได้แนะนำวิธี Olsen เหมาะที่จะใช้ประเมินค่าฟอสฟอรัสในดินที่มีแหล่งของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มาจาก Fe-P อย่างไรก็ตาม น้ำยา Olsen นี้เพื่อสกัดดินในสภาพน้ำขังพบว่าค่าสหสัมพันธ์จะสูงกว่าที่สกัดในดินแห้ง คือ มีค่า 0.8155^{**} แต่ค่าที่ได้น้อยกว่าวิธี Bray II เมื่อสกัดดินในสภาพน้ำขัง ซึ่งแสดงว่าภายใต้สภาพน้ำขังนั้นวิธี Bray II มีประสิทธิภาพในการสกัดฟอสฟอรัสดีกว่าวิธี Olsen (Shiga, 1982) ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อใช้น้ำยา Olsen สกัดดินเปียกนั้น ฟอสเฟตที่สกัดออกมาได้จะถูกดูดตรึงอีก (refixed) โดย $Fe(OH)_3$ ซึ่งเกิดขึ้นจากการ oxidation ของ Iron (II) ลักษณะเช่นนี้จะเกิดในน้ำยาที่มี pH สูง ๆ ซึ่งน้ำยา Olsen นั้นมี pH 8.5 จึงทำให้ค่าสกัดฟอสฟอรัสในดินลดลง (Miyake, 1978) อย่างไรก็ตาม จากค่าสหสัมพันธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธี Olsen ก็เป็นวิธีที่เหมาะสมในการที่จะใช้ประเมินค่าฟอสฟอรัสในดินนาในสภาพน้ำขังเช่นกัน

จากการที่น้ำยาสกัด Olsen มีข้อจำกัดในการสกัดฟอสฟอรัสในสภาพดินเปียกดังกล่าวมาแล้ว Miyake (1978) จึงใช้ EDTA (disodium dihydrogen ethylenediamine tetra-



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นข้าวดูดขึ้นไปกับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้โดยน้ำยาสกัด Olsen EDTA ในดินน้ำขัง

acetic acid) เติมน้ำยา Olsen ซึ่งน้ำยาสกัด Olsen EDTA นี้เมื่อใช้สกัดดินซึ่งน้ำจะป้องกันการถูกดูดตรึง (refixed) ของฟอสเฟตโดย $\text{Fe}(\text{OH})_3$ เพราะ EDTA จะไปรวมตัวกับ Iron (II) เกิดเป็น Iron-EDTA chelate ทำให้ Iron (II) ไม่ถูก oxidation กลับไปเป็น $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ดังนั้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดด้วยน้ำยา Olsen EDTA จึงเพิ่มขึ้น และจากการศึกษา (ภาพที่ 3) พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของค่าสกัดฟอสฟอรัสในดินน้ำขังของ Olsen EDTA กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไปมีค่าสูงถึง 0.8988** ซึ่งค่าที่ได้นี้จะสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากวิธี Bray II, Olsen ไม่ว่าจะสกัดดินในสภาพแห้งหรือน้ำขัง ผลที่ได้นี้เหมือนกับการศึกษาของ Miyake (1978) ซึ่งศึกษาดินนาของประเทศไทยอินโดจีน จากผลการศึกษาจึงนับได้ว่า Olsen EDTA เป็นวิธีที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินนาขัง

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิธีวิเคราะห์ดินนาเพื่อประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับข้าวโดยการทดลองในกระถางและในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ดินนาเพื่อประเมินค่าฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ถูกดองที่สุดควรจะใช้วิเคราะห์ดินในสภาพน้ำขัง ทั้งนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้จากดินน้ำขังโดยน้ำยาสกัดที่ใช้ศึกษา คือ Olsen (0.5M NaHCO_3 pH 8.5), Bray II ($0.03\text{N NH}_4\text{F} + 0.01\text{N HCl}$) และ Olsen DATA ($0.5\text{M NaHCO}_3 + 0.02\text{M EDTA}$ pH 8.5) ต่างแสดงค่าสหสัมพันธ์อย่างสูงกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นข้าวดูดขึ้นไป ดังนั้น ทุกวิธีสกัดจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ประเมินค่าฟอสฟอรัสสำหรับดินนาในสภาพน้ำขัง ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่ได้พบว่าวิธี Olsen EDTA จะให้ค่าสูงที่สุด ตามด้วย Bray II และ Olsen ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ดินเพื่อหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินโดยทั่วไป (routine analysis) กระทำในสภาพดินแห้งโดยน้ำยาสกัด Bray II และ Olsen เนื่องจากทั้ง 2 วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และประหยัดเวลา อีกทั้งค่าวิเคราะห์ที่ได้มีสหสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ประพิศ แสงทอง, นิลประไพ จันทนภาพ และ วิศิษฐ์ ไชลิตกุล. 2529. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดขึ้นไปกับค่าฟอสฟอรัสจากวิธีสกัดต่าง ๆ กัน. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน 10: 78-89.
- ประพิศ และคณะ. 2529. การประเมินค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับข้าวในกลุ่มดินต่าง ๆ โดยการทดลองในกระถาง. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน 10: 90-102.
- Allison, L.E. 1965. Organic Carbon. In C.A. Black (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy 9: 1367-1376. Amer. Soc. of Agro., Madison, Wisc.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1954. Determination of total organic and available form of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.
- Chang, S.C. 1976. Phosphorus in Submerged Soils and Phosphorus Nutrition and Fertilizer of Rice. p. 93-119. In: The Fertility of Paddy Soil and Fertilizer Applications for Rice. Food and Fertilizer Technology Center. Taipei. Taiwan.
- Chang, S.C. and M.L. Jackson. 1957. Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. 84: 133-144.
- Cholitkul, W. 1986. Natural Abundance of Phosphorus in Lowland Soils and Its Modification by Human Activity in Thailand. Ph.D. Thesis. Univ. of Tokyo.
- Kamprath, E.J. and M.E. Watson. 1980. Conventional Soil and Tissue Tests for Assessing the Phosphorus status of Soils. p. 433-468. In: The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisc. USA.
- Miyake, M. 1978. Soil Testing Methods for Available Phosphorus in Paddy Soils of Indonesia. Japanese Journal of Tropical Agriculture. 22: 133-138.
- Olsen, S.R. and L.A. Dean. 1965. Phosphorus. In C.A. Black (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy 9: 1035-1049. Am. Soc. of Agron., Madison, Wisc.
- Shiga, H. 1976. Effect of phosphorus fertility of soils and phosphorus application in lowland rice. Japan Agr. Res. Quarterly 10(1): 16.
- Shiga, H. 1982. Efficient level of phosphorus fertility in paddy soils. Trop. Agr. Res. Series 15: 227-242.
- Shiga, H. and Y. Yamaguchi. 1977. Phosphorus fertility of ordinary farmer's paddy fields in Hokkaido Island. Res. Bull. Hokkaido National Agr. Exp. Std. 117: 17-30. (Japanese-English summary).
- Tandon, H.L.S., H.P. Ceras and E.H. Tyner. 1968. An acid free vanadate molybdate reagent for the determination of total phosphorus in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 48-51.
- Vajaragupta, Y., L.E. Haley and S.W. Melsted. 1963. Correlation of phosphorus soil test values with rice yield in Thailand. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27: 395-397.

Availability Indices of Phosphorus in Paddy Soils

By

Prapit Sangtong, Nilprapai Chantanaparb and Wisit Cholitkul

Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900

ABSTRACT

Using soils used for rice production throughout Thailand, a study was made to compare available phosphorus estimates and rice plant phosphorus uptake, using air dried and submerged incubated soil, for the different phosphorus extration techniques. The results indicated that the soil should be incubated under submerged conditions for three weeks before extraction. All available phosphorus estimates based on the use of different extracting solutions (Bray II ($0.03N NH_4F + 0.1N HCl$), Olsen EDTA ($0.5M NaHCO_3$ pH 8.5) and Olsen EDTA ($0.5M NaHCO_3 + 0.02M EDTA$) showed highly significant correlations with phosphorus uptake by the rice plant. However, the most significant relationship was obtained using the Olsen EDTA technique.
