

ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสตกค้างของปุ๋ยนา 16—20—0 ในดินนาบางดิน

Efficiency of Residual Phosphorus of 16—20—0 Fertilizer in Some Paddy Soils

ถวิล ครุฑกุล^{1/} และ สมศักดิ์ บุญดาว^{2/}

Tawin Krutkun and Somsak Boondown

ABSTRACT

In Bang Len silty clay of marine and brackish water deposits on former tidal flat area of the central plain with total iron 2.71% Fe and “active” iron 0.83% Fe, the residual phosphorus from 16—20—0 fertilizer for one rice-growing season had the same efficiency (20—33%) as that of the readily applied 16—20—0 fertilizer, while the efficiency of P-residuum of this fertilizer after two successive growing seasons was decreased distinctly to 13—15%, especially that of low application rate (100 mg P per culture). After three successive rice-growing seasons, the P-residuum became negligible (2—8%).

In Saraburi loamy soil of semi recent alluvium on low terraces of the central plain which composite minerals had been weathered for some time, with total iron as high as 3.72% Fe and “active” iron 1.35% Fe, the P-residuum of the 16—20—0 fertilizer for one rice-growing season had the efficiency only 9—13% whereas that of the readily applied fertilizer was 17—26%. After two rice-growing seasons and over, P-residuum were as low as 2—8% which was negligible.

บทคัดย่อ

ในดินเหนียวบางเลนที่เกิดจากตะกอนทับถมของทะเลและน้ำกร่อยบนที่ราบระดับน้ำทะเลเคยขึ้นถึง ซึ่งมีเหล็กทั้งหมด 2.70% Fe และเหล็กที่ “active” 0.83% Fe ฟอสฟอรัสของปุ๋ยนา 16-20-0 ที่ตกค้างในดินหนึ่งช่วงฤดูปลูกยังคงมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับของปุ๋ยนาชนิดนี้ (เมื่อใส่ก่อนปลูกข้าว) (20-33%) แต่ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ยนาตกค้าง 2 ช่วงฤดูปลูกลดลงอย่างมาก (13-15%) โดยเฉพาะกรณีที่ใช้ปุ๋ยอัตราต่ำ (100 มิลลิกรัม P ต่อกระถาง) และยังเป็นปุ๋ยนาตกค้าง 3 ช่วงฤดูปลูกจะเกือบไม่มีฟอสฟอรัสจากปุ๋ยตกค้างเหลือให้ข้าวใช้ได้อีกเลย (2-8%)

ในดินร่วนสระบุรีที่เกิดจากตะกอนทับถม

ของน้ำจืดที่เกิดค่อนข้างใหม่ บริเวณที่ราบขั้นบันไดขั้นต่ำของที่ราบภาคกลาง ซึ่งแร่ธาตุผ่านการสลายตัวนานพอสมควรจนมีการสะสมเหล็กทั้งหมดมากถึง 3.72% Fe และเหล็กที่ “active” 1.35% Fe ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสของปุ๋ยนา 16-20-0 ที่ใส่ก่อนปลูกมีค่า 17-26% ส่วนของปุ๋ยตกค้าง 1 ช่วงฤดูปลูกลดลงเป็น 9-13% และของปุ๋ยตกค้างตั้งแต่ 2 ช่วงฤดูปลูกขึ้นไปเหลือเพียง 2-8% ซึ่งนับว่าไม่เหลือให้ข้าวใช้ได้แล้ว

คำนำ

ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ยรวมและปุ๋ยผสมที่ใส่ลงในดินนาบางชนิด เมื่อปลูกข้าวทดลอง

1 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2 สถานีข้าวคลองหลวง ปทุมธานี

โดยใช้เทคนิคทางไอโซโทปมีค่าประมาณ 20–30% (สมโภช, 2510) ประกอบกับฟอสฟอรัสเคลื่อนที่ในดินเกือบไม่ได้เลย (Burns *et al.*, 1963) ดังนั้นหลังจากใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลงไปในดินจะเหลือฟอสฟอรัสตกค้างอยู่เป็นอย่างมาก (ประมาณ 80% ขึ้นไป) โดยธรรมชาติ ฟอสเฟตที่ละลายได้ดีในปุ๋ยเมื่ออยู่ในดินจะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบฟอสเฟตต่าง ๆ ของเหล็ก ของอะลูมิเนียม และอื่น ๆ ซึ่งล้วนเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่ละลายได้เร็วกว่าของปุ๋ยทั้งสิ้น (Cole and Jackson, 1950; Low and Black, 1950; Yuan *et al.*, 1960; Chang and Chu, 1961; Larsen and Court, 1961; และ Lindsay *et al.*, 1962) ฟอสเฟตที่ตกค้างในดินย่อมมีโอกาสที่จะถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชที่ปลูกในฤดูปลูกถัดไปใช้ได้บ้าง มากน้อยเท่าใดสุดแต่ชนิดของสารประกอบนั้น ๆ และสภาพแวดล้อมที่ควบคุมการละลายได้ในดินนั้น

มีการศึกษาเกี่ยวกับปุ๋ยฟอสเฟตตกค้างในนาในสภาพไร่นาดตามสถานีทดลองข้าวต่าง ๆ ของประเทศไทย เช่น ที่โคกสำโรง ลพบุรี วัฒนภู สุรินทร์ บางเขน คลองหลวง โดยใช้ปุ๋ยฟอสเฟตหลายชนิด แล้วปลูกข้าวติดต่อกันไปเลยโดยไม่มีการหมักปุ๋ยในดินก่อนปลูกข้าว เช่น งานของรัชมีและประยูร (2513) อรุณและคณะ (2513), อรุณและองอาจ (2514), วิทยาและคณะ (2515) เป็นที่น่าเสียดายที่ผลงานเหล่านี้ไม่สามารถนำมาคิดค่าประสิทธิภาพของปุ๋ยตกค้างได้ ทำให้เป็นที่สงสัยว่าฟอสเฟตตกค้างจากปุ๋ยในสภาพดินนาจะคงมีประสิทธิภาพให้ข้าวในฤดูปลูกถัดไปใช้ได้เพียงพอหรือไม่ หรือปุ๋ยฟอสเฟตจะมีผลตกค้างในดินนาได้นานเท่าใด

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างดินชั้น 0–15 ซม. ของดินบางเลนที่เก็บมาจากฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาข้างสะพานนวพลวิ ปทุมธานี ดินนี้มี pH 5 อินทรีย์วัตถุ 1.74% “available” P Bray II – P 5 ppm., NH_4OAc – K 189 ppm, เหล็กทั้งหมด 2.71% Fe เหล็กที่ “active” 0.83% Fe เป็นดินเนื้อ silty clay มี clay separate 50% และตัวอย่างดินชั้น 0–15 ซม. ของดินสระบุรี

ที่เก็บมาจากข้างถนนพหลโยธิน กม. ที่ 117 อำเภอเมืองสระบุรี ดินนี้มี pH 5.5 อินทรีย์วัตถุ 1.3% “Bray II – P 4 ppm, NH_4OAc – K 38 ppm. เหล็กทั้งหมด 3.70% Fe เหล็กที่ “active” 1.35% Fe เป็นดินเนื้อ loam มี clay separate 23% หมักตัวอย่างดินแห้ง 3 กก. กับปุ๋ย 16–20–0 จำนวน 4 อัตรา คือ 0, 100, 200, 300 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกระถาง โดยมีเกณฑ์การหมัก 4 ช่วง ดังนี้ 1) ใส่ปุ๋ยแล้วย้ายกล้าข้าว กข. 7 อายุ 30 วัน ปลูกเลย 5 ต้นต่อกระถาง 2) หมักปุ๋ยกับดินก่อน 1 ช่วงฤดูปลูก (น้ำท่วมผิวดิน 2–5 ซม. 90 วัน เพื่อทดแทนระยะปักดำถึงเมล็ดเริ่มแข็ง แล้วปล่อยให้ให้น้ำลดลง แต่ดินมีความชื้นสูงกว่าจุดความจุสนามอีก 30 วัน เพื่อทดแทนช่วงเมล็ดข้าวสุกแก่ ปล่อยให้ดินแห้งโดยไม่ให้น้ำเลยอีก 10 วัน เพื่อทดแทนช่วงเก็บเกี่ยววนดข้าว และให้น้ำท่วมผิวดิน 2–5 ซม. อีก 7 วัน เพื่อทดแทนช่วงเตรียมดิน รวมเป็นเวลา 137 วัน) แล้วย้ายกล้าปลูก 3) หมักปุ๋ยกับดิน 2 ช่วงฤดูปลูก (แต่ละช่วงปฏิบัติเช่น 2) แล้วย้ายกล้าปลูก และ 4) หมักปุ๋ยกับดิน 3 ช่วงฤดูปลูก แล้วย้ายกล้าปลูก ทดลอง 4 ซ้ำ โดยปลูกข้าวในวันเดียวกันทุกกระถาง ใช้น้ำกรองควบคุมระดับน้ำในกระถางให้อยู่เหนือผิวดิน 5 ซม. ตลอดเวลา 60 วัน ให้ปุ๋ยยูเรีย 25 และ 25 มิลลิกรัม N ต่อกระถาง หลังจากย้ายกล้ามาปลูกได้ 2 และ 4 อาทิตย์ ได้ใช้ยา Benlate ฆ่าเชื้อราเมื่อย้ายกล้าข้าวมาปลูกได้ 10 วัน คัดต้นข้าวชิดผิวดินเมื่อดอกข้าวพ้นใบธงแล้ว หรือหลังย้ายกล้ามาปลูกได้ 60 วัน วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสของข้าวส่วนที่อยู่เหนือผิวดินด้วยวิธีที่ใช้วานาเดต กำหนดดัชนีความเป็นประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสจากปุ๋ยหรือประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ยด้วยสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ย} = \frac{\text{ปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวดูดกินได้จากปุ๋ย} \times 100}{\text{ปริมาณฟอสฟอรัส (ที่เป็นประโยชน์) ในปุ๋ยที่ใส่ลงไป}}$$

ผลและวิจารณ์

ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ย 16–20–0 ต่อข้าวในดินบางเลนและดินสระบุรีแสดงในตารางที่ 1 ในดินบางเลนประสิทธิภาพของปุ๋ยตกค้าง 1 ช่วง

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ย 16-20-0, เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาการตกค้างของปุ๋ย 16-20-0	อัตราปุ๋ยที่ใส่, มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกระถาง		
	100	200	300
ดินบางเลน			
ไม่ตกค้างเลย	27.42 a*	23.54 a	20.77 a
ตกค้าง 1 ช่วงฤดูปลูก	32.80 a	24.64 a	20.23 a
ตกค้าง 2 ช่วงฤดูปลูก	12.58 b	12.80 b	14.58 ab
ตกค้าง 3 ช่วงฤดูปลูก	2.74 c	7.26 b	8.08 b
lsd 0.01		6.92	
ดินสระบุรี			
ไม่ตกค้างเลย	26.06 a	18.82 a	16.69 a
ตกค้าง 1 ช่วงฤดูปลูก	8.84 b	12.74 b	14.79 a
ตกค้าง 2 ช่วงฤดูปลูก	1.86 c	4.60 c	7.84 b
ตกค้าง 3 ช่วงฤดูปลูก	5.21 c	2.59 c	2.06 c
lsd 0.01		5.47	

*อักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวเมื่อต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 99%

ฤดูปลูกยังคงเท่ากับของปุ๋ยที่ใส่ก่อนปลูกทุกอัตรา แต่ของปุ๋ยตกค้างตั้งแต่ 2 ช่วงฤดูปลูกขึ้นไปจะลดลงเป็นอย่างมาก คือ จากประมาณ 20-33% ลดลงไปเป็นประมาณ 13-15% และยิ่งของปุ๋ยตกค้าง 3 ช่วงฤดูปลูกจะลดลงไปเป็นเกือบไม่เหลือคุณค่าเลย คือ ประมาณ 3-8% โดยเฉพาะของปุ๋ยอัตราต่ำ (3%) ส่วนในดินสระบุรี ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ยที่ใส่ก่อนปลูกของอัตราต่ำมีค่ามากกว่าของอัตราสูง แต่อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยตกค้าง 1 ช่วงฤดูปลูกอัตราต่ำ มีประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็ว คือ จากประมาณ 26% ลดลงมาเป็นประมาณ 9% ในขณะที่ของปุ๋ยอัตราสูงลดลงเพียงเล็กน้อย คือ จากประมาณ 17-19% ลดลงมาเป็น 13-15% ปุ๋ยตกค้าง 2 ช่วงฤดูปลูกขึ้นไป ไม่ว่าของอัตราใดมีประสิทธิภาพต่ำมากจนเกือบนับว่าไม่มีผลใดเลย คือ มีค่าประมาณ 2-8% เท่านั้น สาเหตุที่ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ยตกค้างลดต่ำลง มีสาเหตุเดียว คือ ฟอสเฟตที่ละลายได้ดีในปุ๋ยถูกตรึงหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบฟอสเฟต

ที่ละลายได้น้อย พวกเหล็กฟอสเฟตเป็นส่วนใหญ่และอาจมีอะลูมิเนียมฟอสเฟตบ้าง ทั้งนี้เพราะดินทั้งสองต่างก็มีเหล็กที่พร้อมจะทำปฏิกิริยาอยู่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในดินสระบุรีซึ่งมีเหล็กอยู่มากถึง 1.35% Fe จึงทำให้ประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในปุ๋ยตกค้างลดลงอย่างรวดเร็ว ปุ๋ยตกค้างเพียงช่วงฤดูปลูกเดียวก็ลดลงมาเท่าตัว และตกค้าง 2 ช่วงฤดูปลูกก็เกือบไม่มีผลตกค้างเหลืออีกแล้ว

ในดินที่มีเหล็กพอประมาณ เช่นดินบางเลน อาจจะพอเหลือฟอสเฟตตกค้างจากการใส่ปุ๋ยฤดูปลูกก่อนบ้าง แต่ในดินที่มีเหล็กมาก ๆ อย่างดินสระบุรี ไม่ควรหวังว่าจะมีผลตกค้างของปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ฤดูก่อนมาให้ข้าวใช้ในฤดูถัดไป

เอกสารอ้างอิง

รัศมี ศิริทวีป และประยูร สวัสดิ์. 2515 การศึกษาอิทธิพลของกากปุ๋ยฟอสเฟตชนิดและอัตราต่าง ๆ ที่มีส่วนที่ตกค้างในนาข้าวภายหลัง

- ใส่ปุ๋ยต่อเนื่องกัน 3 ปี. รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าวประจำปี 2515. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (โรเนียว).
- วิทยา ศรีทนนท์, องอาจ วีระโสภณ และอรุณ จักภูจินดา. 2515 ผลตกค้างของปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ต่อผลผลิตข้าว. รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าวประจำปี 2515. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (โรเนียว).
- สมโภช สุวรรณวงศ์. 2510. การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยในโครเจนและฟอสฟอรัสในรูปของปุ๋ยรวมและปุ๋ยผสมเมื่อใส่ดินในผิวดินและใสบนผิวดิน โดยใช้เทคนิคทางไอโซโทป. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2510. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โรงพิมพ์สหกรณ์ขายส่งแห่งประเทศไทย, พระนคร 423260.
- อรุณ จักภูจินดา และองอาจ วีระโสภณ. 2514. การทดลองศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ในนาข้าว. รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าวประจำปี 2514. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (โรเนียว).
- อรุณ จักภูจินดา, องอาจ วีระโสภณ, วรณา วาณิชวัฒนะ และธีราพร บุศยอังกูร. 2513. การทดลองเปรียบเทียบคุณค่าผลตกค้างของปุ๋ยหินฟอสเฟตจากแหล่งต่าง ๆ ต่อผลผลิตข้าว. รายงานผลการทดลองปุ๋ยนาประจำปี 2513. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (โรเนียว).
- Burns, B.R., D.R. Boulding and C.A. Black. 1963. A possible cause of sigmoid yield of phosphorus curves. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27 : 715—176.
- Chang, S.C. and W.K. Chu. 1961. The fate of soluble phosphorus applied to soils. Journal of Soil Science. 12 (2) : 286—293.
- Cole, C.V. and M.L. Jackson. 1950. Solubility equilibrium constant of dihydroxy aluminum dihydrogen phosphate relating to a mechanism of phosphate fixation in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15 : 84—89.
- Larsen, S. and M.N. Court. 1961. Soil phosphate solubility. Nature. 189 : 164—165.
- Lindsay, W.L., A.W. Frazier and H.F. Stephenson. 1962. Identification of reaction products from phosphate fertilizers in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26 : 446—452.
- Low, P.F. and C.A. Black. 1950. Reactions of phosphate with kaolinite. Soil Sci. 70 : 273—290.
- Yuan, T.L., W.K. Robertson and J.R. Neller. 1960. Forms of newly fixed phosphorus in three acid sandy soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24 : 447—450.