ว. วิชาการ กษ. 6 : 11–17 (2531)

อิทธิพลของธาตุอาหารพืชไนโตรเจนที่ตรึงในดินต่อผลผลิตข้าว

ชยงค์ นามเมือง วรางคณา โพธิสุข สมศักดิ์ เหลืองศิโรรัตน์
ณรงค์ เข่งวา และ มณเฑียร จินดา[1]

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการวิเคราะห์ N ในดินร่วนปนดินเหนียวชุดนครปฐม (Aeric Tropaqualfs) กับผลผลิตข้าวที่ปลูกในดินชุดนี้ ทำการทดลองในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 ซม. สูง 30 ซม. (Exp – 1) และเส้นผ่าศูนย์กลาง 73 ซม. สูง 50 ซม. (Exp – 2) โดยวางแผนการทดลอง Completely Randomized Design ใส่ปุ๋ย N 6 ระดับ คือ 0, 30, 60, 90, 120 และ 240 ppm N ในดินสภาพน้ำขังคลุกเคล้าปุ๋ย N ให้เข้ากับดินอย่างสม่ำเสมอในสภาพ slurry แล้วทิ้งให้อยู่ในสภาพน้ำขังจนครบ 35 วัน แล้วจึงแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็นแบบต่าง ๆ คือ Exp – 1(1) เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ N แล้วใส่ปุ๋ย N ปรับให้ได้ระดับสูงตามต้องการ (90.8 ppm N) โดยอาศัยข้อมูลจากสมการ $Y = 11.6254 + 0.2141X + 0.0005X^2$ ใส่ปุ๋ย P และ K อัตรา 20 ppm P_2O_5 และ K_2O ตามลำดับ แล้วปลูกข้าว, Exp – 1(2) รักษาดินให้อยู่ในสภาพน้ำขังตลอดไปโดยไม่ปลูกข้าว จนถึงระยะเก็บเกี่ยวข้าวของ Exp – 1(1) แล้วจึงเก็บตัวอย่างดิน, และ Exp – 1(3) ปล่อยให้น้ำและดินแห้งตลอดไปโดยไม่ปลูกข้าว จนถึงระยะเก็บเกี่ยวข้าวของ Exp – 1(1) แล้วจึงเก็บตัวอย่างดินสำหรับ Exp – 2 ปล่อยให้น้ำและดินแห้งโดยธรรมชาติ เมื่อแห้งดีแล้วเก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์หา Available N เมื่อได้ค่าวิเคราะห์ N แล้วดำเนินการเตรียมดินสภาพน้ำขัง ใส่ปุ๋ย N เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ระดับสูงตามต้องการ (90.8 ppm N) แล้วปลูกข้าว

ผลการทดลองปรากฏว่าสามารถเพิ่มปริมาณ Available N ให้ตรึงอยู่ในดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชข้าวได้โดยการใส่ปุ๋ย N แต่ปริมาณของ Available N ที่จะตรึงในดินขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การสูญหายของ N และจำนวนปุ๋ย N ที่ใส่ลงไปในดินสภาพน้ำขัง รูปของ Available N (NH_4^+-N หรือ NO_3^--N) ที่จะตรึงอยู่ในดินขึ้นอยู่กับสภาพดิน (น้ำขังหรือแห้ง) และสภาพแวดล้อม คือ จะพบ N ในรูป NH_4^+-N มากกว่า NO_3^--N ในดินสภาพน้ำขัง จะพบ NO_3^--N มากกว่า NH_4^+-N ในสภาพดินแห้งและอากาศไม่ร้อนจัด และจะพบ NH_4^+-N มากกว่า NO_3^--N ในสภาพดินแห้งและอากาศร้อนจัด Available N ในดินสามารถนำมาคิดเป็นส่วนหนึ่งของอัตราปุ๋ย N ที่จะใส่ให้ต้นข้าวได้ และยังปรากฏว่า N ที่ตรึงอยู่ในดินมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่า N ที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ย N

ปริมาณ N ที่มีอยู่ในดินแต่ละชนิดหรือแต่ละแห่งแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน และขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่จะช่วยเพิ่มหรือลดปริมาณ N ในดิน กระบวนการที่สำคัญก็คือกระบวนการที่ทำให้เกิดการดูดยึด (ตรึง) หรือปลดปล่อย N กระบวนการนี้ก็คือ nitrification-denitrification และ assimilation โดยจุลินทรีย์ดิน

กระบวนการ nitrification มีผลต่อการ recovery ของ soil-N และ fertilizer-N ในพืช เพราะอัตราการดูดใช้ธาตุอาหาร NH_4^+-N และ NO_3^--N ของพืชแตกต่างกัน (Hauck, 1972) กระบวนการ nitrification ช่วยส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของ N เพราะไปเปลี่ยน N ในรูปที่ไม่เคลื่อนย้ายง่าย หรือ NH_4^+-N ไปเป็นรูปที่เคลื่อนย้ายง่าย หรือ NO_3^--N เพราะฉะนั้น ถ้า NO_3^--N ที่เกิดขึ้น ถ้าไม่ถูกพืชดูดไปใช้หรือถูก immobilized โดยจุลินทรีย์ดินก็จะสูญหายง่ายจากการเคลื่อนย้ายลงใต้ดิน

[1]นักวิชาการเกษตร กองปฐพีวิทยา, นักวิทยาศาสตร์ กองเกษตรเคมี, นักวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว, เจ้าหน้าที่การเกษตร สถาบันวิจัยข้าว และนักวิชาการเกษตร กองปฐพีวิทยา ในกรมวิชาการเกษตร ตามลำดับ

หรือถูก reduction (Hauck, 1972; Porter, 1975; Alexander, 1977) นอกจากนี้ nitrification อาจทำให้ N ที่ถูก oxidized สามารถ volatilized ไปได้โดยจุลินทรีย์ดินและโดยทางปฏิกิริยาทางเคมี เช่น NO_2^--N และ NO_3^--N โดย biological denitrification และ NO_2^--N โดย chemo (nonenzymatic) denitrification เพราะฉะนั้น อัตราการเกิดกระบวนการ nitrification เป็นปัจจัยสำคัญที่จะควบคุมการสูญหายของ N จากดินในสภาพน้ำขัง (Reddy et al., 1976)

อย่างไรก็ตาม NH_4^+-N ก็สามารถเกิดขึ้นได้ในดินโดยกระบวนการ mineralization ของอินทรียวัตถุในดินหรือถูกใส่ลงในดินในสภาพน้ำขัง (Savant and De Datta, 1982) นอกจาก NH_4^+-N จะถูก immobilized โดยจุลินทรีย์และพืชในดินแล้ว NH_4^+-N ยังจะถูกดูดยึดอยู่บนเม็ดดินเหนียวในฮิวมัสหรือครึ่งอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินเหนียว อัตราการเกิดเช่นนี้ในดินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ธรรมชาติและชนิดของเม็ดดินเหนียว การเกิดสภาพน้ำขังและสภาพแห้งสลับกัน ธรรมชาติและจำนวนของอินทรียวัตถุ ระยะเวลาของสภาพน้ำขัง การใส่ปุ๋ย การไถพรวน การปลูกพืช ในดินเกาหลี NH_4^+-N ที่ตรึงในดินน้ำขังมีอยู่ระหว่าง 6.3 ถึง 23.5% ของ NH_4^+-N ทั้งหมดที่ถูกดูดยึดได้ มีรายงานว่า N recovery ภายใต้สภาพดินนาน้ำขังมีประมาณ 28.6–35.6% ของ NH_4^+ ที่ตรึงอยู่ในเม็ดดินเหนียว และลดลงตามระยะเวลาที่นานขึ้น (Savant and De Datta, 1982) และปริมาณของ NH_4^+ ที่ตรึงในดินนาชนิดต่าง ๆ ในเขตร้อนในสภาพน้ำขังที่เขย่าเป็นเวลา 2 ชม. อยู่ระหว่าง 3.8 ถึง 7.7 meq. 100 g^{-1} และยังพบว่า NH_4^+-N ถูกตรึงเป็นจำนวนมากในเม็ดดินเหนียวหลังจากใส่ปุ๋ยยูเรียแล้ว 45 วันในดิน Maahas clay ในสภาพน้ำขัง

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ก็เพื่อ (1) ศึกษาถึงปริมาณและการตรึง available N ในดินหลังจากใส่ปุ๋ย N อัตราต่าง ๆ ในดินนาสภาพน้ำขัง และ (2) ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการแนะนำการใส่ปุ๋ยเพิ่มผลผลิตข้าวโดยอาศัยผลการวิเคราะห์ปริมาณ available N ในดินนาเป็นหลักในการแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องและอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองในดินนาร่วนปนดินเหนียวชุดนครปฐม (Aeric Tropaqualfs) ซึ่งมี NH_4^+-N เท่ากับ 4.9 ppm N และ NO_3^--N เท่ากับ 10.5 ppm N ใช้พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง กข 7 โดยทำการทดลองในกรงตาข่ายในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 ซม. สูง 30 ซม. (Exp-1) และในกระถางใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 73 ซม. สูง 50 ซม. (Exp-2)

Exp-1 วางแผนการทดลอง Completely Randomized Design ใส่ปุ๋ย N (แอมโมเนียมซัลเฟต, 20% N) 6 ระดับคือ 0, 30, 60, 90, 120 และ 240 ppm N (เทียบเท่า N อัตรา 0, 10, 20, 30, 40 และ 80 กก. N/ไร่) ตามลำดับ ทำ 6 ซ้ำ โดยใส่ปุ๋ย N ระดับต่าง ๆ ลงในดินหลังจากขังน้ำไว้แล้ว และคลุกเคล้าปุ๋ย N และดินให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอในสภาพ slurry แล้วเติมน้ำลงไปในดินให้อยู่ในสภาพน้ำขังตลอดเวลาจนครบ 35 วัน แล้วจึงแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 3 วิธี คือ

(1) Exp-1/1 จำนวน 4 ซ้ำ โดยเก็บตัวอย่างดินแล้วใส่ปุ๋ย N เพิ่มเติมเพื่อปรับ N ให้ได้ระดับสูงตามต้องการ (90.8 ppm N) โดยใช้สมการ $Y = 11.6254 + 0.2141\,X + 0.0005\,X^2$ ที่ได้จากข้อมูลของ ชยงค์ และคณะ (2529) คำนวณจำนวนปุ๋ย N ที่จะต้องใส่เพิ่มในแต่ละตำรับปุ๋ย เสร็จแล้วใส่ปุ๋ย P และ K เป็นปุ๋ยรองพื้นทุกตำรับ ปุ๋ยในอัตรา 20 ppm P_2O_5 และ K_2O แล้วจึงปลูกข้าวกล้าอายุ 25 วัน รักษาสภาพน้ำขังตลอดไปจนเก็บเกี่ยวข้าวแล้วเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับปุ๋ยวิเคราะห์ทางเคมี

(2) Exp-1/2 จำนวน 2 ซ้ำ รักษาสภาพน้ำขังตลอดไปโดยไม่ปลูกข้าวจนถึงระยะเก็บเกี่ยวข้าวของ Exp-1/1 จึงทำการเก็บตัวอย่างดิน

(3) Exp-1/3 จำนวน 2 ซ้ำ ปล่อยให้น้ำและดินแห้งโดยไม่ปลูกข้าวจนถึงระยะเก็บเกี่ยวข้าว Exp-1/1 จึงทำการเก็บตัวอย่างดิน

Exp-2 วางแผนการทดลอง Completely Randomized Design ใส่ปุ๋ย N (แอมโมเนียมซัลเฟต, 20% N) 6 ระดับ 0, 30, 60, 90, 120 และ 240 ppm N ตามลำดับ ทำ 3 ซ้ำ วิธีการปฏิบัติการใส่ปุ๋ย N เหมือน Exp-1 หลังจากรักษาสภาพน้ำขังไว้ 35 วัน แล้วปล่อยให้น้ำและดินแห้ง แล้วจึงเก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณ Available N ที่ตรึงอยู่ในดิน และใช้ปริมาณนี้สำหรับคำนวณใส่ปุ๋ย N เพิ่มเติมเพื่อปรับ N ให้ได้ระดับสูงตามต้องการ (90.8 ppm N) แล้วจึงปลูกข้าวกล้าอายุ 25 วัน รักษาสภาพน้ำขังตลอดไปจนเก็บเกี่ยวข้าว แล้วเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับปุ๋ยวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ตัวอย่างดินเพื่อหาปริมาณ Available N ในรูปของ NH_4^+-N และ NO_3^--N โดยวิธี Steam distillation with MgO-Devarda Alloy (Black et al., 1965) และใช้

ปริมาณของ NH_4^+-N + NO_3^--N เป็นค่าของ Total available N และวิเคราะห์ตัวอย่างพืชเพื่อหาปริมาณ N โดยวิธีของ Kjeldahl

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองใส่ปุ๋ย N อัตราต่าง ๆ ในดินสภาพน้ำขังแล้วทิ้งไว้ในระยะเวลาและสภาพต่าง ๆ กัน (น้ำขังและแห้ง) (Table 1) ปรากฏว่าเมื่อใส่ปุ๋ย N ในดินสภาพน้ำขังแล้ว ทิ้งไว้ 35 วัน และ 135 วัน กับหลังจากอยู่ในสภาพน้ำขังแล้ว 35 วัน ก็ปล่อยให้น้ำแห้งอีก 100 วัน จะมีปริมาณ NH_4^+-N และ NO_3^--N แตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อใส่ปุ๋ย N ในสภาพน้ำขังแล้ว 35 วัน และ 135 วัน พบว่ามีปริมาณ NH_4^+-N ที่ตรึงอยู่ในดินมากกว่า NO_3^--N ประมาณ 47.2 และ 2.3 เท่า ตามลำดับ แต่เมื่อใส่ปุ๋ย N ในสภาพน้ำขังแล้ว 35 วัน แล้วปล่อยให้ดินอยู่ในสภาพแห้งอีก 100 วัน จะพบว่ามีปริมาณ NO_3^--N ตรึงอยู่ในดินในปริมาณสูงกว่า NH_4^+-N ประมาณ 3.6 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของ N จาก NH_4^+-N เป็น NO_3^--N โดยกระบวนการ Nitrification ในระยะเวลาที่ดินเริ่มแห้ง (Alexander, 1965) อย่างไรก็ตาม ในสภาพที่ดินแห้งมากและอากาศร้อนจัดเช่นใน Exp–2 (Table 2) ซึ่งดินแห้งมากและอากาศร้อนจัดกว่าสภาพใน Exp–1 ปรากฏว่ามีปริมาณ NO_3^--N ตรึงอยู่ในดินน้อยกว่า NH_4^+-N ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่ากระบวนการ Nitrification ลดลงเพราะ Nitrifying bacteria ถูกฆ่าตายเพราะอากาศแห้ง (Russell, 1973)

TABLE 1. Forms of available nitrogen in the soil as affected by wet and dry soil conditions

Applied N	Wet (Submerged) and dry soil conditions					
	Exp–1/1 Submerged 35 days		Exp–1/2 Submerged 135 days		Exp–1/3 Submerged 35 days Dry 100 days	
	NH_4^+-N	NO_3^--N	NH_4^+-N	NO_3^--N	NH_4^+-N	NO_3^--N
ppm	ppm N		ppm N		ppm N	
0	45.3	0.5	11.6	8.8	5.6	2.8
30	60.7	1.6	13.3	4.2	6.7	4.9
60	61.6	0.5	17.5	7.4	5.6	15.8
90	93.6	2.3	18.6	20.7	8.4	30.5
120	74.0	1.2	50.1	38.9	11.6	51.5
240	90.1	2.6	72.8	0.01	11.9	72.8
Mean	70.9	1.5	30.7	13.4	8.3	29.7

TABLE 2. Comparative forms of available nitrogen in the soil as affected by hot and dry weather and soil conditions

Applied N	Submerged 35 days & Dry 100 days under normal weather condition			Submerged 35 days & Dry 100 days under very hot/dry weather conditions		
	NH_4^+-N	NO_3^--N	Tot. Avail. N	NH_4^+-N	NO_3^--N	Tot. Avail. N
ppm N	ppm N			ppm N		
0	5.6	2.8	8.4	4.7	0.7	5.4
30	6.7	4.9	11.6	5.5	0.2	5.7
60	5.6	15.8	21.4	4.2	6.5	10.7
90	8.4	30.5	38.9	7.7	7.0	14.7
120	11.6	51.5	63.0	18.0	11.0	28.9
240	11.9	72.8	84.7	53.9	24.1	78.0
Mean	8.3	29.7	38.0	15.7	8.3	23.9

TABLE 3. Effects of nitrogen at different levels and days after submergence on forms of available nitrogen fixed and nitrogen recoveries in the soil

Applied N	Days after submergence									
	Submerged 10 days					Submerged 35 days				
	NH_4^+-4	NO_3^--N	Tot avail. N	N-recovery		NH_4^+-N	NO_3^--N	Tot. avail. N	N-recovery	
				Soil N[1] + Fert. N	Fert. N only				Soil N[1] + Fert. N	Fert. N only
------ ppm N ------	---------- ppm N ----------			---------- % ----------		---------- ppm N ----------			---------- % ----------	
0	8.2	8.9	17.1	–	–	8.4	2.1	10.5	–	–
30	9.3	11.4	20.7	45.59	12.67	18.4	2.1	20.5	45.15	33.33
60	10.3	19.4	29.7	39.39	21.00	22.2	3.3	25.4	33.69	24.83
90	13.5	30.6	44.1	41.84	30.11	28.7	7.0	35.7	33.87	28.00
120	30.3	38.0	68.3	50.44	42.83	40.4	2.8	43.2	31.91	27.25
240	88.2	47.4	135.6	53.09	49.42	82.4	8.6	91.0	35.63	33.54
Mean	26.6	26.0	52.6	46.07	31.21	33.4	4.3	37.7	36.05	29.34

[1]Original total of available N in the soil is 15.4 ppm N.

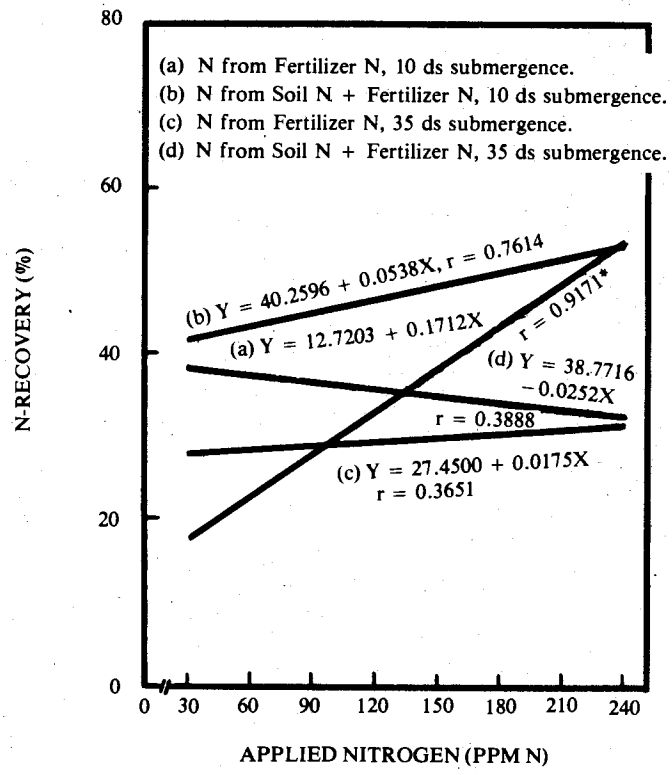

Fig. 1. Effects of applied nitrogen on recoveries of fertilizer nitrogen or soil nitrogen in soils at different periods of submerged conditions.

และปริมาณ NO_3^--N ที่ลดลงอาจจะเนื่องจากเกิดกระบวนการ Chemo-denitrification (Aerobic denitrification) ของ NO_2^--N อันเนื่องมาจาก Nitrobacter ตายหรือไม่สามารถทำงานเพื่อเปลี่ยน NO_2^--N เป็น NO_3^--N ได้ เพราะสภาพอากาศแห้งและร้อนจัด (Smith and Chalk, 1980; Broadbent and Clark, 1965)

ชยงค์ และคณะ (2529) พบว่า หลังจากใส่ปุ๋ย N อัตราต่าง ๆ ในดินในสภาพน้ำขังแล้ว 10–15 วัน มีการสะสมของ Available N ในดินในระยะเวลาดังกล่าวสูงที่สุด เมื่อเทียบกับระยะเวลาต่าง ๆ โดยเฉพาะที่ระยะเวลา 35 วัน หลังสภาพน้ำขัง (Table 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในระยะ 10–15 วัน มีปริมาณการสะสมของ NH_4^+-N และ NO_3^--N ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณของ NO_3^--N ลดลงที่ระยะเวลา 35 วันหลังสภาพน้ำขัง และเปอร์เซ็นต์ N-recovery (fixed) ในดินอันเนื่องมาจาก Soil N + Fertilizer N และจาก Fertilizer N อย่างเดียวมีอัตราเพิ่มขึ้นที่ระยะ 10–15 วันหลังสภาพน้ำขัง แต่ลดลงหรือไม่เพิ่มที่ระยะ 35 วันหลังสภาพน้ำขัง และ Linear Regression Equations ของ N-recovery แสดงไว้ใน Fig. 1

อิทธิพลของ Available N ที่ตรึงในดินต่อผลผลิตข้าวนั้น จะเห็นได้ว่าใน Table 4 (Exp – 1) เมื่อใส่ปุ๋ย N เพิ่มเติมจาก Available N ที่พบในดิน และคำนวณปริมาณ N ทั้งหมด (Soil N + Fertilizer N) โดยไม่คิดเปอร์เซ็นต์ N ที่จะสูญหายหลังจากใส่ปุ๋ยในสภาพน้ำขังเลย พบว่ามีปริมาณ Available N ในตำรับปุ๋ยต่าง ๆ แปรปรวนสูง ๆ ต่ำ ๆ และไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวที่ได้รับ ($r = -0.4604$) และกับเปอร์เซ็นต์ N

ในต้นข้าว (r = −0.0224) แต่ถ้าคิดเปอร์เซ็นต์สูญหายของ N โดยใช้สมการ Fertilizer N-recovery ในดินระยะ 10 วัน หลังสภาพน้ำขัง (Y = 12.7203 + 0.1712 X, a = at 30 ppm N) พบว่าปริมาณ Available N ในตำรับปุ๋ยต่าง ๆ มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับผลผลิตข้าวที่ได้รับ (r = 0.5940) และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับเปอร์เซ็นต์ N ในต้นข้าว (r = 0.9040)*

ใน Table 5 (Exp−2) แสดงให้เห็นว่า Available N ที่ตรึงอยู่ในดินมีอิทธิพลและประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่า N ที่ใส่ลงไปในดินในรูปของปุ๋ย N แม้จะปรับอัตราของ Available N ในดินให้เท่ากันทุกตำรับด้วยปุ๋ย N แล้วก็ตาม แต่ถ้าในดินใดมี Available N ตรึงอยู่มาก จะให้ผลผลิตข้าวได้สูงกว่าในดินที่มีปริมาณ Available N ตรึงอยู่น้อย อย่างไรก็ตาม ปุ๋ย N ที่ใส่ลงไปในดินในสภาพน้ำขังจะมีส่วนหนึ่ง

TABLE 4. Effects of available soil-N and added fertilizer-N on nitrogen uptake and yield of rice (Exp-1).

Applied N	(1) Tot. avail. N in soil	(2) Added fert. N	(3) Tot. avail. N calculated	(4) Grain yield (ODW)	(5) Fert. N[1] recovery in soil	(6) Amount of fert. N recovery in soil	(7) Tot. avail. N adjusted	(8) N in above-ground plant biomass
----- ppm N -----	---------- ppm N ----------			--- g pot − 1 ---	------- % -------	---- ppm N ----	---- ppm N ----	------- % -------
0	45.3	79.2	124.5	79[ns 2]	26.28	20.8	66.1	1.12
30	60.7	72.3	133.0	96	25.10	18.2	78.9	1.17
60	61.6	64.6	126.2	78	23.78	15.4	77.0	1.23
90	93.6	56.0	149.6	96	22.31	12.5	106.1	1.39
120	74.0	46.5	120.5	99	20.68	9.6	83.6	1.33
240	90.1	0	90.1	112	0	0	90.1	1.33
Correlation/w grain yield (4)			r = −0.4604	–	–	–	r = 0.5940	–
Correlation/w N in plant (8)			r = -0.0224	–	–	–	r = 0.9040*	–

1/ Calculated from fertilizer-N recovery equation, Y = 12.7203 + 0.1712 N when a = at 30 ppm N.
2/ Not significantly different at the 5% level.

TABLE 5. Effects of available soil-N and added fertilizer-N on yield of rice (Exp − 2)

Applied N	(1) Tot. avail. N in soil	(2) Added fert. N	(3) Tot. avail. N calculated		(4) Grain yield (ODW)		(5) Fert. N[1] recovery in soil	(6) Amt. of fert. N recovery in soil	(7) Tot. avail. N adjusted	
--- ppm ---	--------- ppm N ---------		− ppm N (kg N rai^{-1})		− g.m^{-2} (kg rai^{-1})		--- % ---	-- ppm N --	− ppm N (kg N rai^{-1})	
0	5.4	85.4	90.8	(30)	306[2/c]	(490)	27.34	23.4	28.8	(9.6)
30	5.7	85.1	90.8	(30)	322 bc	(515)	27.29	23.2	28.9	(9.6)
60	10.7	80.1	90.8	(30)	354 bc	(566)	26.43	21.2	31.9	(10.6)
90	14.7	76.1	90.8	(30)	365 bc	(584)	25.75	19.6	34.3	(11.4)
120	28.9	61.9	90.8	(30)	403 b	(645)	23.32	14.4	43.3	(14.5)
240	78.0	30.1	108.1	(36)	576 a	(921)	17.87	5.4	83.4	(27.8)
Correlation/w grain yield (4)			r = 0.9384**		-	-	–	–	r = 0.9910**	

1/ Calculated from fertilizer-N recovery equation, Y = 12.7203 + 0.1712 N when a = at 30 ppm N
2/ Means followed by the same letter are not significantly different (P = 0.01) according to DMRT.

สูญหายไปจากดินก่อนที่พืชจะนำไปใช้ได้ และปริมาณ N ของปุ๋ยที่จะตรึงอยู่ในดินและสามารถเป็นประโยชน์ต่อพืช สามารถจะคำนวณได้โดยใช้สมการ Fertilizer N-recovery (Y = 12.7203 + 0.1712X, a = at 30 ppm N) แม้ว่าปริมาณ Available N ในดำรับปุ๋ยต่าง ๆ ทั้งที่คำนวณโดยไม่คิดเปอร์เซ็นต์สูญหายของ N จากปุ๋ย และคิดเปอร์เซ็นต์สูญหายของ N จากปุ๋ยหลังจากใส่ในดินในสภาพน้ำขัง จะมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งก็ตาม ผลการทดลองได้แสดงว่าปริมาณ Available N ที่คำนวณโดยคิดเปอร์เซ็นต์สูญหายของ N จะมีสหสัมพันธ์กับผลผลิตข้าว ($r = 0.9910^{**}$) ได้สูงกว่าที่คำนวณโดยไม่คิดเปอร์เซ็นต์สูญหายของ N ($r = 0.9384^{**}$) เพราะฉะนั้น การคิดปริมาณของ Available N ที่ตรึงอยู่ในดินและเป็นประโยชน์ต่อพืชควรคำนึงถึงเปอร์เซ็นต์การสูญหายของ N จากปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินในสภาพน้ำขังด้วย

สรุปผลการทดลอง

การเพิ่มปริมาณ Available N ให้ตรึงในดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชข้าวนั้น ทำได้โดยการใส่ปุ๋ย N แต่การคำนวณปริมาณ Available N ที่จะตรึงในดินจากการใส่ปุ๋ย N ต้องคำนึงถึงเปอร์เซ็นต์การสูญหายของ N หลังจากใส่ในดินในสภาพน้ำขังด้วย รูปของ Available N ที่ตรึงอยู่ในดินสามารถคาดคะเนได้จากสภาพของดินและสภาพแวดล้อม คือ (1) NH_4^+-N มีมากกว่า NO_3^--N ในดินสภาพน้ำขัง (2) NO_3^--N มากกว่า NH_4^+-N ในสภาพดินแห้งอากาศไม่ร้อน และ (3) NH_4^+-N มากกว่า NO_3^--N ในสภาพดินแห้งมากและอากาศร้อนจัด นอกจากนี้ Available N ที่ตรึงอยู่ในดินอยู่ก่อนแล้วมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าวได้สูงกว่า N ที่ได้จากการใส่ปุ๋ย N ลงไปภายหลัง

คำนิยม

ผู้เขียนขอขอบคุณกลุ่มงานวิเคราะห์พืชและผลิตผลการเกษตร กองเกษตรเคมี ที่ช่วยเหลือวิเคราะห์ตัวอย่างพืชของงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ชยงค์ นามเมือง มณเฑียร จินดา สมศักดิ์ เหลืองศิโรรัตน์ และ วรางคณา โพธิ์สุข. 2529. ความสัมพันธ์ระหว่างผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในดินกับผลผลิตของข้าว : ปริมาณไนโตรเจนในดินกับการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ในดินหลังสภาพน้ำขัง. เอกสารการประชุมวิชาการ ประจำปี 2529 เอกสารวิชาการด้านปฐพีวิทยา เล่ม 2. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

Alexander, M. 1965. Nitrification. in : Soil Nitrogen. Agronomy no. 10. W.V. Batholomew and F.E. Clark, eds. Am. Soc. Agron., Madison, Wis. pp. 307 – 434.

Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.

Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, and F.E. Clark. 1965. Methods of soil analysis : Chemical and microbiological properties. Agronomy no. 9, Part 2. Am. Soc. Agron., Madison, Wis.

Broadbent, F.E., and F. Clark. 1965. Denitrification. pp. 344 – 359. in : Soil Nitrogen. Agronomy no. 10. W.V. Batholomew and F.E. Clark, eds. Am. Soc. Agron., Madison, Wis.

Hauck, R.D. 1972. Synthetic slow-release fertilizers and fertilizer amendments. pp. 633 – 690. in : Organic chemicals in the soil environment. Vol. 2. C.A.I. Goring and J.W. Hamaker, eds. Marcel Dekker, Inc., New York.

Porter, L.K. 1975. Nitrogen transfer in ecosystems. pp. 1 – 30. in : Soil biochemistry. Vol. 4. E.A. Paul and A.D. Mclaren, eds. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 1 – 30.

Reddy, K.R., W.H. Patrick, Jr., and R.E. Philips. 1976. Ammonium diffusion as a factor in nitrogen loss from flooded soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 40(4) : 528 – 533.

Russell, E.W. 1973. Soil conditions and plant growth. 10th ed. Longman, London and New York.

Savant, N.K., and S.K. De Datta. 1982. Nitrogen transformations in wetland rice soils. Advance in Agronomy. 35 : 241 – 302.

Smith, C.J., and P.M. Chalk. 1980. Fixation and loss of nitrogen during transformation of nitrate in soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44 : 288 – 291.

EFFECT OF AVAILABLE NITROGEN ACCUMULATED IN SOIL ON RICE

By

Chayong Nammuang, Varangkana Podisuk, Somsak Leaungsirorat, Narong Khengwa and Montian Chinda

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

ABSTRACT

Relationships between analytical values of accumulated N and yield of rice grown in a Nakhon Pathom clay loam (Aeric Tropaqualfs) soil were studied in pot experiments. Using a CRD 6 levels of N at 0, 30, 60, 90, 120 and 240 ppm N, respectively, even applied and mixed with the soil under slurry conditions. The N treated soil was submerged and maintained under flooded conditions for 35 days. Available soil N under both flooded and dry soil conditions was determined, together with the yield of rice grown with a yield-maximizing level of N which was determined from on the yield production equations and the actual amount of available N present in the soil.

The results indicated that the available N accumulated in the soils can be increased by the addition of N-fertilizer. However, the quantity of available N accumulated in the soil was dependent on the percentage of N loss and the amount of N applied to the flooded soil. NH_4^+-N accumulated in greater amounts than the NO_3^--N in submerged soils; in dry soils under warm conditions the revese was true. However, in dry soils under very hot, conditions, the NH_4^+-N was found in greater amounts than NO_3^--N. These studies indicate that available N accumulated in the soil can be considered as making a contribution to the N requirements of the rice crop when formulating N fertilizer recommendations. It also appears that the available N accumulated in the soil is more efficient in increasing rice yield than an equal amount of N obtained from applied N-fertilizer.