

กรรมวิธีเตรียมฟางไอโซโทป ^{15}N

วิทยา มะเสนา ทองปาน นนุชา และ ดวงสมร เตจา¹

บทคัดย่อ

ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการทำนาปีและนาปรังเฉลี่ยปีละประมาณ 58 ล้านไร่ และ 3.5 ล้านไร่ ตามลำดับ ในแต่ละปีจะมีฟางข้าวเหลืออยู่ในนาเป็นจำนวนมาก ฟางส่วนหนึ่งจะเป็นอาหารสัตว์ ฟางที่เหลือเป็นจำนวนมากมักจะถูกทำลายโดยการเผา ซึ่งทำให้สูญเสียธาตุไนโตรเจนประมาณ 1-8 กก./ไร่/ปี ขึ้นอยู่กับชนิดปริมาณของฟางและลักษณะการเผาไหม้ ในปีหนึ่งๆ ประมาณว่ามีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนจากการเผาฟางคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแปรสภาพในดิน-พืช และความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากฟางข้าว กระทำกันน้อยมากในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการใช้ฟางไอโซโทป ^{15}N (^{15}N -tagged straw) ซึ่งให้ผลดีกว่าการใช้ฟางธรรมดา งานวิจัยนี้ได้เตรียมฟางไอโซโทป ^{15}N โดยปลูกข้าวในสารละลายธาตุอาหารที่สมบูรณ์ในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 4 ลิตร ใช้ ^{15}N จาก $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ที่มีระดับไอโซโทป ^{15}N 29.73% ^{15}N atom excess เป็นแหล่งอาหารไนโตรเจนสำหรับข้าว ควบคุมสารละลายธาตุอาหารให้มี pH 5.0 และความเข้มข้น $1/3$ เท่าในช่วง 7 วันแรก และ $1/2$ เท่าในช่วง 7 วันถัดไป ต่อจากนั้นใช้ความเข้มข้นปกติจนสิ้นสุดการทดลอง เปลี่ยนสารละลายทุก 7 วัน เมื่อปลูกข้าวครบ 115 วันแล้วนำข้าวทั้งหมดอบที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง บดและวิเคราะห์หา ^{15}N ฟางไอโซโทปที่ได้จากการทดลองมีระดับไอโซโทป ^{15}N เท่ากับ 9.56% ^{15}N atom excess ซึ่งเป็นผลของการแลกเปลี่ยนและการเจือจางไอโซโทปในพืช

พื้นที่ทำนาและผลผลิตข้าวของประเทศไทยโดยเฉลี่ยต่อปีในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา มีดังนี้คือ พื้นที่ปลูกข้าว นาปี 57.95 ล้านไร่ ผลผลิต 16.7 ล้านตัน พื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง 3.41 ล้านไร่ ผลผลิต 1.71 ล้านตัน (นิรนาม, 2528) หลังฤดูเก็บเกี่ยวข้าว ฟางจำนวนมากจะถูกทิ้งไว้ในนา โดยที่ฟางบางส่วนจะเป็นอาหารสัตว์และฟางอีกจำนวนมากจะถูกเผาหลังฤดูเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพราะเกษตรกรจะเห็นฟางเป็นอุปสรรคในการเตรียมดินเพื่อปลูกพืชต่อเนื่อง อีกทั้งการเผาฟางจะเป็นวิธีการที่ง่ายในการทำลายโรคและแมลงศัตรูพืช การจัดการฟางข้าวในนาโดยใช้ไฟเผาจะปรากฏอยู่ทั่วไปในประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ ที่ปลูกข้าวในทวีปเอเชีย (Tanaka, 1973) มีรายงานว่า การเผาฟางข้าวจะทำให้สูญเสียธาตุไนโตรเจนประมาณ 5-50 กก. $\text{N}/\text{ha}/\text{ปี}$ (Broadbent, 1979) หรือประมาณ 1-8 กก. $\text{N}/\text{ไร่}/\text{ปี}$ ขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณของฟาง และสภาพของการเผาไหม้

ดังนั้น จึงประมาณว่าในแต่ละปีจะมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนจากการเผาฟางคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท

โดยทั่วไปฟางข้าวจะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 0.4-0.7% (Williams et al, 1968) แต่ในบางกรณีจะมีมากกว่า 1% (Murayama, 1979) จึงพอจะกล่าวได้ว่าฟางข้าวที่เหลืออยู่ในนาจะเป็นแหล่งสำคัญของธาตุไนโตรเจนในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งหากมีการจัดการที่เหมาะสม ฟางข้าวจะถูกย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ และอินทรีย์ไนโตรเจนในฟางข้าวก็จะถูกแปรสภาพไปอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ ซึ่งพืชที่ปลูกตามมาจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแปรสภาพในดินนาของธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบของฟางข้าว ยังกระทำกันน้อยมากในประเทศไทย และเท่าที่ทดลองกันก็จะใช้ฟางข้าวธรรมดา ซึ่งให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจนัก สำหรับวิธีให้ผลดี คือ การใช้วิธีทางไอโซโทปที่เรียกว่า tracer technique เพื่อจะติดตามพฤติกรรมของธาตุไนโตรเจนในดิน ทั้งนี้ต้องมีฟางไอโซโทปสำหรับการศึกษานี้ ซึ่งสามารถจะเตรียมฟางไอโซโทปได้โดยกรรมวิธีเปลี่ยนอินทรีย์ไนโตรเจนในต้นข้าว ซึ่งอยู่ในรูปของ ^{14}N ให้

¹ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อาคารวิจัย ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

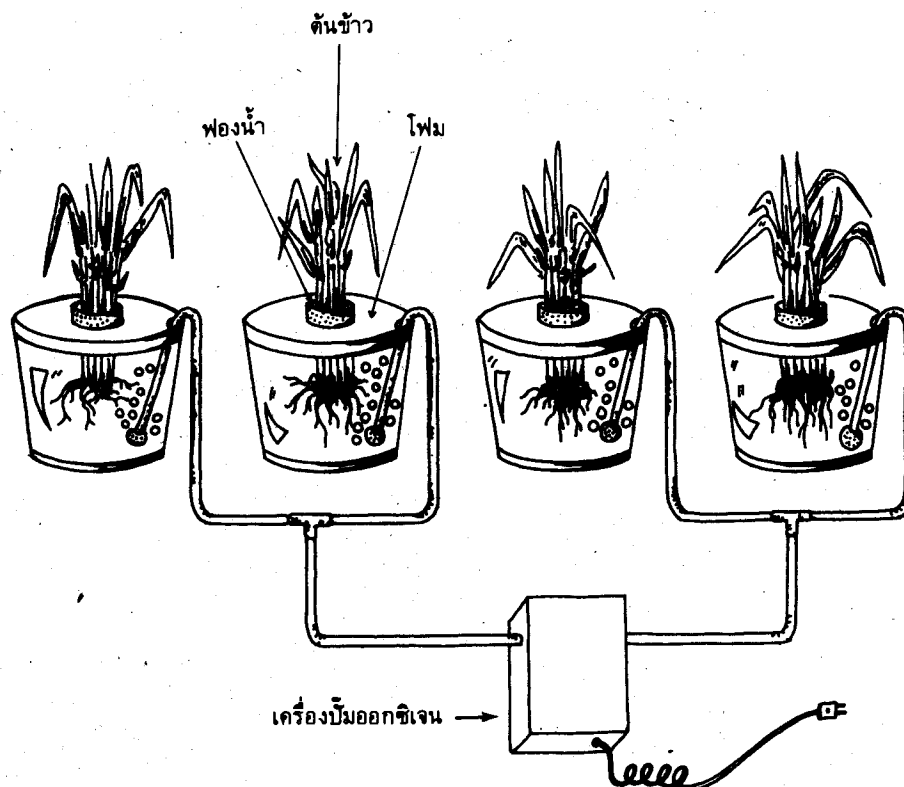
เป็นอินทรีย์ไนโตรเจนในรูป ^{15}N โดยให้มีระดับของไอโซโทป ^{15}N ในต้นข้าวสูงกว่า ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (% natural abundance) กรรมวิธีนี้เรียกว่า labelling technique หรือ tagging technique ฟางข้าวไอโซโทปที่เตรียมได้โดยกรรมวิธีนี้เรียกว่า ^{15}N labelled straw หรือ ^{15}N tagged straw จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อเปลี่ยนไอโซโทปไนโตรเจนในรูป ^{14}N ซึ่งมีอยู่ดั้งเดิมในฟางข้าวให้เป็นฟางไอโซโทปที่มีไนโตรเจนในรูป ^{15}N สูงกว่า ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อนำฟางไอโซโทปที่เตรียมได้ไปเป็นวัสดุเริ่มต้นสำหรับศึกษากระบวนการแปรสภาพในดินนาของอินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนในต้นข้าวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เริ่มดำเนินการทดลองในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ 2528 ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเฉพาะเมล็ดข้าวใน petri dish เป็นเวลา 4 วัน และนำเมล็ดที่งอกแล้วไปปลูกในทรายที่สะอาด ซึ่งผ่านการล้างด้วยน้ำประปาและน้ำกลั่นมาก่อนแล้วหลายครั้ง ในระยะ 7 วันแรกอนุรักษความชื้นของทรายในกระบอกให้เหมาะสมโดยใช้น้ำกลั่น ต่อมาในระยะ 7 วันหลัง

จึงเพิ่มปริมาณน้ำกลั่นให้มากขึ้นจนท่วมระดับ $1/4$ ของความสูงของต้นข้าว เมื่อข้าวเจริญบนกระบอกครบ 14 วันแล้วจึงแยกกล้าข้าว 6 ต้นมาปลูกในถังพลาสติกเบอร์ 1.5 ขนาดความจุ 4 ลิตร ซึ่งบรรจุสารละลายธาตุอาหาร (nutrient solution) โดยใช้ความเข้มข้น $1/3$ ของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 สำหรับระยะการเจริญ 7 วันแรก นับตั้งแต่วันที่มีการย้ายกล้าจากกระบอกทรายมาปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ต่อจากนั้นเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเป็น $1/2$ เท่า สำหรับช่วง 8-14 วันถัดไป อนึ่ง ตั้งแต่วันที่ 15 เป็นต้นไป ใช้ความเข้มข้นปกติของสารละลายธาตุอาหารและเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารทุก 7 วัน และปรับสารละลายธาตุอาหารให้มี pH 5.0 ทุกเช้า-เย็น โดยใช้ 0.5N HCl และ 0.5N NaOH ตลอดระยะเวลา 115 วัน ของการเจริญเติบโตของข้าว

วิธีปลูก ใช้โฟมหนา $1/2$ นิ้ว และฟองน้ำสำหรับยึดต้นข้าว โดยตัดโฟมให้เป็นแผ่นกลมพอดีกับความกว้างของปากถังพลาสติก เจาะรูตรงกลางของโฟมเพื่อสอดส่วนรากของต้นข้าวลงไป ในสารละลาย ใช้ฟองน้ำอุดรูโฟมเพื่อยึดต้นข้าว ใช้เครื่องบีบออกซิเจนชนิดที่ใช้กับอ่างเลี้ยงปลาขนาดเล็ก เพื่อบีบออกซิเจน



ภาพที่ 1 การปลูกข้าวในสารละลายธาตุอาหาร

ให้กับข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตของข้าว (ภาพที่ 1)

การทดลองมี 2 วิธี วิธีแรกใช้ $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 29.73% ^{15}N atom excess เป็นตัวให้ ^{15}N แก่ข้าว การทดลองวิธีที่สองใช้ $(^{14}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ เป็นตัวให้ ^{14}N แก่ข้าว เพื่อเปรียบเทียบความเจริญเติบโตของข้าว ส่วนธาตุอาหารอื่น ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารจะเหมือนกันดังที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 การทดลองแต่ละวิธีมี 3 ซ้ำ ทำการกำจัดโรคแมลงเท่าที่จำเป็น

ปลูกข้าวในสารละลายเป็นระยะเวลา 115 วัน แล้วนำต้นข้าวเข้าเตาอบที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักแห้งโดยบดรากล้างด้วยน้ำกลั่นเข้าด้วยกัน วิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนโดยวิธี Micro-kjeldahl และวิเคราะห์ atom% ^{15}N โดย Emission Spectroscopy (^{15}N Analyzer Jasco N-150)

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของข้าวในสารละลายธาตุอาหาร

จากการทดลองนี้พบว่า องค์ประกอบของสารละลายที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ได้ใช้ ammonium sulfate เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับข้าว จึงทำให้สารละลายธาตุอาหาร

ตารางที่ 1 องค์ประกอบและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร

ธาตุอาหาร	สารเคมีที่ใช้ (AR Grade)	ความเข้มข้นปกติ (ppm) ในสารละลาย 4 ลิตร
N	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	28
P	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	31
K	KCl	78
Ca	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	40
Mg	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	18
S	Na_2SO_4	24
Mn	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.20
B	H_3BO_3	0.20
Zn	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.05
Cu	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.05
Mo	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.05
Fe	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8 \cdot \text{NaFe}$	3
Si	Na_2SiO_3	50

*ammonium sulfate ที่ใช้อาจจะเป็น $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ หรือ $(^{14}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ แล้วแต่กรณี

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงระดับ pH ในสารละลายธาตุอาหารในช่วงความเจริญของข้าวทดลอง

ช่วงความเจริญของข้าว (วัน)	^{14}N			^{15}N		
	เช้า	เย็น	เฉลี่ย	เช้า	เย็น	เฉลี่ย
1-10	4.25	4.50	4.38	4.59	4.65	4.62
11-20	3.76	3.82	3.79	4.69	4.74	4.72
21-30	4.00	3.87	3.94	4.08	3.14	4.11
31-40	3.93	3.96	3.95	4.14	4.22	4.18
41-50	4.00	4.36	4.18	4.43	4.58	4.51
51-60	4.20	4.25	4.23	4.08	4.12	4.10
61-70	3.22	3.26	3.24	3.12	3.15	3.14
71-80	3.38	3.40	3.39	3.42	3.46	3.44
81-90	3.30	3.35	3.32	4.00	4.09	4.05
91-100	4.68	4.72	3.70	4.55	4.58	4.57
101-110	3.70	3.76	3.73	3.74	3.78	3.76
111-115	3.74	3.79	3.765	3.86	3.92	3.89
เฉลี่ย 1-115	3.84	3.92	3.88	4.06	4.12	4.09

มี pH ต่ำ ดังนั้น จึงต้องปรับสารละลายธาตุอาหารให้มี pH 5.0 เสียก่อน ซึ่งที่ระดับ pH นี้ ข้าวจะสามารถดูดธาตุอาหารต่าง ๆ ในสารละลายได้เป็นอย่างดี

การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายธาตุอาหาร (ตารางที่ 2) pH มีแนวโน้มที่จะลดลงตลอดเวลาในแต่ละวัน ซึ่งโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง pH 3.9-4.0 พบว่าในช่วงอากาศร้อนจัด pH ของ

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้ง ปริมาณไนโตรเจน และ atom % ^{15}N ของฟางโฮโซโปป ^{15}N

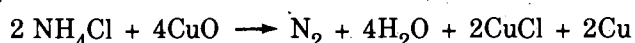
ส่วนของพืช	นน. แห้ง (กรัม)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	% natural abundance	% ^{15}N atom excess
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				
ราก	48.40	1.30	—	ไม่วิเคราะห์
ต้น + เมล็ด	237.15	1.42	—	ไม่วิเคราะห์
ราก + ต้น + เมล็ด	285.55	1.40	—	9.560
$(^{14}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				
ราก	51.25	1.43	0.366	—
ต้น + เมล็ด	254.54	1.89	0.366	—
ราก + ต้น + เมล็ด	305.79	1.80	0.366	—

สารละลายธาตุอาหารลดต่ำลงมาก ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของข้าวหยุดชะงัก

น้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในฟางและรากของข้าวทดลองนั้นพบว่า ปริมาณของไนโตรเจนในฟางมีมากกว่าในราก อัตราส่วนของน้ำหนักแห้งของฟางต่อรากมีค่าเท่ากับ 4.9:1 (ตารางที่ 3)

การวิเคราะห์ระดับไอโซโทป ^{15}N ในพืชทดลอง

ทำการวิเคราะห์อัตราส่วน $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ในฟางข้าว โดยนำฟางข้าวทดลองมาย่อยสลาย (digest) โดยวิธี Peroxide-Sulfuric Acid กลั่นและใช้ HCl เป็นตัวรองรับแอมโมเนียม ใช้ capillary tube บรรจุ NH_4Cl เมื่อทำให้แห้งสนิทแล้วจึงนำเข้าหลอดแก้วที่ปิดปลายด้านหนึ่งและข้างในบรรจุ CuO และ CaO หลังจากนำเข้าระบบสุญญากาศ (vacuating system) แล้วใช้ไฟหลอมละลายเพื่อปิดปลายแท่งแก้วด้านที่เหลือนำไปเข้าเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะได้ N_2 ในหลอดแก้วนี้ ดังปฏิกิริยา



โดยที่ CuO จะ oxidize NH_4 ให้เป็น N_2 ในขณะที่ Cu ซึ่งถูกปลดปล่อยออกมาช่วงที่ CuO ถูกเผาก็จะทำหน้าที่ reduce ไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรูป oxidized form เช่น NO , NO_2 ให้เป็น N_2 ส่วน CaO จะทำหน้าที่ดูดน้ำและ CO_2 ที่อาจจะรบกวนการวิเคราะห์หาอัตราส่วน $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ (Vose, 1980)

การคำนวณ % ^{15}N abundance

อัตราส่วนของ $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ คำนวณโดย

$$\% ^{15}\text{N abundance} = \frac{100}{2R + 1}$$

$$R = \frac{I_{28}}{I_{29} \times 1/M}$$

โดยที่

I_{28} = spectral intensity ของ ^{28}N หรือ ($^{14}\text{N}^{14}\text{N}$)

I_{29} = spectral intensity ของ ^{29}N หรือ ($^{14}\text{N}^{15}\text{N}$)

M = multiplication value ของ $^{29}\text{N}^{30}\text{N}$

% ^{15}N abundance ในฟางไอโซโทป

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ที่มีระดับไอโซโทป ^{15}N เท่ากับ 29.73% ^{15}N atom excess และเมื่อสิ้นสุดการ

ทดลองได้ฟางไอโซโทป ^{15}N ที่มีระดับไอโซโทป 9.56% ^{15}N atom excess ซึ่งสามารถใช้เป็นวัสดุทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมในดินของอินทรีย์ไนโตรเจนจากฟางข้าวได้

วิจารณ์ผลการทดลอง

pH ของสารละลายธาตุอาหารจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการปลูกข้าวในสารละลาย pH ของสารละลายธาตุอาหารมักจะต่ำเมื่อใช้ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับข้าว และ pH มักจะสูงเมื่อใช้ไนเตรตเป็นแหล่งไนโตรเจน อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่า แอมโมเนียมและไนเตรตจะมีประสิทธิภาพเท่ากันในการให้ไนโตรเจนแก่ข้าว (Tanaka et al, 1959) แต่ข้าวจะดูด ammonium ion ได้เร็วกว่าการดูด nitrate ion แต่ถ้ามีการใช้ทั้งแอมโมเนียม และไนเตรตพร้อมกันในสารละลายธาตุอาหาร pH ของสารละลายจะลดลงในระยะแรก ต่อเมื่อแอมโมเนียมถูกพืชดูดไปใช้แล้ว pH จะเริ่มสูงขึ้นและพืชจะเริ่มดูด nitrate ion

ในบางช่วงของการทดลองพบว่า การเจริญของรากจะชะงัก เนื่องจาก pH ลดต่ำลงมากกว่า 4.0 แต่เมื่อได้ควบคุมระดับ pH ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง pH 5 ก็จะทำให้รากข้าวเจริญได้เป็นปกติ ในบางช่วง ข้าวแสดงอาการขาดไนโตรเจนอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะในระยะที่ข้าวกำลังเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ ซึ่งแก้ไขโดยเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารให้บ่อยขึ้น เพื่อให้ข้าวได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอ ในบางครั้งอาการขาดไนโตรเจนจะไม่แสดงอาการออกเฉพาะที่ใบเท่านั้น แต่จะแสดงออกทางรากโดยรากข้าวจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มหรือดำ และในกรณีที่ขาดไนโตรเจนมากจะมีกลิ่นคล้ายแก๊สไข่เน่าออกมาจากกระถางพลาสติกที่ปลูกข้าว ลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดในช่วงที่ข้าวกำลังจะเริ่มออกรวง (Tanaka and Yoshida, 1970)

ในการนี้ใช้ไอโซโทปเพื่อติดตามพฤติกรรมของธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ไม่ว่าจะใช้ stable isotope หรือ radioactive isotope ก็ตาม มักทักท้วงเอาว่าธาตุที่ใช้เป็นตัวติดตาม (tracer) จะมีพฤติกรรมทางกายภาพและเคมีเช่นเดียวกับธาตุที่ถูกติดตาม (tracer) แต่ถ้าหากมีความแตกต่างใน atomic weight หรือ mass ของ atom ของไอโซโทป ก็จะเกิดผลกระทบต่ออัตราของปฏิกิริยาและการเคลื่อนตัว แต่ในกรณีของ ^{14}N และ ^{15}N นั้นไม่พบว่าผลกระทบจาก isotope effect มากนัก (Vose, 1980)

สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองเพื่อเตรียมฟางไอโซโทป ^{15}N ในครั้งนี้ ซึ่งใช้กรรมวิธีแลกเปลี่ยนไอโซโทปของไนโตรเจนในสารละลาย โดยให้มีระยะเวลาแห่งการแลกเปลี่ยนไอโซโทปยาวนาน เพียงพอที่จะเกิดภาวะสมดุลในต้นข้าว ^{15}N จาก $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ จะเข้าไปเป็นองค์ประกอบของโปรตีนในต้นข้าวและจะกระจายทั่วไปในต้นข้าว ซึ่งเมื่อแรกเริ่มใช้ ^{15}N ที่มีระดับไอโซโทป 29.73% ^{15}N atom excess และเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ฟางไอโซโทป ^{15}N ที่มีระดับไอโซโทป 9.56% ^{15}N atom excess ทั้งนี้เป็นผลจากการเจือจางไอโซโทป ^{15}N ในต้นข้าว

ข้อควรระมัดระวังในการทดลองเพื่อเตรียมฟางไอโซโทป ก็คือ การปะปนของ ^{14}N ในสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งถ้าเกิดการปะปนขึ้นมากจะทำให้เกิดการเจือจางไอโซโทป ^{15}N ในต้นข้าวมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้ฟางไอโซโทปที่มีระดับ ^{15}N ต่ำ ดังนั้น ควรจะใช้น้ำกลั่นหรือน้ำบริสุทธิ์ตลอดการทดลอง นอกจากนั้นควรจะได้หาวิธีป้องกันไม่ให้ละอองฝนปกคลุมบรรยากาศที่ทำการทดลองมากเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้มีการปะปนของ ^{14}N ที่มากับฝน การทดลองในฤดูฝนจะพบกับปัญหานี้ ส่วนการทดลองในฤดูร้อนจะทำให้พบกับปัญหาอุณหภูมิสูง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของรากและต้นข้าว จากประสบการณ์จากการทดลองนี้ใคร่ขอเสนอว่า การใช้ growth chamber จะทำให้การทดลองได้ผลดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะใช้วิธีใด การเตรียมฟางไอโซโทป ^{15}N ย่อมต้องเสียค่าใช้จ่ายที่ใช้เป็นค่าสารไอโซโทปสูงมาก

คำนิยม

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ Japan International Cooperation Agency (JICA) ที่ได้อนุเคราะห์สารไอโซโทป ^{15}N และขอขอบคุณศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกในการทดลอง และขอขอบคุณอาจารย์บุญมี ศิริ, คุณรัชณี ผะอบเหล็ก และคุณสุวินัย เต็มศักดิ์ ที่ช่วยเหลือในการเตรียมต้นฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2529. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2527/ 2528. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- Broadbent, F.E. 1979. Mineralization of organic nitrogen in paddy soils. *In* Nitrogen and Rice, International Rice Research Institute, Los Banos pp. 105-118.
- Murayama, N. 1979. The importance of nitrogen for rice production. *In* Nitrogen and Rice, International Rice Research Institute, Manila. pp. 5-23.
- Tanaka, A. 1973. Methods of handling rice straw in various countries. International Rice Commission Newsletter. Vol. XXII, No. 2, 1-20.
- Tanaka, A., Patnaik, S., and Abichandani, C. T. 1959. Studies on the nutrition of the rice plant (*Oryza sativa* L.) Proc. Indian Acad.Sci. Section B, 49 : 386-396.
- Tanaka, A. and Yoshida, S. 1970. Nutritional disorders of rice in Asia. International Rice Research Institute Tech. Bull. No. 10. 51p.
- Vose, P.B. 1980. Introduction to nuclear techniques in agronomy and plant biology. Pergamon Press, Oxford. 391p.
- Williams, W. et al. 1968. Nitrogen immobilization by rice straw incorporation in lowland rice production. Plant and Soil 28 : 49-60.

Technique for Labelling Rice Straw with ^{15}N Isotope

By

Wittaya Masayna, Thongpan Nonrucha and Duangsamorn Taja

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand 40002

ABSTRACT

The annual loss of nitrogen through the burning of rice straw in Thailand is estimated to range from about 5 to 50 kg N ha⁻¹ depending on the kind and quantity of rice straw, and intensity and completeness of burning. The value of this loss has been estimated at several thousand million baht.

To facilitate research on rice straw N transformation and its subsequent availability to succeeding crops, this study was aimed at establishing a technique for labelling rice straw with ^{15}N isotope, a technique known to be reliable but not previously having been used in Thailand.

Rice was grown in four liter plastic containers containing a complete nutrient solution. The labelled nitrogen source in the solution was $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ with 29.73% ^{15}N atom excess. The nutrient solution was maintained at pH 5.0 but its concentration was adjusted to 1/3 and 1/2 normal strength for the first and second weeks respectively; thereafter the normal concentration was maintained until the end of the experiment. The solution was renewed at 7 day intervals. The plants were harvested at 115 days, oven dried at 70°C for 72 hours, ground and analyzed for ^{15}N . The tagged rice straw contained 9.56% ^{15}N atom excess as a result of isotope exchange and isotope dilution in the plants.
