

ก้าวใหม่ในการวัดการตรึงไนโตรเจน : การใช้ ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

วิทยา มะเสนา¹

บทคัดย่อ

ตามธรรมชาติค่าของ ^{15}N ในดินจะมีอยู่มากกว่าค่าของ ^{15}N ในบรรยากาศเพียงเล็กน้อย ความแตกต่างของค่า ^{15}N ระหว่างดินกับบรรยากาศ ซึ่งเราเรียกว่าเดลต้า ^{15}N หรือ $\delta^{15}\text{N}$ หรือ $\Delta^{15}\text{N}$ จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินการตรึงไนโตรเจน โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อปลูกพืชอ้างอิง (reference plant) และพืชที่ตรึงไนโตรเจน (fixing plant) ร่วมกัน พืชอ้างอิงซึ่งได้รับ ^{15}N จากดินแต่เพียงแหล่งเดียวย่อมจะมีค่า ^{15}N สูงกว่าพืชที่ตรึงไนโตรเจนซึ่งได้รับ ^{15}N จากดิน และ ^{15}N จากบรรยากาศ (ซึ่งมีค่า ^{15}N ที่ต่ำกว่าดิน) โดยหลักการดังกล่าวจึงสามารถประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชได้โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยไอโซโทป ^{15}N เช่นวิธีเจือจางไอโซโทปที่นิยมใช้กัน

ในการใช้เทคนิคทางไอโซโทป ^{15}N เพื่อประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว นั้น วิธีการที่นิยมมากที่สุด คือวิธีการเจือจางไอโซโทป ^{15}N หรือที่เรียกกันว่า “ ^{15}N Isotope Dilution Method” เพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ในการประเมินการตรึงไนโตรเจนตลอดฤดูการเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วได้เป็นอย่างดี (Rennie et al., 1978; Danso, 1986) วิธีการเจือจางไอโซโทป ^{15}N ในการประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่วสามารถจำแนกออกได้ 2 วิธีการ คือ

1. วิธีการเจือจางไอโซโทป ^{15}N ซึ่งเราใส่ลงไปในรูปแบบปุ๋ยไอโซโทป ^{15}N (^{15}N -labelled fertilizer) โดยไอโซโทป ^{14}N จากแก๊สไนโตรเจน (N_2) ในบรรยากาศ

2. วิธีการเจือจางไอโซโทป ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ หรือที่เรียกว่า Dilution of Natural ^{15}N Abundance

สำหรับข้อดีและข้อจำกัดของวิธีแรกนั้นก็ได้มีผู้กล่าวถึงโดยละเอียดอยู่แล้ว (Chalk, 1985; Danso, 1986) และที่สำคัญก็คือ จะต้องใช้ปุ๋ยไอโซโทป ^{15}N เป็นจำนวนมากซึ่งมีราคาแพงมากเกินกว่าที่จะนำมาใช้ในทดลองขนาดใหญ่ได้ (Yoneyama et al., 1986)

ส่วนวิธีหลังนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ปุ๋ยไอโซโทป ^{15}N แต่อย่างใด ดังนั้นจึงมีศักยภาพที่จะนำมาใช้ในงานทดลองขนาดใหญ่ได้ แต่เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีการใหม่ล่าสุดซึ่งอยู่ในระหว่างการพัฒนาการและการพิสูจน์ศักยภาพให้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง ดังนั้น จึงเป็นการสมควรที่จะได้เสนอ

แนวคิดและหลักการใหม่นี้ให้ผู้ที่สนใจได้ทราบ และร่วมวิพากษ์วิจารณ์เพื่อหาแนวทางที่จะพัฒนาวิธีการนี้ให้เป็นประโยชน์ยิ่ง ๆ ขึ้นไป

ไอโซโทป ^{15}N ตามธรรมชาติ (Natural ^{15}N Abundance)

อัตราส่วนของไอโซโทปเสถียร $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งจัดได้จากอัตราส่วนของ $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ ในแก๊ส N_2 ในบรรยากาศเท่ากับ $272 \pm 0.3 : 1$ ซึ่งเมื่อคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ (% abundance) ของไอโซโทปเสถียร ^{15}N แล้วจะได้ค่า $0.3663 \pm 0.0004 \text{ atom}\%$ ^{15}N (Junk and Svec, 1958) และสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เหลืออีก 99.6337 นั้นจะเป็น $\text{atom}\%$ ^{14}N ในแก๊สไนโตรเจน ^{15}N ในบรรยากาศนั้นเอง และเป็นที่ทราบกันว่าค่าเฉลี่ยของไอโซโทปเสถียร ที่วัดได้จากบรรยากาศ กับค่าที่วัดได้จากดินนั้นจะมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน กล่าวคือ ค่าของไอโซโทปเสถียร ^{15}N ในดินจะมีค่ามากกว่าค่าของ ^{15}N ในบรรยากาศเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากความแปรปรวน (variation) ในการกระจายของไอโซโทปเสถียรของไนโตรเจนตลอดจนปฏิกิริยาที่ได้รับผลกระทบจากความแตกต่างของมวลระหว่างไอโซโทป หรือที่เรียกว่า “isotope effect” ที่เกิดขึ้นในระหว่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวภาพในดินซึ่งไอโซโทปของธาตุไนโตรเจนได้รวมอยู่ในขบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

ความแตกต่าง หรือความแปรปรวนของไอโซโทป ^{15}N ตามธรรมชาติเราจะใช้สัญลักษณ์ “เดลต้า” ซึ่งอาจจะเขียนเป็น $\delta^{15}\text{N}$ หรือ $\Delta^{15}\text{N}$ และค่าของ $\delta^{15}\text{N}$ หรือ $\Delta^{15}\text{N}$ นี้จะบอกเป็นค่า “หนึ่งในพันส่วน” หรือ “‰” อ่านว่า “per mil”

¹ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จ. ขอนแก่น 40002

ซึ่งมีค่าแตกต่างกันน้อยมากจึงต้องใช้หน่วยวัดนี้แทนส่วน atom % ^{15}N เราจะบอกเป็น "หนึ่งส่วนในร้อยส่วน" หรือ %

ในการคำนวณ เดลต้า ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$ หรือ $\Delta^{15}\text{N}$) นั้น จะใช้สูตรต่อไปนี้ (Hauck and Bremner, 1976)

$$\delta^{15}\text{N} = \frac{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_x - (^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{atm.}}}{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{atm.}}} \times 1,000$$

เมื่อ

$(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_x$ และ $(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{atm}}$ เป็นอัตราส่วนของไอโซโทปของตัวอย่างที่เรา กำลังศึกษา (x) และของ N_2 ในบรรยากาศ (atm.) ตามลำดับ ในบางครั้งอาจจะมีการใช้ศัพท์อื่น ๆ เช่น per mil difference หรือ per mil enrichment และค่าเดลต้า ^{15}N หรือ $\delta^{15}\text{N}$ อาจจะคำนวณตามสมการใดสมการหนึ่งข้างล่าง

(1) Hauck and Bremner (1976) :

$$\delta^{15}\text{N} = \frac{(\text{at. \% } ^{15}\text{N})_x - (\text{at. \% } ^{15}\text{N})_{\text{atm.}}}{(\text{at. \% } ^{15}\text{N})_{\text{atm.}}} \times 1,000 (\%)$$

(2) Vose (1980) :

$$\delta^{15}\text{N} = \frac{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N} \text{ sample} - 1)}{^{15}\text{N}/^{14}\text{N} \text{ standard}} \times 1,000 (\%)$$

เมื่อค่า standard = $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ของ N_2 ในบรรยากาศ

(3) Domenach and Corman (1985) :

$$\delta^{15}\text{N} = \frac{\% ^{15}\text{N} \text{ sample} - \% ^{15}\text{N} \text{ air}}{\% ^{15}\text{N} \text{ air}} \times 1,000 (\%)$$

(4) Yoneyama et al. (1986) :

$$\delta^{15}\text{N} = \frac{R \text{ sample} - 1}{R \text{ air}} \times 1,000 (\%)$$

เมื่อ $R = ^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$

จากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าของ เดลต้า ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$ หรือ $\Delta^{15}\text{N}$) จะมีหน่วยเป็น ‰) หรือ "หนึ่งส่วนในพันส่วน" ดังนั้น เดลต้า ^{15}N หนึ่งหน่วย หรือ 1 $\delta^{15}\text{N}$ หรือ 1 $\Delta^{15}\text{N}$ จะมีค่าเท่ากับ 0.0003663 atom% ^{15}N หรือ 0.00037 atom% ^{15}N

$\delta^{15}\text{N}$ กับการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว

ในการใช้ $\delta^{15}\text{N}$ ประเมินปริมาณของไนโตรเจนที่พืชตระกูลถั่วตรึงได้ นั้นก็อาศัยหลักการเจือจางไอโซโทป ^{15}N หรือ ^{15}N dilution นั้นเอง ซึ่งโดยความหมายของ ^{15}N dilution นั้น ความเข้มข้น (concentration) ของไอโซโทป ^{15}N ในระบบใดระบบ

หนึ่งจะลดลงหรือถูกเจือจางลงเมื่อมีการเติมหรือใส่ไอโซโทปของไนโตรเจนที่มีความเข้มข้นของไอโซโทป ^{15}N ต่ำกว่าลงไป ในระบบที่กล่าวถึง (Hauck and Bremner, 1976) ซึ่งจากความหมายของการเจือจางไอโซโทป ^{15}N ดังกล่าว เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่วได้พิจารณาประเด็นต่อไปนี้

1. ค่าของ atom% ^{15}N ในดินจะสูงกว่าค่าที่วิเคราะห์ได้จากบรรยากาศ

2. เมื่อปลูกพืชที่ตรึงไนโตรเจน (fixing plant) และพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจน (non-fixing plant) ในดินชนิดเดียวกัน และเมื่อเราเก็บเกี่ยวและนำพืชทั้งสองชนิดมาวิเคราะห์หา atom% ^{15}N ก็พบว่า พืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจนซึ่งได้ไนโตรเจนทั้งหมดจากดินแต่เพียงแหล่งเดียวย่อมจะมี atom% ^{15}N สูงกว่าพืชที่ตรึงไนโตรเจนอยู่เล็กน้อยเพราะ atom% ^{15}N ในดินจะสูงกว่า atom% ^{15}N ในบรรยากาศ ดังนั้นพืชที่ตรึงไนโตรเจนซึ่งได้รับไนโตรเจนจากบรรยากาศอีกแหล่งหนึ่ง ก็ย่อมจะมี atom% ^{15}N ต่ำกว่าค่าที่วิเคราะห์ได้ในพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจน และค่าความแตกต่างที่กล่าวถึงนี้จึงได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว

โดยที่ระดับไอโซโทป ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะมีค่าน้อยมากการคำนวณเป็น ‰ จึงไม่เหมาะสม ดังนั้น จึงได้ใช้หน่วยเป็น ‰ หรือหนึ่งส่วนในพันส่วนแทนดังที่ได้กล่าวถึงแล้ว

การคำนวณปริมาณไนโตรเจนที่พืชตรึงได้

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์หาค่า atom% ^{15}N ในพืชที่ตรึงไนโตรเจนและพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจนตามวิธีของ Fiedler and Proksh (1975) เราก็จะนำค่า atom% ^{15}N ดังกล่าว มาคำนวณเป็นค่า $\delta^{15}\text{N}$ ซึ่งอาจจะใช้สูตรใดสูตรหนึ่งที่กล่าวไว้ข้างต้น เช่น สูตรของ Vose (1980)

$$\delta^{15}\text{N}(\%) = \frac{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N} \text{ sample} - 1)}{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N} \text{ standard})} \times 1,000$$

และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่พืชตรึงได้หรือ % NdfFix (Nitrogen derived from fixation) ซึ่งในบางครั้งเรียกว่า Ndfa (Nitrogen derived from air หรือ atmosphere) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\% \text{NdfFix} = \left(1 - \frac{^{15}\text{N} \% \text{ (fixing plant)} - ^{15}\text{N} \% \text{ air}}{^{15}\text{N} \% \text{ (non-fixing plant)} - ^{15}\text{N} \% \text{ air}} \right) \times 100$$

ในการคำนวณหาปริมาณของไนโตรเจนที่พืชตรึงได้ ต่อหน่วยพื้นที่นั้น อันดับแรกจะต้องทราบปริมาณของไนโตรเจนในพืชต่อหน่วยพื้นที่ (total N yield) เสียก่อนซึ่งคำนวณได้โดย ปริมาณไนโตรเจนในพืช (กก. N/ไร่) = % ไนโตรเจนในพืช × น้ำหนักแห้งของพืช (กก. N/ไร่)

จากนั้นเราก็สามารถคำนวณปริมาณไนโตรเจนที่พืชตรึงได้ทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่ทดลอง หรือพื้นที่ที่เราปลูกโดยใช้สูตร ปริมาณ N ที่พืชตรึงได้ =

$$\frac{\% \text{NdfFix} \times \text{ปริมาณ N ในพืชที่ตรึงได้ (กก. N/ไร่)}}{100}$$

อนึ่งในการคำนวณ % NdfFix นั้น ในบางครั้งอาจจะมี การดัดแปลงใช้สูตรอื่นที่จะต้องเอาค่าของ factor เข้าไปรวม คำนวณด้วย เช่น กรณีของ Yoneyama (1986) ซึ่งใช้สูตรของ Amarger et al. (1980) ดังข้างล่าง

$$\% \text{Ndfa} = \frac{\delta^{15}\text{N ของพืชที่ไม่ตรึง N} - \delta^{15}\text{N ของพืชที่ตรึง N}}{\delta^{15}\text{N ของพืชที่ไม่ตรึง N} - (-1.66)} \times 100$$

ซึ่ง $\delta^{15}\text{N}$ ของส่วนต้น (shoots) ของถั่วซึ่งได้ N_2 จากการตรึงไนโตรเจนแต่เพียงอย่างเดียวจะมีค่าเท่ากับ -1.66% อันเป็นค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 8 ตัวอย่างของนักวิทยาศาสตร์ 3 คน (Amarger et al., 1980; Bardin et al., 1977; Steele et al., 1983)

ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้เซลล์ ^{15}N ในการประเมินการตรึงไนโตรเจน

วิธีการที่ใช้ในการวัดการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว ทุกวิธีตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันต่างก็มีข้อดีและข้อจำกัดด้วยกันทั้งนั้น สำหรับการใช้อย่างการเซลล์ ^{15}N ในการประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว นั้น มีข้อดีและข้อจำกัดดังต่อไปนี้ คือ

ข้อดี

1. เป็นวิธีที่ประหยัดโดยเฉพาะในประเด็นที่ไม่ต้องซื้อปุ๋ย ไอโซโทป ^{15}N ซึ่งมีราคาแพงมาก ดังนั้นวิธีนี้จึงสามารถใช้กับงานทดลองหรืองานวิจัยขนาดใหญ่ได้ค่อนข้างจะประหยัด

2. เป็นวิธีที่ให้ข้อมูลในเชิงคุณภาพ (qualitative) และเชิงกึ่งปริมาณ (semi-quantitative) ได้ดีซึ่งโดยหลักการแล้วจะให้ค่าที่ตรึงไนโตรเจนได้เป็นที่น่าพอใจ (Domenach and Corman, 1985)

ข้อจำกัด

1. แม้ว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่ประหยัด ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ปุ๋ยไอโซโทป ^{15}N (^{15}N -labelled fertilizer) ก็ตาม แต่ในการวิเคราะห์หา $\text{atom}\%^{15}\text{N}$ ในระดับ % natural abundance จำเป็นที่จะต้องวัดด้วยเครื่อง Mass Spectrometer ซึ่งมีราคาแพงมาก ส่วนเครื่อง Emission Spectrometer นั้น แม้จะมีราคาถูกกว่าแต่นำมาใช้กับวิธีนี้ไม่ได้ผล แต่เราสามารถใช้อุปกรณ์ Emission Spectrometer ในการวิเคราะห์ $\text{atom}\%^{15}\text{N}$ ในระดับที่สูงกว่า % natural abundance ได้ค่อนข้างดี

2. ข้อจำกัดที่สำคัญของวิธีนี้ก็คือ ^{15}N ในดินจะมีการกระจายที่ไม่สม่ำเสมอ (Rennie et al., 1976)

3. ในบางกรณีพืชที่ตรึงไนโตรเจนอาจจะตรึงไนโตรเจนในสภาพที่เป็น ^{14}N ก็ได้ซึ่งในการคำนวณจะต้องพิจารณาใช้ factor ที่เหมาะสมไม่เช่นนั้นจะให้ค่าตรึงไนโตรเจนที่มากกว่าความเป็นจริง (Rennie et al., 1978)

สรุป

การใช้ค่า $\delta^{15}\text{N}$ เพื่อประเมินการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว นั้น นับเป็นก้าวใหม่อีกก้าวหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทุ่มเทความพยายามในการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักการความแตกต่างของ ^{15}N ระหว่างไนโตรเจนในดินกับไนโตรเจนในบรรยากาศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษากระบวนการตรึงไนโตรเจนซึ่งเป็นกิจกรรมร่วมระหว่างจุลินทรีย์ไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว แม้ว่าวิธีการนี้ยังไม่เป็นวิธีการที่มีความสมบูรณ์ในทุกแง่ แต่ก็เป็วิธีการที่มีประโยชน์และมีศักยภาพที่น่าจะได้รับการพัฒนาและแก้ไขข้อจำกัดให้สามารถขอวิธีการนี้ให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป เช่นเดียวกับเทคนิคหรือวิธีการที่ดีที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งล้วนแล้วแต่ผ่านการวิพากษ์วิจารณ์ การตีแผ่จุดอ่อนและขีดจำกัดเพื่อให้เกิดแนวคิดร่วมที่สร้างสรรค์เพื่อหล่อหลอมวิธีการใหม่ให้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางเมื่อเวลาผ่านไป

คำนิยาม

ผู้เขียนผ่านการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ด้านการใช้เครื่องมือและเทคนิคทางไอโซโทป ^{15}N และไอโซโทป-กัมมันตรังสีในการวิจัยด้านดิน-พืช จาก Kyushu University และ The National Institute for Environmental Studies ประเทศญี่ปุ่น; International Atomic Energy Agency ประเทศ

Austria และ The Macaulay Land Use Research Institute, Scotland ประเทศสหราชอาณาจักร จึงใคร่ขอขอบพระคุณสถาบันที่กล่าวถึงที่ได้ประสิทธิผลการในสาขานี้ให้แก่ผู้เขียน

เอกสารอ้างอิง

- Amarger, N. et al. 1979. Estimate of symbiotic fixed nitrogen in field grown soybean using variations in ^{15}N natural abundance. *Plant and Soil* 52 : 269 – 280.
- Bardin, R., A.M. Domenach and A. Chalamet. 1977. Rapports isotopiques naturels de l'azote II-Application à la mesure de la fixation symbiotique de l'azote in situ, *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 14 : 395 – 402.
- Chalk, P.M. 1985. Review : Estimation of N_2 fixation by isotope dilution : an appraisal of techniques involving ^{15}N enrichment and their application. *Soil Biol. Biochem.* 17 : 389 – 410.
- Danso, S.K.A. 1986. Review : Estimation of N_2 fixation by isotope dilution : an appraisal of techniques involving ^{15}N enrichment and their application-comments. *Soil Biol. Biochem.* 18 : 243 – 244.
- Domenach, A.M. and A. Corman. 1985. Use of ^{15}N natural abundance method for the study of symbiotic fixation of field-grow soybeans. *Soil Sci. Plant Nur.* 31 : 311 – 321.
- Fiedler, R. and G. Proksch. 1975. The determination of nitrogen – 15 by emission and mass spectrometry in biochemical analysis : A review *Analytica Chimica Acta* 78 : 1 – 62.
- Hauck, R.D. and J.M. Bremner. 1976. Use of tracers for soil and fertilizer nitrogen research. *Adv. Agron.* 28 : 219 – 266.
- Junk, G. and H.J. Svec. 1958. The absolute abundance of nitrogen isotopes in the atmosphere and compressed gas from various sources. *Geochim. Cosmochimica. Acta* 14 : 234 – 243.
- Rennie, D.A., E.A. Paul and L.E. Johns. 1976. Natural nitrogen – 15 abundance of soil and plant samples. *Can. J. Soil Sci.* 56 : 43 – 50.
- Rennie, R.J., D.A. Rennie and M. Fried. 1978. Concepts of ^{15}N usage in dinitrogen fixation studies. In *Isotopes in Biological Dinitrogen Fixation*. IAEA, Vienna. pp. 107 – 133.
- Steele, K.W. et al., 1983. Effect of Rhizobial strain and host plant on nitrogen isotopic fractionation in legumes. *Plant Physiol.*, 72 : 1001 – 1004.
- Vose, P.B. 1980. Stable isotopes as tracers : mainly the use of ^{15}N . In *Introduction to nuclear techniques in agronomy and plant biology*. Pergamon Press. Oxford. pp. 151 – 176.
- Yoneyama, T. et. al., 1986. Natural ^{15}N abundance of field grown soybean grains harvested in various locations in Japan and estimate of the fractional contribution of nitrogen fixation. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 32 : 443 – 449.

Use of Differences in Natural Abundance of ^{15}N for the Assessment of Nitrogen Fixation

By

Wittaya Masayna

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

ABSTRACT

In nature, most soils have slightly higher ^{15}N abundance than the atmosphere. This difference in natural ^{15}N abundance between soil and atmospheric N_2 , known as delta ^{15}N , or $\delta^{15}\text{N}$, or $\Delta^{15}\text{N}$, has been used in the assessment of nitrogen fixation in plants. N_2 -fixing plants, when grown together with non N_2 -fixing plants, have been found to have a lower ^{15}N enrichment than the latter which receive ^{15}N solely from the soil. Based the difference in natural ^{15}N abundance, the $\delta^{15}\text{N}$ has recently been used to assess nitrogen fixation. This technique is also economical, as ^{15}N -labelled fertilizer is not needed.
