

132 351 Soil Fertility and Plant Nutrition
 ความอุดมสมบูรณ์ของดินและโภชนาการพืช

อาจารย์ผู้สอน
 ศ. ดร. ปัทมา วิเศษากร แรมใบ

Nitrogen

2

ไนโตรเจน

ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับพืชมาก เพราะเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ถ้าพืชขาดไนโตรเจน จะเกิดลักษณะใบสีเหลืองโดยเกิดที่ใบแก่ก่อนการเจริญเติบโตหยุดชะงัก

ไนโตรเจน จำเป็นสำหรับพืชเพราะเป็นส่วนประกอบของโปรตีนและกรดนิวคลีอิกทุกชนิด ดังนั้นจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรโตพลาสซึม

3

ไนโตรเจนกับการเจริญเติบโตของพืช (Nitrogen and plant growth)

ความเข้มข้นของธาตุ N ในพืชจะมีมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุในกลุ่มของ mineral elements โดยทั่วไปแล้วพืชจะมีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 1-5% โดยน้ำหนัก ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อพืชอย่างยิ่งเพราะมันเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของรงควัตถุในใบสีเขียวของพืช คือ คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งช่วยในการสังเคราะห์แสง

พืชต้องการไนโตรเจนในการสร้างสารประกอบหลายชนิด เช่น กรดนิวคลีอิก (Nucleic acids), กรดอะมิโน (amino acids), โปรตีน (Proteins), และน้ำตาล (sugars) อีกกลุ่มหนึ่งของสารประกอบไนโตรเจนก็คือ เอนไซม์ (enzyme) ซึ่งเป็นตัวเร่งกระบวนการทางชีววิทยา (Biological process) ในพืช

4

องค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

N เป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบของ Chlorophyll

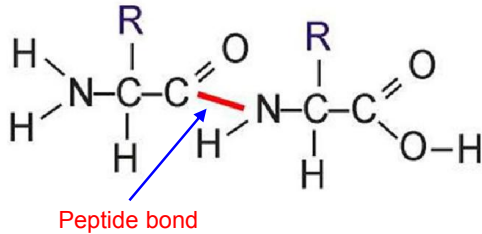
CHLOROPHYLL (GENERAL STRUCTURE)

5
drvsrs.com/innovation.htm

Amino acid structure

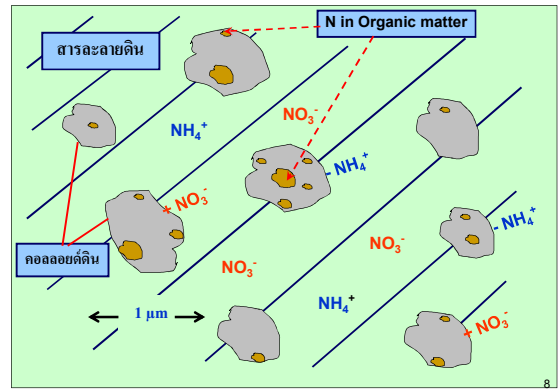
6
mwsu-bio101.ning.com/xn/detail/2...ent:9915

Protein structure



7

รูปของ N ในดินแบ่งเป็น 2 รูปหลัก คือ รูปอินทรีย์และอนินทรีย์



8

รูปของไนโตรเจนในดิน (forms of soil nitrogen)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในธรรมชาติ แต่ไนโตรเจนมักจะเป็นธาตุที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอยู่ในรูปของก๊าซ N₂ ส่วนในดินมีปริมาณของ N น้อยมากเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ซึ่งในปริมาณน้อยนี้ก็มีสัดส่วนที่น้อยมากที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง โดยที่ **ประมาณ 90% ของสารประกอบไนโตรเจนอยู่ในส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุ** หรืออีกนัยหนึ่งก็คืออยู่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen)

N อินทรีย์จะเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของอนินทรีย์ไนโตรเจน (inorganic nitrogen) คือ NO₃⁻ หรือ NH₄⁺ อย่างไรก็ตามพืชส่วนใหญ่ได้รับหรือมีแนวโน้มที่จะดูดใช้ในรูปของ **NO₃⁻ มากกว่า NH₄⁺**

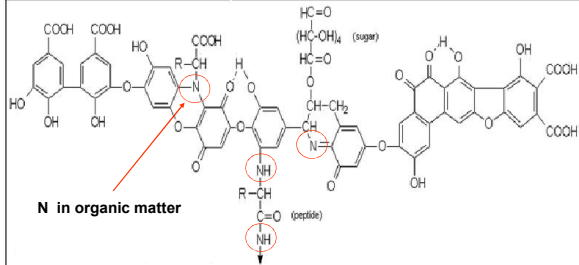
9

อินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (soil organic nitrogen)

อินทรีย์ไนโตรเจนในดินมี >90% ของ N ทั้งหมดในดิน เป็นส่วนประกอบของโปรตีน (20-40%) และสารประกอบโมเลกุลเชิงซ้อนอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่ของสารนี้จะอยู่ในรูปของ amine group (-NH₂) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ amino acid และ amino sugars นอกจากนี้ก็เป็นส่วนประกอบของ Hexosamines (5-10%), purine และ pyrimidine derivative (~1%), และสารประกอบเชิงซ้อนต่างๆ ซึ่งเกิดจาก ปฏิกิริยาของ ammonium กับ lignin, เกิดจากกระบวนการ polymerization ของ quinones กับสารประกอบ nitrogen, และเกิดจากการ condensation ของ sugar และ amines

10

ไนโตรเจนอินทรีย์ (organic N)



แบบจำลองโครงสร้างของกรดฮิวมิก humic acid (Stevenson, 1982)

นอกจากนี้ยังมี N อินทรีย์รูปที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน (dissolved organic N) เช่น กรดอมิโน เป็นต้น

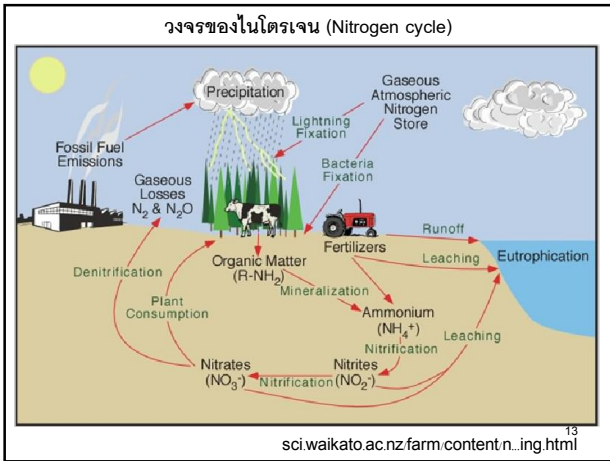
11

ไนโตรเจนรูปอนินทรีย์

รูปหลักได้แก่ แอมโมเนียม (NH₄⁺) และไนเตรต (NO₃⁻)

รูปของ NH₄⁺ พืชจะดูดใช้น้อยกว่าเพราะว่าความเข้มข้นสูงของ NH₄⁺ ในพืชจะเป็นพิษต่อพืชได้ พืชสามารถใช้ไนโตรเจนในรูปของ NO₃⁻ และ/หรือ NH₄⁺ แต่สารประกอบทั้งสองดังกล่าวมีปริมาณจำกัดในดินและมักจะสูญเสียได้ง่ายโดยกระบวนการต่างๆ เช่น การชะล้าง (leaching) และกระบวนการอื่นๆ เช่น biological reduction of NO₃⁻ (denitrification) ในขณะที่พืชต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากสำหรับการเจริญเติบโต ดังนั้นเราจึงมักกล่าวกันว่า **ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มักจำกัดการเจริญเติบโตของพืช**

12



วงจรของไนโตรเจน

กระบวนการนำไนโตรเจนเข้ามาสู่ระบบดิน-พืช

การทับถมแบบเปียกและแบบแห้ง

การทับถมแบบเปียกเป็นกระบวนการที่สารที่อยู่ในรูปก๊าซและของแข็งถูกเคลื่อนย้ายจากบรรยากาศลงสู่ดินโดยฝนและหิมะ ส่วนการทับถมแบบแห้งคือ การเคลื่อนย้ายของสาร เช่น สิ่งแขวนลอยในบรรยากาศ เช่น เกล็ดของแอมโมเนียม ที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลก

ยกตัวอย่างเช่น ก๊าซไนโตรเจน N_2 เปลี่ยนรูปโดยปรากฏการณ์ฟ้าแลบ (lighting) เป็น oxide ของไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ และสุดท้ายเป็น NO_3^- เป็นต้น

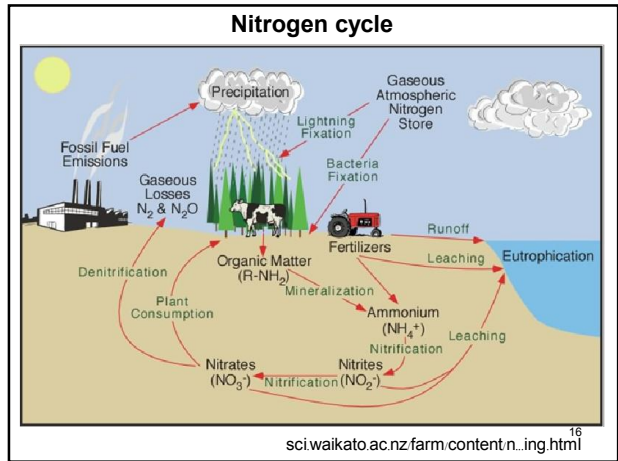
14

การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation)

ถึงแม้ว่าแหล่งเก็บกัก N ในบรรยากาศจะมีมากถึง 78% ของบรรยากาศ แต่พืชชั้นสูงไม่สามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนให้มาเป็นโปรตีนได้โดยตรง และก่อนที่พืชหรือสัตว์จะสามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศได้ ก๊าซไนโตรเจนต้องผ่านกระบวนการ "ตรึง" ซึ่งก็คือการเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจน ให้เป็นรูปไนโตรเจนที่พืชใช้ประโยชน์ได้ เรียกกระบวนการนี้ว่า "การตรึงไนโตรเจน" (nitrogen fixation หรือ dinitrogen fixation)

ไนโตรเจนสามารถถูกตรึงจากบรรยากาศได้ทั้งกระบวนการทางธรรมชาติและการสังเคราะห์เทียม ซึ่งจะเปลี่ยนก๊าซ N_2 ให้เป็นไนโตรเจนในรูปแบบที่พืชใช้ประโยชน์ได้ เช่น NH_4^+ หรือ NO_3^-

15



กระบวนการตรึงไนโตรเจน (ต่อ)

กระบวนการการตรึงไนโตรเจน มี 3 กระบวนการหลัก คือ

1. **การตรึงไนโตรเจนเมื่อเกิดฟ้าแลบตามธรรมชาติ** (N_2 -fixation in natural lighting) การตรึงไนโตรเจนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติอย่างหนึ่งก็คือ ปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ซึ่งเรียกว่าเป็นแบบ non-biological nitrogen fixation หรือ abiotic nitrogen fixation
2. **การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ** (biological N_2 fixation หรือ biotic N_2 fixation) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หมายถึง ปฏิกริยาการรีดิวซ์ก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศ (reduction of atmospheric nitrogen gas (N_2)) ให้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งปฏิกริยานี้สามารถเกิดขึ้นได้โดยจุลินทรีย์เฉพาะกลุ่มที่สามารถผลิตเอนไซม์ไนโตรจีนเนส (nitrogenase enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกริยาการแยกพันธะ triple bond ของก๊าซไนโตรเจน จุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ จะจำกัอยู่เฉพาะกลุ่ม prokaryotic microorganisms (bacteria, cyanobacteria, actinomycetes และ Archaea) เท่านั้น

17

กระบวนการตรึงไนโตรเจน (ต่อ)

3. **การตรึงไนโตรเจนทางเคมี** (Chemical หรือ Artificial N_2 - fixation) เป็นการนำธาตุไนโตรเจนมาเปลี่ยนเป็นสารประกอบเคมีที่สามารถนำไปผลิตและใช้เป็นปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (Chemical Nitrogen fertilizers)

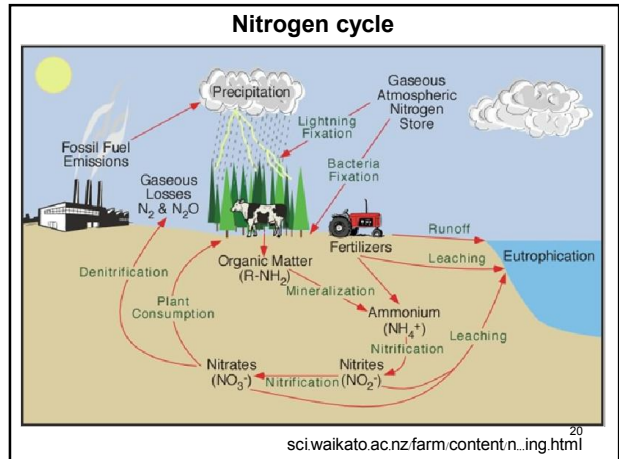
จะเห็นได้ว่าการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นได้จากกระบวนการทั้งทางชีวภาพและทางเคมี ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ทุกกระบวนการต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งในการเปลี่ยนรูปของก๊าซ N_2 ให้เป็นรูปที่เป็นประโยชน์ได้

18

กระบวนการต่างๆ ที่ทำให้สูญเสียไนโตรเจน(output)จากระบบดิน

การสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซ
(Gaseous Losses of Nitrogen)

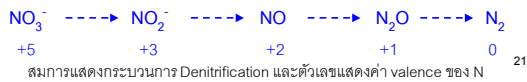
ไนโตรเจนในดินสามารถสูญเสียไปในบรรยากาศได้ในรูปของก๊าซหลายชนิด ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจน (molecular nitrogen (N₂)), ก๊าซแอมโมเนีย (ammonia (NH₃)), และก๊าซในรูปของออกไซด์ต่างๆ ของไนโตรเจน เช่น nitric oxide (NO) และ nitrous oxide (N₂O) เป็นต้น การสูญเสียไนโตรเจนจากดินในรูปของก๊าซที่พบบ่อยคือกระบวนการ **denitrification, urea hydrolysis และ ammonia volatilization**



การสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซ (ต่อ)

กระบวนการ Denitrification

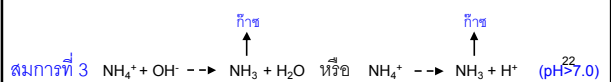
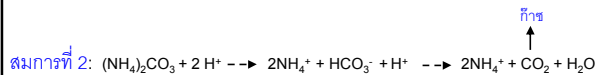
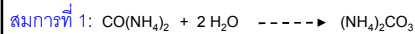
กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินต้องการ O₂ ดังนั้นเมื่อดินขาด O₂ หรืออยู่ในสภาพน้ำขัง (anaerobic conditions) ไม่มีช่องว่างให้อากาศผ่าน ก็จะมีจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่สามารถดึงเอา oxygen ที่มันต้องการจากโมเลกุลของสารประกอบไนโตรเจนในดินคือ nitrite (NO₂) และ nitrate (NO₃) เมื่อเกิดการดึงเอา oxygen จากสารประกอบไนโตรเจนไปใช้ซึ่งก็คือ การรีดิวซ์ nitrate ให้เป็น nitrite และในที่สุดก็เกิดก๊าซ nitrous oxide (N₂O) และ nitrogen (N₂) กลับคืนสู่อากาศ เรียกกระบวนการนี้ว่า **denitrification** ซึ่งในสภาพน้ำขังที่เอื้อต่อการเกิดกระบวนการนี้ต้องมี สารประกอบอินทรีย์เพียงพอเพื่อเป็นแหล่งพลังงานและเป็นตัวให้อิเล็กตรอน (Hydrogen donors) ส่วน NO₃⁻ ในดินก็ทำหน้าที่เป็นตัวรับ อิเล็กตรอน (electron acceptor) นั่นเอง



การสูญเสียไนโตรเจนจากดินในรูปของก๊าซโดย Urea hydrolysis

ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรีย (Urea - CO(NH₂)₂) เป็นปุ๋ยที่มีปริมาณการใช้สูงมากทั่วโลก และนิยมใช้กันมากในกลุ่มเกษตรกรในประเทศไทย ดังนั้นเราจึงควรทราบถึงปฏิกิริยาของ urea ในดินด้วย เมื่อเราใส่ปุ๋ยยูเรียลงในดินก็จะเกิดกระบวนการ hydrolysis ของ urea ขึ้นดังสมการ

ปฏิกิริยาของ urea ในดิน



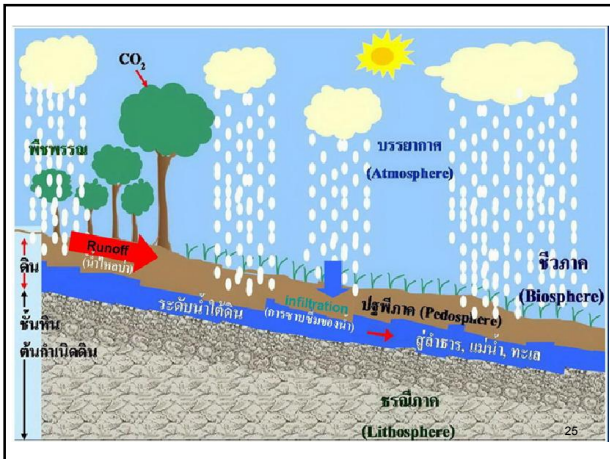
การสูญเสียไนโตรเจนจากดินในรูปของก๊าซ
โดย **Ammonia Volatilization**

นอกจากปุ๋ย Urea แล้ว ปุ๋ยแอมโมเนียมหรือปุ๋ยอื่นๆ ที่ให้ไนโตรเจนออกมาในรูปของ NH₄⁺ (ammonium หรือ ammonium-producing fertilizers) ก็เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของก๊าซ NH₃ ได้เช่นกัน ซึ่งการสูญเสียไนโตรเจนในกระบวนการ ammonia volatilization นี้จะมีประมาณ 0-50% ของปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น รูปแบบของปุ๋ย, วิธีการใส่ปุ๋ย, ค่า pH, ค่า cation exchange capacity (CEC) และ ระยะการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น

Ammonium (NH₄⁺) ที่เกิดขึ้นหรือใส่ลงไปในดินในรูปของปุ๋ยต่างๆ นั้น ถ้าในดินมี H⁺ เพียงพอ NH₃ ก็จะดูดซับ H⁺ กลายเป็น NH₄⁺ และก็มีโอกาสถูกดูดซับบนผิวคอลลอยด์ได้ ทำให้การสูญเสียโดยการระเหยน้อยลง ผลการทดลองบางงานพบว่ากระบวนการ ammonia volatilization จะเกิดค่าที่สูงสุดในดินที่มี CEC สูง ความชื้นสูง และมี pH ต่ำ ส่วนการสูญเสียที่มากมายนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในดินทรายต่ำ (alkaline sandy soils) โดยไม่มีการปลูกพืช

การสูญเสีย NO₃⁻ โดยการชะล้าง (Nitrate leaching)

การสูญเสียธาตุอาหารจากดินในรูปของ NO₃⁻ ได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากทำให้สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของ NO₃⁻ ที่สูงมากเกินไปจนทำให้น้ำไม่เหมาะในการนำมาบริโภค NO₃⁻ เป็นสารที่ละลายได้ดีมากในน้ำและไม่ถูกดูดซับโดย soil colloids ดังนั้นมันจึงถูกชะล้างไปกับน้ำสู่ชั้นใต้ผิวดินได้ง่าย การ leaching ของ NO₃⁻ เกิดขึ้นเมื่อมี NO₃⁻ ในดินมากเกินไปและไม่ถูกใช้โดยพืชจึงทำให้ถูกชะล้างออกจากบริเวณรากพืชไปกับน้ำและลงสู่ชั้นใต้ดินในที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปนเปื้อนในน้ำดื่มและมีปัญหาต่อสุขภาพ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจึงควรใส่ในอัตราที่เหมาะสมในช่วงระหว่างการปลูกพืช



กระบวนการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนในระบบดิน-พืช (N transformation)

การตรึงแอมโมเนียม (Ammonium Fixation)

โดยปกติแล้ว NH_4^+ จะถูกดูดซับ (absorb) ไว้ที่ผิวของคอลลอยด์ดินซึ่งเรียกว่าเป็น **exchangeable NH_4^+** ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนกับ cations ตัวอื่นๆ ที่อยู่ในสารละลายดินได้อยู่และเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ แต่เมื่อใดที่ NH_4^+ ถูกดักจับ (trapped) หรือตรึง (fixed) ในระหว่างชั้น (interlayer) ของแร่ดินเหนียว เรียกกลไกนี้ว่า **Ammonium fixation** ซึ่งจะทำให้ NH_4^+ ไม่สามารถแลกเปลี่ยนกับ cations ตัวอื่นๆ ในสารละลายดินได้ และเราเรียกว่าเป็น **non-exchangeable NH_4^+** ซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

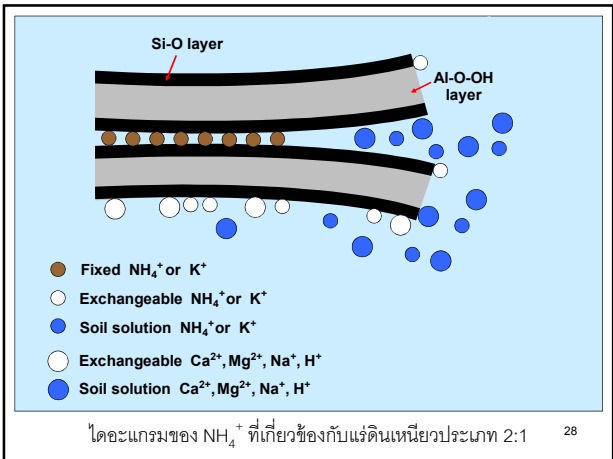
26

การตรึงแอมโมเนียม (ต่อ)

โดยทั่วไปแล้วในดิน NH_4^+ สามารถถูกตรึงได้โดยแร่ดินเหนียวที่มีชั้นที่ยึดหยุ่นได้คือประเภท 2:1 clay minerals โดยการแลกเปลี่ยนกับ Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ และ H^+ แร่ดินเหนียวที่มี ammonium fixation ส่วนใหญ่คือ montmorillonite, illite และ vermiculites

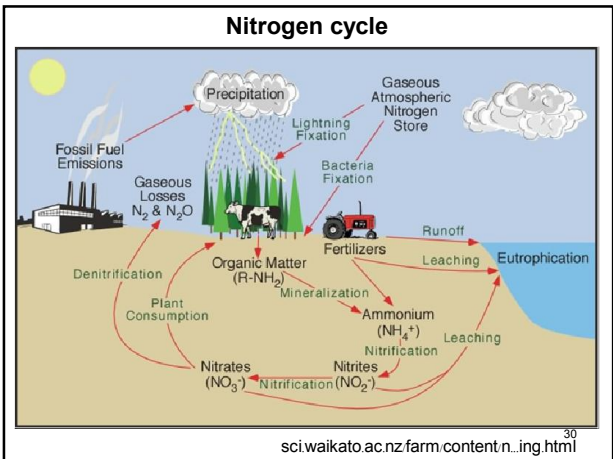
กระบวนการที่ NH_4^+ ถูกดักจับไว้ในระหว่างชั้นของ clay minerals คล้ายกับ K^+ ใน Mica การตรึง NH_4^+ อาจเกิดขึ้นเองเมื่อดินแห้ง หรือ เมื่อดินมีอุณหภูมิสูงทำให้น้ำที่อยู่ระหว่างชั้นออกมาและ NH_4^+ เข้าไปแทนที่ NH_4^+ จะเป็นประโยชน์อีกครั้งเมื่อชั้นของแร่ดินเหนียวมีการขยายตัวตอนที่มีความชื้นเพิ่มขึ้น

27



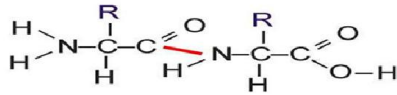
กระบวนการเปลี่ยนรูปอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนในระบบดิน (N transformation in soil systems)

29



การเปลี่ยนรูปไนโตรเจนจากอินทรีย์เป็นไนโตรเจนอนินทรีย์ในดิน (Mineralization of Soil Organic Nitrogen)

ไนโตรเจนในอินทรีย์วัตถุส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ amine group ซึ่ง N จะจับกับ C หนึ่งอะตอม และ H สองอะตอมด้วย covalent bond ทำให้ N ไม่สามารถแตกตัวออกมาได้



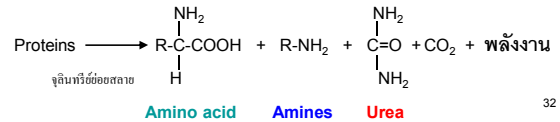
อินทรีย์วัตถุต้องผ่านการย่อยสลายอย่างน้อยบางส่วนจึงจะทำให้ N เริ่มเป็นประโยชน์ได้ ซึ่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะค่อยๆ ย่อยสลาย (decompose) อินทรีย์วัตถุ ทำให้ organic N ถูกเปลี่ยนให้เป็น inorganic N ซึ่งเราเรียกกระบวนการนี้ว่า **Mineralization**

การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (ต่อ)

กระบวนการ Mineralization เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาอย่างเป็นขั้นตอน 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ **aminization, ammonification** และ **nitrification**

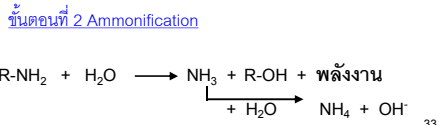
- **ขั้นตอนที่ 1 Aminization** เป็นการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ซับซ้อน โดยจุลินทรีย์หลายชนิดในกลุ่ม heterotrophs ได้แก่ bacteria, fungi และ actinomycetes โดยขั้นตอนสุดท้ายเป็นการย่อยสลายโปรตีนและปลดปล่อย N ออกมาในรูปของ amines, amino acid และ urea ดังสมการ

ขั้นตอนที่ 1 Aminization



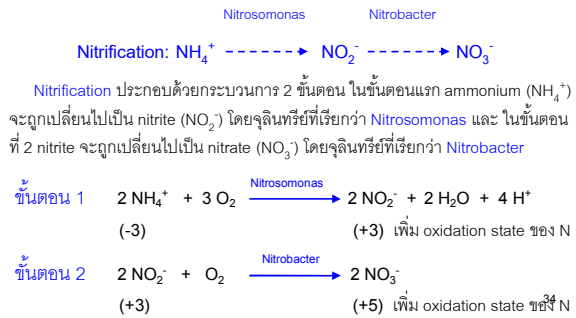
การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (ต่อ)

- **ขั้นตอนที่ 2 Ammonification** เป็นกระบวนการทางชีววิทยาที่ organic N เปลี่ยนรูปไปเป็น Ammonia (NH₃) หรือ ammonium ions (NH₄⁺) โดยที่หลังจากขั้นตอนที่ 1 amine และ amino acids ที่ถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการ Aminization จะถูกจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งย่อยสลายต่อซึ่งปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายของกระบวนการนี้คือการ hydrolysis ของ amino group ซึ่งจะปลดปล่อย N ออกมาในรูปของ inorganic NH₄⁺ จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการนี้มีทั้งประเภท aerobic และ anaerobic ซึ่งอยู่ในกลุ่มของ bacteria, fungi และ actinomycetes อย่างไรก็ตามในสภาพ aerobic environments อัตราของปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีและเร็วกว่า



การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (ต่อ)

- **ขั้นตอนที่ 3 Nitrification** เป็นชุดของกระบวนการ oxidation ที่เริ่มจาก NH₄⁺ และมีผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็น NO₃⁻ ดังสมการสรุปของกระบวนการดังนี้



การเกิด net mineralization และ net immobilization ของ N

กระบวนการ mineralization และ immobilization เกิดขึ้นไปด้วยกัน แต่มีผลสวนทางกันหรือดำเนินไปในทิศทางตรงกันข้าม กระบวนการ mineralization ทำให้อินทรีย์วัตถุสลายตัว ในขณะที่กระบวนการ immobilization สร้างอินทรีย์วัตถุ เมื่อนำปริมาณของผลผลิตจากกระบวนการทั้งสองมาหักลบกัน จะได้ผลสุทธิ ซึ่งอาจเป็นผลสุทธิของ mineralization (net mineralization) หรือผลสุทธิของ immobilization (net immobilization)

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของสารอินทรีย์หรืออินทรีย์วัตถุในดิน จะเป็นตัวชี้ว่าจะเกิด net mineralization หรือ net immobilization ได้ ถ้าอัตราส่วน C/N อยู่ในช่วงประมาณ 20-30 สารอินทรีย์นั้นจะทำให้เกิด net mineralization ถ้าสูงกว่านั้น จะทำให้เกิด net immobilization เมื่อเกิดการสลายตัวในดิน

กระบวนการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนอนินทรีย์ให้เป็นรูปอินทรีย์ (Nitrogen immobilization)

พืชและจุลินทรีย์จะดูดใช้ (absorb) ammonium และ nitrate ions (NH₄⁺ และ NO₃⁻) เพื่อจะนำไปสร้างโปรตีนและสารประกอบอื่นๆ ที่มี N เป็นองค์ประกอบ การดูดใช้หรือเรียกว่า **absorption** เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการที่เรียกว่า **assimilation**

N immobilization คือการเปลี่ยนรูปของ inorganic N (NH₄⁺ และ NO₃⁻) ให้เป็น organic N ซึ่งคือรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการกักเก็บไว้ในพืชและจุลินทรีย์

ปริมาณไนโตรเจนและอัตราส่วน C/N ในวัสดุอินทรีย์ต่างๆ				
วัสดุอินทรีย์	%N	C:N	เอกสารอ้างอิง	
มูลไก่	2.76	8	บัทมาและสุรศักดิ์	
ใบถั่วลิสง	2.17	13		
มูลวัว	1.38	19		
ใบกระถินณรงค์	2.73	22		
ใบยูคาลิปตัส	1.63	29		
มูลหมู	0.83	30		
หญ้าที่ตัดจากสนาม	4	12		บัทมา (2524)
กะหล่ำปลี	3.6	12		
มะเขือเทศ	3.3	12		
หอมใหญ่	2.6	15		
สาหร่ายทะเล	1.9	19		
ฟางจากข้าวโอ๊ต	1.03	48		
ฟางจากข้าวสาลี	0.32	128		
ซีเลื่อยดิบ	0.11	510		

เอกสารอ้างอิงและอ่านเพิ่มเติม

บัทมา วิตยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 423 หน้า.

อรรวรรณ ฉัตรสีรุ่ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 253 หน้า.