

MICROORGANISMELE ȘI ROLUL LOR ÎN CIRCUITUL AZOTULUI ÎN NATURĂ

MICROORGANISMS AND THEIR ROLE IN THE NITROGEN CYCLE

Vlad STOIAN, Roxana VIDICAN
USAMV Cluj-Napoca

Abstract:

Nitrogen is an essential element for life in the biosphere, present in nature in large amounts, but in forms inaccessible directly. In agricultural systems, the existing nitrogen in soil is strongly correlated with productivity, enhancing the importance given to microorganisms capable of converting nitrogen into an assimilable form. Nitrogen cycle involves a stage of nitrogen fixation, during which bacteria convert atmospheric nitrogen into ammonia, a decomposition stage where decomposing microorganisms releases nitrogen compounds from

organic matter, an ammonification step where bacteria and fungi convert organic compounds of nitrogen, from dead plants and animals, and release excess ammonia and ammonium ions and a phase of conversion of ions, formed during the ammonification phase, in nitrate and nitrite. In perturbed agricultural ecosystems may occur a denitrification processes, during which bacteria convert nitrates and nitrites in atmospheric nitrogen, which leads to depreciation of soil fertility and the appearance of nitrogen deficiency.

Azotul este un element esențial pentru existența vieții în biosferă, fiind inclus în structura tuturor proteinelor și a acizilor nucleici, prezent în natură în cantități foarte mari, dar aproape invariabil în forme inaccesibile direct, plantelor și animalelor.

Contextul agricol actual prevede limitarea aplicării neraționale a fertilizanților cu azot, pentru a reduce potențialul apariției proceselor de levigare și îmbogățirea în nitrați a pânzei de apă freatică, aspecte care depreciază sursele de apă potabilă. Datorită crizei energetice și a efectelor secundare ale îngrășămintelor chimice cu formule bazate pe azot, direcțiile de acțiune sunt îndreptate tot mai mult spre mecanismele naturale de fixare a azotului, spre eficientizarea și îmbunătățirea desfășurării etapelor prezente în circuitul azotului.

În natură circuitul azotului implică un număr ridicat de procese și organisme, responsabile de transformarea azotului într-o formă asimilabilă și pus la dispoziția plantelor (fig. 1.). În sistemele agricole,

nivelul de azot existent în sol este corelat puternic cu productivitatea, acest aspect sporind în special importanța acordată microorganismelor capabile de conversia azotului în forme inaccesibile plantelor și care pot conduce la pierderea fertilității solului.

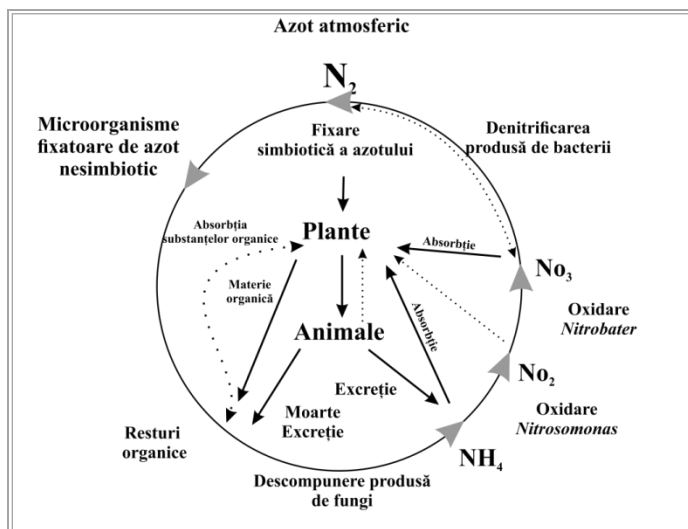


Fig. 1. Schema ciclului azotului în natură

Circuitul azotului în natură presupune parcurgerea unei etape de fixare a azotului, pe parcursul căreia bacteriile convertesc azotul atmosferic în amoniac, o etapă de descompunere la nivelul căreia microorganismele descompunătoare eliberează compușii de azot din materia organică, o etapă de amonificare în care bacteriile și fungii transformă compușii organici de azot proveniți de la plante și animale moarte și eliberează excesul de amoniac și ionii de amoniu, respectiv o etapă de conversie a ionilor formați în etapa de amonificare în nitrați și nitriți. În ecosistemele agricole perturbate pot apărea procesele de denitrificare, pe parcursul cărora bacteriile pot converti nitrații și nitriții în azot atmosferic, ceea ce conduce la deprecierea fertilității solului și apariția curenților de azot.

Amonificarea este procesul de producere a amoniacului din compuși organici, la acest proces participând majoritatea populațiilor bacteriene din sol. În această etapă de transformare a azotului, proteinele sunt descompuse în amino-acizi, care la rândul lor sunt supuși unui proces de de-aminare pentru a putea elibera moleculele de amoniac în momentul morții organismelor vii. Alături de amoniac, pe parcursul procesului de

amonificare sunt produși și acizi nucleici, uree sau acid uric. Amonificarea este caracteristică populațiilor bacteriene de *Bacillus*, *Clostridium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, și *Streptomyces* din sol.

Unele microorganisme sunt capabile de utilizarea nitraților ca acceptori de electroni (agenți oxidanți care acceptă electroni în reacțiile redox) și să metabolizeze substanțele organice în lipsa oxigenului, proces denumit nitrificare, iar în urma acestuia sunt eliberați în sol nitrați cu solubilitate ridicată și care sunt ușor de asimilat de către bacteriile fotoautotrofe, alge și plante pentru a fi convertiți în amino-acizii necesari creării propriilor enzime și protoplasmă.

Microorganismele responsabile de procesul de nitrificare sunt bacteriile chemoautotrofe din genurile *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Nitrococcus* și *Nitrosococcus*, procesul având loc în prezența oxigenului și fiind mai puternic în solurile bine aerate.

O serie de microorganisme sunt capabile să utilizeze nitrații ca acceptori de electroni și să metabolizeze substanțele organice în lipsa oxigenului, pe parcursul acestui proces nitrații fiind reduși la nitriți, apoi la oxid de azot și în final la azot molecular. Procesul provoacă pierderi de fertilitate în solurile în care este prezent pe baza difuziei azotului molecular în atmosferă și poartă denumirea de denitrificare, iar bacteriile responsabile fac parte din genurile *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Paracoccus* și *Pseudomonas*, frecvente în solurile cu exces de umiditate, cu o aerare deficitară.

Fixarea simbiotică a azotului în plante are loc atât în nodozitățile radiculare leguminoaselor cât și în nodozitățile dezvoltate pe rădăcinile altor plante. Bacteriile care formează rizobii sunt obiectul celor mai intense studii cu privire la fixarea azotului în mod simbiotic fiind direct implicate în managementul nivelului de fertilitate al solurilor destinate culturilor agricole. Taxonomia actuală a bacteriilor capabile să formeze rizobii cuprinde peste 90 de specii grupate în 14 genuri, cu un număr variabil de specii capabile de nodulare: *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium*, *Ensifer*, *Bradyrhizobium*, *Phyllobacterium*, *Microvirga*, *Methylbacterium*, *Burkholderia*, *Shinella*, *Devosia*, *Ochrobactrum* și *Cupriavidus*.

Fixarea nesimbiotică a azotului este un proces complex, prezent în orice ecosistem terestru, având loc la suprafața plantelor și în frunze, pe substratul organic mort de la suprafața solului și în sol, iar resursa atmosferică pusă la dispoziția microorganismelor implicate în acest proces

este practic nelimitată. De-a lungul evoluției, fixarea nesimbiotică a azotului a devenit o sursă critică de azot, în special în ecosistemele cu un număr redus de plante capabile de asociere cu microorganisme pentru o fixare simbiotică. Cel mai reprezentativ gen de bacterii capabile de fixarea nesimbiotică a azotului este *Azotobacter*, în sol fiind mai des întâlnite speciile *A. chroococcum*, *A. agilis*, *A. paspali* și *A. vinelandii*. Azotul atmosferic este transformat de aceste bacterii în amoniac, o formă accesibilă plantelor ca sursă de azot, pe lângă azot mai fiind capabile să producă și polizaharide. Alături de *Azotobacter*, au fost identificate și o serie de bacterii din genurile *Beijerinckia*, *Derrxia*, *Azomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Chlorobium*, *Rhodopseudomonas* și *Rhodospirillum*.

În ecosisteme fixarea nesimbiotică a azotului este întâlnită și la cianobacterii (bacterii fototrofe) capabile și de producerea oxigenului prin procese de fotosinteză, cele mai des întâlnite fiind genurile *Nostoc*, *Anabaena*, *Aulosira*, *Cylindrospermum* și *Trichodesmium*. O caracteristică aparte a cianobacteriilor este dată de sensibilitatea ridicată față de oxigen a nitrogenazei (enzima responsabilă de fixarea azotului), iar din acest motiv cele două procese nu pot avea loc concomitent în celulele cianobacteriene.

Unele tulpini filamentoase de cianobacterii au evoluat spre producerea unor celule terminale diferențiate, morfologic distincte, specializate în fixarea azotului – numite heterociști. Acest tip de evoluție permite filamentelor care conțin heterociști să beneficieze atât de procesul de fixare fotosintetică a dioxidului de carbon (în celulele vegetative) cât și de fixarea anaerobă a azotului atmosferic (în heterociști).

Bibliografie

1. Elmerich C., W. E. Newton (eds), 2009, Associative and endophytic nitrogen-fixing bacteria and cyanobacterial associations. Springer, Dordrecht.
2. Nieder, R., D. K. Benbi, 2008, Carbon and Nitrogen in the Terrestrial Environment. Springer, New York.
3. Prescott L. M., 2002, Microbiology, (5th Edition), Ed. McGraw-Hill College. ISBN 0-07-282905-2.
4. Schaechter, M. ed., 2009, Encyclopedia of Microbiology, (3rd Edition), Ed. Elsevier Academic Press, ISBN: 978-0-12-373944-5.
5. Tortora G. J., B. R. Funke, Christine L. Case, 2012, Microbiology: An Introduction, Ed. Benjamin-Cummings Publishing Company.
6. Vidican Roxana, 2007, Microbiologie, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-751-469-1.