

Gnojdba dušikom (N) u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji

Sažetak

Dušik (N) je važan element za postizanje prinosa u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. Kako se u ekološkoj proizvodnji ne mogu koristiti mineralni oblici dušika, poljoprivredni proizvođači moraju se okrenuti drugim tehnologijama i koristiti nova tehnološka rješenja koja su sukladna ekološkom uzgoju. To su svakako primjena organsko-mineralnih gnojiva s višim sadržajem dušika, primjena fiksatora dušika i uzgoj leguminoznih usjeva. Time se osigurava dovoljna količina dušika za rast lisne mase i plodova, te postizanje viših prinosa u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Ključne riječi: dušik, ekološka poljoprivreda, organsko-mineralna gnojiva, fiksatori dušika, leguminoze

Uvod

Dušik (N) je važan element prinosa te sve poljoprivredne kulture zahtijevaju određenu količinu dušika za rast, razvoj i stvaranje plodova. Ukoliko biljka nema dovoljno dušika na raspolaganju, rast i razvoj je slabiji te su ostvareni prinosi značajno niži, često i uz gubitak kvalitete plodova. U konvencionalnoj poljoprivrednoj proizvodnji, potrebe biljaka za dušikom zadovoljavaju se primjenom mineralnih gnojiva koja sadrže dušik, kao što su UREA, kalcij-amonij-nitrat (KAN), Ca-nitrat ili amonij-sulfat. Sve su to gnojiva s visokom količinom dušika (N) u lako topivim oblicima, ali ova gnojiva nisu dozvoljena za upotrebu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. Stoga se u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji često zbog nedostataka dušika (N) ostvaruju značajno manji prinosi od planiranih (Nghia i sur., 2025).

Dušik dospijeva u tlo gnojidbom (mineralnom ili organskom), biološkom N-fiksacijom (simbiotski i slobodno živeći N-fiksatori), depozicijom iz atmosfere (suho i mokro taloženje) i vodom za navodnjavanje. Gubici dušika uključuju iznošenje prinosom i odnošenje s proizvodne površine biomasom (biljnim ostacima ili ostacima iz rezidba), ispiranje iz tla (do podzemne vode), denitrifikaciju, volatilizaciju (hlapljenjem), površinsko otjecanjem i erozijom površinskog sloja tla. Ovisno o tehnologiji proizvodnje i agroekološkim uvjetima, gubici dušika mogu biti i do 30-35% i o tome treba posebno voditi računa. Uvođenje novih tehnoloških mjera u agrotehnici nužni su koraci za smanjenje gubitaka dušika (N) (Gamage i sur., 2023).

Ciklus dušika (N) u tlu

Za pravilno rješavanje nedostatke količine dušika u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji potrebno je krenuti od samog ciklusa dušika (N) u tlu. Bez obzira na izvor dušika (organsko ili mineralno gnojivo), korijen biljke može usvojiti samo anionski (nitratni anion NO_3^-) ili kationski

¹ Dr. sc. **David Gluhić**, Veleučilište Rijeka, Poljoprivredni odjel Poreč, Karla Huguessa 6, 52 440 Poreč
Autor za korespondenciju: dgluhic@veleri.hr

oblik dušika (amonijski ion NH_4^+), koji su krajnji produkt mineralizacije (razgradnje) organske tvari ili su u tlu ušli nakon otapanja nekog od mineralnog oblika. Uz to, korijen može usvojiti i dušik u obliku UREE. Taj proces naziva se ciklus dušika te je dobro poznati proces u tlu.

Upravo je dobro poznavanje ovog ciklusa u tlu ključ dobrog gospodarenja (dostupnog) dušika u tlu i stvaranja višeg prinosa poljoprivrednih kultura u ekološkom uzgoju.

Primjena organskih materijala kao izvor dušika (N) u gnojidbi

U ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji dozvoljena je upotreba različitih organskih materijala kao izvor dušika (N). U slijedećoj tablici prikazani su različiti organski materijali koji se mogu koristiti kao izvor dušika (N).

Tablica 1. Organski materijali životinjskog i biljnog porijekla koji se mogu koristiti kao izvor dušika (N) u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji / **Table 1.** Organic materials of animal and plant origin that can be used as a source of nitrogen (N) in ecological agricultural production

Vrsta organskog materijala	Ukupna količina dušika (N)
Sirovine životinjskog porijekla	
Zreli stajski gnoj	0,5-1,5%
Mesno i krvno brašno	13,0-13,5%
Koštano brašno	2,0-3,0%
Riblje brašno	10,0%
Guano (ptičji izmet)	8,0-21,0%
Perje pernatih životinja (kokoši, purana i dr.)	13,0-14,0%
Sirovine biljnog porijekla	
Kompostirani biljni (organski) materijali	0,1-0,3%
Melasa	3,0%

Organska gnojiva, životinjskog ili biljnog podrijetla, sadrže dušik (N) u obliku koje biljke ne mogu usvojiti. Taj oblik dušika mora proći ciklus razgradnje organske tvari u tlu (mineralizacija). Početni učinak primjene organskih gnojiva je spor (jer je razgradnja nakon unošenja u tlo sporija) i zato imaju znatno dulji vremenski period djelovanja u odnosu na mineralna gnojiva. Sam proces razgradnje (mineralizacije) ovisi o aktivnosti mikroorganizama i ostalim uvjetima u tlu (povoljna temperatura, vlaga, pH, C/N omjer, raspoloživost elemenata ishrane i dr.). Organska gnojiva djeluju duže, ali je njihova učinkovitost niža i bitno sporija u odnosu na mineralna gnojiva.

Nakon primjene, organska gnojiva u tlu podliježu procesu razgradnje i mineralizacije za čiji je intenzitet ključna mikrobiološka aktivnost tla. Intenzitet razgradnje ovisi o kemijskim svojstvima samog organskog materijala, uvjeta koji vladaju u tlu i brojnosti pojedinih grupa mikroorganizama. Sam proces razgradnje odvija se u nekoliko faza:

- aminizacija,
- amonifikacija,
- nitrifikacija,
- a u reduktivnim uvjetima (nedostatka kisika u tlu, zbijena i vlažna tla) još i denitrifikacija.

Budući da je tek mali dio ukupnog dušika tla u mineralnom obliku, a cjelokupne njegove rezerve u tlu su u organskom obliku, raspoloživost dušika (N) određena je intenzitetom mineralizacije organske tvari. Količine dušika koje se oslobađaju razgradnjom organske tvari u nekom tlu tijekom godine mogu biti značajne s aspekta ishrane bilja, te se godišnje može mineralizirati (osloboditi iz organske tvari) 50-60 kg N/ha godišnje. Ukoliko se u tlo dodaje dodatna organska tvar (kroz primjenu organskih gnojiva) količina dostupnog dušika može biti i do 100-120 kg N/ha.

Osim primjene klasičnih organskih gnojiva (stajski gnoj, kompost i sl.) za povećanje količine dostupnog dušika, mogu se koristiti i organsko-mineralna gnojiva. Najčešće se radi o gnojivima u obliku peleta, gdje se kao baza koristi zreli stajski gnoj uz dodatak neke organske ili mineralne komponente koja sadrži veću količinu dušika (Cardarelli i sur., 2023, Jin i sur., 2022).



Slika 1. Organsko-mineralno gnojivo Agriorganico 7% N (proizvođač Agribios, Italija) za ekološku poljoprivrednu proizvodnju / **Figure 1.** Organic-mineral fertilizer Agriorganico 7% N (manufacturer Agribios, Italy) for organic agricultural production

Ova gnojiva sadržavaju prosječno 7-12% dušika (N). Prednost ovih gnojiva je veća mikrobiološka aktivnost (zbog osnove u obliku zrelog stajskog gnoj) i brža razgradnja, odnosno dostupnost dušika u tlu. Ovo je posebno važno kod uzgoja povrća, kada su zbog kratkog uzgojnog ciklusa potrebne veće količine dušika za rast. U slijedećoj tablici prikazana su neka od dostupnih organsko-mineralnih gnojiva sa višim sadržajem dušika (N).

Tablica 2. Organsko-mineralna gnojiva sa višim sadržajem dušika (N) za primjenu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji / **Table 2.** Organic-mineral fertilizers with higher nitrogen (N) content for use in organic agricultural production

Trgovački naziv gnojiva	Proizvođač	Vrsta sirovine	Ukupna količina dušika (N)	Preporučena količina primjene
Agriorganico 7% (pelet)	Agribios, Italija	Zreli stajski gnoj, mesno brašno	7%	Drvenaste kulture: 800-1.000 kg Povrće: 650-800 kg/ha Žitarice: 400-600 kg/ha
Biodieci (pelet)	Agribios, Italija	Zreli stajski gnoj, mesno brašno	10%	Drvenaste kulture: 600-700 kg Povrće: 600-700 kg/ha Žitarice: 300-400 kg/ha
Grena tar N8 (mikropelet)	Greena, Italija	Hidrolizirani proteini životinjskog porijekla (perje)	8%	Drvenaste kulture: 500-600 kg/ha Povrće: 600-1.000 kg/ha
Grena Gold 10,5 (mikropelet)	Greena, Italija	Hidrolizirani proteini životinjskog porijekla (perje)	10,5%	Žitarice: 400-500 kg/ha Drvenaste kulture: 350-500 kg/ha Povrće: 350-500 kg/ha
Fertorganico	Ilisa, Italija	Hidrolizirani proteini životinjskog porijekla (Agrogel)	11%	Žitarice: 400-700 kg/ha Drvenaste kulture: 700-1.000 kg/ha Povrće: 600-800 kg/ha

Primjena mikrobioloških preparata za povećanje dostupne količine dušika (N) u tlu

Fiksatori dušika su posebne vrste mikroorganizma koji mogu fiksirati dušik (N) prisutan u atmosferi i staviti na raspolaganje poljoprivrednim kulturama za rast lisne mase i plodova. Ovo je vrlo zanimljiva tehnologija jer koristi prednost neograničene dostupnosti dušika (N_2) u atmosferi (Bhattacharjee i sur., 2008, Peng i sur., 2002). **Fiksatori atmosferskog dušika dijele se na simbiotske i asimbiotske (asocijativne).** Simbiotski su vezani uz određenu biljnu vrstu, poput mahunarki (soje, boba), te će o njima biti riječi u slijedećem poglavlju. S druge strane, asimbiotski fiksatori dušika žive slobodno u tlu ili na listu. Tipičan predstavnici asimbiotskih fiksatora dušika u tlu su bakterije iz roda *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* i *Klebsiella*. Osim fiksacije dušika, bakterije iz ovog roda sintetiziraju hormone rasta kao što su auksini, citokinini i giberelini. Ovi hormoni potječu s površine korijena i utječu na rast biljaka, cvatnju, oplodnju i rast plodova. Također, pospješuju otapanje fosfata u tlu, povećavaju aktivnost enzima fosfataze koji utječe na usvajanje fosfora iz tla.

Nesimbiotski fiksatori dušika (N) koji žive na listu poljoprivrednih kultura posebna su vrsta bakterija koje se prskanjem nanose na list te mogu fiksirati dušik uz zraka i tako dodatno opskrbiti poljoprivredne kulture dodatnim količinama dušika. Radi se o novim tehnološkim spoznajama te se tek odnedavno koriste u poljoprivrednoj proizvodnji. Prve praktične primjene ovih vrsta bakterija bila su u folijarnoj gnojidbi žitarica (pšenice), a razvojem novih i učinkovitijih preparata primjena se širi i u uzgoju voćarskih i povrtnih kultura. Koristi se nekoliko vrsta bakterija (*Methylobacterium symbioticum* SB23, preparat Utrisha N, proizvođač Corteva i *Azotobacter salinestris* 9690, preparat Vixeran, proizvođač Syngenta). Bakterija koja pokazuje dobre rezultate u primjeni na jagodi je *Paenibacillus polymyxa* (preparat Bactim Endofix, proizvođač Intermag).

Prednost primjene ovih vrsta bakterija je da su neovisne o agroekološkim uvjetima u tlu (pH, rezidui herbicida, niska količina organske tvari i slično) te otvaraju **ново poglavlje u tehnologiji gnojidbe mikrobiološkim gnojivima preko lista.**

Asocijativni fiksatori mogu, ovisno o agroekološkim uvjetima, fiksirati 20-40 kg dušika (N) po hektaru površine, bez gubitaka ispiranjem, te svakako predstavljaju zanimljivu tehnološku opciju u gnojidbi dušikom u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji.

Primjena leguminoznih usjeva za povećanje količine dušika (N) u tlu

Uzgojem leguminoznih usjeva (mahunarki) moguće je u tlu značajno povećati količinu ukupnog dušika. Radi se o posebnoj specifičnosti brojnih mahunarki koje na svojem korijenu mogu razviti nodule/kvržice u kojima dolazi do fiksacije atmosferskog dušika.



Slika 2. Bijela djetelina (*Trifolium repens*), čest izbor za leguminozni usjev u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji

Figure 2. White clover (*Trifolium repens*), a common choice for a legume crop in organic agricultural production

Na taj način dolazi do vezivanja značajnih količina dušika u tlu, koji je na raspolaganju za uzgoj poljoprivrednih kultura. Postoji nekoliko tehnoloških mogućnosti, ali u praksi se najviše koriste dvije mogućnosti:

- Primjena usjeva leguminoznih kultura kao predusjev (kod uzgoja žitarica i povrtnih kultura)
- Primjena usjeva leguminoznih kultura kao međuusjev (u međurednom prostoru drvenastih kultura).

Količina tako vezanog atmosferskog dušika ovisi o vrsti leguminoze (mahunarke) i agrokološkim uvjetima. Za bolju učinkovitost leguminoza, potrebno je u tlu imati više količine organske tvari i povoljnu pH vrijednost (neutralna tla). U slijedećoj tablici prikazane su okvirne količine dušika, koje mogu u tlu vezati kvržične bakterije roda *Rhizobium* na korijenu leguminoza.

Tablica 3. Prosječne količine dušika (N) koje mogu vezati bakterije iz roda *Rhizobium* na pojedinim leguminoznim kulturama / **Table 3.** Average amounts of nitrogen (N) that rhizobium bacteria can fix in specific leguminous crops

Leguminozna kultura	Prosječna vezana količina dušika (N)
Bijela djetelina	50-200 kg/ha
Crvena djetelina	140-200 kg/ha
Grahorica	80-180 kg/ha
Stočni grašak	60-80 kg/ha
Poljski grašak	155-180 kg/ha

Kako je dušik (N) vrlo važan element za postizanje visokih i rentabilnih prinosa i u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji potrebno je o tome voditi računa. Iako se u ekološkoj proizvodnji ne mogu koristiti mineralni oblici dušika postoje i ostale tehnologije, poput primjene organsko-mineralnih gnojiva, fiksatora dušika ili uzgoja leguminoznih kultura koje mogu učinkovito biti izvor dušika. Time se i u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji mogu ostvarivati veći i rentabilniji prinosi.

Literatura

Bhattacharjee, R. B., Singh, A., & Mukhopadhyay, S. N. (2008). Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80, 199–209.

Cardarelli, M., El Chami, A., Iovieno, P., Rouphael, Y., Bonini, P., & Colla, G. (2023). Organic fertilizer sources distinctively modulate productivity, quality, mineral composition, and soil enzyme activity of greenhouse lettuce grown in degraded soil. *Agronomy*, 13(1), 194-199.

Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P., & Merah, O. (2023). Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. *Farming System*, 1(1), 100005-100011.

Jin, N., Jin, L., Wang, S., Li, J., Liu, F., Liu, Z., & Yu, J. (2022). Reduced chemical fertilizer combined with bio-organic fertilizer affects the soil microbial community and yield and quality of lettuce. *Frontiers in Microbiology*, 13, 863325-863331.

Nghia, N. K., Robotjazi, J., Thao, V. D., Tecimen, H. B., Gonsalve, W. H., Lesueur, D., Bai, S. H., Tran, H., Thien, N. H., & Luan, D. T. (2025). Effect of organic farming practices on soil health improvement of coconut farms. *Environmental Technology & Innovation*, 38, 104067-104072.

Peng, S., Biswas, J. C., Ladha, J. K., Gyaneshwar, P., & Chen, Y. (2002). Influence of rhizobial inoculation on photosynthesis and grain yield of rice. *Agronomy Journal*, 94(4), 925-929.

Prispjelo/Received: 6.12.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 26.3.2025.

Professional paper

Technology of nitrogen (N) fertilization in organic agricultural production

Abstract

Nitrogen (N) is an important element for achieving yields in organic agricultural production. Since mineral forms of nitrogen cannot be used in organic production, agricultural producers must turn to other technologies and use new technological solutions that are compatible with organic farming. These include the application of organic-mineral fertilizers with a higher nitrogen content, the application of nitrogen bacteria, and the cultivation of leguminous crops. This ensures sufficient nitrogen for the growth of leaves and fruits, and higher yields in organic agricultural production.

Key words: nitrogen, organic farming, organic-mineral fertilizers, nitrogen bacteria, legumes