

## Biljna proizvodnja s manje gnojiva

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Dušik je esencijalni nutrijent koji je neophodan za normalno funkcioniranje svake žive stanice jer gradi aminokiseline, proteine i nukleinske kiseline i hormone neophodne za rast, ali i mnoge druge konstituente živih stanica i na njemu se temelji nasljeđivanje (DNK i RNK), imunološki sustav i dr.

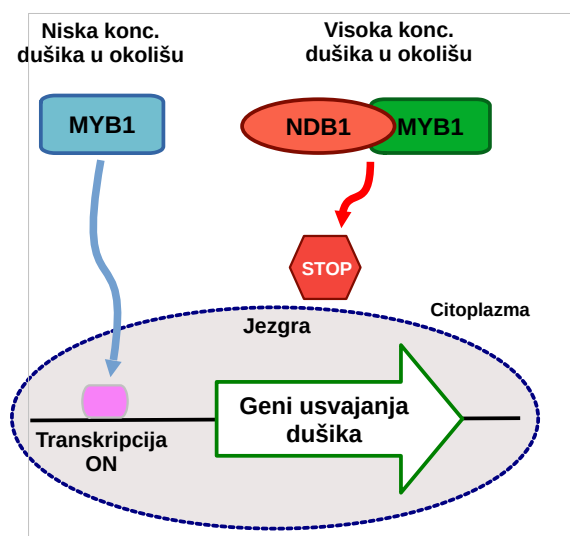
Ljudi, za razliku od biljaka, ne mogu sintetizirati organske molekule s dušikom te ih moraju unositi s hranom, dok biljke usvajaju iz okoliša mineralne oblike dušika ( $N-NH_4$  i  $N-NO_3$ ) za sintezu organskih spojeva koji su neophodni za rast i razvoj biljaka. Zbog nedovoljno raspoloživog N u tlu biljna se proizvodnja nužno oslanja na gnojidbu vrlo skupim dušičnim gnojivima. Međutim, *agronomska efikasnost gnojidbe dušikom* (dio usvojen usjevom) najčešće je između 30 i 70 %, ovisno od doze i vrste gnojiva (nitratni, amonijski ili amidni oblik), vremena i načina primjene, kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava tla te trenutne potrebe biljaka, a često je suviše niska, osobito kod primjene visokih N-doza pa suvišak i/ili neusvojeni dio dušika iz tla šteti okolišu (putem ispiranja, sapiranja, volatilizacije amonijaka i denitrifikacije nitrata).

Dušik je vrlo pokretan i reaktivni element koji prolazi kroz mnoge složene transformacije, *imobilizacije* i mineralizacije, a lako se i brzo vraća u molekularno stanje u kojem je najstabilniji, te mu je biorasploživost količina vrlo promjenjiva, kako za vrijeme vegetacije, tako i po dubini profila tla. Stoga je optimizacija gnojidbe dušikom vrlo složen problem, jer pored složenog ciklusa transformacija i reaktivnih svojstava, dušik se primjenjuje u mnogim oblicima, kao mineralna i/ili organska gnojiva, žetveni ostaci, zelena gnojidba, malčevi i dr., a usjevima konkuriraju mikroorganizmi i korovi.

Premda je proces usvajanja dušika vrlo dobro poznat, još uvijek mnogi mehanizmi regulacije usvajanja (*asimilacije*) i ugradnje mineralnog dušika iz tla (*proteosinteza, rast i razvoj*) u organsku tvar i dalje nisu dovoljno poznati, niti se mogu kontrolirati. Međutim, poljoprivrednici već sada mogu učinkovito smanjiti gubitke dušika iz tla, ili pak povećati gnojidbu dušikom i tako povećati prinose usjeva, što pak ne jamči bolju kvalitetu hrane.

Na regulaciju asimilacije dušika utječe više gena čija ekspresija je vrlo visoka kada okoliš sadrži nedovoljno nitratnih ili amonijevih iona što ukazuje na postojanje negativnog mehanizma regulacije koji inhibira usvajanje dušika kad ga okoliš sadrži u suvišku. Naime, protein MYB1 inducira aktivnost gena potrebnih za usvajanje dušika, a u okruženju s njegovim suviškom protein NDB1 inaktivira njegovo usvajanje (Crtež 1., tzv. NDB1-MYB1 put). Eksperimentalno je potvrđeno na crvenim algama kako uklanjanjem gena NDB1 omogućava usvajanje dušika bez obzira na njegov suvišak u okolišu što otvara mogućnost usvajanja većih količina dušika uz njegovu veću efikasnost.

Recentna istraživanja na kalifornijskom sveučilištu *Davis* usmjerena su na realizaciju simbiotske N-fiksacije žitarica poput kukuruza, pšenice i riže. Budući da mahunarke proizvode spojeve koji potiču bakterije u tlu da fiksiraju atmosferski dušik, potrebno je i druge biljne vrste modificirati tako da podržavaju simbiotsku N-fiksaciju što bi značajno smanjilo potrebu mnogih usjeva za gnojidbu dušikom, ali i znatno smanjilo emisiju štetnih dušikovih plinova.



Crtež 1. Regulacija usvajanja dušika

Dobro je poznato da je dušična gnojidba najznačajniji antropogeni izvor emisije dušikovih plinova koji su kritične komponente u izazivanju regionalnih i/ili globalnih promjena u atmosferskim uvjetima kao što su stvaranje magle izazvano prisustvom amonijaka ( $\text{NH}_3$ ) i dušikov monoksid (NO) i globalno zagrijavanje zbog didušikovog oksida  $\text{N}_2\text{O}$ . Važno je naglasiti kako je  *$\text{NH}_3$  prevladavajući atmosferski onečišćivač koji može neutralizirati veliki dio kiselih molekula, npr.  $\text{SO}_x$  i  $\text{NO}_x$ , te tako omogućuje formiranje aerosola koji sadrže amonijev ion i čine glavne komponente finih čestica (PM2.5).* Procjenjuje se kako je ~20 % globalne emisije  $\text{NH}_3$  potječe iz sintetskih (mineralnih) dušičnih gnojiva i stajnjaka što iznosi respektivno 12.300.000, odnosno 3.800.000 t N  $\text{god}^{-1}$ , a vraća se u tlo i površinske vode kišom ili suhim taloženjem te su tako gnojidba usjeva i uzgoj stoke najveći izvor  $\text{NH}_4$  (80 - 90 % globalnih antropogenih emisija), glavni doprinositelj troposferskom NO (10 %) i najveći antropogeni izvor  $\text{N}_2\text{O}$  (60 - 70 %).

U Osijeku, 18.08.2022. god.