

## Uloga i važnost dušika (N) u gnojidbi masline u agroekološkim uvjetima mediteranskog dijela hrvatske

### Sažetak

Ovaj rad analizira fiziološki značaj i tehnološke izazove ishrane masline (*Olea europaea* L.) dušikom u specifičnim agroekološkim uvjetima mediteranskog krša Hrvatske, gdje su plitka i skeletna tla s niskim udjelom humusa glavna ograničenja za stabilan prinos. Dušik je ključan za fotosintetski kapacitet masline, diferencijaciju cvjetnih pupova te ublažavanje abiotičkog stresa kroz akumulaciju aminokiseline prolina, no njegova učinkovitost u tlu drastično opada uslijed brzog ispiranja nitrata i nedostatka vlage. Kako bi se prevladala ograničenja tradicionalne gnojidbe masline koji je još uvijek prisutan, predlaže se hibridni model koji integrira preciznu osnovnu gnojidbu, visoko učinkovitu folijarnu aplikaciju u kritičnim fenofazama te primjenu inovativnih mikrobioloških fiksatora dušika (*Azotobacter*, *Methylobacterium*). Takav sustavni pristup omogućuje maslinarima aktivno upravljanje prinosom i prilagodbu negativnim klimatskim promjenama, osiguravajući maksimalno iskorištenje genetskog potencijala stabala, bez obzira na značajna agroekološka ograničenja uzgoja masline u mediteranskom dijelu Hrvatske.

**Ključne riječi:** maslina, dušik, gnojidba

### Uvod i fiziološka uloga dušika kod masline (*Olea europaea* L.)

Dušik (N) se univerzalno smatra najvažnijim biogenim elementom u ishrani masline, budući da izravno korelira s vegetativnim rastom, formiranjem cvjetnih pupova i ukupnom produktivnošću stabla. Unutar biljne stanice, dušik je strukturna komponenta ključnih molekula: aminokiselina, proteina, nukleinskih kiselina (DNA i RNA) te klorofila.

Fiziološka uloga dušika u maslini očituje se kroz nekoliko važnih tehnoloških aspekata:

- **Fotosintetski kapacitet:** Kao sastavni dio molekule klorofila i enzima *RuBisCO*, dušik izravno određuje stopu neto fotosinteze. Nedostatak rezultira klorozom starijeg lišća i smanjenom akumulacijom suhe tvari te zastojem u rastu lisne mase i plodova (Boussadia i sur. (2010), Erel i sur. (2014), Haberman i sur. (2019)).
- **Diferencijacija cvjetnih pupova:** Adekvatna razina dušika u tkivu tijekom zimskog mirovanja i ranog proljeća presudna je za proces indukcije i diferencijacije pupova. Istraživanja potvrđuju da stabla s niskim statusom dušika pokazuju izraženiju alternativnu rodnost. Niske razine dušika povezane su s visokim razinama giberelina, što inhibira cvatnju i potiče alternativnu rodnost kod maslina (Ulger i sur. (2004), Fernández-Escobar i sur. (2012), Turktas i sur. (2013)).

<sup>1</sup> Dr. sc. David Gluhic, Veleučilište Rijeka, Poljoprivredni odjel Poreč, Karla Huguesa 6, 52440 Poreč  
Autor za korespondenciju: [dgluhic@veleri.hr](mailto:dgluhic@veleri.hr)

- **Zametanje i rast plodova:** Dušik potiče klijavost polena i rast polenove mješine, čime se povećava postotak zametnutih plodova, a kasnije sudjeluje u intenzivnoj diobi stanica mezokarpa i rastu ploda (Erel i sur. (2008), Erel i sur. (2014))
- **Dušik kao osmoprotektant:** U uvjetima suše, maslina akumulira spojeve bogate dušikom, poput aminokiseline prolina, koji služe kao osmoprotektanti. Oni pomažu stanicama da zadrže turgor i štite enzime od dehidracije (Conde i sur. (2008))

### Izazov “luksuzne potrošnje” i deficita dušika

Specifičnost masline je njezina sposobnost prilagodbe rasta na siromašnim tlima, ali i sklonost tzv. “luksuznoj potrošnji” — akumulaciji dušika (N) iznad fizioloških potreba ako je dostupan u tlu. Fernandez-Escobar i sur. (2012) navode da je donja optimalna razina dušika u listu masline u rangu od 1,22-1,35%, te da se značajnim povećanjem iznad ovog ranga, ne postižu veći prinosi maslina. Vrijednosti iznad 1,7% mogu se smatrati vrlo visokima, kad višak dušika ima negativan utjecaj na kvalitetu ulja masline. Postoji snažna sinergija između N i K (kalija); optimalna razina dušika poboljšava usvajanje ostalih elemenata, dok ekstremno visoke razine N mogu uzrokovati disbalans u ishrani i probleme u usvajanju ostalih hraniva.

Međutim, u uvjetima uzgoja u obalnom području i na otocima Hrvatske, gdje su tla uglavnom plitka i skeletna, maslina se često suočava s kroničnim deficitom koji limitira njezin genetski potencijal. Upravo ovdje moderna tehnologija gnojidbe (folijarna aplikacija i mikrobiološki fiksatori dušika) nastupaju kao nužna nadopuna tradicionalnim metodama, poput gnojidbe u tlo.



**Slika 1.** Izgled maslinika na plitkom i skeletnom tlu na području mediteranskog dijela Hrvatske (sjeverna Dalmacija)

**Figure 1.** Appearance of an olive grove on shallow and skeletal soil in the Mediterranean region of Croatia (northern Dalmatia)

### Potrebe masline za dušikom i dinamika akumulacije

Razumijevanje potreba masline za dušikom (N) zahtijeva analizu ukupnog godišnjeg iznosa dušika iz sustava (urod i rezidba) te poznavanje unutarnje preraspodijele unutar stabla. Za razliku od jednogodišnjih kultura, maslina je višegodišnja vrsta koja se u rano proljeće, za prvi porast, oslanja na rezerve uskladištene u lišću i drvu.

Ukupne potrebe ovise o intenzitetu uzgoja masline. Procjenjuje se da prosječan maslinik pri punom rodu količine dušika prikazane u Tablici 1. Uzimajući u obzir i dodatne gubitke ispiranjem ali hlapljenjem dušika iz tla, prosječne preporuke primjene čistog dušika kreću se u rangu od 60-100 kg/ha godišnje, koje je potrebno pravilno raspodijeliti, tijekom cijelog vegetacijskog ciklusa masline.

**Tablica 1.** Godišnje iznošenje dušika (N) u uzgoju masline (Fernández-Escobar i sur., 2012)  
**Table 1.** Annual nitrogen (N) removal in olive cultivation (Fernández-Escobar et al., 2012)

Plodovi (berba)	15-25 kg/ha
Iznošenje rezidbom (drvo i lisna masa)	25-40 kg/ha

### Sezonska dinamika i akumulacija dušika u maslini

Akumulacija dušika u maslini nije linearna, već prati specifične fenofaze rasta i razvoj masline. Proljetni porast nakon zimskog mirovanja (ožujak-svibanj), razdoblje je najveće potrebe za dušikom. U ovoj fazi maslina koristi dušik za diferencijaciju cvjetnih pupova i razvoj vegetativnih izboja. Niske količine raspoloživog dušika u ovoj fazi (zbog hladnog tla ili nedostatka vode u tlu za usvajanje) rezultiraju abortusom tučka (Turktas i sur., 2013, Ulger i sur., 2004) što će značajno smanjiti prinos plodova. Dodatan problem u ovoj fazi predstavlja i pojava bolesti paunovo oko, koja može potaknuti jaku defolijaciju stabala masline. U takvim uvjetima, maslina mora trošiti dodatne količine dušika za obnovu lisne mase.

Tijekom ljetnog perioda (lipanj-kolovoz) zbog visokih temperatura zraka i manjka oborina, aktivnost korijena se značajno smanjuje. Usvajanje dušika se usporava, a stablo se oslanja na ranije usvojene količine ili se dodatne potrebne količine dušika, pogotovo za početni rast plodova, dodaju kroz folijarnu gnojidbu. Ovo je važan tehnološki momenat, gdje folijarna primjena dušika daje svoj maksimum.

Dolaskom jesenskog perioda (rujan-studeni), s prvim kišama i padom temperatura, korijen masline ponovo postaje aktivna. Ovo je ključno razdoblje za stvaranje rezervi dušika koje će stablo koristiti početkom slijedeće vegetacije. Istraživanja pokazuju da dušik usvojen u ovom jesenskom periodu ostaje mobilan u parenhimu drva.

Maslina je iznimno učinkovita u retranslokaciji dušika. Prije odbacivanja starog lišća (obično u proljeće), stablo povlači do 60% dušika iz njih u mlađe dijelove (Rilling i sur., 2019). Ova strategija preživljavanja na siromašnim tlima mora se uzeti u obzir pri tumačenju rezultata folijarne analize.

### Gnojidba u tlo; izazovi plitkih i skeletnih tala

Gnojidba masline na plitkim, kamenitim tlima s niskim udjelom organske tvari predstavlja jedan od najsloženijih izazova u suvremenom uzgoju masline. Dok su standardne preporuke gnojidbe često sastavljene za duboka, strukturna tla i često sa primjenom navodnjavanja, maslinici na plitkim tlima zahtijevaju specifičan pristup zbog značajno različite dinamike dušika.

Na tlima s visokim udjelom skeleta (kamena) i niskim sadržajem humusa (< 2%), kapacitet adsorpcije kationa (CEC) je izrazito nizak. Dušik u nitratnom obliku ( $\text{NO}_3^-$ ) izrazito je mobilan i, uslijed nedostatka humusa (organske tvari) koji bi ga zadržali, brzo se ispire u dublje slojeve ili podzemne vode nakon prvih jačih oborina. Na plitkim tlima, ovaj proces znači da dušik postaje nedostupan korijenu u roku od svega nekoliko dana nakon primjene.

Čak i kada je mineralni oblik dušika prisutan u tlu, on je za biljku nedostupan ako nema dovoljno vode kao medija za transport i usvajanje iz tla. Na plitkim tlima, koja imaju minimalnu sposobnost zadržavanja vode, korijen brzo ulazi u stanje stresa. Uslijed zatvaranja puči i smanjenja transpiracijskog toka, prestaje pasivno usvajanje dušika putem ksilema. Istraživanja brojnih autora pokazuju da u sušnim godinama dušik ostaje zarobljen u gornjem, suhom sloju tla, nedostupan biljci, dok se ne ispere prvom obilnom kišom izvan zone dosega korijena (Moreno i sur., 1996, Rodrigues i sur., 2012, Zipori i sur., 2015).

Tla siromašna organskom tvari imaju vrlo nisku mikrobiološku aktivnost. Budući da je

mineralizacija organskog dušika proces potaknut mikroorganizmima, na takvim tlima izostaje prirodni “rezervoar” koji bi postupno oslobađao dušik. Biljka u potpunosti ovisi o mineralnim gnojivima, što dovodi do naglih skokova i padova u dostupnosti, dodatno ograničavajući metaboličke procese.

### Folijarna primjena dušika u gnojidbi masline

Folijarna gnojidba predstavlja visoko učinkovitu metodu dodatnog unosa dušika kojom se zaobilaze fizikalno-kemijska ograničenja tla i nepovoljni agroekološki uvjeti. U mediteranskim uvjetima, gdje su kritične fenofaze masline (cvatnja i zametanje plodova) često praćene sušnim razdobljima, ovaj pristup postaje presudan za dobru cvatnju i ostvarenju prinosa.

Za razliku od korijena, list masline je prekriven gustom kutikulom i trihomima (dlačicama) koji štite od gubitka vode, ali istovremeno predstavljaju barijeru za apsorpciju. Međutim, primjena dušika u obliku otopine UREE sa niskom količinom biureta, pokazala se vrlo učinkovitom. Molekula UREE je električki neutralna i malog volumena, što joj omogućuje brzu difuziju kroz kutikulu i stomate (puči) (Toselli i sur., 2004). Dvije su značajne prednosti folijarne primjene dušika kod maslina:

- **Učinkovitost:** Dok je iskoristivost dušika iz tla na plitkim terenima često ispod 30%, ili čak i manje, folijarna iskoristivost dušika može doseći i preko 70%.
- **Brzina:** Dušik primjenjen folijarno ulazi u metabolizam biljke unutar nekoliko sati, što je ključno za brzu korekciju deficita pred cvatnju i za sve kritične momente tijekom rasta ploda.

### Vrijeme primjene folijarne gnojidbe dušikom

Učinkovitost folijarne gnojidbe izravno ovisi o razvojnoj fazi masline, te tu postoje određene tehnološke razlike koje je potrebno poštovati. Prva kritična faza je priprema masline za cvatnju (do pojave „bijelih pupova“). Istraživanja potvrđuju da folijarna primjena dušika u ovoj fazi povećava broj pravilno razvijenih cvjetova i poboljšava zametanje plodova. Naime, nedostatak dušika u ovoj fazi često uvjetuje abortus tučka na cvijetu masline, čime je onemogućena oplodnja.



**Slika 2.** Fenofaza razvoja masline prije cvatnje (faza „bijelih pupova“) je optimalno vrijeme za dodatnu folijarnu gnojidbu masline dušikom  
**Figure 2.** The olive phenophase before flowering (the ‘white bud’ stage) is the optimal time for supplementary foliar nitrogen fertilization

**Pred-cvatnja (Faza bijelih pupova):** Kritična faza za smanjenje abortusa tučka. Istraživanja potvrđuju da folijarna urea u ovoj fazi povećava broj savršenih cvjetova i poboljšava zamećanje plodova. U ljetnim mjesecima, tijekom faze rasta ploda i otvrdnjavanja koštice, kada suša blokira usvajanje iz tla (kako navodi Moreno i sur. (19969), folijarna gnojidbe održava fotosintetsku aktivnost lista i sprječava prijevremeno odbacivanje plodova. Dok nakon berbe, u jesenskoj folijarnoj primjeni, potiče se nakupljanje rezervi dušika u drvu, što je „osiguranje“ za dobar start vegetacije u slijedećoj sezoni.

Iako maslina dobro podnosi folijarnu prihranu dušikom, nužan je oprez, te je potrebno pratiti slijedeće tehnološke parametre:

- **Izbor oblika dušika i koncentracija:** Standardne preporuke primjene su od 1% do 1,5% otopine UREE. Osim dušičnih gnojiva na bazi UREE, dobar učinak u folijarnoj gnojidbi masline pokazuju i metilen-UREA. Radi se o specifičnom obliku dušika, koji postepeno otpušta molekulu UREE i time ima produženi učinak folijarne gnojidbe.
- **Uvjeti primjene:** Folijarnu treba provoditi rano ujutro ili kasno navečer kada je vlažnost zraka viša, a puči otvorene, kako bi se spriječile ožegotine na listu uslijed naglog isparavanja vode iz kapljica.
- **Kvaliteta gnojiva:** Obavezno korištenje uree s niskim udjelom biureta (< 0,5%) kako bi se izbjegla fitotoksičnost. Nažalost, klasična granulirana UREA sadrži povišene količine biureta, te nije pogodna za pripremu folijarne otopine za prihranu masline.
- **Sinergistički utjecaj ostalih hraniva:** Primjena kalija (K) i bora (B) dodatno može povećati učinkovitost folijarne gnojidbe dušikom (Hagagg i sur., 2011, Saadati i sur., 2019). Stoga se kod folijarne primjene UREE prije cvatnje preporuča dodavanje bora, dok tijekom ljetnih mjeseci, može se dodatno dodavati i kalij.



**Slika 3.** Nitrotecnia 20, folijarno gnojivo na bazi UREE bez biureta u kompleksu sa karboksilnom kiselinama niske molekularne mase (LMW) za folijarnu gnojidbu masline (proizvođač Carbotecnia, Španjolska)

**Figure 3.** Nitrotecnia 20, a biuret-free urea-based foliar fertilizer complexed with low molecular weight (LMW) carboxylic acids for foliar fertilization of olives (producer Carbotecnia, Spain)

### Inovativne tehnologije; Mikroorganizmi kao generatori dušika u tlu i na listu masline

U kontekstu održivosti i negativnih klimatskih promjena, primjena korisnih mikroorganizama (biofertilizatora) predstavlja slijedeći značajan korak u modernom pristupu gnojidbe masline. Ova tehnologija omogućuje fiksaciju atmosferskog dušika ( $N_2$ ) iz zraka – resursa koji je neograničen – i njegovu pretvorbu u oblike dostupne biljci, čime se drastično smanjuje ovisnost o mi-

neralnim gnojivima i gubicima u tlu (Bargaz i sur., 2018, Ferreira-Pinto i sur., 2021). Isto tako, primjenom mikroorganizama povećava se otpornost maslina na sušu i zaslanjenost tla (Montero-Calasanz i sur., 2013, Pascual i sur. (2020)). Za maslinare, dostupne su dvije tehnologije; primjena fiksatora dušika koji žive u tlu i novija tehnologija, fiksatori dušika koji žive na listu.

### Fiksatori dušika u tlu

Na plitkim i skeletnim tlima s niskim udjelom organske tvari, mikrobiološki život je često potisnut. Inokulacija rizosfere (zone korijena) bakterijama poput *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense* donosi višestruke koristi:

- **Slobodna fiksacija:** Ove bakterije koje slobodno žive u tlu vežu dušik iz zraka i postupno ga predaju korijenu.
- **Sinteza fitohormona:** Osim dušika, ovi mikroorganizmi luče fitohormone auksine i citokinine koji potiču rast finog korijenja, povećavajući apsorpcijsku površinu masline u potrazi za vodom (Ferreira-Pinto i sur. (2021)).

### Fiksatori dušika na listu

Najveći iskorak u tehnologiji gnojidbe predstavlja korištenje **endofitnih i epifitnih fiksatora dušika** koji žive na listu ili unutar njega (filosfera). Bakterije poput *Methylobacterium* ili specifičnih sojeva *Gluconacetobacter* koloniziraju površinu lista masline i koriste metanol (nusproizvod metabolizma biljke) kao izvor energije za fiksaciju dušika izravno na mjestu najveće potrošnje – u mezofilu lista. Ova tehnologija je potpuno neovisna o kemizmu i vlazi tla, što je čini idealnom za maslinike u priobalju i na otocima gdje su suša i plitka tla nepremostive barijere za standardnu gnojidbu.

Mikrobiološki preparati ne isključuju mineralnu gnojidbu, već je čine učinkovitijom. Oni djeluju kao “biološki katalizatori” koji mobiliziraju dodatne količine dušika za maslinu. Na taj način masline imaju mogućnost dodatne gnojidbe dušikom i u nepovoljnim agroekološkim uvjetima. Međutim, kod primjene ove tehnologije, potrebno je paziti i na primjenu bakrenih fungicida, koji mogu negativno djelovati na ove bakterije, i poništiti pozitivan učinak dodatne fiksacije dušika.

## Zaključak

Suvremena gnojidba masline na izazovnim terenima Mediterana više se ne može oslanjati isključivo na tradicionalne metode unosa dušika u tlo. Dosadašnja znanstvena analiza pokazala je da barijere poput plitkog profila, niske količine organske tvari u tlu i suše čine mineralna gnojiva često neučinkovitim i ekonomski neisplativim.

Za postizanje maksimalnog potencijala i rasta prinosa maslina nužan je prijelaz na moderan sustav gnojidbe masline dušikom (N) koji se sastoji od tri ključna stupa:

1. **Precizna osnovna gnojidba (Tlo):** Umjesto paušalnog bacanja gnojiva, primjena mora biti frakcionirana i temeljena na kemijskoj analizi tla. Fokus treba biti na gnojivima s kontroliranim otpuštanjem ili organskim gnojivima koji podižu razinu humusa i sprječavaju ispiranje i gubitke dušika iz tla.
2. **Folijarna gnojidba (List):** Korištenje folijarne gnojidbe u kritičnim fenofazama (pred-cvatnja i rast ploda) omogućuje izravnu isporuku energije stablu neovisno o vlazi u tlu. Ovo je metoda koja rješava problem nedostatka dušika u kritičnim fazama masline.

- 3. Biološka aktivacija (Mikroorganizmi):** Uvođenje rizosfernih i filosfernih (lisnih) fiksatora dušika. Ovi biološki izvori osiguravaju kontinuirani dotok dušika i stvaraju hormone rasta, čime se stablo čini otpornijim na stres suše i saliniteta, a mogu osigurati dodatne potrebne količine dušika za rast i razvoj maslina

Znanstvene spoznaje u gnojidbi masline dušikom potpuno su jasne: maslina ima ogroman neiskorišteni potencijal. Razlika između prosječnog maslinika i onog vrhunskog leži u upravljanju tehnologijom gnojidbe dušikom. Stoga je primjena novih tehnoloških spoznaja u gnojidbi maslina dušikom važna za razvoj maslinarstva u mediteranskim agroekološkim uvjetima.

## Literatura

- Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y., i Dhiba, D. (2018).** Biofertilizers for agricultural sustainability in the era of climate change. *Frontiers in Plant Science*, 9, 880
- Boussadia, O., Steppe, K., Zgallai, H., Ben El Hadj, S., Braham, M., Lemeur, R., i Van Labeke, M. C. (2010).** Effects of nitrogen deficiency on leaf photosynthesis, carbohydrate status and biomass production in two olive cultivars 'Meski' and 'Koroneiki'. *Scientia Horticulturae*, 123(3), 336-342.
- Conde, C., Silva, P., Agasse, A., Lemoine, R., Delrot, S., Tavares, R. M., i Gerós, H. (2008).** Olive tree physiology and responses to drought and salinity. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2(1), 1-15.
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Schwartz, A., i Yermiyahu, U. (2008).** Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus, and potassium. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133(5), 639-647.
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Schwartz, A., i Yermiyahu, U. (2014).** Olive (*Olea europaea* L.) reproductive biology: Vigor can't overcome nitrogen deficiency. *Scientia Horticulturae*, 166, 15-22
- Fernández-Escobar, R., García-Novelo, J. M., Restrepo-Díaz, H., i Sanchez-Zamora, M. A. (2012).** Nitrogen survey in olive orchards: Relationships between soil and leaf nutrients, and yield. *Journal of Plant Nutrition*, 35(1), 147-159.
- Ferreira-Pinto, J. J., Mourão, I., i Brito, L. M. (2021).** Microbial inoculants as a promising tool for sustainable olive orchard management. *Agriculture*, 11(10), 911.
- Haberman, A., Dag, A., Shtern, N., Zipori, I., Erel, R., Ben-Gal, A., i Yermiyahu, U. (2019).** Significance of proper nitrogen fertilization for olive productivity in intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*, 246, 710-717.
- Hagagg, L. F., Shahin, M. F. M., i Afifi, M. H. (2011).** Effect of foliar nitrogen, potassium and boron on growth and fruit quality of olive trees (*Olea europaea* L.) CV. Picual. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(11), 1497-1503.
- Montero-Calasanz, M. d. C., Santamaría, C., Albareda, M., Daza, A., Rodríguez-Navarro, D. N., Escribano, J. L., i Tejedor, C. (2013).** Alteration of the rhizospheric bacterial community of olive trees under drought stress. *Journal of Arid Environments*, 91, 103-108.
- Moreno, F., Cayuela, J. A., Fernández, J. E., Girón, I. F., Murillo, J. M., i Cabrera, F. (1996).** Influence of different soil management systems on soil water and olive tree yield. *Soil and Tillage Research*, 39(3-4), 273-285.
- Pascual, J. A., Ros, M., Martínez, J., i Sánchez, C. (2020).** The use of endophytic bacteria to improve plant nitrogen use efficiency. In *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity* (pp. 123-145). Springer Nature.
- Rilling, J. I., Acuña, J. J., Sadowsky, M. J., i Jorquera, M. A. (2019).** Community analysis of the olive tree (*Olea europaea* L.) phyllosphere: Exploring the impact of plant location and cultivar. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1478.

**Rodrigues, M. A., Pavão, N., Lopes, J. I., Gomes, V., Arrobas, M., Mourão, I., i Brito, L. M. (2012).** Olive responses to nitrogen fertilization in a non-irrigated orchard. *Scientia Horticulturae*, 144, 205-212.

**Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, S. M. H., i Beladi, M. (2019).** Foliar application of potassium and nitrogen improves fruit yield and quality of olive (*Olea europaea* L. cv. 'Zard'). *Agricultural Water Management*, 213, 97-103.

**Turktas, M., Inal, B., Okay, S., Erkilic, E. G., Dundar, E., Hernandez, P., Dorado, G., i Unver, T. (2013).** Molecular branching of the olive tree (*Olea europaea* L.) transcriptome during flower bud development. *BMC Genomics*, 14(1), 483.

**Toselli, M., Baldi, E., Marangoni, B., Tagliavini, M., i Scandellari, F. (2004).** Absorption and translocation of foliar-applied urea in olive (*Olea europaea* L.). *Acta Horticulturae*, 636, 323-329.

**Ulger, S., Sonmez, S., Karkacier, M., Ertoy, N., Akdesir, O., i Aksu, M. (2004).** Determination of endogenous hormones, sugars and mineral nutrition during the period of floral differentiation in olive (*Olea europaea* L. cv. Ayvalik). *Scientia Horticulturae*, 99(3-4), 331-340.

**Zipori, I., Yermiyahu, U., Erel, R., Presnov, E., Faingold, I., i Dag, A. (2015).** Long-term response of olive trees to high salinity and nitrogen fertilization. *Plant and Soil*, 391(1), 179-194.

**Prispjelo/Received: 4.2.2026.**

**Prihvaćeno/Accepted: 6.3.2025.**

**Professional paper**

## **The Role and Importance of Nitrogen (N) in Olive Fertilization under the Agroecological Conditions of the Mediterranean area of Croatia**

### **Abstract**

*This paper analyzes the physiological significance and technological challenges of nitrogen nutrition in olive trees (*Olea europaea* L.) within the specific agroecological conditions of the Croatian Mediterranean karst, where shallow, skeletal soils with low humus content represent the primary constraints for stable yields. Nitrogen is fundamental for photosynthetic capacity of olives tree, flower bud differentiation, and the mitigation of abiotic stress through proline accumulation; however, its efficiency in the soil decreases drastically due to rapid nitrate leaching and a lack of moisture. To overcome the limitations of traditional fertilization methods, a hybrid model is proposed that integrates precision basal fertilization, highly efficient foliar application during critical phenophases, and the use of innovative microbial nitrogen fixers (*Azotobacter*, *Methylobacterium*). Such a systematic approach enables olive growers to actively manage yields and adapt to negative climate changes, ensuring the maximum exploitation of the trees' genetic potential regardless of the significant agroecological constraints of olive cultivation in the Mediterranean part of Croatia.*

**Keywords:** olives, nitrogen, fertilization