

**Marko ZORICA <sup>1</sup>, Gabriella KANIŽAI ŠARIĆ <sup>2</sup>, Zdenko LONČARIĆ <sup>2</sup>, Vladimir ZEBEC <sup>2</sup>, Tomislav KOS <sup>3</sup> Šimun KOLEGA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek (doktorand)

<sup>2</sup> Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

<sup>3</sup> Sveučilišta u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu  
mzorica@fazos.hr

## **IZAZOVI U GNOJIDBI TREŠNJE (*Prunus avium* L.)**

### **SAŽETAK**

Trešnja je visokoprofitabilna voćna kultura zbog vrijednosti ploda. Uz ostale agrotehničke mjere, pravilna gnojidba osigurava bolji i kvalitetniji prinos. Značajnu ulogu u postizanju ciljeva prilikom proizvodnje trešnje imaju makrohranjiva (N, P, K, Ca, Mg). U pojedinim fenofazama također se ističu uloge mikrohranjiva, poglavito bora (B). Velik doprinos rastu i razvoju voćke, kao i poboljšanju dostupnosti hraniva, imaju gnojiva na mikrobiološkoj osnovi. Mikorizne gljive, kao i ostale korisne gljive i bakterije, imaju značajnu ulogu u postizanju uspjeha prilikom gnojidbe. Pojedini problemi u procesu proizvodnje, kao što je pucanje plodova te neki nametnici, također se mogu smanjiti aplikacijom određenih sredstava za ishranu. Hranjive tvari potrebne voćki mogu se dodati preko površine tla, fertirigacijom ili folijarno. Kao što nedostatak nekog elementa ima štetne posljedice na biljku, tako i suvišak može štetno djelovati. Uz pravilno provedenu analizu tla ili biljnog materijala utvrđujemo preciznu potrebu za hranivima kako bismo održali ekološki prihvatljivu proizvodnju. Također, važna zadaća prilikom upravljanja gnojidbom svakako je očuvanje tla i okoliša u kojemu se biljka uzgaja.

**Ključne riječi:** trešnja, gnojidba, makrohranjiva, mikrohranjiva, biognojiva, mikorize

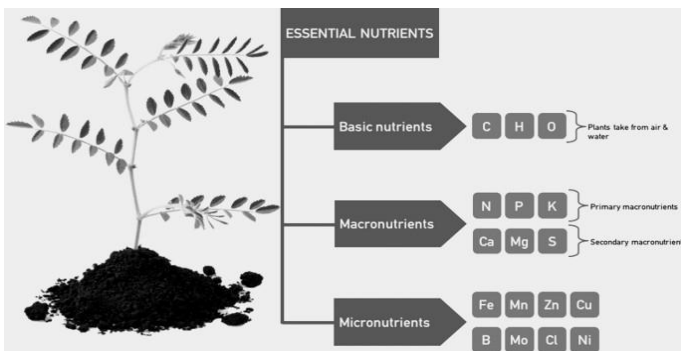
### **UVOD**

Trešnja (*Prunus avium* L.) je ekonomski visokoprofitabilna voćna kultura, zbog tržišne, tehnološke i komercijalne vrijednosti ploda (Serrano i sur., 2005.). Ukupna je godišnja proizvodnja trešanja u svijetu 2017. godine iznosila 2 443 407 tona (FAOSTAT 2017). Svojstva kvalitete ploda i kemijski sastav, koji utječu na potrošača, kod trešnje se razlikuju ovisno o ekološkim čimbenicima poput tla i klime, korištenih podloga i sorata te agrotehničkih zahvata, kao što su navodnjavanje, gnojidba i rezidba (Durner, 2013.). Gnojidba je bitna agrotehnička mjera kojom se postiže ili održava potrebna razina hraniva u tlu.

Najvažnije elemente u ishrani biljaka čine dušik (N), fosfor (P) i kalij (K). Također bitnu ulogu mogu odigrati neki od ostalih makroelemenata i mikroelemenata koji primjenom kroz gnojidbu mogu pospješiti razvoj biljke te reproducirati bolji i kvalitetniji plod. Tlo u voćnjaku gnoji se organskim i/ili mineralnim gnojivima. Gnojidba voćaka dijeli se na osnovnu ili jesensku te proljetnu gnojidbu ili prihranu. Proces gnojidbe provodi se paralelno s obradom tla (Kantoci, 2012.). Međutim, visoku rodost i kvalitetu plodova trešnje može se postići samo kada biljka primi dovoljnu količinu hranjivih tvari koje sudjeluju u metaboličkim procesima. Svaki pojedini hranjivi element ima određenu funkciju u biljci i nedostatak određena hraniva može imati štetan utjecaj na prinos i kakvoću (Durner, 2013.).

Istaknutu ulogu u određenim fenofazama kod uzgoja svih voćarskih kultura, pa tako i kod trešnje, imaju kalij (K), kalcij (Ca) i bor (B). Kalij je, uz još nekoliko čimbenika, uvelike važan za povećanje rasta ploda te za skladištenje ugljikohidrata. Odgovornost za pucanje plodova snosi kalcij, a bor ima važnu ulogu prije cvatnje. Štoviše, povoljna količina i kakvoća ploda nezamisliva je bez odgovarajuće opskrbe kalijem, kalcijem i borom. Također, ova su hraniva ključna za reprodukciju te pomažu u metabolizmu hormona, šećera i regulatora rasta (Nagy, 2010.).

Danas se također nameće izazov glede povećanja površina pod ekološkom proizvodnjom, pa je glavno pitanje možemo li prijelazom na uporabu gnojiva na organskoj osnovi, kao što su komposti, humati i biognojiva, istodobno biljci pružiti dovoljnu količinu hranjivih tvari i poboljšati biologiju tla (Bound, 2018.). Stoga, jedino redovitom analizom tla i biljnih organa možemo saznati potrebe u gnojidbi kako bismo osigurali ekološki prihvatljivu i profitabilnu proizvodnju (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).



Slika 3. Važni elementi u gnojidbi

Izvor slike: Patil i sur., 2020.

### MAKROHRANJIVA U ISHRANI TREŠNJE

Hranjivi sastojci poput dušika (N), fosfora (P), kalija (K), kalcija (Ca) i magnezija (Mg) vrše značajan utjecaj na nekoliko parametara kakvoće ploda (slika 1)

(Fallahi i Simons, 1996.). Najčešća makrohranjiva koja se tako primjenjuju u gnojidbi su: dušik (N), kao urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , amonijev nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) i amonijev sulfat ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , fosfor (P), kao fosforna kiselina ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), kalijev dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), amonijev dihidrogen fosfat ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), kalcijev dihidrogen fosfat ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ) i fosfiti, kalij kao kalijev sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), kalijev klorid (KCl), kalijev nitrat ( $\text{KNO}_3$ ), kalijev karbonat ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) i kalijev dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), magnezij (Mg) kao magnezijev sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), magnezijev klorid ( $\text{MgCl}_2$ ), magnezijev nitrat  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  i kalcij kao kalcijev klorid ( $\text{CaCl}_2$ ), kalcijevi propionati i kalcijevi acetati. (Tanou i sur., 2017.).

**Tablica 1.** Optimalan sadržaj makroelemenata (%) u listovima trešnje (preuzeto iz: Bergmann, 1986.)

Trešnja (srednje lišće 6/7 mjesec)	
Makroelementi (%)	
N	2,6 – 3
P	0,18 – 0,3
K	1,6 – 2
Ca	1,2 – 2
Mg	0,3 – 0,5

### Dušik u ishrani trešnje

Dušik je bitna komponenta organa i tkiva voćaka. Različito je zastupljen u određenim organima i tkivima. Sjemenke, lišće, plodovi i cvjetni pupovi imaju najviše dušika (San-Martino i sur., 2010.). Količina dušika u poljoprivrednim tlima kreće se od 0,1 % do 0,3 %, od čega je biljci tijekom jedne vegetacije pristupačno od 1 do 3 %. Optimalna količina dušika u listovima trešnje iznosi 2,6 do 3 % (tablica 1). Zahtjevi trešnje za dušikom tijekom razvoja ploda iznose 50 kg po biljci (Gluszek i sur., 2020.). Stoga se danas bez primjene dušika gnojibom u suvremenoj voćarskoj proizvodnji ne mogu postići zadovoljavajući prinosi (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Raznolika je uloga dušika u metabolizmu voćke. Stimulativni učinci dušika ogledaju se u rastu lišća i mladice, povećanju fotosinteze, rastu plodova te u većem broju cvjetnih pupova. Dušik utječe na obilnost i kvalitetu priroda te na cjelokupan razvoj voćke (Kantoci, 2012.). Nedostatak dušika na lišću očituje se u sitnijoj građi, mladi listovi postaju blijedožuti, a kloroza zauzima list od vrha prema bazi (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Nadalje, smanjuje se prirast mladica, slabije je zametanje cvjetnih pupova te smanjena cvatnja. Također dovodi do slabijeg razvoja plodova i povećanja njihova otpadanja. Može se dogoditi da cijelo stablo postaje slabije razvijeno, zakržljalo i da brže propada (Kantoci, 2012.).

Prekomjeran dušik također može negativno utjecati na voćke (Souza i sur., 2013.). Kada je tlo previše zastupljeno dušikom, tada lišće, izboji i korijenje postaju vrlo bujni. Voćka nastavlja rasti do kasne jeseni, mladice ne dozriju

.....

nego ostaju s mekanim i spužvastim tkivom, pa lakše ozebu. Isto tako, produžava se vrijeme dozrijevanja plodova i skraćuje trajnost ploda. Neilsen i sur. (2007.) izvjestili su o tome da su visoke primjene dušika dovele do smanjenja veličine ploda, dok na njegovu čvrstoću to nije utjecalo. Također se pojavljuje veća osjetljivost na štetnike i bolesti (Kantoci, 2012.). Vrlo je važno pravodobno unijeti dušična gnojiva u tlo. Ako ih se prekasno koristi, produžit će vegetaciju. Također, budući da su dušična gnojiva lako pokretna, može doći do većih ispiranja i gubitaka ako se unose ujesen u velikim količinama, jer tada ima više oborina (San-Martino i sur., 2010.). Dušična gnojiva važno je unijeti ujesen zbog intenzivnog rasta korijena (Kantoci, 2012.). Ujesen oko 83 % dušika apsorbira nadzemna biomasa, ostatak ide u korijen (Černý i sur., 2013.). Isto treba ponoviti na proljeće jer ponovo kreće intenzivan rast korijena, kao i oplodnja, cvatnja, rast izboja i plodova. Na početku ljeta opet je potrebna veća aplikacija dušika jer se zameću cvjetni pupovi za sljedeću godinu te se odvija porast mladica i plodova. Količinu dušika na godišnjoj se razini dijeli na četiri obroka. Prva četvrtina dušičnog gnojiva unosi se najesen poslije berbe, zbog boljeg razvoja korijena. Druga četvrtina dodaje se četiri tjedna prije cvatnje, dakle u rano proljeće. Poslije opadanja latica dodaje se treća četvrtina. Sredinom svibnja dodaje se zadnja četvrtina. Dopuštena su manja odstupanja na područjima gdje klimatske prilike na to ukazuju. Na područjima gdje rano nastupa suša gnojivo se u proljeće unosi ranije (Kantoci, 2012.).

### Fosfor u ishrani trešnje

Pored dušika (N), fosfor (P) je vitalni nutrijent za rast i produktivnost biljaka. Poljoprivredna tla sadrže od 40 do 80 % vezanog anorganski i 20 do 60 % organski vezanog fosfora (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Njegova koncentracija u biljkama kreće se od 0,05 % do 0,5 % ukupne suhe mase biljaka (Malhotra i sur., 2018.). Optimalna količina fosfora u listovima trešnje iznosi 0,18 do 0,3 % (tablica 1). Fosfor ima bitnu ulogu u procesu kruženja energije te u formiranju i funkciji reproduktivnih organa biljke. Zahtjevi trešnje za fosforom tijekom razvoja ploda iznosi 5 kg po biljci (Gluszek i sur., 2020.). Mlađe grančice posjeduju više fosfora od starijih. Također ga ima više u kambiju nego u kori i grančicama. Početkom vegetacije i prije cvatnje najviše ga ima u rodним izbojima.

Nedostatak fosfora uzrokuje lošiji rast mladica, sporije otvaranje lisnih i cvjetnih pupova. Uočavamo rozetast rast na vrhovima mladica. Također, na stablima slabo zastupljenim fosforom očituju se sitniji lisni pupovi (Kantoci, 2012.). U prvoj fazi deficita fosfora pojavljuje se tamnija boja lišća, što je posljedica prekida rasta uz nastavak sinteze klorofila. Povećanom sintezom antocijana zbog duljeg nedostatka fosfora javljaju se purpurno ili crvenkasto obojene nijanse na lišću (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Često već u lipnju otpada određen dio lisne mase. Plod je manje čvrst. Kada je količina fosfora smanjena, manja je i klijavost peluda, što rezultira smanjenim zametanjem

plodova (Kantoci, 2012.). Povećana uporaba fosfornih (P) gnojiva može prouzročiti nedostatak cinka (Zn) (Loneragan i Webb, 1993.).

Budući da je fosfor slabo pokretan u tlu, treba ga dublje zaorati. Fosforna gnojiva treba unijeti prilikom obrade tla ujesen. Najbolje ih je unijeti dublje u tlo, tj. obaviti dubinsko gnojenje. Takvo gnojenje obavlja se postupno, u trake, paralelno s rastom voćke i korijena u širinu. Stajski gnoj preporučuje se unijeti zajedno s fosfornim gnojivima, jer oslobađa ugljikov dioksid, pa tako povećava topljivost fosfora (Kantoci, 2012.).

### **Kalij u ishrani trešnje**

Kalij (K) iz tla voćke usvajaju u velikim količinama. Sadržaj kalija u tlu je visok, prosječno iznosi od 0,2 do 3,0 %. U biljkama koncentracija kalija može dostići i 5 % na suhu tvar. Biljke ga usvajaju skoro koliko i dušika (N). Optimalna količina kalija u listovima trešnje iznosi 1,6 do 2 % (tablica 1). Zahtjevi trešnje za kalijem tijekom razvoja ploda iznosi 60 kg po biljci (Gluszek i sur. 2020.). Koncentracija kalija u mladim je biljkama veća nego u starijih. Međutim, mlađe ga lišće sadrži ukupno manje od starijega (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Nadalje, u kambiju ga ima više nego u kori. U pupovima nerodnih izboja ima manje kalija nego u pupovima rodni izboja. Budući da kalij ima bitnu ulogu u životu voćke, zbog njegova deficita ili suficita mogu se javiti određeni poremećaji. Kalij sudjeluje u sintezi proteina, metabolizmu ugljikohidrata, smanjenju vodnog potencijala i aktivaciji enzima (Wang i sur., 2013.). Nedostatak kalija u voćki uzrokuje poremećaj u hranjenju dušikom, a s druge strane, ako dođe do suviška kalija, biljka teže usvaja kalcij, mangan, bor i cink. Kada voćka ne usvoji dovoljnu količinu kalija, plodovi ga uzimaju iz lišća. Kalij utječe na povećanje količine kiselina i šećera, boju i čvrstoću ploda, te time i na njegovu ukupnu kvalitetu.

Simptomi nedostatka kalija očituju se smeđom bojom na vrhovima i rubovima lišća, njihovim povijanjem prema unutra te pojavljivanjem smeđih mrlja. Kod većeg nedostatka lišće se počinje sušiti te nakon toga opadati s vrha prema bazi, što možemo razlikovati od prirodnog opadanja od baze prema vrhovima grana. Što se tiče plodova, ostaju sitniji i više opadaju. Sjeme je slabije razvijeno.

Kalijevim gnojivima gnoji se na isti način i u isto vrijeme kao i fosfornim, dakle ujesen, uz unošenje stajskog gnojiva i obradu tla. Ako se u proljeće pognoji većom količinom kalijevih gnojiva, utvrđeno je da voćka slabije prima kalcij (Kantoci, 2012.).

### **Kalcij u ishrani trešnje**

Kalcij (Ca) ima važnu ulogu u fiziologiji većine voća prije i poslije berbe. Anorganski kalcij u tlu prosječno iznosi 0,2 do 2,0 %, a u karbonatnim tlima prelazi 10 % (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Količina kalcija u biljci iznosi

oko 0,5 % u suhoj tvari (Vukadinović i Lončarić, 1998.). Optimalna količina kalcija u listovima trešnje iznosi 1,2 do 2 % (tablica 1). Zahtjevi trešnje za kalcijem tijekom razvoja ploda iznosi 70 kg po biljci (Gluszek i sur., 2020.). Fiziološka uloga kalcija očituje se u procesu disanja, fotosinteze, obrani biljke od toksičnog djelovanja suficita određenih elemenata, smanjenju hidratiziranosti protoplazme, itd. (Marschner, 1995.). Održava i regulira membransku polupropusnost (Poovaiah i Leopold, 1973.). Također, jača i umrežava sastojke staničnih stijenka (Chan i sur., 2017.). Važna je njegova uloga u strukturi membrana i stanične stijenke. Kalcij se putem ksilema usvaja iz otopine tla (Marschner, 1995.). Kreće se korijenom, putem simplasta, kroz staničnu citoplazmu ili aploplastom kroz praznine između stanica (White i Broadley, 2003.). Slabo je pokretan u biljci (Kastori, 1983.). Zbog njegova nedostatka u tlu, nerijetko se pojavljuju simptomi nedostatka kalcija u biljci. Tako preko pH reakcije utječe na raspoloživost ostalih hraniva iz tla. Nedostatak kalcija najprije je uočljiv na mladom lišću u obliku kloroze. Na plodovima se također javljaju simptomi nedostatka kalcija. Usporava se rast biljke, a poslije može doći i do nekroze mladih listova. Kako se suficit kalcija odražava na biljke, do danas nije poznato (Vukadinović i Lončarić, 1998.). Kalcij je vjerojatno povezan s otpornosti na pucanje ploda trešnje od kiše (Winkler i sur. 2020.). Kod trešnje je Ca utvrđen kao pozitivan poboljšivač svojstva kvalitete ploda, kao što su čvrstoća i osjetljivost na pucanje (Winkler i Knoche, 2019.). Najbolje rezultate dalo je prskanje kalcijem prije kiše, sa sigurnošću da je konstantno u doticaju s površinom ploda. Prskanje se obavlja s kalcijem, kalcijevim acetatom, kalcijevim nitratom ili kalcijevim hidroksidom. Tada se reducira osmotski pritisak te usvajanje vode na površini ploda. Kada je kalcij u staničnoj membrani, tada sprječava ulazak vode unutar stanice (Miljković, 2011.).

### **Magnezij u ishrani trešnje**

Magnezij (Mg) ima višenamjensku ulogu u biljkama, ali njegova funkcija u kvaliteti plodova nije potpuno razjašnjena (Ziogas i sur., 2020.). Magnezija je u tlu prosječno 0,1 do 1,0 %, a u karbonatnim tlima više. Sadržaj magnezija u biljkama, ovisno o opskrbljenosti pojedinih tala, doseže od 0,1 do 0,35 %. Optimalna količina magnezija u listovima trešnje iznosi 0,3 do 0,5 % (tablica 1). Zahtjevi trešnje za magnezijem tijekom razvoja ploda iznosi 10 kg po biljci (Gluszek i sur., 2020.). Magnezij je u biljci mobilniji od kalcija. Nadalje, za razliku od kalcija premješta se bazipetalno, odnosno floemom. Magnezij je konstitucijski element u klorofilu te ga više ima u mlađeg lišća u porastu. Kod usvajanja magnezija antagonizam se javlja pri suficitu kalija, kalcija i mangana (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Nedavna istraživanja pokazala su da Mg ima pozitivnu funkciju na indeksu boje perikarpa. Ta istraživanja ukazuju na povećanje sadržaja antocijana u

perikarpu, što pridonosi crvenoj boji perikarpa. Štoviše, magnezij korišten folijarno uvršten je u nekoliko istraživanja povezanih s biosintezom flavonoida, biosintezom antocijana i signalnim putem ABA. Magnezij bi mogao pridonijeti akumulaciji sadržaja antocijana povećanjem koncentracije ABA u plodovima (Wang i sur., 2017. a, b). Posebno su mlada stabla trešnje osjetljiva na nedostatak Mg, koji uzrokuje apsciziju lišća i smanjen rast izboja (MAFF, 1964.).

### Mikrohranjiva u ishrani trešnje

Apsorpcija mikroelemenata koji se primjenjuju u ishrani dokazana je kao faktor koji ovisi o voćnoj vrsti povezano s debljinom i sastavom biljne kutikule (Eichert i Goldbach, 2008.). Najčešće primijenjene mikrohranjive tvari pripadaju boru (B), i to kao borna kiselina ( $B(OH)_3$ ), boraks ( $Na_2B_4O_7$ ), natrijev oktaborat ( $Na_2B_8O_{13}$ ) te polioli. Željezo se najčešće primjenjuje u obliku željezova sulfata ( $FeSO_4$ ), Fe (III) kelata i Fe kompleksa, Mn (kao  $MnSO_4$ , Mn (II) kelati) i Zn (kao  $ZnSO_4$ , Zn (II) -helati, ZnO i Zn organski kompleksi) (Tanou i sur., 2017.). Optimalan sadržaj pojedinog mikroelemenata u listovima trešnje naveden je u tablici 2. Folijarna primjena mikrohranjiva okarakterizirana je kao najprikladnija metoda primjene hranjivih sastojaka u voćkama, pružajući brz odgovor biljke i jednoličnu raspodjelu na lišću (Umar i sur., 1999., Mengel, 2002.).

**Tablica 2.** Optimalan sadržaj mikroelemenata (ppm) u listovima trešnje (preuzeto iz: Bergmann, 1986.)

Trešnja (srednje lišće 6/7 mjesec)	
Mikroelementi (ppm)	
B	30 – 60
Mo	0,10 – 0,30
Cu	5 – 12
Mn	30 – 150
Zn	15 – 50
Fe	195

### Bor u ishrani trešnje

Bor (B) je prijeko potrebno hranivo za višegodišnje biljke (Marschner, 1995.). Bitan je mikroelement u biljkama, ali ga često nedostaje u većini tala jer se većina bora u tlu adsorbira na minerale gline, okside hidridnih metala i organske tvari u tlima (Nagy i sur., 2008.). Glavna uloga bora u voćkama uključuje zametanje ploda (Faust, 1989.). Utvrđeno je da igra ključnu ulogu u reproduktivnim procesima koji utječu na razvoj prašnika, klijanje peluda i rast peludnih cijevi (Loomis i Durst, 1992.). Cvjetovi jabuke, kruške i trešnje vrlo su

visoko zastupljeni borom. Bor potreban za cvijet transportira se uglavnom iz rezerva u susjednim granama, a ne iz korijenja, tijekom razvoja cvijeta (Nagy i sur., 2008.).

Bor pomaže u metabolizmu hormona i u translokaciji kalcija, šećera i regulatora rasta, potrebnih za sintezu proteina (Nagy i sur., 2008.). Uz to, B je važan za rani rast, cvjetanje i dozrijevanje plodova (Kanrali i Childers, 1970.). Također, održava ravnotežu između šećera i škroba, pomaže u regulaciji auksina, potreban je za diobu i diferencijaciju stanica i razvoj vrhova korijena (Nagy i sur., 2008.). Stoga je bitno paziti na razinu bora u biljci jer i niske i visoke koncentracije uzrokuju lošu kakvoću ploda. Niska razina bora rezultira kratkim vijekom skladištenja, pa plodovi imaju veću osjetljivost na razgradnju i deformacije (Nagy i sur., 2008.).

Nedostatak bora odražava se na izboje trešnje, koji rastu neko vrijeme, a zatim počinju venuti. Listovi su okruglo iskrivljeni i uvrnuti prema dolje, s nepravilnom nazubljenosti. U uvjetima nedostatka bora često se događa cijepanje kore. Neki pupoljci biljaka s njegovim nedostatkom ne uspiju se otvoriti u proljeće, a drugi se smežuraju i venu. Pucanje, smežuranje, deformacija, unutrašnje i vanjsko posmeđivanje te začepljenje oko koštice i u mesu znakovi su nedostatka bora u plodu trešnje (Wojcik i Wojcik, 2006.). Nedostatak bora najčešće se opaža kod biljaka na tlima s niskim statusom organske tvari (Shorrocks, 1997.). Uz to, bor se može taložiti zajedno s kalcijevim karbonatom, što ga čini nedostupnim korijenu (Nagy i sur., 2008.). Nedostatak bora može se dogoditi i na tlu s njegovom odgovarajućom razinom ako mu je usvajanje otežano prevelikim osmotskim tlakom, suhim ili mokrim uvjetima tla i niskom razinom kisika u tlu (Goldberg, 1997., Wojcik, 2003.).

Bor se u tlo može dodavati u trake, širom ili lokalizirano uz deblo. Aplikiranje širom malo se primjenjuje. U usporedbi s primjenom širom, primjena u trake daje bolje rezultate. Lokalizirana primjena preporučuje se u voćnjacima s većim razmacima sadnje. Folijarno se bor treba primijeniti tijekom vegetacije u dva tretiranja. Prvi tretman, koji utječe na učinkovitost cvatnje, provodi se dva do tri tjedna prije cvatnje. Drugi, koji utječe na uspješnost razvoja ploda, provodi se 10 do 15 dana poslije kraja cvatnje. Anorganski oblici bora ne smiju se aplicirati u fazi cvatnje jer mogu napraviti štetu na cvjetovima te nepovoljno djelovati na oplodnju (Gluhić, 2008.).

### **Značaj ostalih mikrohranjiva u ishrani trešnje – željezo (Fe), bakar (Cu), cink (Zn)**

Željezo (Fe) je prijeko potreban kemijski element u uzgoju voćaka i kation potreban za mineralnu prehranu. Nedostatak željeza glavni je prehrambeni problem kada se voćke uzgajaju na vapnenastim ili alkalnim tlima, što utječe na parametre kakvoće ploda i na ukupan prinos (Chouliaras i sur., 2004.). Nedostatak željeza i kloroza gotovo su uvijek povezani s uvjetima tla (Therios,



2009.), a manifestiraju se na mladom lišću (Gluhić, 2013.). Deficit je posebno štetan kod voćaka jer uzrokuje slabiji vegetativni rast, smanjen urod, gubitke na kakvoći te smanjenje životnog vijeka voćnjaka (Álvarez-Fernández i sur., 2006.; Rombolá i Tagliavini, 2006.). Folijarna prihrana spojevima koji sadržavaju željezo poboljšava kvalitetu plodova u višegodišnjim nasadima. Od svih mikroelemenata u listu, trešnja najviše zahtijeva željezo, i to 195 ppm (tablica 2) (Song i sur., 2016.). Za tretiranje unosom u tlo preporučuje se Fe-EDDHA, tj. helatni oblik uz huminske kiseline za bolji učinak, a za folijarnu primjenu predlažu dva oblika: Fe-DTPA i Fe-EDTA. Postoji pozitivno djelovanje, tj. sinergizam, između željeza i mangana (Gluhić, 2013.).

Bakar (Cu) prema znanstvenim podacima ima istaknutu ulogu u otpornosti na bolesti zbog njegove sposobnosti sudjelovanja u enzimskim aktivnostima, stvaranju reaktivnih vrsta kisika (ROS), regulaciji ekspresije gena te procesima u vezi s biosintezom proteina i fitoaleksina povezanih s patogenima. (Evans i Solberg, 2007.). Učinak bakra prilikom folijarne primjene na kvalitetu plodova trešnje i jabuke proučavali su Brown i suradnici 1996. god. Bakar, u obliku bakrova hidroksida, primijenjen je na stablima trešnje, šest tjedana nakon cvatnje i na stablima jabuka osam tjedana nakon cvatnje, u prisutnosti ili u nedostatku tretmana kalcijem. Rezultati su pokazali da je samo kada je bakar primijenjen u kombinaciji sa kalcijem postignuta bolja otpornost plodova na pucanje i povećana njihova čvrstoća. Kombinacija bakra i kalcija također je uspjela poboljšati čvrstoću mesa jabuka "Golden Delicious" (Brown i sur., 1996.) i svesti na najmanju moguću mjeru značajno pucanje ploda trešnje uzrokovano kišom (Brown i sur., 1995.).

Cink (Zn) se u biljnoj ishrani smatra mikroelementom koji je općenito povezan s važnim ulogama u zametanju plodova te zadržavanju prinosa i kakvoće ploda. Cink je bitan za aktivaciju različitih enzima, uključujući dehidrogenaze, aldolaze, izomeraze, transfosforilaze i DNA i RNA polimeraze, te za njegovu implikaciju na biosintezu triptofana, staničnu diobu i održavanje cjelovitosti stanične membrane te fotosintezu. (Marschner, 2012.). Na specifične fizikalne parametre plodova cink je utjecao nakon folijarne primjene otopina kod nekoliko vrsta voćaka. Te su primjene izazvale značajan porast mase ploda, mase pulpe, voćnog soka i volumena ploda (Ziogas i sur., 2020.).

Mangan (Mn) u biljci utječe na aktivnost hormona, enzima, vitamina, oksido-redukcijske procese te na fotosintezu (Čoga i Slunjski, 2018.). Zabilježen je manjak mangana za trešnje uzgajane na vapnenastim tlima, vjerojatno zbog slabije topivosti elementa u toj vrsti tla (Jiménez i sur., 2004.). Međužilna kloroza tipičan je simptom nedostatka mangana. Na početku je slična klorozi zbog nedostatka željeza, ali prijelaz između žile i plojke osjetno je blaži. (Lešić i sur., 2016.). Za većeg nedostatka na lišću se primjećuju smeđe nekrotične pjege, a zatim i počne opadati. Kod nekih biljnih vrsta događa se kašnjenje dozrijevanja plodova (Gluhić, 2013.). Dobra korelacija između koncentracije

mangana u lišću i cvijetu sugerira da bi se analiza mangana u cvijetu mogla koristiti za rano otkrivanje i liječenje nedostataka stabala trešnje (Jiménez i sur., 2004.).

## MIKROBIOLOŠKA GNOJIDBA

Prema organizaciji za hranu i poljoprivredu (FAO) Ujedinjenih naroda očekuje se da će se stanovništvo svijeta do 2050. povećati na više od devet milijarda, dakle, prehranu će trebati još trećina ljudi više nego danas. Stoga je potrebno uvelike povećati poljoprivrednu proizvodnju poboljšanjem upravljanja rizosferom u relativno kratkom razdoblju (FAO, 2018.).

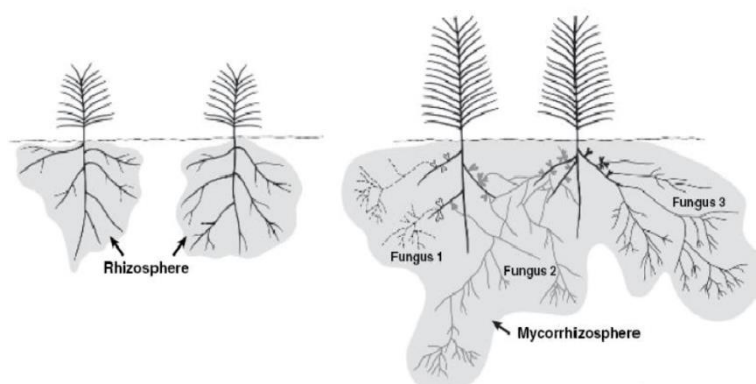
Ograničavajući čimbenici nužni za postizanje toga cilja s vremenom postaju sve rjeđi, a uključuju održivo upravljanje okolišem i dostupnost plodnog tla (Glaser i sur., 2019.). Od sredine 20. stoljeća do danas kemijska gnojiva imaju glavnu ulogu u prehrani svjetskog stanovništva. To je učinjeno kroz gnojidbu s hranivima poput fosfora (P), dušika (N) i kalija (K). Godišnje se upotrijebi oko 53 milijarde tona NPK gnojiva za upotpunjavanje potrebe hranjivih tvari za rast biljaka i prinos (FAO 2017). Nažalost, samo manji postotak tih hranjivih tvari koriste biljke, a veći se postotak taloži u metalnim kationima prisutnima u tlu. Štoviše, opsežna i neprimjerena uporaba kemijskih gnojiva rezultira ekološkim problemima, pa je glavna zadaća poljoprivrednika sve šire uvođenje poljoprivrednih praksa koje ne štete okolišu (Babalola, 2010.). Na znanstvenoj razini interesi su usmjereni prema osiguravanju održivosti poljoprivrede pomoću korisnih mikroorganizama u tlu umjesto kemijskih gnojiva i pesticida (Yadav i Sarkar, 2019.).

Upravljanje rizosferom može se definirati kao proces poboljšanja učinkovitosti hranjivih tvari u tlu potrebnih za rast biljaka i povećanje prinosa (Zia i sur., 2020.). Korisni mikroorganizmi tla poboljšavaju upravljanje rizosferom kroz različite višenamjenske mehanizme. To uključuje sljedeće: proizvodnju siderofora, fiksiranje dušika, proizvodnju litične kiseline, proizvodnju vodikova cijanida, otapanje fosfata i proizvodnju indol octene kiseline (Cruz i sur., 1993.; Babalola i Glick, 2012.).

Mehanizmi djelovanja ovih korisnih mikroorganizama igraju presudnu ulogu u poboljšanju tla, plodnosti, rastu, razvoju biljaka i prinosu. Mnogi sojevi korisnih mikroorganizama u tlu izolirani su zbog svojih potencijala u upravljanju rizosferom radi povećanja prinosa biljaka i trenutačno se koriste u biotehnologiji kao alat za poboljšanje sigurnosti hrane i poljoprivredne održivosti (Reed i Glick, 2013.). Trenutačno se gljivice, mikorize i rizobakterije koje potiču rast biljaka koriste kao mikroorganizmi koji igraju vitalnu ulogu u osiguravanju dostupnosti hranjivih sastojaka u tlu. Važna je uloga mikoriza bolje usvajanje hraniva, najviše fosfora, a u pojedinim uvjetima i slabo pokretnog bakra i cinka (Gnekow i Marschner, 1989.). Istraživanje Gaštoła i

suradnika (2013.) ukazalo je na pozitivan utjecaj mikoriza na sadržaj hraniva u korijenu i listu jabuke. Biljke inokulirane abuskularnom mikoriznom gljivom imale su znatno veći sadržaj dušika, fosfora, kalija i bora (N, P, K i B) u izbojima i veći sadržaj dušika, bakra, sumpora, mangana, željeza, titana i molibdena (N, Cu, S, Mn, Fe, Ti i Mo). Svijest o primjeni biognojiva sve je veća jer je to ekološki prihvatljivo i isplativo sredstvo za povećanje produktivnosti i plodnosti tla (Glick, 2020.).

Mikrobiološka gnojiva sastoje se od živih stanica korisnih mikroorganizama, s potencijalima za poticanje rasta biljaka. Međusobno djeluju s rizosferom ili endosferom biljaka poboljšavajući plodnost tla i stimulirajući unos hranjivih tvari za povećanje prinosa (Okur, 2014.). Primjena biognojiva smanjuje visoku cijenu kupnje kemijskih gnojiva (Mahanty, 2017.).



Slika 4. Razlika između korijena bez mikoriza i s mikorizama  
Izvor slike: Mohammadi i sur., 2011.

### Utjecaj mikrobiološke gnojidbe na rast i razvoj stabla trešnje

Brojni rizici kod uzgoja trešnje povezani su s tlom i podlogom. Drveće može tijekom zime i proljeća biti oštećeno mrazovima koji često uništavaju potencijalne prirode cvjetova i plodova. Drugi problem povezan s vremenom također je pucanje ploda nakon kiša (Gluszek i sur., 2020.). Ostali važni problemi povezani s uzgojem trešnje još su bolesti, posebno bakterijski rak (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall i P.s. str. *morsprunorum* Wormald) (Sobiczewski i Schollenberger, 2002.), kao i brojni štetnici, poput trešnjine muhe (*Rhagoletis cerasi* L.) (Rozpara i sur., 2010.) ili drozofila (*Drosophila suzuki* Matsumura) (Łabanowska i Piotrowski, 2015.), čije se ličinke hrane mesom ploda. Problem u proizvodnji trešnje svakako su i ptice, koje mogu uništiti prinos jedući i oštećujući voće (Gluszek i sur. 2020.).

'GiSela 5' patuljasta je podloga njemačke selekcije, čija važnost u uzgoju trešnje u Europi neprestano raste. Kao što je pokazalo istraživanje mnogih autora (De Salvador i sur., 2005.; Franken-Bembenek, 2005.; Sitarek i

Bartosiewicz, 2012.), ova podloga djelotvorno smanjuje snagu vegetativnog rasta stabla i povećava njegovu produktivnost, bez smanjenja kvalitete ploda. Ograničenje rasta nadzemnog dijela podlogom 'GiSela 5' rezultat je razlike u strukturi korijenova sustava u usporedbi sa snažno rastućim podlogama, a može biti i zbog malenih aktivnih površina korijenskog sustava u usporedbi s ukupnom veličinom korijena (Ljubojević i sur., 2014.; Sitarek i Sas-Paszt, 2014.).

Na rast i prinos stabala trešanja, njihovo zdravlje i raznolikost povezanih mikroorganizama rizosfere značajno utječe način gnojidbe. Visoka razina korištenih mineralnih gnojiva u intenzivnoj konvencionalnoj poljoprivredi ima negativan utjecaj na razvoj najkorisnijih mikroorganizama u tlu, uključujući rast i kolonizaciju korijena mikoriznim gljivicama (Smith i Read, 2008.). Kod takvih pripravaka organskog podrijetla znatno se nižom brzinom ioni dušika i minerali oslobađaju u tlo, u usporedbi s umjetnim gnojivima, posebno za nižih temperatura (Kelderer i sur., 2008.). Stoga, biognojiva, osim tradicionalnih organskih gnojiva poput stajskoj gnoja ili komposta, čine jedno od rješenja problema eutrofikacije okoliša kao alternative kemijskim gnojivima u voćarstvu (Maksoud i sur., 2009.; Sas Paszt i sur., 2015.). Biognojiva su pripravci koji, među ostalim, sadržavaju humusne spojeve, hidrolizate, biljne ekstrakte i korisne mikroorganizme, uključujući mikorizne gljive koje imaju sposobnost kolonizacije rizosfere biljaka. Povećavaju opskrbu organskim tvarima i dostupnost organskih tvari i hranjivih tvari u tlu te smanjuju negativan utjecaj patogena tla, stimulirajući tako rast i razvoj biljaka (Bhattacharjee i Dey, 2014.). Prikladno razvijeni bioprodukti s mikrobiološkim sastojcima, poput korisnih bakterija ili mikoriza gljive, povećavaju učinkovitost gnojidbe biljaka i sa sintetičkim mineralnim gnojivima i s organskim gnojivima te smanjuju osjetljivost biljke na razne biotske i abiotske stresove u okolišu (Mosa i sur., 2016.; Turan i sur., 2017.).

Kolonizacija korijenskog sustava arbuskularnim mikoriznim gljivama (AMF) može promijeniti korijenovu morfološku strukturu, npr. veličinu korijenskog sustava, njegovu topografsku rasprostranjenost, kao i površinu i volumen (slika 2). Rezultati istraživanja Aka-Kacara i sur. 2010. god. ukazuju da su podloge trešnje inokulirane s *Glomus mosseae* mikorizom imale puno razvijeniji korijen i više koncentracije cinka i fosfora od necijepljenih biljaka. U usjevima, pak, povećavaju prinos i poboljšavaju njegovu kvalitetu (Kapoor i sur., 2008.; Baum i sur., 2015.). I mikorizne gljive i korisne rizosferne bakterije (PGPR) povećavaju učinkovitost prehrane biljaka na temelju uporabe organskih gnojiva. Njihova široka uporaba u poljoprivredi može dovesti do smanjenja uporabe kemijskih sredstava, poboljšanja učinkovitosti iskorištavanja mineralnih spojeva sadržanih u tlu i dugoročno dovodi do trajnog poboljšanja kvalitete tla (Lingua i sur., 2013.; Singh i sur., 2015.). Kombinirana uporaba organskih gnojiva i korisnih mikroorganizama omogućuje dobivanje dobrog prinosa čak i pod nepovoljnim uvjetima uzgoja (Bharti i sur., 2016.). Stoga je poželjno koristiti

mikorizne i bakterijske supstancije kojima mikroorganizmi međusobno povećavaju svoje blagotvorne učinke na rast i prinos biljaka, te kvalitetu ploda (Bona i sur., 2015., 2017.).

## ZAKLJUČAK

Gnojidba je složena agrotehnička mjera čijom pravilnom izvedbom možemo osigurati održivost tla i biljaka u voćnjaku, visok prinos i kvalitetu ploda. Također, gnojidbom preparatima na mikrobiološkoj osnovi može se osigurati produktivnije i manje onečišćeno tlo te utjecati na bolji razvoj korijenova sustava i podlogu trešnje. Izazovima koji se nameću u procesu gnojidbe trešnje želi se postići veći prinos, smanjenje pucanja ploda, bolja kakvoća ploda i mogućnost dužega skladištenja, te što manji štetan utjecaj na tlo. Iako su pojedine vrste organskih i mineralnih gnojiva već u širokoj i konstantnoj primjeni, ipak bi trebalo smanjiti njihovo nekontrolirano apliciranje te se okrenuti dugoročno održivijim, novijim gnojivima koja imaju dokazan manje štetan utjecaj na okoliš. Jedino na temelju ljudske svijesti možemo osigurati zdravije, manje onečišćene i produktivnije poljoprivredne površine koje će ubuduće moći proizvesti dovoljno hrane za svjetsku populaciju koja ubrzano raste.

## CHALLENGES IN CHERRY (*Prunus avium* L.) FERTILIZATION

### SUMMARY

Cherry is a highly profitable fruit crop, because of the value of its fruit. Along with other agrotechnical measures, proper fertilization ensures a better and higher quality yield. Macronutrients (N, P, K, Ca, Mg) play a significant role in achieving the aim in cherry production. In some phenophases, the roles of micronutrients, especially boron (B), also stand out. Fertilizers on a microbiological basis have a great contribution to the growth and development of fruit trees as well as the improvement of nutrient availability. Mycorrhizal fungi, like other beneficial fungi and bacteria play an essential role in success of fertilization. Certain problems in the production process, such as fruit cracking and some pests, can also be reduced by the application of certain nutritious. The nutrients, needed by the fruit, can be added over the soil surface, by fertigation or foliar. Deficiency of an element has harmful effects on the plant, but excess also can have a detrimental effect. With a properly conducted analysis of soil or plant material, we determine the precise need for nutrients, and like that we sustain environmentally friendly production. Also, an important mission in fertilization management is to preserve soil and environment in which plant is cultivates.

**Keywords:** cherry, fertilization, macronutrients, micronutrients, biofertilizers, mycorrhiza

## LITERATURA

- Aka-Kacar, Y., Akpınar, C., Agar, A., Yalcin-Mendi, Y., Serce, S., Ortas, I.** (2010.). The effect of mycorrhiza in nutrient uptake and biomass of cherry rootstocks during acclimatization. *Romanian Biotechnological Letters*, 15, 5246 – 5252
- Álvarez-Fernández, A., Abadía, J., Abadía, A.** (2006.). Iron deficiency, fruit yield and fruit quality”, In L L Barton, J Abadía (Eds.), *Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms*, Springer, Dordrecht, the Netherlands, 85 – 101. [https://doi.org/10.1007/1-4020-4743-6\\_4](https://doi.org/10.1007/1-4020-4743-6_4)
- Babalola, O.O.** (2010.). Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnol. Lett.* 32, 1559–1570.
- Babalola, O.O., Glick, B.R.** (2012.). The Use of Microbial Inoculants in African Agriculture: Current Practice and Future Prospects. *J. Food Agric. Environ.* 10, 540–549
- Baum, C., El-Tohamy, W., Gruda, N.** (2015.). Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: A review. *Scientia Horticulturae*, 187, 131–141.
- Bergmann, W.** (1986.). *Farbatlas - ernährungsstörungen bei kulturpflanzen*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 306.
- Bharti, N., Barnawal, D., Shukla, S., Tewari, S. K., Katiyar, R. S., Kalra, A.** (2016.). Integrated application of *Exiguobacterium oxidotolerans*, *Glomus fasciculatum*, and vermicompost improves growth, yield and quality of *Mentha arvensis* in saltstressed soils. *Industrial Crops and Products*, 83, 717–728.
- Bhattacharjee, R., Dey, U.** (2014.). Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 8, 2332–2342.
- Bona, E., Cantamessa, S., Massa, N., Manassero, P., Marsano, F., Copetta, A., Lingua, G., D’Agostino, G., Gamalero, E., Berta, G.** (2017.). Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting pseudomonads improve yield, quality and nutritional value of tomato: a field study. *Mycorrhiza*, 27, 1–11.
- Bona, E., Lingua, G., Manassero, P., Cantamessa, S., Marsano, F., Todeschini, V., Copetta, A., D’Agostino, G., Massa, N., Avidano, L., Gamalero, E., Berta, G.** (2015.). AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. *Mycorrhiza*, 25, 181–193.
- Bound, S.** (2018.). Improving fruit quality and consistency in cherries through maximized nutrient availability, Tasmanian Institute of Agriculture, University of Tasmania
- Brown, G., Kitchener, A., McGlasson, B., Barnes, S.** (1996.). The effects of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. *Sci. Hortic.* 67 (3–4), 219–227.
- Brown, G., Wilson, S., Boucher, W., Graham, B., McGlasson, B.** (1995.). Effects of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). *Sci. Hortic.* 62 (1–2), 75–80.
- Chan, S. M., Jones, C. R., Jamieson, K. H., Albaraccin, D.** (2017.). Debunking: A metaanalysis of the psychological efficacy of messages countering misinformation, *psychological science*, 1531-1546.
- Chouliaras, V., Therios, I., Molassiotis, A., Diamantidis, G.** (2004.). Iron Chlorosis in Grafted Sweet Orange (*Citrus sinensis* L.) *Plants: Physiological and Biochemical* Vol. 21 / Br. 6

Responses. *Biologia Plantarum*, 48, 141–144.

**Cruz, C., Lips, S. H., Martins-Loução, M. A.** (1993.). Interactions between nitrate and ammonium during uptake by carob seedlings and the effect of the form of earlier nitrogen nutrition. *Physiol. Plant*, 89, 544–551.

**Černý, J., Balík, J., Peklová, Z., Peklová, L., Shejbalová, Š., Kulhánek, M.** (2013.). Effect of fertilization on nitrogen use of winter oilseed rape, SPZO experimental results – 30th evaluation seminar – Rapeseed production system, sunflower production system. 20.– 21.11. 2013. Hluk. Prague, 140–145.

**Čoga, L., Slunjski, S.** (2018). Dijagnostika tla u ishrani bilja, priručnik za uzrokovanje i analitiku tla. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

**De Salvador, F. R., Di Tommaso, G., Piccioni, C., Bonofiglio, P.** (2005.). Performance of new and standard cherry rootstocks in different soils and climatic conditions. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 667, 191–199.

**Durner, E.F.** (2013.). *Principles of Horticultural Physiology*. Gutenberg Press Ltd., Tarxien, 393 str. <https://doi.org/10.1079/9781780643069.0000>

**Evans, I., Solberg, E.** (2007.). Copper and plant disease. In: *Mineral Nutrition and Plant Disease*. American Phytopathological Society (APS Press), St. Paul, USA, 77–188.

**Fallahi, E., Simons, B.R.**, (1996.). Interrelations among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in “delicious” apples. *J. Tree Fruit Prod.* 1 (1), 15–25.

**FAO, UNICEF, WFP, WHO.** *The State of Food Security and Nutrition in the World* (2018.). Building Climatic Resilience for Food Security.

**FAO, UNICEF, WFP, WHO.** *The State of Food Security and Nutrition in the World* (2017.). Building Resilience for Peace and Food Security; FAO, Rome, Italy.

**Faust, M.** (1989.). *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. Wiley Intersciences, New York, 106-227

**Franken-Bembenek, S.** (2005.). Gisela 5 rootstock in Germany. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 667, 167–172

**Gąstoł, M., Domagała-Świątkiewicz, I., Bijak, M.** (2013.). The effect of mycorrhizal inoculation and phosphorus application on the growth and mineral nutrient status of apple seedlings. 39, 288-299.

**Glaser, B., Lehr, V. I.** (2019). Biochar effects on phosphorus availability in agricultural soils: A meta-analysis. *Sci Rep*, 9, 9338

**Glick, B.R.** (2020.). Introduction to plant growth-promoting bacteria. In *Beneficial Plant-Bacterial Interactions*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 1–37

**Gluhić, D.** (2008.). Bor u gnojidbi drvenastih kultura. *Glasnik Zaštite Bilja*, 31 (5), 50-56

**Gluhić, D.** (2013.). Mikroelementi u funkciji gnojidbe bilja. *Glasnik Zaštite Bilja*, 36 (5), 26-34. Veleučilište Rijeka, Poljoprivredni odjel Poreč.

**Gluhić, D.** (2013.). Željezo u gnojidbi poljoprivrednih kultura. *Glasnik Zaštite Bilja*, 36 (1), 46-51.

**Gluszek, S., Derkowska, E., Sas-Paszt, L., Sitarek, M., Sumorok, B.** (2020). Influence of bioproducts and mycorrhizal fungi on the growth and yielding of sweet cherry trees. *Hort. Sci. (Prague)*, 47, 122-129.

**Gnekow, M.A., Marschner, H.** (1989.). Role of VA-mycorrhiza in growth and mineral nutrition of apple (*Malus pulmila* var. *domestica*) rootstock cuttings. *Plant and Soil*, 119, 285–293.

- Goldberg, S.** (1997.). Reactions of boron with soils. *Plant and Soil*, 193, 35–48.
- Jiménez, S., Garín, A., Gogorcena, Y., Betrán, J.A., Moreno, M.A.** (2004.). Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: Influence of different rootstocks. *J. Plant Nutr.*, 27, 701–712.
- Kantoci, D.** (2012). Gnojenje voćaka. *Glasnik Zaštite Bilja*, 35 (5), 40-45.
- Kapoor, R., Sharma, D., Bhatnagar, A.K.** (2008.). Arbuscular mycorrhizae in micropropagation systems and their potential applications. *Scientia Horticulturae*, 116, 227–239.
- Kastori, R.** (1983). Uloga elemenata u ishrani biljaka. *Matica srpska. Novi Sad*.
- Kelderer, M., Thalheimer, M., Andraeus, O., Topp, A., Burger, R., Schiatti, P.** (2008.). The mineralization of commercial organic fertilizers at 8°C temperature. In: Boos M. (ed.): *Ecofruit – 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference from 18th February to 20th February 2008 at Weinsberg/Germany*: 160–166.
- Łabanowska, B. H., Piotrowski, W.** (2015.). The spotted wing *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) – monitoring and first records in Poland. *Journal of Horticultural Research*, 23, 49–57.
- Leopold, A. C., Poovaiah, B. W.** (1973.). Deferral of Leaf Senescence with Calcium, *American Society of Plant Biologists*, 110-115.
- Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak-Čustić, M., Poljak, M., Romić, D.** (2002.). *Povrčarstvo – II. dopunjeno izdanje*
- Lingua, G., Bona, E., Manassero, P., Marsano, F., Todeschini, V., Cantamessa, S., Copetta, A., D’Agostino, G., Gamalero, E., Berta, G.** (2013.). Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads increases anthocyanin concentration in strawberry fruits (*Fragaria × ananassa* var. *Selva*) in conditions of reduced fertilization. *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 16207–16225
- Loneragan, J. F., Webb, M. J.** (1993.). Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. U: Robson, A.D. (Ur.), *Zinc in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, pp. 119-134, Dordrecht, The Netherlands, 119-134.
- Loomis, W. D., Durst R. W.** (1992.). Chemistry and biology of boron. *Biofactors*, 3(4), 229-239.
- Ljubojević, M., Ognjanov, V., Barać, G., Bošnjaković, D., Mladenović, E., Čukanović, J.** (2014.). Active root surface area as cherry rootstock selection parameter. *Voćarstvo*, 48, 39–46
- MAFF** (1964.). Soil and manures for fruit trees. *Bulletin No. 107*, HMSO, London. 70.
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., Tribedi, P.** (2017.). Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development. *Environ. Sci. Poll. Res.*, 24, 3315–3335.
- Maksoud, M. A., Saleh, M. A., El-Shamma, M. S., Fouad, A. A.** (2009.). The beneficial effect of biofertilizers and antioxidants on olive trees under calcareous soil conditions. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5, 350–352.
- Malhotra, H., Sharma, S., Pandey, R.** (2018.). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. U: *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, 171-190. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7)
- Marschner, H.** (1995.). *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd edn. Academic Press, London
- Marschner, H.** (1995.). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press.



<https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0155>

**Marschner, P.** (2012.). Rhizosphere biology. U: P. Marschner (Ur.), Marschner's mineral nutrition of higher plants 3, 369-373. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00015-7>

**Mengel, K.** (2002.). Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Hort.* (594), 33–47. 7.

**Miljković, I.** (2011.). Trešnja, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.

**Mohammadi, K., Khaled, S., Sohrabi, Y., Heidari, G.A.** (2011.). Review: Beneficial effects of the mycorrhizal fungi for plant growth. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 1, 310–319.

**Mosa, W. F. A. E.-G., Sas Paszt, L., Fraç, M., Trzciński, P., Przybył, M., Treder, W., Klamkowski, K.** (2016.). The influence of biofertilization on the growth, yield and fruit quality of cv.'Topaz' apple trees. *Horticultural Science*, 43, 105–111.

**Nagy, P. T., Thurzó, T., Szabó, Z., Nyéki, J.** (2008.). Impact of boron foliar fertilization on annual fluctuation of B in sweet cherry leaves and fruit quality. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 27–30

**Nagy, P.T., Thurzó, S., Szabó, Z., Nyéki, J., Silva, A.P., Gonçalves, B.** (2010.). Influence of foliar fertilization on mineral composition, sugar and organic acid content of sweet cherry. *Acta Hort.* 868, 353-358.

**Neilsen, G., Kappel, F., Neilsen, D.** (2007.). Fertigation and crop load affect yield, nutrition, and fruit quality of 'Lapins' sweet cherry on Gisela 5 rootstock. *HortScience*, 42, 1456–1462.

**Nicola, S., Tibaldi, G., Fontana, E.** (2009.). Fresh-cut produce quality: implications for a systems approach. In: *Postharvest Handling*. Elsevier, 247–282. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374112-7.00010-X>

**Okur, N.** (2018.). A review- biofertilizers- power of beneficial microorganisms in soils. *Biomed. J. Sci. Tech. Res.*, 4, 4028–4029

**Patil, S.B., Rajendran, K., Kumar, J., Gupta D. S., Singh S., Hamwieh, S., Mansur, C. P., Kumar S.** (2020.). Adaptation of food legumes to problem soils using integrated approaches. *Euphytica*, 216, 190.

**Reed, M., Glick, B. R.** (2013.). Applications of plant growth-promoting bacteria for plant and soil systems. In *Applications of Microbial Engineering*; Taylor and Francis: Enfield, CT, USA, 181–229.

**Rombolà, A.D., Tagliavini, M.** (2006.). Iron nutrition of fruit tree crops. U: Barton, L.L. and Abadía, J., Ur., *Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms*, Springer, Berlin, 61-83. [http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4743-6\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4743-6_3)

**Rozpara, E., Badowska-Czubik, T., Kowalska, J.** (2010.). Problems of the plum and cherry plants protection in ecological orchard. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 55, 73–75.

**San Martino, L Sozzi, G. O., San Martino, S., Lavado, R. S.** (2013.). Isotopically-labelled nitrogen uptake and partitioning in sweet cherry as influenced by timing of fertilizer application; Elsevier Science; *Scientia Horticulturae*, 126, 1, 8-2010; 42-49.

**Sas Paszt, L., Malusa, E., Sumorok, B., Canfora, L., Derkowska, E., Głuszek S.** (2015.). The influence of bioproducts on mycorrhizal occurrence and diversity in the rhizosphere of strawberry plants under controlled conditions. *Advances in Microbiology*, 5, 40–53.

- .....
- Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D.** (2005.). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2741–2745.
- Shorrocks, V. M.** (1997.). The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil*, 193, 121–148.
- Singh, A. K., Karma, B., Kumar Pal, A. K.** (2015.). Effect of vermicompost and biofertilizers on strawberry I: growth, flowering and yield. *Annals of Plant and Soil Research*, 17, 196–199.
- Sitarek, M., Bartosiewicz, B.** (2012.). Influence of five clonal rootstocks on the growth, productivity and fruit quality of ‘Sylvia’ and ‘Karina’ sweet cherry trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 20, 5–10.
- Sitarek, M., Sas-Paszt, L.** (2014.). Sweet cherry root system structure depends on the rootstock/cultivar combination. *Acta Horti*, 1020, 233–237.
- Smith, S. E., Read, D. J.** (2008.). *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd Edition, Academic Press, London.
- Sobiczewski, P., Schollenberger, M.** (2002.). Bakteryjne choroby roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa: 1–154
- Song, Z., Ma, R., Zhang, B., Guo, S., Yu, M., Korir, N. K.** (2016.). Differential expression of iron-sulfur cluster biosynthesis genes during peach fruit development and ripening, and their response to iron compound spraying. *Sci. Horti*. 207, 73–81.
- Souza, F., Argenta L. C., Nava, G., Ernani, P. R., Amarante, C. V. T.** (2013.). Quality of ‘Fuji’ apples affected by nitrogen and potassium fertilization in two soil types. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(1), 305-315.
- Tanou, G., Ziogas, V., Molassiotis, A.** (2017.). Foliar nutrition, biostimulants and prime-like dynamics in fruit tree physiology: new insights on an old topic. *Front. Plant Sci.*, 8.
- Turan, M., Yildirim, E., Kitir, N., Unek, C., Nikerel, E., Ozdemir, B.S., Güneş, A., Mokhtari, N. E. P.** (2017.). Beneficial role of plant growth-promoting bacteria in vegetable production under abiotic stress. U: Zaidi A., Khan M. S. (Ur.): *Microbial Strategies for Vegetable Production*. Cham: Springer International Publishing, 151–166.
- Umar, S., Bansal, S. K., Imas P., Magen, H.** (1999.). Effect of foliar fertilization of potassium on yield, quality, and nutrient uptake of groundnut. *J. Plant Nutr.* 22 (11), 1785–1795.
- Vukadinović, V., Lončarić, Z.** (1998.). *Ishrana bilja*. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Vukadinović, V., Vukadinović, V.** (2011.). *Ishrana bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Udžbenik
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., Guo, S.** (2013.). The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. *Int. J. Mol. Sci.*, 14, 7370-7390.
- Wang, Z., Li, S., Yuan, M., Zhou, K.** (2017b.). De novo transcriptome assembly for pericarp in Litchi chinensis Sonn. cv. Feizixiao and identification of differentially expressed genes in response to Mg foliar nutrient. *Sci. Horti*. 226 (58), 59–67.
- Wang, Z., Yuan, M., Li, S., Gao, D., Zhou, K.** (2017a.). Applications of magnesium affect pericarp colour in the Feizixiao lychee. *J. Horti. Sci. Biotechnol.* 92 (6), 559–567.
- White, P. J., Broadley, M.** (2003.). Calcium in Plants. *Annals of Botany*, 92(4), 487-511.
- Winkler, A., Knoche, M.** (2019.). Calcium and the physiology of sweet cherries: a

review. *Sci Hort* 245, 107–115.

**Wojcik, P.** (2003.) The importance of boron in apple production. U: Dris, R.; Niskanen, R.; Jain, S. M. (Ur.) Crop management and postharvest handling of horticultural products. Vol III -Crop fertilization, nutrition and growth. Enfield, NH: Science Publishers,77-92.

**Wojcik, P., Wojcik, M.** (2006.). Effect of boron fertilization on sweet cherry tree yield and fruit quality. *J. Plant Nutr.* 29 (10), 1755–1766.

**Yadav, K. K., Sarkar, S.** (2019.). Biofertilizers, Impact on Soil Fertility and Crop Productivity under Sustainable Agriculture. *Environ. Ecol.* 37, 89–93.

**Zia, R., Nawaz, M. S., Siddique, M. J., Hakim, S., Imran, A.** (2020.). Plant survival under drought stress: Implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. *Microbiol. Res.* 242, 126626.

**Ziogas, V., Michailidis, M., Karagiannis, E., Tanou, G. Molassiotis, A.** (2020.). Manipulating fruit quality through foliar nutrition. U: Srivastava, A.K. and Hu, C. (Ur.) Fruit crops. Elsevier, Cambridge, MA, 401–417.

**Pregledni rad**