

Gluhić, D.<sup>1</sup>

stručni rad

## Mikroelementi u funkciji gnojidbe bilja

### Sažetak

Mikrohraniva su elementi koji su važni za rast i razvoj biljke, ali ih biljka zahtjeva u puno manjim količinama nego makroelemente kao što su dušik (N), fosfor (P) i kalij (K). Mikrohraniva su slijedeći elementi: bor (B), bakar (Cu), željezo (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), cink (Zn) i klor (Cl). Ukoliko klor razmatramo kao mikrohranivo (potreban isključivo kod ishrane šećerne repe te nekih ostalih specifičnih poljoprivrednih kultura), nedostatak u prirodi je vrlo, vrlo rijedak, a često se pojavljuje u toksičnim količinama. Tijekom daljnje rasprave u stručnom radu klor se neće razmatrati kao mikrohranivo. Nedostatak mikrohraniva sve se češće javlja u modernoj biljnoj proizvodnji. Jedan od razloga je svakako visoki prinosi koji iznose velike količine hraniva, upotreba visoko rafiniranih NPK gnojiva koji ne sadrže dovoljne količine mikrohraniva i sve manja upotreba organskih gnojiva, napose stajskog gnoja. Nedostatak mikrohraniva osim jasnim vizualnim simptomima, može se utvrditi i analizom tla i biljnog materijala.

**Ključne riječi:** mikrohraniva, gnojidba, bor, bakar, željezo, mangan, molibden, cink, klor

### Gnojidba mikrohranivima

#### Bor (B)

Primarna funkcija bora je vezana uz formiranje stanične stijenke, te su biljke usljed nedostatka bora provenulog (eng. stunted) izgleda. Transport asimilata, cvatnja i kljavost polena također su usko vezane uz bor u biljci. Proizvodnja sjemenki i zrna vrlo je reducirana usljed nedostatka bora. Nedostatak bora je prvo uočljiv na tkivu koji raste (vršnom tkivu). To rezultira rozetastim rastom (kod vinove loze naziva se vještčina metla), deformirani plodovi usljed nepravilne oplodnje, žučenje listova i sl. znakovi su nedostatka bora.

**Nedostatak bora čest je na kiselim tlima, pjeskovitim tlima sa visokom količinom oborina i na tlima sa malom količinom organske tvari.** Borni ion je mobilan u tlu i može se lako izgubiti ispiranjem. Nedostatak bora je naročito naglašen tijekom sušnog perioda, u uvjetima kada je aktivnost korijena znatno reducirana.

#### Bakar (Cu)

Bakar je neophodan u metabolizmu ugljikohidrata i dušika, te nedostatak uvijetuje zaostajanje u razvoju biljke. Bakar je također nužan u sintezi lignina koji je neophodan za čvrstoću stanične stijenke. Simptomi nedostatka bakra su žučenje lišća, reducirani rast, blijedo zeleno lišće koje lako otpada.

**Nedostatak bakra je česta pojava na organskim tlima i na pjeskovitim tlima koji nemaju dovoljnu količinu organske tvari.** Usvajanje bakra iz tla raste usporedno sa smanjenjem pH vrijednosti. Povećanjem dostupnosti fosfora i željeza, smanjuje se usvajanje bakra u biljku.

#### Željezo (Fe)

Željezo je uključeno u produkciju klorofila, te je nedostatak željeza, vidljiv kao žutilo na mladom lišću, posebice lako uočljivo na vapnenim tlima. Željezo je također građevna komponenta mnogih enzima koji sudjeluju u transferu energije, redukciji nitrata, fiksaciji dušika i formiranju lignina. Nedostatak željeza manifestira se žučenjem lišća kao posljedica niske količine klorofila, te se simptomi prvo zamjećuju na mlađem lišću i u prostoru između žila lista. Kod nekih biljaka, usljed jačeg nedostatka željeza lišće može potpuno izgubiti zelenu boju (tkz. bijelo lišće), posmeđiti i na kraju otpasti.

**Nedostatak željeza je čest na vapnenim tlima sa visokim pH vrijednostima, ponekad na kiselim tlima, na pjeskovitim tlima s niskom količinom organske tvari.** Topli i vlažni klimatski uvjeti potiču nedostatak željeza, pogotovo na tlima siromašnim željezom. Loše aerirana i zbijena tla također limitiraju usvajanje željeza. Usvajanje željeza sa smanjuje sa pH vrijednosti tla. Antagonizam željeza u tlu je sa ionima fosfora, mangana i cinka.

#### Mangan (Mn)

Mangan je neophodan u procesu fotosinteze, metabolizmu dušika i ostalim metaboličkim procesima. Međužilna kloroza je karakterističan simptom nedostatka Mn. U slučajevima teškog nedostatka Mn pojavljuju se smeđe nekrotične pijege i lišće počinje opadati. Kašnjenje u dozrijevanju plodova također je simptom karakterističan za neke biljne vrste. Usljed nedostatka Mn na žitaricama se pojavljuju bijelo-sive točke na lišću.

**Nedostatak Mn češće se javlja na organskim tlima, tlima sa visokim pH, pjeskovitim tlima sa niskom količinom organske tvari i na tlima na kojima je izvršena kalcifikacija sa visokim dozama kalcija.** Na suhim i prozračnim tlima, može se javiti nedostatak Mn u biljci, međutim povećanjem vlažnosti tla dostupnost Mn se povećava. Toksičnost Mn može se javiti na nekim kiselim tlima, koja su dobro opskrbljena Mn. Usvajanje Mn raste kod smanjenja pH vrijednosti tla. Otežano usvajanje Mn javlja se na tlima koje imaju visoke količine Fe iona.

#### Molibden (Mo)

Molibden je uključen u rad enzima pri procesu fiksacije dušika kod bakterija na korijenu leguminoza. Metabolizam dušika, sinteza proteina i metabolizam sumpora također su procesi koji zahtjevaju prisutnost molibdena. Molibden ima posebni značaj na formiranje polena, tako da se formiranje sjemenki i plodova reducira ukoliko biljka nije opskrbljena dostatnom količinom elementa. Količina molibdena koja je potrebna za biljku je

<sup>1</sup> dr.sc. David Gluhić, Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel Poreč, Karla Huguesa 6, Poreč

relativno niska, tako da se nedostatak javlja vrlo rijetko. Kod leguminoza se češće javljaju simptomi nedostatka dušika nego molibdena, jer dolazi do inhibiranja procesa fiksacije dušika. Simptomi nedostatka javljaju se jednolično po cijeloj biljci jer je molibden dobro pokretan u biljci. Karakteristični simptomi nedostatka molibdena su deformacije lista, međuzilna pjegavost i marginalna kloroza na starijem lišću.

**Nedostatak molibdena je čest na kiselim tlima i pjeskovitim tlima u valžnim uvjetima.** Usvajanje molibdena raste sa porastom pH vrijednosti tla, za razliku od svih ostalih mikrohraniva. Nedostatak molibdena kod leguminoza češće se ispravlja kalcifikacijom tla nego aplikacijom Mo-gnojiva. Svakako, tretman sjemena Mo je najekonomičniji način gnojidbe molibdenom.

### Cink (Zn)

Cink je esencijalna komponenta različitih enzima koji sudjeluju u produkciji energije, sintezi proteina i regulaciji rasta. Kod nedostatka cinka također dolazi do kasnijeg dozrijevanja. Cink je teško pokretljiv u biljci te se nedostatak prvenstveno primjećuje u mladom tkivu. Slaba pokretljivost u biljci, zahtjeva konstantnu opskrbu cinkom za normalan rast biljke. Jasno vidljivi simptomi nedostatka su skraćeni internodiji (pojava rozetastog rasta) i listovi sa umanjenom površinom. Pojava pjega na lišću graha te uzdužna kloroza kod kukuruza karakteristični su simptomi nedostatka cinka. Žutilo mladog lišća kod citrusa također je karakterističan znak nedostatka cinka.

**Nedostatak cinka čest je na pjeskovitim tlima s niskom količinom organske tvari i na organskim tlima.** Nedostatak cinka može se javiti i kod dugog suhog i toplog perioda tijekom proljeća i često je posljedica reducirane aktivnosti korijena u tim uvjetima. Usvajanje cinka u biljku smanjuje se porastom pH vrijednosti tla. Otežano usvajanje cinka iz tla također je uvjetovano većom količinom fosfora i željeza u tlu.

### Klor (Cl)

Klor je vrlo mobilan anion u biljci, i njegova funkcija u biljci je uglavnom vezana uz otvaranje stoma i održavanje električnog potencijala u ravnoteži tijekom različitih fizioloških procesa u biljci. Klor također indirektno utječe na rast biljke regulirajući aktivnost stoma i gubitak vode. Klonulost i ograničeni razvoj postranog korijenja glavni su simptomi koji ukazuju na nedostatak klora, posebice kod žitarica.

**Većina tala sadrži dovoljne količine klora za ishranu bilja. Nedostatak klora može se javiti na pjeskovitim tlima sa mnogo oborina ili na tlima koji su nastali od matičnog supstrata koji je siromašan na kloru.** Klor se često dodaje, gnojidbom kalijem u obliku kalij-klorida, osnove mnogih kompleksnih gnojiva.

Biljke imaju različite zahtjeve za pojedinim mikroelementima. Slijedeća tablica pokazuje potrebe biljaka za mikroelementima.

Tablica 1. Potrebe biljaka za mikroelementima

Biljka	Bor	Bakar	Mangan	Cink
Jabuka	***	**	*	**
Šećerna repa	***	*	*	**
Kupus	**	*	**	*
Citrusi	**	***	**	**
Djeteline	**	**	*	**
Kukuruz	**	*	*	***
Salata	**	***	***	**
Luk	*	***	***	***
Breskva	**	**	**	***
Krumpir	***	*	***	**
Soja	*	**	***	**
Duhan	**	*	**	**
Rajčica	***	***	**	**
Žitarice	*	***	***	*

Legenda:

\* - niska potrebe

\*\* - srednje potrebe

\*\*\* - visoke potrebe

Tablica 2. Antagonizmi i sinergizmi između pojedinih elemenata

	Dušik (N)	Fosfor (P)	Kalij (K)	Magnezij (Mg)	Kalcij (Ca)	Cink (Zn)	Bakar (Cu)	Mangan (Mn)	Bor (B)	Molibden (Mo)	Željezo (Fe)
Dušik (N)			X	O			X		X		
Fosfor (P)			X		X	X	X				X
Kalij (K)				X				O	X		O
Magnezij (Mg)		O	X								
Kalcij (Ca)		X	X	X		X		X	X		X
Cink (Zn)								X			X
Bakar (Cu)								X			X
Mangan (Mn)											X
Bor (B)											
Molibden (Mo)	O				X		X		X		X
Željezo (Fe)		X						X			

Legenda:

X – antagonizam, O – sinergizam

### Sirovine za proizvodnju gnojiva na bazi mikroelemenata

Sirovine za dobivanje mikrohraniva su vrlo različite, ovisno o njihovim fizičkom stanju, kemijskom reaktivnošću, cijeni sirovine i dostupnosti za biljku. Neka, od najčešće korištenih sirovina za dobivanje mikrohraniva pokazuje slijedeća tablica.

Tablica 3. Sirovine za proizvodnju mikrohraniva

Sirovina	Topljivost u vodi	% hraniva
<b>Bor</b>		
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Vodotopiv	17
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · x 5H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	20
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · x 10H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	11
Ca <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> · x 5H <sub>2</sub> O	Djelomično topiv	10
<b>Bakar</b>		
CuSO <sub>4</sub> · x 5H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	25
CuO	Netopiv	50-75
<b>Željezo</b>		
FeSO <sub>4</sub> · x 7H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	20
FeHEDTA	Vodotopiv	5-9
FeEDDHA	Vodotopiv	6
<b>Mangan</b>		
MnSO <sub>4</sub> · x 4H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	24
MnO	Netopiv	41-68
Mn oksisulfati	Djelomično topiv	30-50
<b>Molibden</b>		
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · x 2H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	39
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	Vodotopiv	49
MoO <sub>3</sub>	Vodotopiv	66
<b>Cink</b>		
ZnSO <sub>4</sub> · x H <sub>2</sub> O	Vodotopiv	36
ZnSO <sub>4</sub> -NH <sub>3</sub> kompleks	Vodotopiv	10-15
ZnO	Netopiv	60-78
Zn oksisulfati	Djelomično vodotopivi	60-78
ZnEDTA	Vodotopivi	6-14

Četiri glavna izvora sirovina za proizvodnju mikrohraniva su:

- Sirovine anorganskog porijekla
- Sintetizirani helati
- Organski kompleksi
- "fritted glass" proizvodi

### Sirovine anorganskog porijekla

Anorganske sirovine uključuju okside i karbonate, te soli raznih metala u formi sulfata, klorida i nitrata. Sulfati su najčešći oblici soli metala i nalaze se kao krutine u obliku kristala ili granula. Amonizirani ZnSO<sub>4</sub> često se koristi u polifosfatnim gnojivima zbog efekta startera. Oksidi Mn i Zn su također često upotrebljavani, te se također nalaze u krutom obliku, u obliku finog praha ili granula.

Zbog toga što su oksidi ZnO i MnO u vodi praktički netopivi, njihova efikasnost je znatno umanjena ako su u obliku granula. Isto tako dostupnost divalentnog MnO je ograničena, jer ion MnO vrlo lako oksidira u četvero-valentne forme, koje su vrlo niske dostupnosti za biljke. Tako je Mn u formi MnO<sub>2</sub> praktički je neusvojiv u biljku, te se ne koristi kao sirovina za Mn-gnojiva.

Oksisulfati su oksidi, najčešće nusprodukti u industriji, koji su parcijalno tretirani sa sulfatnom kiselinom, te se nalaze u krutoj, granuliranoj formi. Postotak vodotopivog Mn ili Zn u oksisulfatima direktno je povezana sa stupnjem zakiseljavanja sa sulfatnom kiselinom. Istraživanja su pokazala da 30-50% od ukupnog Zn ili Mn u granuliranim oksisulfatima su u vodotopivom obliku i odmah pogodni za usvajanje u korijen biljke.

Anorganske sirovine su uobičajeno najjeftiniji izvori mikroelemenata, ali njihova učinkovitost u ishrani bilja je relativno niska.

### Sintetizirani helati

Ova sirovina nastaje kombinacijom helatne komponente sa metalnim ionom pomoću specifične veze. Stabilnost helatne veze važna je za usvajanje metalnih iona; bakar, željezo, mangan i cink, u korijen biljke. Efektna helatna veza je ona kod koje je mogućnost zamjene sa ostalim kationima u tlu niska, kako bi helatna veza trajala što duže i bila duži period na raspolaganju biljci. Relativna efikasnost helatnih formi mikrohraniva u odnosu na anorganske oblike je višestruka, 2-5 puta više, dok je cijena helatnih oblika, nažalost 5-100 puta viša po jedinici mikrohraniva. Neke helatne forme mogu biti i u krutom stanju.

### Prirodni organski kompleksi

Ovi kompleksi nastaju reakcijom soli metalnog iona, sa nekim organskim industrijskim nusproduktima (primjerice u proizvodnji papira). Neki od tih kompleksa su lignosulfati, poliflavonoidi i fenoli. Način kemijskog povezivanja metala i organske komponente nisu još potpuno razjašnjeni. Neka veze svakako su slične helatnim vezama, ali svakako postoje i ostali tipovi kemijskih veza. Prirodni organski kompleksi imaju najnižu cijenu po jedinici mikrohraniva, ali im je i efikasnost puno manja od sintetiziranih helata. Prirodni organski kompleksi su također podložni mikrobiološkoj razgradnji u tlu. Ti se spojevi također mogu koristiti kao folijarna gnojiva.

### “Fritted glass” proizvodi

“Fritted glass” gnojiva su vodotopiva gnojiva, čija topivost ovisi o veličini granule i sastavu matriksa. Koncentracija mikroelemenata kreće se u rangu od 2-25%, i u granuli se može nalaziti i više elemenata. Generalno, “fritted glas” gnojiva se uglavnom koriste na pjeskovitim tlima sa većom količinom oborina. Takva gnojiva su prikladna za održavnaje određenog nivoa mikrohraniva u tlu, te uglavnom nisu namjenjana za korektivnu gnojivu. “Fritted glass” gnojiva su zasad relativno rijetko zastupljena na tržištu.

### Primjena mikrohraniva u makrognojivima

Najčešći način primjene makrognojiva je aplikacija putem tla. Preporučene doze su često u malim količinama i to manje od 5 kg/ha, te je **ujednačena primjena tako male količine vrlo otežana**. Zbog toga se mikrohraniva dodaju NPK gnojivima kako bi se postigla ujednačena primjena. Također se eliminira i trošak dodatne, posebne primjene mikrohraniva. Postoje četiri načina kojima se NPK gnojivima dodaju mikrohraniva:

- Inkorporacija tijekom proizvodnje
- Mješanje sa gotovim NPK gnojivima
- “Omatanje” granuliranih NPK gnojiva
- Mješanje sa tekućim gnojivima

### Inkorporacija mikrohraniva tijekom proizvodnje makrognojiva

Inkorporacija tijekom proizvodnje rezultira ujednačenom distribucijom mikroelemenata u granulama NPK gnojiva. **Zbog toga što je izvor mikroelemenata u kontaktu sa NPK komponentama, u uvjetima visoke temperature i vlažnosti, neke kemijske reakcije koje tada nastaju mogu znatno reducirati dostupnost mikroelemenata**, kod aplikacije u tlo. Na primjer, dekompozicija Zn-EDTA ili nekog drugog sintetiziranog helata može biti otežana, ako je komponenta primješana fosfornoj kiselini prije amonizacije, što kasnije rezultira težom pristupačnošću za biljku.

### Mješanje sa gotovim NPK gnojivima

Mješanje sa gotovim NPK gnojivima je česta praksa, poglavito u SAD i Kanadi. **Glavna prednost takvog načina je postizanje točnog omjera hranjiva za pojedinu kulturu**. Glavni nedostatak je segregacija mikrohraniva tijekom miješanja i transporta te primjene gnojiva. Segregacija rezultira neujednačenom primjenom (promjenom koncentracije), koja je naročito kritična za mikrohraniva. Segregacija se može umanjiti pravilnim odabirom veličina granula ili se prije upotrebe moraju gnojiva ponovno mehanički miješati.

### “Omatanje” granuliranih gnojiva

Omatanje granuliranih NPK gnojiva jedna je od mogućnosti primjene. Takvim načinom aplikacije se nažalost ponovno javlja mogućnost segregacije. **Za uspješnije “oblaganje” u otopinu mikroelemenata dodaju se različita sredstva za bolje povezivanje kako bi se smanjila mogućnost segregacije**. S agronomskog stajališta, efikasnost “omotanih” granula slična je kao i za gnojiva gdje se mikrohraniva inkorporiraju u procesu proizvod-

nje. Nedostatak “oblaganja” je dodatni trošak za proces oblaganja.

### Mješanje sa tekućim gnojivima

Miješanje mikroelemenata sa tekućim gnojivima je sve češća metoda primjene mikrohraniva. Tekuća gnojiva se često upotrebljavaju kao startna gnojiva aplicirana u redove prilikom sjetve te se tada mogu upotrijebiti i tekuća makrognojiva. Najčešće je to slučaj sa aplikacijom cinka (Zn). Topljivost nekih mikrohraniva je u polifosfatnim gnojivima, poput NPK 10-34-0, manja nego u ortofosforinim tekućim formama. Mikrohraniva također mogu biti aplicirana sa dušičnim tekućim gnojivima kao što su UAN, ali je tada njihova topivost znatno manja. Također je prije miješanja potrebno provjeriti i kompatibilnost otopina.

### Folijarna primjena mikroelemenata

Folijarna primjena je česta metoda primjene, posebno na gnojiva na bazi željeza i bora, te ostalih mikroelemenata. Vodotopive organske soli su jednako uspješna kao i sintetizirani helati, te se češće upotrebljavaju zbog niže cijene. Folijarno se mogu primjeniti pojedinačna mikrohraniva ili njihove mješavine. Uspješnost djelovanja je vrlo dobra, te je vidljiva već nekoliko dana nakon primjene. Za bolje djelovanje mikroelemenata u gnojiva se dodaju različita sredstva kako bi se poboljšalo upijanje u list, otpornost na ispiranje i sl. **Kod folijarne aplikacije posebice je potrebno paziti na koncentraciju otopine** da ne bi došlo do paleži i većih šteta na biljkama.

#### Prednosti folijarne primjene su:

- Količine hranjiva po jedinici površine znatno su manje nego kod primjene putem tla
- Jednolična raspodjela hranjiva
- Reakcija biljke na primjenu mikrohraniva je brza i učinkovita
- Mogu se primjeniti i nakon pojave simptoma nedostataka
- Mogu se kombinirati sa zaštitinim sredstvima

#### Nedostaci folijarne primjene su:

- Kod povećanih koncentracija soli dolazi do paleži lišća
- Kod većih nedostataka mikroelemenata, a posebno u početnim fazama razvoja, površina lista je nedostatak za zadovoljenje potreba biljaka
- Maksimalni prinos nije moguće postići ukoliko se značajno kasni u primjeni gnojiva
- Folijarna gnojiva uglavnom nemaju produženo djelovanje
- Povećani troškovi kod višestruke primjene

### Zaključak

**Mikrohraniva su po važnosti jednaka makrohranivima u ishrani bilja**. Razlika je jedino u količini koja je biljkama potrebna. Nedostatak mikrohraniva sve je češći problem, pogotovo naglašen zbog sve većeg prinosa po jedinici površine. Zbog toga potrebno je redovito vršiti analizu tla i biljnog materijala, kako bi se pravovremno spriječio nedostatak mikrohraniva. Vizualni simptomi nedostataka dobro su uočljivi za većinu kulturnih biljaka.

Na tržištu se nalaze mnogi tipovi mikrognojiva. Mogu se podijeliti na osnovi porijekla na anorganske, sintetizirane helate, prirodne organske komplekse i "pržene" elemente. Neki se nus-proizvodi iz industrije mogu koristiti kao mikrognojiva, pogotovo zbog relativno niske cijene. Mikrognojiva mogu biti aplicirana u tlo, te folijarno, pogotovo za drvenaste kulture.

Zbog niske doze gnojidbe, mikrohraniva se često proizvode zajedno sa NPK gnojivima u proizvodnji, ili se NPK gnojivima dodaju naknadno.

## Literatura

**Agricultural products catalogue** (2000), CIFO spa., Italy

**Gluhić D.** (2008) Bor u gnojidbi drvenastih kultura, Glasnik zaštite bilja, 5, 49-56

**Marshner H.** (1995) Mineral nutrition of Higher Plants, Academic Press, London

**Miklaužić Lj.** (1989) Ishrana vinove loze i gnojidba vinograda, Gospodarski list, Zagreb

**Violante P.** (2002) Chimica del suolo e della nutrizione delle piante, Edagricole, Italy

## Microelements in fertilization of plants

scientific study

### Summary

Micronutrients are the elements that are important for the growth and development of plants, but the crop requirements in much smaller quantities than the macroelements such as nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). Micronutrients are the following elements: boron (B), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo), zinc (Zn) and chlorine (Cl). If we consider chlorine as micronutrients (needed only for feeding sugar beet and some other specific crops), the demand in natural environment is very, very rare, and often appears in toxic amounts. During further discussion in this professional work, chlorine will not be considered as micronutrients. Demand of micronutrients are increasingly common in modern crop production. One reason is certainly high yields amounting to large amounts of nutrients, the use of highly refined NPK fertilizers which do not contain sufficient amounts of micronutrients and less use of organic fertilizers, especially manure. Lack of micronutrients except clear visual symptoms can be identified and analysis of soil and plant material.

**Key words:** micronutrients, crop fertilization, boron, copper, iron, manganese, molybdenum, zinc, chlorine



**BIOMIT PLUSZ** je tekuće mineralno gnojivo za folijarnu primjenu u ratarstvu, povrtlarstvu, voćarstvu, vinogradarstvu, cvjećarstvu i ekološkom uzgoju. Sastav: kalcij (Ca) 7,0%, magnezij (Mg) 5,5%, bakar (Cu) 8000 mg/l, cink (Zn) 7000 mg/l, mangan (Mn) 7000 mg/l, željezo (Fe) 4000 mg/l, bor (B) 500 mg/l, pH 5,6 – 6. Sadrži i ekstrakte više od 60 biljaka, koji se koriste u ekološkoj zaštiti bilja. Odličan je okvašivač, slobodno se miješa sa zaštitnim sredstvima. Primjenjuje se prskanjem 3 – 5 puta (ovisno o trajanju vegetacijskog razdoblja određene kulture) dozom od 3 – 5 l/ha. U malim nasadima i okućnicama primjenjuje se kao 1 ili 2%-tna otopina (1 ili 2 dl/10 litara vode). Ističemo: specifične komponente jačaju imunitet biljaka na biljne bolesti, povećava hranjivu vrijednost i intenzivira okus voća, grožđa i povrća, produžena trajnost u skladištenju u hladnjačama, bolje zametanje plodova zbog visokog sadržaja mikroelemenata (posebno bora). Dopušten je i u ekološkom uzgoju.

Više o Biomit plusz-u na [www.bio-partner.hr](http://www.bio-partner.hr) ili **BIO-PARTNER** d.o.o., Koprivnica, F. Galovića 26/c, tel.: 048-221-128, 098-592-213, [bio-partner@kc.htnet.hr](mailto:bio-partner@kc.htnet.hr), Zastupstvo u Osijeku Vomi-commerce d.o.o., Trg Hrvatske Republike 17/b, tel. 098-630-185

biopartner

*Pasković, I.<sup>1</sup>, Mirjana Herak Čustić<sup>2</sup>, Marija Pecina<sup>2</sup>, Bronić, J.<sup>3</sup>, Palčić, I.<sup>2</sup>, Petek, M.<sup>2</sup>, Urlić, M.<sup>1</sup>, Marija Polić Pasković<sup>4</sup>*

znanstveni rad

## Mineralni sastav radiča (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi) i njegova nutritivna vrijednost pri različitim gnojdbama

### Sažetak

Mineralni sastav povrća općenito predstavlja važan izvor minerala koji su uključeni u razne osnovne metaboličke procese u ljudskom tijelu. Ipak prilikom uzgoja povrća na alkalnim, karbonatnim tlima deficijencije P, Fe, Zn, Mn česta su pojava, zbog formiranja teško topivih spojeva i slabije dostupnosti navedenih minerala biljkama.

S toga je cilj našeg istraživanja bio utvrditi utjecaj različitih gnojdbi na mineralni sastav i nutritivnu vrijednost radiča kao visoko vrijedne namirnice.

Rezultati su pokazali da je primjena organskog gnojiva (s huminskom i fulvičnom kiselinom i dodatkom makro i mikroelementa) putem tla signifikantno povećala koncentraciju P, K i Mg u lišću radiča. Također, uočljiv je i relativni porast količine Fe pri primjeni navedenog organskog gnojiva putem tla u odnosu na ostale gnojdbene tretmane.

**Ključne riječi:** huminska kiselina, fulvična kiselina, alkalno tlo, % RDA, *Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi

### Uvod

Kemijski sastav hrane, s posebnim naglaskom na nutritivnu vrijednost povrća, bitan je čimbenik koji sve češće pobuđuje interese znanstvenika širom svijeta (Muller i Hippe, 1987; Herak Čustić i sur., 2009). Mineralni sastav povrća općenito predstavlja važan izvor minerala koji su uključeni u razne osnovne metaboličke procese u ljudskom tijelu (Čustić i sur., 2003). Ipak Ekhlo i sur. (2007) u svom istraživanju navode da je u proteklih 30 godina značajno opao sadržaj minerala u povrću. S toga je danas primjetan manji prosječni dnevni unos mikro i makro elemenata putem njegove konzumacije (Ekhlo i sur., 2007).

Radič se najčešće konzumira kao svježe povrće. Kako navode Rangarajan i Ingall (2001) u SAD-u interes za uzgoj ovog povrća posebno je porastao zbog popularnosti koje ima

<sup>1</sup> **dr.sc. Igor Pasković, dipl.ing.agr. Branimir Urlić;** Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, Split

<sup>2</sup> **prof.dr.sc. Mirjana Herak Čustić, prof.dr.sc. Marija Pecina, mag.ing.agr. Igor Palčić, dr.sc. Marko Petek;** Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb, Svetošimunska 25, Zagreb

<sup>3</sup> **dr.s.c. Josip Bronić;** Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, Zagreb

<sup>4</sup> **mag.ing.agr. Marija Polić Pasković;** Meja-Gaj 155 D, Hreljin