

BOR U GNOJIDBI DRVENASTIH KULTURA

Sažetak

Ključne riječi:

Bor u tlu

Bor je za razliku od svih ostalih mikroelemenata (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo i dr.) polumetal i za razliku od ostalih mikroelemenata ima negativan površinski naboj. Ukupna količina bora u tlu iznosi od 20-200 ppm, dok je količina biljci pristupačnog (vodotopivog oblika) bora u tlu 0,4-5,0 ppm (Gupta 1979.). Bor u tlu potječe iz trošine primarnih ili sekundarnih minerala tla te iz procesa mineralizacije (razgradnje) organske tvari u tlu. U tlu se najčešće javlja u obliku borne kiseline $B(OH)_3$. Topljivost bornih spojeva raste sa zakiseljavanjem tla (smanjenjem pH vrijednosti), pa stoga u kiselim tlima može doći do brzog gubitka bora ispiranjem u dublje slojeve (naročito se potiče nekontroliranim i obilnim natapanjem tla i neprimjerenom gnojidbom). S druge strane, u ardinim (suhim) uvjetima čest je suprotan slučaj, nagomilavanje bora u gornjim slojevima tla zbog pojačane evapotranspiracije, kada u ekstremnim uvjetima višak bora postaje toksičan za biljke (Kick, 1963., Mengel i sur., 2001.). U alkalnim tlima i sušnim uvjetima, fiksacija bora na minerale gline je izrazita te u takvim uvjetima često dolazi do pojave nedostatka bora u biljci. Irit je mineral gline s izraženim svojstvom adsorpcije bora, dok je vezivanje bora na kaolinit i smektit manje izraženo. Najjače vezivanje bora u tlu događa se kod ekstremnih pH vrijednosti u tlu; pH 8,0-9,0. Ion bora ima mogućnost vezivanja na organske koloide te se time povećava količina biljci raspoloživog bora. U uvjetima pH tla višeg od 6,00 i uz suvišak K i Ca, raspoloživost bora u tlu se značajno smanjuje (Vukadinović i Lončarić, 1988.).

Fiziološka uloga bora

U biljkama se bor pojavljuje u tri oblika (soli borne kiseline): H_3BO_3 , $H_2BO_3^-$ ili HBO_3^{2-} . Pokretljivost bora u biljkama relativno je slaba pa se često zapaža njegov nedostatak u lišću i gornjim, rastućim dijelovima biljaka. S porastom transpiracije, intenzivira se ascendentno kretanje i premještanje bora ksilemom (uzlazni tok u biljci) uz porast koncentracije u rubnim dijelovima lišća i vrhovima rasta. Nasuprot tome, kod nedostatka vode i niskog intenziteta transpiracije (sušni uvjeti), na vršnim dijelovima smanjuje se količina bora i uočavaju se simptomi nedostatka bora.

¹ *mr. sc. David Gluhic, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč*

Ovisno o vrsti biljke, koncentracija bora je promjenjiva. Bergman (1992.) navodi da list jabuke sadrži u optimalnim rangovima 25-50 ppm, dok list vinove loze u vrijeme cvatnje sadrži optimalnih 30-60 ppm. Koncentracija bora veća je u lišću i reproduktivnim organima pa mu je zbog toga najveća koncentracija u prašnicima i peteljka. Prosječno se berbom iznosi oko 200-400 g/ha bora godišnje.

Bor je vrlo značajan element za biljke i smatra se biogenim elementom. Važna uloga bora je u procesima sinteze saharoze, metabolizmu nuklenskih kiselina, fotosintezi, metabolizmu bjelančevina i stabilizaciji staničnih membrana (Mengel i sur., 2001., Vukadinović i Lončarić, 1988.). Premda bor nije sastojak enzima, smatra se da može poticati rad enzima.

Nedostatak bora u biljci

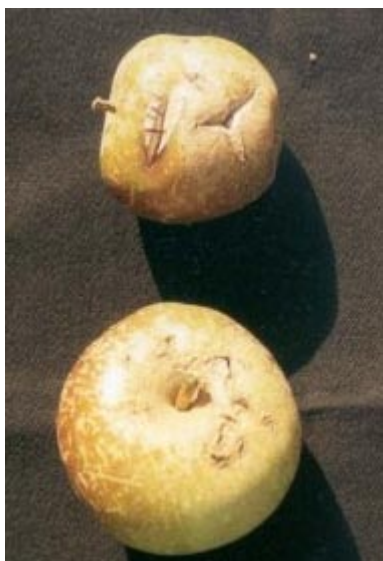
Bor regulira meristemsku aktivnost pa kod njegovog nedostatka dolazi do neregularnog dijeljenja stanica, posebice u vrhovima rasta, korijena, izdanaka te poremećaja kambijalne aktivnosti (sekundarni meristemi) što se zapaža nepravilnim sekundarnim debljanjem korijena, ili stabla. Rezultat poremećaja diobe stanica vjerojatno je povezan sa sintezom uracila pa njegovo dodavanje biljkama ublažava simptome nedostatka deficita bora. Zbog nedostatka bora dolazi do blokade transporata asimilata floemom (silazni tok; od lišća prema korijenu/plodu) i to je zapravo najvažnija posljedica nedostatka bora. Smanjena alokacija produkata fotosinteze iz lista u druge organe dalje izaziva pojavu kaloznih čepova u sitastim stanicama floema pa je krajnja posljedica zapravo inhibicija sinteze saharoze (šećera) (Vukadinović i Lončarić, 1988.).

Nedostatak bora praćen je i smanjenom sintezom citokinina uz povećani sadržaj auksina pa promjena fitohormonalne ravnoteže potiče također neregularnu meristemsku aktivnost uz često odumiranje vrhova rasta i deformacije novoformiranog tkiva. Takva nekoordinirana meristemska aktivnost rezultira "krastavošću" na površini plodova drvenastih kultura (pucanje plodova jabuka) (slika 1.).

Nedostatak bora manifestira se smanjenjem i abnormalnim apikalnim rastom, mlado lišće je deformirano, naborano, često zadebljalo i tamne, plavozelene boje uz čestu pojavu interkostalne i rubne kloroze. Lišće i peteljke su krte zbog smanjene transpiracije. Kod jačeg nedostatka bora, jako je smanjen porast biljaka, slabije je zametanje cvjetova i plodova. Najizraženiji simptom nedostatka bora kod vinove loze je pojava tzv. "koka i pilića"; tj. krupnih i sitnih bobica na grozdu vinove loze. Isto tako dolazi do odumiranja korijenovih dlačica pa se smanjuje usvajanje vode i hraniva iz tla. Oplodnja je slaba jer bor pozitivno utječe na klijanje polenove cjevčice, a u slučajevima nedostatka bora formiraju se često partenokarpni plodovi (bez sjemenke) slabe kakvoće, koji često obilno otpadaju (šljiva, maslina (slika 2.)).

Tablica 1. Tipični simptomi nedostatka bora kod drvenastih kultura

Kultura	Tipični simptomi nedostatka
Jabuka	Krastavost površine ploda uz pucanje površine ploda Smeđe pjege i plutasto staničje u unutrašnjosti ploda (za razliku od nedostatka kalcija, pjege i plutasto staničje je bliže sjemenovoj loži)
Vinova loza	“Koke i pilići” – neravnomjeran rast bobica nakon oplodnje Skraćeni rast mladica uz kratke internodije
Maslina	“Majmunovo lice” – deformacije plodova, uz jači razvoj jedne strane ploda



Slika 1. Nedostatak bora kod jabuka (pucanje plodova)



Slika 2. Nedostatak bora kod masline (list)

Gnojidba borom

Pravilnom gnojidbom borom ubrzava se dozrijevanje plodova, poboljšavaju se kvalitativna svojstva, omogućuje se normalna sinteza klorofila, biljke zahtijevaju manje kalcija, ali veće količine kalija, te se povećava otpornost biljke na sušu i visoke temperature.

Glavni oblik bora u gnojidbi bilja je borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Karakteristike svih oblika bornih gnojiva prikazane su u sljedećoj tablici (Finck, 1982).

Tablica 2. Karakteristike bornih gnojiva

Izvor bora	Kemijska formula	Količina bora (%)
Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11
Borna kiselina	H_3BO_3	17

Natrij-tetraborat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 5\text{H}_2\text{O}$	14
Natrij-pentaborat	$\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \times 10\text{H}_2\text{O}$	18
Solubor	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 5\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \times 10\text{H}_2\text{O}$	20-21
Bor-etanol amin	Organski kompleks s borom	20-22

Putem tla bor se može dodavati širom, u trake ili lokalizirano uz stablo. Primjena širom se rijetko primjenjuje jer su efekti gnojidbi ograničeni, a količina primijenjenog gnojiva visoka i ekonomski neisplativa. Alternativa primjeni širom je upotreba NPK gnojiva koja sadrže određenu količinu bora. Takva se gnojiva primjenjuju uglavnom u prihrani kultura, rjeđe u osnovnoj gnojidbi. Primjena u trake daje, uz primjenu manjih količina gnojiva, zadovoljavajuće rezultate u usporedbi s primjenom širom. Za drvenaste kulture, primjena u trake provodi se u gustim nasadima (jabuka, vinova loza). U slučajevima većih potreba za borom i u nasadima s većim razmacima sadnje (mandarina, maslina, šljiva i dr.) preporučuje se lokalizirana primjena, uz stablo (sadno mjesto). Foruough i sur. (1973.) su u nasadima naranče zadovoljavajuće rezultate u primjeni bora postigli sa 50-200 g B/stablu (oblik bornog gnojiva Borax) te folijarnom primjenom 15-60 mg B/stablu (oblik bornog gnojiva Solubor).

Folijarno se bor primjenjuje uglavnom u dva tretmana tijekom vegetacije. Prvi tretmani se provode 2-3 tjedna prije cvatnje (utječe na uspješnost oplodnje) te 10-15 dana nakon završetka cvatnje (utječe na uspješni razvoj plodova). Važno je napomenuti da se anorganski oblici bora ne smiju primjenjivati u fazi cvatnje jer mogu oštetiti cvjetove i negativno se odraziti na oplodnju.

Budući da je jabuka jedna od najosjetljivijih kultura na nedostatak bora, a jednako tako i na toksičnost (zbog prekomjerne gnojidbe), u sljedećoj tablici daje se kratki program gnojidbe borom; u vegetaciji ili nakon berbe plodova.

Tablica 3a. Program gnojidbe jabuke borom (u vegetaciji)

	<i>Termin</i>	<i>Preparat</i>
1. tretman	Vidljivi zatvoreni pup (fenofaza 55) do faze ružičastog pupa	Solubor 2 kg/2.000 lit. vode/ha (ili ekvivalent od 0,4 kg B/ha/2.000 lit. vode)
2. tretman	7-14 dana nakon završetka cvatnje	

Tablica 3b. Program gnojidbe jabuke borom (nakon berbe jabuka)

<i>Termin</i>	<i>Preparat</i>
Nakon berbe plodova, jesensko tretiranje prije pada lišća	220 g borne kiseline + 2,5 kg UREA/100 L vode

Prema istraživanjima koje su proveli Sanchez i Righetti (2005.) primjenom borne kiseline i UREE (prema tablici 3a) povećava se količina uskladištenog bora u trajnim organima jabuke te se isti značajno bolje iskorištava u sljedećoj vegetaciji. Time se postiže intenzivnija cvatnja, bolja oplodnja i početni razvoj plodova jabuke. Jednako tako, istim modelom gnojidbe postigli su se dobri rezultati i u gnojidbi krušaka.

Analiza količine bora u tlu

Za utvrđivanje količine bora u tlu, najčešće se rabi metoda ekstrakcije uzorka tla toplom vodom (Gaines i Mitschell, 1979.). Ako se utvrde količine bora manje od 1 ppm, može se očekivati nedostatak bora u biljci, dok su količine iznad 5,0 ppm vrlo visoke i često mogu biti toksične.

Analize količine bora u biljnom materijalu

Količina bora u biljnom materijalu može se odrediti kolorimetrijski (Wolf, 1976.) ili, novijom metodom, mikrodigestijom uzorka biljnog materijala na ICP-AES uređaju (Anderson, 1996.). Kod uzimanja uzoraka za analizu bora u biljci važno je napomenuti da je potrebno uzimati uzorak sa zdravog i “bolesnog” biljnog materijala radi pravilne usporedbe. Naime, kako na optimalnu količinu bora u biljnom materijalu utječu brojni faktori (klima, tip tla, gnojidba, biljna vrsta i dr.) za pravilnu interpretaciju potrebno je obaviti usporedbu zdravog i bolesnog biljnog materijala.

Tablica 2. Smjernice za uzimanje uzoraka biljnog materijala za voćarske kulture

Vrijeme uzimanja uzoraka:	Prije cvatnje
Tip listova:	Razvijeni mladi list
Mjesto uzimanja listova:	Središnji dio mladice, prije razvitka cvjetnih pupova
Količina materijala:	20-30 listova

Optimalne količine bora kod drvenastih kultura

Kako je prije spomenuto, na optimalnu količinu bora u biljnom materijalu utječu brojni faktori. Temeljem postojećih literaturnih podataka navode se vrijednosti u sljedećoj tablici.

Tablica 3. Optimalne količine bora u biljnom materijalu drvenastih kultura

Kultura	Optimalni rangovi
Jabuka, kruška	20-50 ppm
Trešnja, šljiva, breskva	20-60 ppm
Agrumi (citrusi)	31-100 ppm
Vinova loza (peteljka – u cvatnji)	30-50 ppm

Vinova loza (list – razvoj grozdova)	30-50 ppm
Kivi (Aktinidija)	30-60 ppm
Maslina	20-150 ppm

Napomena: Kod koštičavih simptomi nedostatka bora češće su na plodovima nego na lišću

Literatura:

- Anderson K.A. (1996).** Micro-digestion and ICP-AES analysis for the determination of macro and micro elements in plant tissue, Atomic Spectroscopy I/II:30
- Bergmann W. (1992.)** Nutritional Disorders of Plants, Gustav Fisher Verlag Jena, Stuttgart
- Finck A. (1982.)** Fertilizers and Fertilization, Introduction and Practical Guide to Crop Fertilization, Basel
- Gaines T.P., Mitchell G.A. (1979.)** Boron determination in plant tissue by azomethine-H method, Comm. Soil Sci. Nad Plant Anal. 10:1099
- Gupta U.C. (1979.)** Boron nutrition of crops, Adv. Agron. 31:273-307
- Kick K. (1963.)** On the nutrient content of Egyptian soils with particular reference to the micronutrients Cu, Zn, and B, Pflanzenernähr. Dung. Bodenk. 100:102-114
- Mengel K., E.A. Kirkby, H. Kosegarten, T. Appel (2001.)** Principles of Plant Nutrition, 5th edition, Boston
- Sanchez E. i Righetti T. (2005.)** Effect of postharvest soil and foliar application of boron fertilizer on the partitioning of boron in apple trees, HortScience 40(7):2115-2117
- Vukadinović V. i Z. Lončarić (1998.)** Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet, Osijek
- Wolf B. (1976.)** Improvements in the azomethine-H method for colorimetric determination of boron, Comm. Soil Sci. And Plant Anal., 7:331

Gluhic D.

Review

BORON IN FERTILIZATION OF WOODY PLANTS

Summary

Boron in the soil is a native of erosion of primary or secondary minerals in the soil and of the process of mineralization (decomposition) of organic substance in the soil. As opposed to other microelements, boron is a semi-metal and it has a negative surface-charge. It most often appears in the soil as boric acid $B(OH)_3$, whereas in the plants it appears in three forms of salts of boric acid H_3BO_3 , $H_2BO_3^-$ or HBO_3^{2-} . Depending on conditions in the soil, there can be surplus or shortage of boron with different consequences on plants. Concentration of boron in the plants is variable because of its low mobility and effect of transpiration, and it also depends on the plant species. Boron plays an important part in synthesis of saharosis processes, metabolism of nucleine acids, photosynthesis, metabolism of proteins and stabilization of cell membrane. Boron regulates meristemic activity, so with its shortage irregular cell division appears, especially at the top of the growth, roots and tillers, and also a disorder of cambial activity. As a consequence of boron shortage, growth of plants is reduced, creating of embryos and fruits is underdeveloped, and a range of other imbalances is possible. The

average removal by harvesting from the soil is about 200- 400 g/ha yearly. The review describes specific symptoms of boron shortage in woody plants, characteristics of boron fertilizers, fertilization plan and methods of determining necessary quantities.

Key words: boron, shortage, symptoms, fertilization.



- 28 godišnje iskustvo
u rasadničarskoj proizvodnji:
- loznih cijepova • voćnih sadnica
 - sadnica cijepljenog oraha

Rasadnik Žižek d.o.o.

Trg bana Jelačića 11
40326 SVETA MARIJA

Tel/fax: **040/660-677**

mobitel: **098/632-158**

Ivan Žižek, dipl. ing. agr.

e-mail: ivan.zizek@rasadnikzizek.hr

web: www.rasadnikzizek.hr

RASADNIK ŽIŽEK

