

Mikroelementi u tlu i lišću jabuka u voćnjacima Slavonije i Baranje

Microelements in the soils and leaves of apple cultivars
in the orchards of Slavonia and Baranja

I. Miljković, D. Rastija, K. Dugalić, B. Puškar, Milena Andrišić, D. Rašić

SAŽETAK

Istraživana je opskrbljenost, odnosno količina mikroelemenata: bakar, bor, mangan i cink u tlu, a u lišću jabuka: bakar, bor, mangan, cink i molibden u pet voćnjaka na području Slavonije i Baranje. U voćnjacima podignutim na tlima: lesivirano tipično, smeđe lesivirano, lesivirani pseudoglej na lesu, fluvijalno livadsko tlo i aluvijalno mineralno ne karbonatno, uzgojene su u gustom sklopu u obliku vretenastog grma sorte: Golden Delicious, Fuji, Jonaprinc, i Jonagold supra na podlozi M 9. Sorte jabuka su u dobi pune rodnosti, a postigle su dobru vegetativnu razvijenost. U voćnjacima se provodi intenzivna pomotehnika, agrotehnika i natapanje. Ustanovljeno je da je u svim voćnjacima, odnosno istraživanim tlima do dubine od 0-40 cm, razina bora, odnosno opskrbljenost borom vrlo niska do niska. Količine mangana kreće se u skupini bogate opskrbljenosti, osim u fluvijalno livadskom tlu gdje je opskrbljenost niska. Količine bakra i cinka kreću se u skupini dobre opskrbljenosti u lesiviranom pseudogleju na lesu, aluvijalno mineralnom nekarbonatnom i fluvijalno livadskom tlu. Opskrbljenost bakrom umjerena je u tipičnom lesiviranom i fluvijalno livadskom tlu. Opskrbljenost cinkom niska je u smeđe lesiviranom tlu, a umjerena u fluvijalno livadskom tlu. Lišće svih sorti jabuka u voćnjacima, na istraživanim tlima, dobro je opskrbljeno: bakrom, cinkom, manganom i molibdenom, a slabo do srednje borom.

Ključne riječi: mikroelementi, stanje hranidbe, tipovi tala, lišće sorti jabuka

ABSTRACT

The investigation was carried out on nutrition status of microelements: copper, boron, manganese and zinc in the soils, and in apple leaves: copper, boron, manganese, zinc and molybdenum in five orchards in Slavonia and Baranja (Croatia). The orchards were raised on the soils: Luvisol typical on calcareous Pleistocene, Pseudogley luvisol, Eutric cambisol luvisol on calcareous Pleistocene, Humofluvisol and Alluvial soil non-calcareous. In the orchards were grown apple cultivars: Golden Delicious, Fuji, Jonaprinc and Jonagold supra on rootstock M 9 in high density planting, with training form superspindle. Intensive pomotechnology, agrotechnics and irrigation was carried out. The apple trees are in phase the full production, and are obtained good

vegetative growth. In the soils, at depths of 0–40 cm, the level of boron is very low to low. The amount of manganese is in the group of rich supplies, except in Humofluvisol where the supply is low. The amount of copper and zinc is in the range of the group of good supplies for Pseudogley luvisol, Alluvial soil non-calcareous and Humofluvisol soil. The copper content is moderate in Luvisol typical and Humofluvisol. The zinc content is low in Eutric cambisol, luvisol on calcareous Pleistocene and moderate in Humofluvisol. The nutrition status in the leaves of varieties: Golden Delicious, Fuji, Jonaprince and Jonagold supra in the orchards, on the investigated soils, is well supplied with: copper, zinc, manganese and molybdenum, and poorly to medium with boron.

Key words: microelements, nutrition status, soils tip, leaves of apple cultivars

UVOD I PREGLED LITERATURE

Kultura jabuke u Slavoniji ima dugu i slavnu tradiciju. Davne 1903. godine u Slavoniji kraj Kutjeva, na imanju baruna Zdenka Turkovića, na lokalitetu Draganluk, podignuta je prva velika plantaža, tada najveća u Europi na površini 450 ha, sa 170.000 stabala tada vodeći europskih sorti jabuke. Godine 1959. podignuta je naša najveća plantaža jabuka, a ujedno najveća u Europi na površini 1000 ha, na lokalitetu Borinci kraj Vinkovaca. U obje velike plantaže u to vrijeme primjenjivana je najmodernija tehnologija pomotehničkih i agrotehničkih zahvata. U tim plantažama postizani su vrhunski prirodni izvrsne kvalitete. O upravljanju i tehnologiji proizvodnje napisani su brojni znanstveni i stručni radovi (Janeković Đ. 1971., Kovačević P. 1959., Kovačević I. 1970., Modrić I. 1966., 1969., 1971., 1976., Miljković I. 1982., 1984., 1987., 1995., 1997, Miljković i Vrsaljko 2009., Turković Z. 1969. i drugi) i stečeno bogato iskustvo. Uvođenjem suvremene tehnologije uzgoja u gustom sklopu javlja se potreba detaljnijih sustavnih istraživanja radi utvrđivanja najboljih rješenja u svim važnijim postupcima za postizanje visokih i redovitih priroda kvalitetnih plodova. U sklopu aktualne problematike hranidbe i gnojidbe jabuka važno mjesto zauzimaju mikroelementi, od kojih kao anioni bor i molibden, a kao kationi: željezo, mangan, cink i bakar. Uloga mikroelemenata u metalo-organskom kompleksu spojeva s bjelančevinama, peptidima, aminokiselinama, organskim kiselinama, vitaminima i drugim kemijskim spojevima opovrglo je nedavno mišljenje da su mikroelementi samo stimulatori fizioloških procesa. Danas je dokazano da mikroelementi imaju odlučujuću ulogu u primanju hraniva. Poznata je uloga mikroelemenata u brojnim fiziološkim procesima rasta i rodosti jabuka (Šavruk et al. 1965., Gautier, 1970., Miljković et al. 1975., 1976., 1980., Pering, 1978., Shorrocks i Nicolson, 1980., Marangoni, 1985., Panero, 1987., Bergamann, 1992., i drugi). Ukratko se osvrćemo na značenje važnijih mikroelemenata u životu jabuke.

Bakar jabuka treba u vrlo malim količinama. Primljeni bakar jabuka veže u velikoj mjeri u proteine u kloroplastima. Sadržan je u enzimima preko kojih utječe na tvorbu klorofila i fotosintezu, a isto tako zajedno sa željezom sudjeluje u redukciji nitrata. Sastavni je dio fenoksidaze, koja u kontaktu s kisikom oksidira fenole u kinone što je vidljivo kao posmeđenje narezane jabuke. Manjak bakra umanjuje produkciju ugljikohidrata i bjelančevina, pa nastaje zastoje u rastu. Simptomi nedostatka bakra očituju se u žučenju mladog lišća jabuke i to uglavnom u vršnim dijelovima. Listovi se najprije uviju, a potom od vrha prema dolje padaju. U jesen može uslijediti odumiranje mladica. Povećano je tjeranje bočnih pupova tako da ogranci dobiju oblik metle. Ove su mladice tanke, a brzo odumiru, odnosno suše se. Pojava simptoma manjka bakra očigledno su učestalije nakon uvođenja organskih fungicida. Rijetko se javlja tamo gdje se primjenjuju bakreni preparati. Općenito uzevši nedostatak i višak ovog elementa nije čest.

Bor jabuka treba u malim količinama. U jabuci dolazi uglavnom ugrađen u stanične stijenke i ostale strukture. U fiziološkoj funkciji odstupa od metalnih mikroelemenata, koji poglavito utječu na enzimatske procese. Prema svojim kemijskim i fiziološkim svojstvima sličniji je fosforu, jer utječe na gospodarenje ugljikohidratima, cvatnju, klijavost peludi, zatim mijenu dušičnih tvari, aktivno primanje soli, gospodarenje vodom, transportom tvari i rodnost. Kalcij je važan antagonist kako u primanju tako i u djelovanju bora u jabuci. Njegova uloga u životu jabuke vrlo je velika i različita. Bor dolazi u svim organima i tkivima. Bor ima veliku fiziološku funkciju u razvitku generativnih organa, ukorjenjivanje reznica, pokretljivost ugljikohidrata, pokretljivost kalcija itd. On djeluje povoljno na otpornost prema suši i prema mrazu. Bor je vrlo važan biokatalizator. Simptomi nedostatka bora najčešće se javljaju na pjeskovitim, karbonatnim i alkalnim tlima. Lako se uočavaju na lišću, mladicama i plodovima. Najprije se simptomi javljaju na vrhovima lišća. Simptomi su slični simptomima nedostatka cinka. Na plodovima su simptomi jako izraženi. Plodovi su deformirani s plutastim pjegama, a kod jače izražene oskudice slijedi i raspucavanje plodova, koje nije uvjetovano povećanom vlagom, koja u plod dolazi bilo preko korijena bilo izravno kišom.

Cink je važan mikrobiogeni element u životu jabuke, jer o njemu ovisi aktivnost enzima disanja. Danas se smatra da taj mikroelement ima važnu funkciju kao biokatalizator u tvorbi klorofila, kao i u tvorbi nekih aminokiselina. Najveći dio cinka je organski vezan. Nedostatak cinka smanjuje produkciju ugljikohidrata i bjelančevina. Nedostatak cinka utječe na poremećaj fizioloških procesa, a kao posljedica toga slijede morfološki poremećaji u rastu mladica i lišća. Mladice, odnosno izbojci imaju kraći prirast, a kraći su i internodiji

(razmaci između koljenaca koji nose pupove), pa se taj rast zove „rozetast“ rast. Listovi su manji, a dolaze u pršljenovima, pa se govori o „sitnolisnosti“. Listovi i grančice su lako lomljivi i dlakavi. Osim toga se na lišću javljaju klorotične pjege, a zatim listovi postaju smeđi i odumiru. U slučaju jače i duže oskudice počinje defolijacija vrhova i sušenje vrhova mladica. Nisu poznati znakovi preobilne hranidbe cinkom.

Mangan se nalazi u tkivima jabuke u vrlo malim količinama, ali je njegova uloga vrlo velika, jer je važan biokatalizator čitavog niza fizioloških procesa uključujući i tvorbu klorofila. On znatno utječe na tvorbu škroba i šećera i općenito na razvoj reproduktivnih organa. Na karbonatnim i alkalnim tlima mogu se javiti simptomi poremećaja u hranidbi manganom, jer se mangan inaktivira u tlu tj. prelazi iz oblika biljci pristupačnog (aktivnog) u nepristupačni (inaktivni) oblik. Simptomi oskudice na manganu mogu se najbolje uočiti i raspoznati na lišću. Uzduž nerava javljaju se klorotična mjesta na plojki. Kod jače izraženog gladovanja u klorotičnom dijelu pojavljuju se crvenkaste ili mrke pjege. Na kiselim tlima topljivost i pristupačnost mangana je zadovoljavajuća. Ako je tlo jako kiselo tada može biti topivost mangana i prevelika. U takvim tlima može pod utjecajem mangana doći do poremetnje u rastu. No, ti poremećaji obično slijede uz povećanu opskrbu ili gnojenje dušičnim gnojivima. Uz preobilno gnojenje dušikom jabuka povećano prima mangan (sinergistički učinak). Simptomi suviška mangana praktično se ne javljaju na lišću jabuke.

Molibden dolazi u malim količinama (manje od bora), a nalazi se većinom u organskim spojevima. On je kao i ostali teški metali sastavni dio određenih enzima i zahvaća s nitratoreduktazom pretvorbu nitrata u nitrite. Kod nedostatka molibdena nastupa zastoje u fotosintezi i povećanju sadržaja nitrata. Na jabukama se manjak može manifestirati u obliku svijetlo zelenih mrlja na listovima. Nedostatak molibdena vrlo se rijetko pojavljuje.

Na temelju pregleda znanstvene i stručne literature Anić J. (1977.) navodi da je vrlo malo podataka o opskrbljenosti tala Slavonije i Baranje mikroelementima. No, na osnovi postojeći podataka, autorica smatra da se može reći da su tla Slavonije i Baranje općenito uzevši, dobro opskrbljena mikroelementima, osim borom. Anić J. i Čaleta Z. (1971.) istraživale su zastupljenost mikroelemenata u smeđem i smeđem lesiviranom tlu u Nuštru, Vukovaru, Belju (Brestovac, Karanac, Beli Manastir, Čeminac), Ivankovu, gdje je proširena ratarska proizvodnja i u Borincima u plantaži jabuke (Anić et al. 1968). Anić J. (1977.) navodi da su u tlima na području PIK Belje (Brestovac, Karanac, Kneževo, Širine) bogatu opskrbljenost mikroelementima ustanovili Todorčić et al. (1971.). Vodotopivi bor kreće se u tlima na tim lokalitetima u horizontu od 0-40 cm

između 0,20 i 0,46 ppm. Prema navodu J. Anić (1977.) ta su tla slabo opskrbljena borom. Autorica predlaže da su za sigurniju ocjenu opskrbljenosti ovih tala borom potrebna daljnja istraživanja a osobito biljnog materijala. Anić (1977.) navodi da je na temelju višegodišnjih istraživanja lišća jabuka u plantaži Borinci utvrdila visok sadržaj bora (od 30 do 50 ppm) iako je tlo slabo opskrbljeno tim elementom. Na osnovi istraživanja J. Anić (1968.) na naprijed navedenim lokalitetima utvrđena je dobra opskrbljenost tla bakrom i cinkom. Manganom su ta tla dobro opskrbljena. Međutim, na nekim tlima alkalne reakcije utvrdio je Tomaš, 1977. (cit. Anić, 1977.) deficijenciju mangana. Anić (1977) piše da su tla na naprijed navedenim područjima Slavonije i Baranje slabo do umjereno opskrbljena molibdenom. Anić et al. (1968.) izvještavaju da su tla na kojima je proizvodnja ekstenzivna siromašnija molibdenom nego tla na kojima je intenzivna proizvodnja. Na antropogenom tlu na karbonatnom lesu Slavonije ustanovljen je nedostatak željeza kod voćaka. Na objektu Nemetin kraj Osijeka Miljković et al. (1975., 1976.) proučavali su Fe-klorozu krušaka i dunja. Autori su ustanovili da Fe-kloroza očituje štetan utjecaj na vegetativni rast, a učestalo se javlja na černozeu plitkog humusno akumulativnog horizonta (Alp + A iznosi 30 cm), koji u profilu rizosfere ima alkalnu reakciju. Na černozeu s dubokim humusno akumulativnim horizontom (Alp + A horizont proteže se ukupno do dubine od 75 cm) uz slabo alkalnu reakciju i niži sadržaj fiziološki aktivnog vapna u zoni rizosfere, stabla krušaka i dunja uspijevaju dobro i postižu dobru vegetativnu razvijenost. Miljković i Hadrović (1977.) ustanoviti su razlike u osjetljivosti sorti krušaka prema klorozi uzrokovanoj poremetnjom u hranidbi željezom i manganom na antropogeniziranom smeđem tlu na karbonatnom lesu. Zdravo lišće krušaka, ovisno o sorti, sadržavalo od 88 do 158 ppm željeza i od 47 do 145 ppm mangana. Cinkom je lišće bilo dobro opskrbljeno (30 do 37 ppm). Miljković (1978.) izvještava o poremetnji u hranidbi jabuka željezom na antropogeniziranom smeđem tlu na karbonatnom lesu. Ustanovio je da zdravo lišće sadrži signifikantno više željeza (131 ppm) od klorotičnog (109 do 117 ppm). Na ovom tlu lišće jabuka je bogato opskrbljeno cinkom (66 do 68 ppm), a umjereno manganom (30 do 34 ppm). Pojavu ferokloroze voćaka (kruške, dunje, jabuke i breskve) utvrdili su Miljković i Hadrović (1977.), Miljković i Iveković (1977), Miljković (1978). Na antropogeniziranom smeđem tlu na lesu u voćnjaku Poljoprivrednog instituta u Osijeku Miljković (1980.) je ustanovio da je lišće sorti krušaka dobro opskrbljeno željezom, manganom i cinkom, kao i da lišće ranije dozrijevajućih sorti sadrži više mikroelemenata.

MATERIJAL I METODE

Istraživanja mikroelemenata u tlu i lišću sorti jabuka provedena su u 5 voćnjaka: Budimci d.o.o. u Budimcima, Budimci d.o.o. u Švajcerici, OPG M. Zelić u Petrijevcima, OPG M. Milas u Ivanovcu i Vinka d.o.o. u Ivankovu. Voćnjaci su podignuti na tlima: smeđe lesivirano, lesivirano tipično, lesivirani pseudoglej, fluvijno livadsko i aluvijalno mineralno ne karbonatno. U voćnjacima su zastupljene vodeće sorte: Golden Delicious, Fuji, Jonaprinc, Jonagold supra na podlozi M 9, a uzgojene u gustom sklopu u obliku vretenastog grma. Stabla jabuka postigla su dobru vegetativnu razvijenost, a nalaze se u dobi pune rodnosti. Analize osnovnih fizikalnih i kemijskih svojstava tla u voćnjacima provedene su suvremenim pedoanalitičkim metodama u Institutu za tlo u Osijeku, a magnezija, kalcija i mikroelemenata: bakra, bora, mangana i cinka u Laboratoriju za hranidbu bilja u Eksperimentalnom centru Laimburg (Italija) u CAT - izvatku VOLUFA, Metodološki priručnik (Methodenbuch) I A 6. 4. 1:2002. Ocjena opskrbljenosti provedena je prema prosječnim vrijednostima na tablici 27 u knjizi „Tlo i hranidba bilja“ (Boden und Pflanzenernährung) 2004. U voćnjacima je istraživana opskrbljenost lišća sorti: Golden Delicious, Fuji, Jonaprinc i Jonagold supra sa mikroelementima: bakar, bor, mangan, molibden i cink. Uzorci lišća za folijarnu analizu uzimani su nakon zastoja prvog velikog rasta mladica početkom srpnja. Koncentracija mikroelemenata u lišću jabuka utvrđena je analizama na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku na slijedeći način: Uzorci lista jabuke digestirani su smjesom nitratne kiseline HNO_3 (6 ml) i vodikovog peroksida H_2O_2 (2 ml) u mikrovalnoj pećnici CEM Mars 6. Nakon toga su kvantitativno preneseni u samostojeće tube na centrifugu i nadopunjene destiliranom vodom do 50 ml. Nakon toga uzorci su izmjereni na ICP-OES-u PerkinElmer Optima 2100DV koji je bio opremljen Cyclonic komorom za raspršivanje i Meinhard nebulizerom Tip C, dok je Bor bio izmjeren sa Scott-ovom komorom za raspršivanje i cros-flow nebulizerom.

REZULTATI I RASPRAVA

1. Istraživanja u voćnjaku Budimci d. o. o. u Budimcima na lesiviranom tipičnom tlu

Voćnjak je podignut 2013. godine na lesivirano tipičnom tlu. U voćnjaku se uzgajaju sorte Golden Delicious i Fuji na podlozi M 9, a uzgojni je oblik vretenasti grm. Stabla jabuka, uzgajana u gustom sklopu, s razmakom sadnje 3,5 x 0,8 m, nalaze se u dobi pune rodnosti, a postigla su dobru vegetativnu razvijenost. U voćnjaku se provodi suvremena pomotehnika, agrotehnika i

natapanje kapanjem. Međuredni prostor održava se pod permanentnim zelenim pokrovom, zatravljenim djetelinsko travnom smjesom. Po teksturnom sastavu tlo je praškasta ilovača slabo do umjereno opskrbljeno Al pristupačnim fosforom i kalijem. Količina magnezija u tlu je visoka (20 mg/100 gr).

1.1. Istraživanje osnovnih svojstava tla i opskrbljenosti mikroelementima bakrom, borom, manganom i cinkom.

Rezultati istraživanja osnovnih svojstava tla i opskrbljenost: bakrom, borom, manganom i cinkom izneseni su na tablici 1.

Tablica 1. Osnovna svojstva tla i koncentracija mikroelemenata: bakar, bor, mangana i cink u mg/kg u tlu

Table 1 General soil properties and concentration of microelements: copper, boron, manganese and zinc in mg/kg in soil

Dubina tla Depth of soil (cm)	pH		% humus	Cu mg/kg	B mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
	H ₂ O	KCl					
0 - 20	5,5	4,1	1,56	3	<0,10	82	1
20 - 40	5,7	4,3	1,28	2	<0,10	87	2

Na tablici 1. vidimo da je tlo kisele reakcije, a razina humusa je za kulturu jabuke relativno niska. Opskrbljenost bakrom i manganom je dobra, a borom i cinka vrlo niska.

Istraživanje opskrbljenosti lišća sorti jabuka mikroelementima: bakrom, borom, manganom, molibdenom i cinkom.

Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća sorti Golden Delicious i Fuji izneseni su na tablici 2.

Tablica 2. Koncentracija mikroelemenata: bakra, bora, mangana, molibdena i cinka u lišću sorti Golden Delicious i Fuji u mg/kg suhe tvari

Table 2 Concentration of microelements: copper, boron, manganese and zinc in leaves of cultivar Golden Delicious and Fuji in mg/kg dry matter

Sorta Cultivar	Ponavljanje Repeating	Bakar Cu (mg/kg)	Mangan Mn (mg/kg)	Cink Zn (mg/kg)	Molibden Mo (mg/kg)	Bor B (mg/kg)
Golden Delicious	1	8,22	173,10	57,42	0,174	24,44
	2	6,98	140,60	49,36	0,179	24,74
	3	7,95	183,90	58,16	0,131	24,06
	\bar{x}	7,72	165,67	54,99	0,16	24,41
Fuji	1	8,47	161,80	61,87	0,132	25,42
	2	12,55	151,10	57,38	0,171	26,64
	3	7,57	122,70	42,48	0,178	25,38
	\bar{x}	9,53	146,20	50,58	0,16	25,81

Rezultati istraživanja pokazuju da je lišće sorti Golden Delicious i Fuji dobro opskrbljeno: bakrom, borom, manganom, molibdenom i cinkom. Koncentracija bakra kreće se između 7 do 9 mg/kg (odnosno ppm) suhe tvari.

2. Istraživanja u voćnjaku OPG M. Zelić u Petrijevcima

Voćnjak je podignut 2012. godine na lesiviranom pseudogleju na lesu. U voćnjaku se uzgajaju sorte Golden Delicious i Fuji na podlozi M 9, a uzgojni je oblik je vretenasti grm. Stabla jabuka, uzgajana u gustom sklopu, s razmakom sadnje 3,2 x 0,8 m, su u dobi pune rodnosti, a postigla su dobru vegetativnu razvijenost. U voćnjaku se provodi suvremena pomotehnika, agrotehnika i natapanje kapanjem. Međuredni prostor održava se u stanju permanentnog zatravljanja djetelinsko travnom smjesom. Po teksturnom sastavu tlo je praškasta ilovača, bogato opskrbljeno Al topivim fosforom, a umjereno do dobro kalijem. Razina magnezija u tlu je visoka (20 mg/100 gr).

2.1. Istraživanje osnovnih svojstava tla i opskrbljenosti bakrom, borom manganom i cinkom

Rezultati istraživanja osnovnih svojstava i opskrbljenosti tla: bakrom, borom, manganom i cinkom izneseni su u tablici 3.

Tablica 3. Osnovna svojstva tla i koncentracija mikroelemenata: bakra, bora, mangana i cinka u mg/kg u tlu

Table 3 General soil properties and concentration of microelements: copper, boron, manganese and zinc in mg/kg in soil

Dubina tla Depth of soil (cm)	pH		% humus	Cu mg/kg	B mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
	H ₂ O	KCl					
0 - 20	6,5	5,4	1,53	4	0,20	176	2
20 - 40	6,8	5,5	1,35	5/4	0,14	107	2

Tlo je kisele reakcije, relativno slabo humozno za uzgoj jabuka, a dobro opskrbljeno bakrom i manganom, umjereno cinkom, a slabo borom.

2.2. Istraživanje opskrbljenosti lišća sorti jabuka mikroelementima: bakrom, borom, manganom, i cinkom

Rezultati istraživanja koncentracije: bakra, bora., mangana i cinka izneseni su na tablici 4.

Tablica 4. Koncentracija mikroelemenata: bakra, bora, mangana, molibdena i cinka u lišću sorti Golden Delicious i Fuji u mg/kg suhe tvari

Table 4 Concentration of microelements: copper, boron, manganese, molybdenum and zinc in the leaves of cultivar Golden Delicious, and Fuji in mg/kg dry matter

Sorta Cultivar	Ponavljanje Repeating	Bakar Cu (mg/kg)	Mangan Mn (ng/kg)	Cink Zn (mg/kg)	Molibden Mo (mg/kg)	Bor B (mg/kg)
Golden Delicious	1	9,16	135,30	460,70	0,205	28,99
	2	8,05,	115,20	323,20	0,144	29,52
	3	8,37	125,40	379,40	0,196	28,84
	\bar{x}	8,53	125,30	387,77	0,21	28,46
Fuji	1	8,24	96,98	253,20	0,220	24,96
	2	9,06	103,50	352,80	0,218	25,04
	3	9,05	118,00	317,90	0,195	25,049
	\bar{x}	8,79	106,16	311,30	0,21	25,16

Lišće je dobro opskrbljeno bakrom, a bogato manganom i cinkom, dok je opskrbljenost borom slaba do umjerena. Vrlo visoka koncentracija cinka posljedica je folijarne aplikacije gnojiva sa cinkom.

3. Istraživanja u voćnjaku Budimci d. o. o. u Švajcerici

Voćnjak je podignut 2009. godine na aluvijalno mineralnom nekarbonatnom tlu. U voćnjaku su zastupljene sorte Golden Delicious i Jonaprinc na podlozi M 9, a uzgojni oblik je vretenasti grm. Stabla jabuka uzgojena u gustom sklopu, s razmakom sadnje 3,3 x 0,9 m, su u dobi pune rodnosti, a postigla su dobru vegetativnu razvijenost. U voćnjaku se provodi suvremena pomotehnika, agrotehnika i natapanje kapanjem. Međuredni prostor održava se pod permanentnim zelenim pokrovom, koji je zatravljen djetelinsko travnom smjesom. Po teksturnom sastavu tlo je pjeskovita ilovača. Tlo je vrlo bogato opskrbljeno Al topivim fosforom (P_2O_5 preko 40 mg/100gr tla), a umjereno kalijem. Razina magnezija u tlu je vrlo visoka (31 mg/100 gr).

3.1. Istraživanje osnovnih svojstava tla i opskrbljenosti: bakrom, borom, manganom i cinkom

Rezultati istraživanja osnovnih svojstva tla i opskrbljenost mikroelementima: bakrom, borom, manganom i cinkom iznesena su na tablici 5.

Tablica 5. Osnovna svojstva tla i koncentracija mikroelemenata: bakar, bor, mangan i cink u mg/kg tla

Table 5 General chemical properties, and concentration of microelements: copper, boron, manganese and zinc in mg/kg in soil

Dubina tla Depth of soil (cm)	pH		%	%	Cu mg/kg	B mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
	H ₂ O	KCl						
0 - 20	8,1	7,3	1,87	< 0,4	6	0,28	86	7
20 - 40	8,1	7,1	1,67	< 0,4	5	0,27	76	5

Tlo je alkalične reakcije s malim postotkom kalcijeva karbonata i slabo humozno, a dobro opskrbljeno: bakrom borom manganom i cinkom.

3.2. Istraživanje kemijskog sastava i opskrbljenost lišća sorti jabuka mikroelementima: bakrom, borom, manganom, molibdenom i cinkom

Rezultati analize kemijskog sastava lišća izneseni su na tablici 6.

Tablica 6. Koncentracija mikroelemenata: bakra, mangana, cinka, molibdena i bora u lišću sorti Golden Delicious i Jonaprinc u mg/kg suhe tvari

Table 6 Concentration of microelements: copper, boron, manganese, molybdenum and zinc in mg/kg dry matter

Sorta Cultivar	Ponavljanje Repeating	Bakar B (mg/kg)	Mangan Mn (mg/kg)	Cink Zn (mg/kg)	Molibden Mo (mg/kg)	Bor B (mg/kg)
Golden Delicious	1	7,51	232,80	31,79	0,303	20,78
	2	6,10	177,90	25,99	0,297	22,40
	3	6,36	127,60	27,47	0,277	20,86
	\bar{x}	6,66	179,43	28,42	0,29	21,35
Jonaprinc	1	8,22	526,80	43,07	0,294	21,46
	2	7,72	337,70	41,30	0,320	23,65
	3	7,48	252,30	39,57	0,256	23,25
	\bar{x}	7,81	372,10	41,31	0,29	23,46

Lišće jabuka je bogato opskrbljeno bakrom, cinkom i molibdenom, bogato manganom, a slabo borom, premda je tlo dobro opskrbljeno borom.

4. Istraživanja u voćnjaku OPG M. Milas u Ivanovcu

Voćnjak je podignut 2009. godine na fluvijo livadskom tlu. U voćnjaku su zastupljene sorte Golden Delicious i Fuji na podlozi M 9, a uzgojni je oblik vretenasti grm. Stabla jabuka uzgojena u gustom sklopu, s razmakom sadnje 3,3 x 0,9 m, u dobi su pune rodnosti, a postigla su dobru vegetativnu razvijenost. U voćnjaku se provodi suvremena pomotehnika, agrotehnika i

natapanje kapanjem. Međuredni prostor održava se pod permanentnim zelenim pokrovom zatravljen djetelinsko travnom smjesom. Po teksturnom sastavu tlo je praškasta glina. Tlo je dobro opskrbljeno Al topivim fosforom, umjereno kalijem. Razina magnezija u tlu je vrlo visoka (39 mg/100 gr).

4.1. Istraživanje osnovnih svojstava tla i opskrbljenost mikroelementima: bakrom, borom, manganom, molibdenom i cinkom

Rezultati istraživanja osnovnih svojstava tla i opskrbljenosti: bakrom, borom, manganom i cinkom izneseni su na tablici 7.

Tablica 7. Osnovna svojstva tla i koncentracija mikroelemenata: bakar, bor, mangan i cink u mg/kg tla

Table 7 General soil properties and concentration of microelements: copper, boron, manganese and zinc in mg/kg in soil

Dubina tla Depth of soil (cm)	pH		% humus	% CaCO ₃	Cu mg/kg	B mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
	H ₂ O	KCl						
0 - 20	8,2	7,3	2,74	3,2	3	0,13	18	3
20 - 40	8,3	7,4	2,36	4,1	2	<0,10	19	2

Tlo je alkalične reakcije s malim postotkom kalcijeva karbonata, umjereno humozno. a dobro opskrbljeno bakrom i cinkom a slabo borom i manganom.

Tlo je dobro opskrbljeno bakrom, i cinkom a slabo borom i manganom.

4.2. Istraživanje kemijskog sastava i opskrbljenost lišća sorti mikroelementima: bakrom, borom, manganom, molibdenom i cinkom

Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća izneseni su na tablici 8.

Tablica 8. Koncentracija mikroelemenata: bakar, bor, mangan, molibden i cink u lišću sorti Golden Delicious i Fuji u mg/kg suhe tvari

Table 8 Concentration of microelements: copper, boron, manganese, molybdenum and zinc in the leaves of Golden Delicious and Fuji in mg/kg of dry matter

Sorta Cultivar	Ponavljanje Repeating	Bakar Cu (mg/kg)	Mangan Mn (mg/kg)	Cink Zn (mg/kg)	Molibden Mo (mg/kg)	Bor B (mg/kg)
Golden Delicious	1	7,53	178,70	60,39	0,221	23,80
	2	7,83	166,60	63,66	0,291	24,32
	3	7,01	143,60	48,54	0,313	25,10
	\bar{x}	7,46	162,97	57,73	0,27	24,41
Fuji	1	7,78	210,00	101,20	0,209	23,34
	2	7,39	166,80	61,01	0,337	25,72
	3	7,17	188,00	63,53	0,364	26,56
	\bar{x}	7,46	188,27	75,25	0,30	25,21

Lišće jabuka dobro je opskrbljeno bakrom cinkom i molibdenom, bogato manganom, a slabo borom.

5. Istraživanja u voćnjaku Vinka d. o. o. u Vinkovcima (kat. općina Ivankovo)

Voćnjak je podignut 2010. godine na lesivirano tipičnom tlu. U voćnjaku su zastupljene sorte Golden Delicious i Jonagold supra na podlozi M 9, a uzgojni oblik je vretenasti grm. U voćnjaku gustog sklopa, s razmakom sadnje 3,2 x 1 m, jabuke su u dobi pune rodnosti, a postigle dobru vegetativnu razvijenost. U voćnjaku se provodi suvremena pomotehnika, agrotehnika i natapanje kapanjem. Međuredni prostor održava se pod permanentnim zelenim pokrovom zatravljen djetelinsko travnom smjesom. Po teksturnom sastavu tlo je praškasta glina. Al topivim fosforom i kalijem tlo je umjereno opskrbljeno. Razina magnezija u tlu je vrlo visoka (34 mg/100 gr).

5.1. Istraživanje osnovnih svojstava tla i opskrbljenosti: bakrom, borom, manganom i cinkom

Rezultati istraživanja osnovnih svojstva tla i opskrbljenosti mikroelementima: bakrom, borom, manganom i cinkom izneseni su na tablici 9.

Tablica 9. Osnovna svojstva tla i koncentracija mikroelemenata: bakar, bor, mangan i cink u mg/kg u tlu

Table 9 General soil properties and concentration of microelements: copper, boron, manganese and zinc in mg/kg in soil

Dubina tla Depth of soil (cm)	pH		% humus	Cu mg/kg	B mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
	H ₂ O	KCl					
0 - 20	6,7	5,4	1,77	11	0,17	98	2
20 - 40	6,2	4,7	1,42	9	0,15	98	2

Tlo je kisele reakcije slabo humozno, a dobro opskrbljeno bakrom i manganom, umjereno cinkom, a slabo borom.

5.2. Istraživanje opskrbljenosti lišća sorti Golden Delicious i Fuji mikroelementima: bakrom, borom, manganom, molibdenom i cinkom

Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća izneseni su na tablici 10.

Tablica 10. Koncentracija mikroelemenata: bakar, bor, mangan, molibden i cink u lišću sorti Golden Delicious i Jonagold supra u mg/kg suhe tvari**Table 10 Concentration of microelements: copper, boron, manganese, molybdenum and zinc in the leaves of cultivar Golden Delicious and Jonagold supra in mg/kg dry matter**

Sorta Cultivar	Ponavljanje Repeating	Bakar Cu (mg/kg)	Mangan Mn (mg/kg)	Cink Zn (mg/kg)	Molibden Mo (mg/kg)	Bor B /mg/kg)
Golden Delicious	1	7,64	92,67	66,56	0,202	26,83
	2	7,03	82,34	66,27	0,246	27,73
	3	7,00	71,18	69,87	0,251	27,11
	\bar{x}	7,22	82,06	67,57	0,23	27,22
Jonagold supra	1	9,49	85,05	98,68	0,186	29,32
	2	9,12	75,88	95,12	0,249	29,95
	3	8,96	95,27	86,35	0,165	31,53
	\bar{x}	9,16	85,41	93,37	0,20	30,27

Lišće jabuka dobro je opskrbljeno: bakrom, manganom molibdenom i cinkom, a umjereno borom.

6. Rasprava

Ocjena opskrbljenosti tla mikroelementima: bakar, bor, mangan i cink, kao i makroelementa magnezij i kalcij provedena je prema tablici 27 u knjizi Tlo i hranidba bilja 2004. - (Boden und Pflanzenernährung). Prema tom kriteriju tlo je dobro opskrbljeno manganom ako sadrži 30-50 mg/100 g; bakrom kada sadrži 2-4 mg/100 g, cinkom kad sadrži 2-4 mg/100 g, a borom kada sadrži od 0,20 - 0,40 mg/100 g tla. Razina magnezija u tlu visoka kad iznosi preko 20 mg/100 g, a vrlo visoka kada je iznad 30 mg/1000g. Rezultati istraživanja pokazali da su lesivirana tla u voćnjacima u Budimcima i Ivankovu vrlo slabo opskrbljena borom i cinkom, a dobro manganom i bakrom. Fluvijo livadsko tlo u voćnjaku Ivanovac slabo je opskrbljeno manganom i borom. Lesivirani pseudoglej u voćnjaku u Petrijevcima opskrbljen je slabo do umjereno borom, a dobro bakrom manganom i cinkom. Aluvijalno mineralno ne karbonatno tlo o voćnjaku u Švajcerici dobro je opskrbljeno: bakrom, borom manganom i cinkom. Interesantno je istaći da je u ovom voćnjaku pored dobre opskrbljenosti tla borom, lišće jabuka slabo opskrbljeno ovim elementom. Uzrok tome može se pripisati alkaličnoj reakciji tla, jer je poznato da je usvajanje bora povoljno uz pH 5,0 do 7,0 (Westwood, 1992.). Na fluvijo livadskom tlu, koje je vrlo slabo opskrbljeno borom, također je i lišće jabuka vrlo slabo opskrbljeno, što potencira i alkalična reakcija tla. U znanstvenoj i stručne literature nema jedinstvenog stava o tome

koja je koncentracija bora u lišću jabuka normalna. Prema Childersu (1966.) jabuke su nisko opskrbljene borom kada se koncentracija kreće ispod 30 mg/kg, a normalna kada je veća od 35 mg/kg suhe tvari. Prema istom autoru Childers, (1975) navodi se da su jabuke normalno opskrbljene borom kada se koncentracija kreće od 20 do 40 mg/kg. Bergman (1992.) i Bould (1966.) navode da su jabuke dobro opskrbljene borom kada lišće sadrži 25 do 50 mg/kg suhe tvari. Kentworthy (1960.) smatra da je normalna opskrbljenost jabuka sa borom kada lišće sadrži 42 mg/kg suhe tvari. Interesantni su podatci što ih navode Failla et al. (1991.), a odnose se na sorte Golden Delicious i Red Delicious. Prema ovim autorima lišće sorte Golden Delicious dobro je opskrbljeno borom kada se koncentracija bora kreće od 20 do 40 mg/kg suhe tvari. O tome koja je normalna koncentracija bakra u lišću jabuka autori nemaju jedinstven stav. Prema Bergmanu (1992.) lišće jabuka je normalno opskrbljeno bakrom ako sadrži 5 mg/kg suhe tvari. Failla et al. (1991.) smatraju da je opskrbljenost lišća bakrom dobra kada koncentracija iznosi od 1 do 10 mg/kg suhe tvari. Nasuprot tome Childers (1966. i 1975.) i Westwood (1992.) smatraju da opskrbljenost lišća niska kada je koncentracija 1 mg/kg, a normalna kada iznosi 4 mg/kg suhe tvari. Prema Westwoodu (1992.) lišće jabuka slabo je opskrbljeno manganom kada se koncentracija kreće ispod 20 mg/kg, a normalna kada iznosi više od 25. Kenworthy (1970.) smatra da su jabuke normalno opskrbljene manganom kada koncentracija iznosi oko 98 mg/kg suhe tvari. Nasuprot tome Bould (1966.) navodi da je lišće jabuka normalno opskrbljeno manganom kada se koncentracija kreće od 25 do 100 mg/kg suhe tvari. Prema Bergaminiju (1992.) jabuke su dobro opskrbljene manganom kada se koncentracija kreće od 35 do 100 mg/kg. Spomenimo još i ocjenu po Childersu, koji smatra da je lišće jabuka nisko opskrbljeno manganom ako je koncentracija niža od 20 mg/kg, normalno uz koncentraciju veću od 25 mg/kg, visoko kad iznosi 200 mg/kg, a ekscesivno kada prelazi 450 mg/kg. Što se tiče opskrbljenosti lišća jabuka cinkom i tu postoje različite procjene. Prema Childersu (1966.) je opskrbljenost lišća jabuka cinkom niska kada koncentracija iznosi 10 mg/kg, normalna uz 18 mg/kg, visoka uz 100 mg/kg, a ekscesivna kada prelazi 200 mg/kg suhe. Childers (1975.) smatra isto kao Bould (1966.) i Failla et al. (1992.) da je lišće jabuka normalno opskrbljeno cinkom kada sadrži od 25 do 50 mg/kg suhe tvari. Prema navodu Bergmana (1992.) lišće jabuka normalno je opskrbljeno cinkom kada se koncentracija kreće unutar granice od 15 do 50 mg/kg suhe tvari. Failla (2012.) navodi da se u talijanskoj voćarskoj praksi smatra da su jabuke dobro opskrbljene mikroelementima u mg/kg kako slijedi: željezo 40 - 100, mangan 20-100, bor 20-45, cink 15-50 i bakar >5. U literaturi nalazimo manje podataka o opskrbljenosti lišća jabuka molibdenom. Fernandez i Childers (1960.) utvrdili su simptome deficijencije molibdena na stablima jabuke kojima je lišće sadržavalo

0,05 mg/kg. Simptomi deficijencije nisu utvrđeni na stablima u kojih je koncentracija molibdena u lišću bila veća od 0,1 mg/kg. Autori su ustanovili da su jabuke dobro opskrbljene molibdenom kad ga lišće sadrži 0,16 mg/kg suhe tvari. Prema Bergmanu (1992.) lišće jabuka je normalno opskrbljeno molibdenom kada sadrži od 0,10 do 0,30 mg/kg suhe tvari. Analiza je pokazala da je lišće sorte Jonaprinc sadržavalo više mangana, bakra i cinka od lišća sorte Golden Delicious. Isto tako lišće sorte Jonagold supra sadržavalo je više bakra i cinka od lišća sorte Golden Delicious. No, na osnovi relativno malog broja uzoraka ne može se pouzdano utvrditi jeli ta razlika statistički opravdana. Postoji samo indicija o genetskoj specifičnosti u hranidbi bakra, cinka i mangana. Daljnjim proširenim istraživanja mogla bi se provjeriti opravdanost ili neopravdanost razlike. Ovim istraživanjima bio je cilj utvrditi stupanj opskrbljenosti jabuka s mikroelementima u tlima Slavonije i Baranje, pa smo se ograničili u svakom voćnjaku i po svakoj sorti na tri ponavljanja, odnosno analizu triju prosječnih uzoraka za pojedinu sortu. Rezultati naših istraživanja su prilog boljem poznavanju ove znanstvene problematike u voćarstvu Slavonije i Baranje. No, kako na opskrbljenost lišća jabuka mikroelementima utječe velik broj internih i eksternih faktora to je potrebno daljnje sustavno istraživanje, uključujući i utjecaj mikroelemenata na kvalitetu plodova.

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- Opskrbljenost tla borom je slaba u tlima: lesivirano smeđe - lesivirano tipično (voćnjak u Budimcima), lesivirano tipično (voćnjak u Ivankovu), fluvijo livoadsko (voćnjak u Ivanovcu) i lesiviranom pseudogleju (voćnjak u Petrijevcima), a osrednja u aluvijalno livadskom nekarbonatnom tlu (voćnjak u Švajcerici).
- Opskrbljenost tla bakrom je dobra u svima istraživanim tlima, odnosno voćnjacima.
- Opskrbljenost cinkom je niska u tipičnom lesiviranom tlu (voćnjak u Budimcima), a dobra u lesiviranom tipičnom (voćnjak u Ivankovu), lesiviranom pseudogleju na lesu (voćnjak u Petrijevcima), fluvijo livaskom (voćnjak Ivanovac) i aluvijano livaskom nekarbonatnom (voćnjak u Švajcerici).
- Opskrbljenost tla manganom je niska u fluvijo livadskom tlu (voćnjak u Ivanovcu), a dobra u tlima: lesivirano tipično (voćnjak u Budimcima), lesivirano tipično (voćnjak u Ivankovu), lesiviranom pseudogleju na lesu (voćnjak u Petrijevcima) i aluvijalno livadsko nekarbonatno (voćnjak u Švajcerici).

- Stabla sorti: Golden Deliciou, Fuji, Jonaprinč i Jonagold supra na podlozi M 9 postigla su dobru vegetativnu razvijenost, a u dobi su pune rodnosti.
- Lišće jabuka sorti: Golden Delicious, Fuji, Jonapric i Jonagold supra na podlozi M 9 voćnjacima na tlima: lesivirano tipično (Budimci), lesivirani pseudoglej na lesu (Petrijevci), aluvijalno livadsko ne karbonatno (Švajcerica), lesivirano tipično (Ivakovo) i fluvijno livadno (Ivanovac) dobro je opskrbljeno mikroelementima: bakrom, manganom, molibdenom i cinkom, a slabo do umjereno borom.

LITERATURA

- ANIĆ JELKA., ČALETA ZDENKA., (1971.): Mikroelementi u smeđim i smeđim lesiviranim tlima (Savezni fond za znanstveni rad)
- ANIĆ JELKA., (1977.): Biljnohраниdbene karakteristike i fertilizacija antropogenih tala Slavonije i Baranje., A. Škorić i suradnici, Tla Slavonije i Baranje, Zagreb.
- ANIĆ JELKA, MILJKOVIĆ I., (1994.): Genetske specifičnosti mineralne ishrane sorata jabuka. Agronomski glasnik, Vol. 57 (1-2) str. 1-12.
- BERGMANN W., (1976.): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen in Farbbildern. Fischer Verlag, Jena
- BERGMANN W., (1976.): Pflanzendiagnose und Pflanzen-Analysen., Gustav Fischer Verlag, Jena
- BERGMANN W., (1992.): Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BOULD C., (1966.): Leaf analysis of deciduous trees. In Nutrition of fruit crops (Ed. by N. F. Childers), pp. 651-684. New Jersey, Horticultural Publication, Rutgers University.
- CHILDERS N. F. (1966., 1975.): Modern fruit science, Horticultural Publications, Rutgers University, New Jersey, New Brunswick, N. J.
- FAILLA O., (1992.): Fertilizzazione., in Frutticoltura generale pp. 544-572, REDA, Roma.
- FAUST M., (1979.): Evolution in fruit nutrition during 20th century, Hort. Science
- FRENANDEZ, CAROLS N., CHILDERS N. F., (1960.): Molybdenum deficiency in apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75: 32-38

- FIEDLER W., (1963.): Listovoj analiz v plodovodstve. Moskva.
- GAUTIER M., (1970.): Les carences en oligo-elements et leur traitement. L'arboriculture fruitiere. No. 201, Paris
- GAVRILOVIĆ M., (1956.): Nedostatak cinka kod raznih vrsta i sorata voćaka u NR Srbiji, i prihranjivanje voćaka cinkom. Arhiv za poljoprivredne nauke sv. 24
- JANEKOVIĆ Đ., (1971.): Pedološke karakteristike Slavonije i Baranje., Zbornik radova znanstvenog sabora Slavonije i Baranje, Osijek
- KENWORTHY, A. L., (1961.): Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. Rep. Amer. Inst. Bull. Sci., 8: 28-43
- KENWORTHY, A. L., AND LLOYD M., (1966.): Mineral content of fruit plants. In Nutrition of Fruit Crops (Ed. by N. F. Childers) pp. 813-870. New Jersey. Horticultural Publication, Rutgers University.
- KOLESNIK, A. A., TSEREVITINOV, D. B., (1966.): Effect of zinc on accumulation of calcium, magnesium, phosphorus, iron, and water in apples. Fiziologija Rostenij 13: 913 - 916.
- KOVAČEVIĆ I., (1970.): Voćarstvo kao poljoprivredni fenomen Slavonije i Baranje. Zbornik radova znanstvenog sabora Slavonije i Baranje, Osijek
- KOVAČEVIĆ P., (1959.): Pedološka studija o prikladnosti tla za uzgoj jabuka u plantaži Borinci, sastavni dio Projekta za osnivanje plantaže jabuka u Borincima, koji je izradila skupina stručnjaka Zavoda za voćarstvo iz Zagreba, na čelu s Otom Bohutinskim.
- LALATTA F., (1986.): Metodi di interpretazione delle analisi fogliari. L fertilizzazione delle piante da frutto. Atti del Convegno-Verona, 49-75.
- MARANGONI B., (1981.): Aspetti delle asportazioni minerali nella cultura di melo. IRECOOP - Analisi fogliare e analisi del terreno. Bologna.
- MIKLOS F., (1980.): Modern concepts in fruit nutrition, Mineral nutrition of fruit trees, pp. 11-16, Butterworths London-Boston-Sydney-Durban-Toronto.
- MILJKOVIĆ I., Dugalić S., Iveković Vera., (1975.): Kloroza krušaka na černozemu u istočnoj Slavoniji., Jugoslavensko voćarstvo br. 33-34
- MILJKOVIĆ I., Iveković Vera, Dugalić S., (1976.): Kloroza dunja na černozemu. Agronomski glasnik 4-6/76.

- MILJKOVIĆ I., Iveković Vera, Dugalić S., Hadrović A., (1976.): Utjecaj fero-kloroze na rast i rodnost krušaka. Jugoslav. voćarstvo, 39-40: 469-479.
- MILJKOVIĆ I., (1977.): Tla Slavonije i Baranje kao ekološki faktor voćarske proizvodnje., A. Škorić: Tla Slavonije i Baranje, Zagreb.
- MILJKOVIĆ I., Hadrović A., (1977.): Iron chlorosis of pears in the nursery. Acta Horticulturae No. 69, Haag.
- MILJKOVIĆ I., Iveković Vera: (1977.): L'influence de la variété sur l'équilibre cationique des feuilles du poirier, Acta Horticulturae, 69, pp. 61-68
- MILJKOVIĆ I., (1978.): Kloroza jabuka u Slavoniji., Jug. voćarstvo, 44-45, str. 43-56.
- MILJKOVIĆ I., (1979.): Utjecaj podloge na kemijski sastav lišća kruške Passe Crassane, Poljoprivredna znanstvena smotra, 49: 95-103.
- MILJKOVIĆ I., (1980.): Istraživanje utjecaja sorte i međupodloge na razinu željeza, mangana, i cinka u lišću krušaka. Poljoprivredna znanstvena smotra br. 52. 319-330.
- MILJKOVIĆ I., (1982.): Pomološke prilike i proizvodnja voća u Slavoniji i Baranji. III Znanstveni sabor Slavonije i Baranje u Vukovaru, JAZU, Zagreb.
- MILJKOVIĆ I., (1984.): Bonitiranje zemljišta kulture voćnjaka u Hrvatskoj. Agronomski glasnik br. 6 str. 881-919.
- MILJKOVIĆ I., (1991.): La valutazione dei terreni per la coltura del melo in Croazia. L'Informatore Agrario 44, pp. 82-85, Speciale melicoltura Alpe Adria.
- MILJKOVIĆ I., (1995.): Regionalizacija uzgoja jabuka u Hrvatskoj., Agronomski glasnik Vol. 57 (6) str 381-401.
- MILJKOVIĆ I., (1997.): Pomoekologija Slavonije i Baranje. Agronomski glasnik, 5-6, pp. 477-493.
- MILJKOVIĆ I., Vrsaljko A., (2009.): Genetske specifičnosti mineralne ishrane sorata jabuka u plantaži Borinci. Pomologia Croatica, br. 3-4.
- MODRIĆ I., (1969.): Ekološki i pomološki temelji za izbor mutanata i hibrida Delicious u kontinentalnom dijelu Hrvatske, Disertacija, Zagreb.
- MODRIĆ I., (1971.): Osmogodišnja ispitivanja MM i drugih vegetativnih podloga na smeđem tlu na lesu u plantaži jabuka Borinci - Vinkovci. Jugoslav. voćarstvo, br. 17-18.

- MODRIĆ I., (1976.): Utjecaj ishrane dušikom jabuke Jonathan i Šampanjka pri različitom opskrbljenosti tla fosforom i kalijem. Jugoslav. voćarstvo 30 - 40: 479-490.
- NACHTIGALL, G. R., DECHEN, A. R., (2006.): Seasonality of nutrients in leaves and fruit of apple trees. *Scienza Agricoltura*, 63 (5): 493-501.
- PANERO, M., (1987.): *Microelementi essenziali per le piante*. REDA, Roma.
- PANERO, M., (1990.): *Analisi degli organi vegetali*. REDA, Roma.
- RYSER J. P., (1982.): Vers l'utilisation pratique du diagnostic foliaire en viticulture et en arboriculture. *Revue Suisse Arboric. Hortic.* Vol. 14 (11) 49-54.
- SHEAR, C. B., CRANE, H. L., MYERS A. T. (1946.): Nutrient element balance. A fundamental concept in plant nutrition. *Proc. Am. Sc. Hort. Sci.* 47. 239- 248.
- SHORROCKS V. M., NICHOLSON D. D., (1980.): The influence of boron deficiency on fruit quality. *Mineral Nutrition of Fruit Trees*, Butterworths, London - Boston, pp. 103-108.
- ŠAVRUK, N. M., MOJSČENKO, V. F., HRISTIĆ, N. C., (1965.): Mikroelemnti v počve i v rastenijah jabloni. *Sadovodstvo 2*, Pitanie, rost i plodonošenje plodovyh rastenij, Kiev, pp. 56-59.
- ŠKORIĆ I SURADNICI. Tla Slavonije i Baranje, Zagreb.
- SHERAR C. B., (1980.): Interaction of nutrition and environment on mineral composition of fruits. *Mineral nutrition of fruit trees*, Butterworths, London, Boston.
- TAGLIAVINI M., FAILLA O., XILOYANNIS C., (2012.): La fertilizzazione nell'arboreto., in *Arboricoltura generale*, Patron Editore Bologna
- TOMAŠ I., (1977.): Utjecaj folijarne gnojidbe borom i manganom na prinos i kvalitetu šećerne repe. (rad je ostao u rukopisu Zavoda za hranidbu bilja na Agronomskom fakultetu u Zagrebu).
- TURKOVIĆ Z., (1969.): Sedam stoljeća dobra u Kutjevu, Zagreb
- WESTWOOD M. N., (1992.): *Temperate Zone Pomology Physiology and Culture.*, Timber Press, Portland, Oregon

Adresa autora - Author's address:

Prof. dr. sc. Ivo Miljković
Čazmanska 2, 10000 Zagreb,

Prof. dr. sc. Domagoj Rastija
Fakultet agrobiotehničkih znanosti,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek,

Doc. dr. sc. Krunoslav Dugalić, Dr. sc. Boris Puškar
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu,
Vinkovačka cesta 63 c, 31000 Osijek,

Milena Andrišić, dipl. ing. agr., Daniel Rašić, dipl. ing. agr.
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu - Centar za tlo,
Vinkovačka cesta 4, 31000 Osijek