

Istraživanje uzroka kloroze kupina na aluvijalnom tlu u Slavoniji

Investigation of causes of blackberry chlorosis on alluvial soil in Slavonia

I. Miljković

SAŽETAK

U radu se iznose rezultati istraživanja uzroka pojave kloroze kupina uzgajanih na aluvijalnom tlu u Slavonskoj Posavini. Istraživanjima je utvrđena kompleksna kloroza lišća sorte Thornfree, uzrokovana poremetnjom u hranidbi željezom i nedostatkom mangana.

Jaka kloroza lišća kupine ustanovljena je na aluvijalnom tlu slabo alkalne reakcije s pH 7,55 do 7,80 i 0,50 do 1,20 %, karbonata. Slabo izražena kloroza lišća ustanovljena je na vrlo slabo alkalnom tlu s pH 7,40 do 7,50 i 0,17 do 0,80 % karbonata. Zdravi šibovi kupine bili su na tlu neutralne reakcije s pH 7,00 do 7,10, i 0,17 do 0,35 % karbonata. Ispod klorotičnih šibova kupine tlo je bogato, odnosno dva puta bolje opskrbljeno AL pristupačnim fosforom nego ispod zdravih šibova.

Jako klorotično lišće sadržavalo je ekscesivno visoku koncentraciju dušika (5,09 %) i fosfora (0,79 %), a imalo je nepovoljan omjer između: P/Fe (47), Ca/K (0,60) i (Ca + Mg)/K (0,82). Jako klorotično lišće sadržavalo je više kalija nego slabo klorotično i zdravo lišće. Slabo klorotično lišće imalo je ekscesivno visoku koncentraciju dušika (4,19 %), na granici ekscesivnosti koncentraciju fosfora (0,43 %), normalnu koncentraciju kalcija, nisku koncentraciju kalija i magnezija, a manje povoljan omjer P/Fe (24,2), i ravnotežu kationa (Ca + Mg)/K (1,35). Zeleno je lišće dobro opskrbljeno dušikom, fosforom i kalcijem, a slabo kalijem i magnezijem.

Jako klorotično, slabo klorotično i zdravo lišće sadržavalo je podjednaku koncentraciju željeza (od 173 do 176 ppm) s tim da je omjer P/Fe znatno nepovoljniji u klorotičnom lišću, što indicira blokadu aktivnog željeza.

Koncentracija mangana je ekscesivno niska u jako klorotičnom lišću (10 ppm), vrlo niska u slabo klorotičnom (25 ppm) a niska u zelenom lišću (33 ppm).

Ključne riječi: kupina, aluvijalno tlo, kloroza, željezo, mangan

ABSTRACT

The paper presents the results of research into the causes of chlorosis of blackberries grown on alluvial soil in Slavenska Posavina. Research has identified complex chlorosis of Thornfree variety leaves, caused by disturbances in iron nutrition and manganese deficiency.

Severe chlorosis of blackberry leaves was found on alluvial soils of slightly alkaline reaction with pH 7,55 to 7,80 and 0,50 to 1,20% carbonate. Slight leaf chlorosis was found on very weakly alkaline soils with pH 7,40 to 7,50 and 0,17 to 0,80% carbonate. Healthy blackberry twigs were on neutral reaction soil with pH 7,00 to 7,10, and 0,17 to 0,35% carbonate. Under the chlorotic shrubs of blackberries, the soil is rich, i.e. twice better supplied with AL available phosphorus than under healthy shrubs.

Very chlorotic leaves contained an excessively high concentration of nitrogen (5,09%) and phosphorus (0,79%), and had an unfavorable ratio between: P/Fe (47), Ca/K (0,60) and (Ca + Mg)/K (0,82). Very chlorotic leaves contained more potassium than slight chlorotic and healthy leaves. Slight chlorotic leaves had an excessively high nitrogen concentration (4,19%), at the limit of excess phosphorus concentration (0,43%), normal calcium concentration, low potassium and magnesium concentration, and less favorable P/Fe ratio (24,2), and cation balance (Ca + Mg)/K (1,35). Green leaves are well supplied with nitrogen, phosphorus and calcium, and poorly potassium and magnesium.

Very chlorotic, slight chlorotic and healthy leaves contained the same concentration of iron (from 173 to 176 ppm), but the P/Fe ratio is significantly less favorable in chlorotic leaves, which indicates a blockade of active iron.

Manganese concentration is excessively low in very chlorotic leaves (10 ppm), very low in slight chlorotic (25 ppm) and low in green leaves (33 ppm).

Key words: blackberry, alluvial soil, iron chlorosis, manganese deficiency

UVOD

Racionalno korištenje pomoekološkoga potencijala proizvodnog prostora, osnova je dobrog rasta, dobre i redovite rodnosti voćaka i proizvodnje kvalitetnog voća. U Slavoniji i Baranji ima puno prikladnih tala za voćarsku proizvodnju (Miljković, 1977., 1982.). Pri izboru tla za voćke u Slavoniji i Baranji posebnu pažnju valja obratiti na kemijska svojstva, a naročito reakciju, količinu ukupnog i aktivnog vapna i količinu mikrobiogenih elemenata, a posebno mangana, cinka i bora do dubine razmještaja osnovne mase (75 %) korijenova sustava. Poznato je da se poremetnje u hranidbi voćaka u obliku kloroza najčešće javljaju na tlima s povećanom količinom ukupnih karbonata, fiziološki aktivnog vapna, slabo alkalne i alkalne reakcije, povećane količine bikarbonata, povećane količine fosfora, slabe opskrbljenosti mikroelementima i antagonističkog odnosa među mikroelementima, (Drouineau, 1941., Poter i Thorne, 1955., DeKock, 1955., Wallace i Lunt, 1960., Del Bosco, 1963., Calabrese, 1965., Miljković et al. 1975., Miljković, 1976., Miljković et al. 1975., Miljković i Hadrović 1977.). Od svih kloroza voćaka u Slavoniji najčešća je kloroza uvjetovana poremetnjom u hranidbi željezom. Željezo ima važnu ulogu u čitavom nizu fizioloških procesa (Bennet, 1945). Ono regulira rad fermenta biosinteze klorofila, ugljikohidrata, i ulja, tvorbu bjelančevina, oksidacijsko redukcijske procese sinteze vitamina itd. (Bennet, 1945., Bergmann, 1976., Anić 1959., Miljković et al. 2018.). U tlu dolazi u reduktivnom, biljci pristupačnom obliku, i oksidativnom biljci nepristupačnom obliku. U alkalnim tlima i s većom količinom aktivnog vapna dolazi do povećane oksidacije željeza (feri oblik), a time i do smanjenja aktivnog željeza (fero oblik), i pojave internervalne fero kloroze lišća (slika 1). Povećanjem alkalne reakcije tla smanjuje se pristupačnost mangana, bakra, cinka i bora (Gautier, 1970., Panero, 1987.).



Slika 1. Kloroza lišća kupine uzrokovana nedostatkom fiziološki aktivnog željeza i mangana

Figure 1 Chlorosis of blackberry leaves caused by a lack of physiologically active iron and manganese

Mangan se nalazi u tkivima voćaka u vrlo malim količinama, ali je njegova uloga vrlo velika jer je važan u čitavom nizu fizioloških procesa, uključujući tvorbu klorofila (Vlasjuk, 1965.). Uz alkalnu reakciju i veće količine aktivnog vapna u tlima dolazi do pojave raznih oblika kloroza uslijed inaktivacije i otežanog primanja mikrobiogenih elemenata, odnosno zbog razgradnje i smanjene sinteze klorofila. Dosadašnje je iskustvo pokazalo da se na alkalnim tlima uz veću količinu aktivnog vapna u voćnjacima u Slavoniji javljaju simptomi poremetnje u hranidbi mikrobiogenim elementima. U odnosu na alkalitet tla i veću količinu aktivnog vapna posebno su osjetljive jagodaste voćne vrste: jagoda, malina, kupina, i borovnica. Osim jagodastih voćaka osjetljivima su se u Slavoniji pokazale: dunje, kruške na podlozi dunje, jabuke i breskve (Miljković 1976., Miljković et al. 1975., 1976., 1977., Miljković i Iveković, 1977.). Kako proizvodnja jagodastog voća ima sve veće značenje važno je prenijeti stečeno iskustvo radi boljeg poznavanja odnosa kupine prema kemijskim svojstvima tla, i pravilnog odabira tla za njihov uzgoj.

OBJEKT ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

Istraživanja uzroka kloroze lišća u kupine sorte Thornfree provedena su voćnjaku na objektu Bebrina kraj Slavenskog broda. Voćnjak je podignut na aluvijalnom tlu. Prije sadnje kupina provedeno je rahljenje tla do dubine od 50 cm i unošenje meliorativne gnojidbe u obliku stajskog gnoja i mineralnih gnojiva fosfora i kalija. U godini nakon sadnje kupine su dobro porasle i postigle dobru razvijenost. Voćnjak je podignut na tri table. U drugoj i trećoj godini u voćnjaku se na jednoj tabli pojavila jaka kloroza, na drugom slabije izražena kloroza, a na trećoj tabli su kupine bile zdrave. Da utvrdimo uzroke kloroze proveli smo istraživanje svojstava tla ispod 5 jako klorotičnih, 5 slabo klorotičnih i 5 zdravih šibova kupine. Istraživanja tla su obuhvatila: reakciju tla (pH u H₂O i n/KCl) potencimetrijski, količinu ukupnih karbonata po metodi Scheiblera, količinu humusa po metodi Tjurina, i količinu fosfora i kalija AL metodom. Uzorci lišća za kemijsku analizu uzimani su po 5 jako klorotičnih, slabo klorotičnih i zdravih šibova. Istraživanja kemijskog sastava lišća obuhvatila su analizu elemenata: dušik po Kjeldahlu, fosfor i kalij po Neubaue Schneideru spektrofotometrijski, odnosno flamenfotometrijski, kalcij, magnezij, željezo i mangan atomskim apsorpcionim spektrofotometrom (aparatus firme Beckman). Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća obrađeni su analizom varijance, a razlike testirane LSD testom za $P < 0,05$ %.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Za utvrđivanje uzroka kloroze kupina provodili smo istraživanja svojstava tla ispod jako klorotičnih, slabo klorotičnih i zdravih šibova (polu grmova) kupine i analize kemijskog sastava klorotičnog, slabo klorotičnog i zdravog lišća. Cilj istraživanja kemijskoga sastava, jako klorotičnog, slabo klorotičnog i zdravog lišća bio je da se utvrdi uzrok poremetnje u hranidbi kupine.

Istraživanje svojstava tla:

Voćnjak je podignut na ravnoj površini aluvijalnog tla sa uniformnim profila, glinastom-ilovaste teksture, prirodno dobro drenirano, dobre strukture i fizikalnim svojstvima. Pri ocjeni uzroka kloroze kupina veću pozornost poklonili smo istraživanju kemijskih svojstava tla. Uzorci tla za analizu uzimani su sa dubine od 0 do 30 cm, odnosno sa dubine razmještaja korijenove mreže kupine. Rezultati istraživanja kemijskih svojstava tla izneseni su na tablici br. 1.

Tablica 1. Kemijska svojstva tla ispod klorotičnih i zdravih šibova kupine

Table 1 Chemical soil properties under chlorotic and healthy blackberry bush

Svojstva tla – Soil properties	Uzorak broj Sample no.	pH		CaCO ₃ %	Al topivi - available mg/100 g		humus %
		H ₂ O	n/KCl		P ₂ O ₅	K ₂ O	
Ispod jako klorotičnih Under very chlorotic	1	7,55	6,50	0,42	37,4	7,5	2,10
	2	7,70	6,55	0,75	32,4	7,0	1,90
	3	7,75	6,55	1,34	34,8	8,0	1,85
	4	7,80	6,55	2,51	39,0	14,2	1,90
	5	7,75	6,50	1,00	38,9	10,8	2,00
	\bar{x}	7,71	6,55	1,20	36,5	9,5	1,95
Ispod slabo klorotičnih Under slight chlorotic	1	7,40	6,50	0,35	36,7	8,0	1,80
	2	7,50	6,45	0,84	25,9	8,8	1,90
	3	7,40	6,30	0,25	36,0	8,5	2,00
	4	7,50	6,40	0,84	27,4	9,5	1,98
	5	7,70	6,49	0,33	38,8	8,8	1,65
	\bar{x}	7,47	6,42	0,52	33,0	8,7	1,84
Ispod zdravih Under healthy	1	7,10	5,90	0,17	14,2	12,0	2,10
	2	7,00	6,00	0,33	15,6	11,6	2,15
	3	7,20	6,00	0,25	14,4	15,6	1,99
	4	7,00	6,00	0,33	14,8	11,0	2,00
	5	7,10	5,98	0,30	22,8	11,6	1,80
	\bar{x}	7,08	5,97	0,27	16,3	12,4	2,00

Na Tablici 1. vidimo da je tlo ispod jako klorotičnih šibova kupine slabo alkalne reakcije, a ispod slabo klorotičnih vrlo slabo alkalne, dok je pod zdravim šibovima gotovo neutralne reakcije. Količina ukupnih karbonata, izražena kao kalcijev karbonat, veća je ispod jako klorotičnih šibova nego ispod slabo klorotičnih i zdravih šibova. Ispod jako klorotičnih i slabo klorotičnih šibova tlo je bogatije opskrbljeno AL topivim fosforom (u prosjeku od 33 do 36 mg/100 g tla) nego ispod zdravih šibova, gdje je opskrbljenost 2 puta manja (u prosjeku 16 mg/100 g tla). Kalijem je tlo slabije opskrbljeno ispod jako klorotičnih i slabo klorotičnih šibova nego ispod zdravih grmova. U odnosu na količinu humusa tlo je prema klasifikaciji Gračanina slabo humozno u čitavom voćnjaku.

Istraživanje kemijskog sastava lišća zdravi i klorotičnih grmova šibova:

Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća izneseni su na Tablici 2.

Tablica 2. Kemijski sastav lišća jako klorotičnih, slabo klorotičnih i zdravih šibova kupine

Table 2 The chemical composition of the leaves of highly chlorotic, slight chlorotic and healthy blackberry bushes

	Pepeo Ashe %	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Mn ppm	P/Fe	Ca/K	$\frac{Ca + Mg}{K}$
Jako klorotično Very chlorotic	9,86 a	5,09 a	0,79 a	1,84 a	1,11	0,40	178	10 a	47,2 a	0,60 a	0,82 a
Slabo klorotično Slight chlorotic	7,06 b	4,19 b	0,43 b	1,06 b	1,01	0,43	173	25 b	24,2 b	1,00 b	1,35 b
Zdravo Healthy	6,32 c	3,50 c	0,32 c	0,94 b	1,00	0,47	176	33 c	18,1 c	1,06 b	1,56 b

Različita slova unutar stupaca ukazuju na značajne razlike među vrijednostima za $P < 0,05$, utvrđene LSD testom

Different letters within the columns indicate significant differences between the values for $P < 0,05$, determined by LSD test

Na tablici vidimo da jako klorotično lišće u odnosu na zdravo i slabo klorotično sadrži signifikantno više pepela, dušika, fosfora i kalija, a manje mangana, kao i da ima vrlo nepovoljan omjer između P/Fe, Ca/K i ravnotežu kationa (Ca + Mg)/K. Između slabo klorotičnog i zdravog lišća utvrđene su također signifikantne razlike za količinu pepela i koncentracije: dušika, fosfora, mangana i omjera Ca/K. Nisu utvrđene signifikantne razlike u koncentraciji

kalcija, magnezija i željeza između jako klorotičnog, slabo klorotičnog i zdravog lišća. Također nije ustanovljena signifikantna razlika za koncentraciju kalija i ravnotežu kationa između zdravog i slabo klorotičnog lišća. Premda je koncentracija ukupnog željeza u lišću jako klorotičnog, slabo klorotičnog i zdravog lišća podjednaka iz nepovoljnog omjera P/Fe može se prosuditi da je manja koncentracija fiziološki aktivnog željeza (fero oblik) u jako klorotičnom i slabo klorotičnom lišću.. Usporedimo li koncentracije biogenih elemenata sa podacima što ih iznose Pitts (2008.) i drugi za granične vrijednosti opskrbljenosti lišća kupine biogenim elementima tada vidimo da jako klorotično lišće kupine sadrži ekscesivno visoku koncentraciju dušika i fosfora. Prema istom autoru simptomi deficijencije dušika javljaju se uz koncentraciju 1,9 %, lišće je normalno opskrbljeno kada sadrži od 2 do 3 %, a ekscesivno kada sadrži preko 4 % dušika. Prema Pittsu deficijencija fosfora očituje se kada lišće sadrži ispod 0,20 %, normalna je opskrba kad se koncentracija kreće od 0,25 do 0,40 %, a ekscesivna kada prelazi 0,50 %. Kako vidimo u jako klorotičnom lišću je koncentracija dušika i fosfora vrlo ekscesivna. Naše istraživanje pokazuje da i slabo klorotično lišće sadrži ekscesivno visoku koncentraciju dušika, a da je koncentracija fosfora povećana i na granici ekscesivnosti. Za razliku od klorotičnog zdravo lišće kupine je normalno, odnosno dobro opskrbljeno dušikom i fosforom. Koncentracija kalija u jako klorotičnom lišću je unutar normale jer se kreće unutar granice od 1,5 do 2,5 %. Slabo klorotično i zdravo lišće je slabo opskrbljeno kalijem, jer mu se koncentracija kreće ispod 1,3 %. Kalcijem je prema Pittsu zdravo i klorotično lišće dobro opskrbljeno jer se koncentracija kreće unutar granice od 0,6 do 2,0 %. Zdravo i klorotično lišće je slabo opskrbljeno magnezijem jer se koncentracija kreće ispod granice od 0,6 do 0,9 %. Prema istom autoru deficijencija magnezija javlja se kada lišće sadrži ispod 0,25 % magnezija. Klorotično i zdravo lišće je podjednako dobro opskrbljeno ukupnim željezom, ali je količina aktivnog željeza osjetno niža u jako klorotičnom i slabo klorotičnom lišću u odnosu na zdravo lišće, što se može procijeniti na osnovi P/Fe omjera. Količina mangana je niska u klorotičnom i zdravom lišću jer se kreće ispod 35 ppm. U jako klorotičnom lišću razina mangana je izrazito niska (10 ppm) sa jasno izraženim simptomima gladovanja, u slabo klorotičnom je niska sa slabije izraženim simptomima nedostatka, a u zdravom lišću je na granici slabe opskrbljenosti i deficijencije. Pitts smatra da je lišće kupine dobro opskrbljeno manganom kada se koncentracija kreće unutar granice od 50 do 200 ppm. Između jako klorotičnog, slabo klorotičnog i zdravog lišća ustanovljena je signifikantna razlika za količini mangana. Utvrđen je

signifikantno niži omjer Ca/K u jako klorotičnom lišću u donosu na slabo klorotično i zdravo lišće. Između jako klorotičnog, slabo klorotičnog i zdravog lišća signifikantna je razlika u ravnoteži kationa, koja, kako je poznato, regulira metabolizam organskih kiselina, a time utječe na pH vrijednost soka i inaktivaciju već usvojenog željeza u samom listu. Prema tome, premda je ustanovljena podjednaka količina željeza u jako klorotičnom, slabo klorotičnom i zdravom lišću ipak je zbog nepovoljnih omjera P/Fe, Ca/K i (Ca + Mg)/K, odnosno poremećene ravnoteže u hranidbi, smanjena fiziološka aktivnost usvojenog željeza u klorotičnom lišću.

ZAKLJUČCI

Na osnovi provedenih istraživanja mogu se izvesti zaključci:

U nasadu kupina ustanovljena je kompleksna kloroza lišća sa simptomima internervalne kloroze uvjetovane poremetnjom u hranidbi željezom i kloroze uzrokovane nedostatkom mangana.

Jaka kloroza lišća kupine sorte Thornfree ustanovljena je na aluvijalnom tlu slabo alkalne reakcije s pH 7,55 do 7,80 i 0,50 do 1,20 %, karbonata. Slabo izražena kloroza lišća ustanovljena je na vrlo slabo alkalnom tlu s pH 7,40 do 7,50 i 0,17 do 0,80 % karbonata. Zdravi šibovi kupine bili su na tlu neutralne reakcije s pH 7,00 do 7,10 i 0,17 do 0,35 % karbonata. Ispod klorotičnih šibova kupine tlo je bogato, odnosno dva puta bolje opskrbljeno AL pristupačnim fosforom nego ispod zdravih šibova.

Jako klorotično lišće sadržavalo je ekscesivno visoku koncentraciju dušika (5,09 %) i fosfora (0,79 %), a imalo je nepovoljan omjer između: P/Fe (47), Ca/K (0,60) i (Ca + Mg)/K (0,82). Jako klorotično lišće sadržavalo je više kalija nego slabo klorotično i zdravo lišće. Slabo klorotično lišće imalo je ekscesivno visoku koncentraciju dušika (4,19 %), na granici ekscesivnosti koncentraciju fosfora (0,43 %), normalnu koncentraciju kalcija, nisku koncentraciju kalija i magnezija, a manje povoljan omjer P/Fe (24,2), i ravnotežu kationa (Ca + Mg)/K (1,35). Zeleno je lišće dobro opskrbljeno dušikom, fosforom i kalcijem a slabo kalijem i magnezijem.

Jako klorotično, slabo klorotično i zdravo lišće sadržavalo je podjednaku koncentraciju željeza (od 173 do 176 ppm) s tim da je omjer P/Fe znatno nepovoljniji u klorotičnom lišću, što indicira blokadu aktivnog željeza.

Koncentracija mangana je ekscesivno niska u jako klorotičnom lišću (10 ppm), vrlo niska u slabo klorotičnom (25 ppm) a niska u zelenom lišću (33 ppm).

LITERATURA

- ANIĆ J., 1959: Vizualno raspoznavanje ishrane bilja biogenim mikroelementima, Agr. glasnik br. 10: 566-579.
- ANIĆ, J., 1961: Uloga mangana u biljnoj proizvodnji na karbonatnom tlu Bokanjačkog blata, Zemljište i biljka vol. 16, No. 1-3, 37-42.
- BENNET, J. P., 1945: Iron in leaves., Soli Sci. 60.
- BERGMANN, W., 1976: Pflanzendiagnose und Pflanzen-Analysen., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- CALABRESE, F., 1965: La clorosi ferrica delle piante, Frutticoltura 4.
- CAIN, J., 1952: Blueberry chlorosis in relation to leaf pH and mineral composition, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59.
- Gautier, M., 1970: Les carences en oligo-elements et leur traitement, L'arboriculture fruitiere No. 201.
- DEKOCK, P. C., Hall A., 1955: The phosphorous-iron relationship in genetical chlorosis, Plant Physiol. 30.
- DEKOCK, P. C., 1955: Iron nutrition of plants at high pH, Soil Sci. 79.
- DROUINEAU G., 1941: Une Méthode d'appréciation du pouvoir chlorosant des sols calcaires, c. R. de Ac. d'Ag, 8p. 1132).
- DROUINEAU G., 1949: L'Arboriculture fruitiere et les problèmes agronomiques particuliers aux sols calcaires, B. I. T. No 41 (p. 565),
- FATTA DEL BOSCO, G., 1963: Ricerche sulla clorosi ferrica dei fruttiferi, Riv. Ortoflorofrutticoltura Ital. no. 1.
- GAUTIER, M., 1970: les carences en oligo-elements et leur traitement. L'Arboriculture fruitiere, NO. 201, Paris.
- ILJIN, W. S., 1952: Metabolism of plants affected with lime-induced chlorosis (calcione), Plant and Soil, 3.
- IVANON, V. P., 1975: Funkcionalnie zabojevanija plodovyh derevjev, Fizioloogia rastenij. Tom 10.
- MILJKOVIĆ I., 1976: Kloroza bresaka na smeđekarbonatnom tlu u Istri, Agr. glasnik br. 1-3: 43-56.
- Miljković, I., DUGALIĆ, S., IVEKOVIĆ, V., 1975: Kloroza krušaka na černozemu u istočnoj Slavoniji, Jug. voćarstvo br. 33-34.

- MILJKOVIĆ, I., IVEKOVIĆ, V., DUGALIĆ, S., 1976: Kloroza dunja na černozeu, Agronomski glasnik br. 4-6.
- MILJKOVIĆ, I., IVEKOVIĆ, V., DUGALIĆ, S., HADROVIĆ, A., 1976: Utjecaj ferokloroze na rast i rodnost krušaka, Jug. voćarstvo br. 39-40: 469-479.
- MILJKOVIĆ, I., HADROVIĆ, A., 1977: Iron chlorosis of pears in the nursery, Acta Horticulturae No. 69, Haag.
- MILJKOVIĆ, I., IVEKOVIĆ, V., 1977: L'influence de la variété sur l'équilibre cationique des feuilles du poirier, Acta Horticulturae, No. 69: 61-68, Haag.
- MILJKOVIĆ, I., 1977: Tla Slavonije i Baranje kao ekološki faktor voćarske proizvodnje, u Škorić i sur., Tla Slavonije i Baranje, Zagreb.
- 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., 1997: Pomoekologija Slavonije i Baranje, Agronomski glasnik, br. 5-6: 477-493.
- MILJKOVIĆ, I., RASTIJA, D., DUGALIĆ, K., PUŠKAR, B., ANDRIŠIĆ, M., RAŠIĆ, D., 2018: Mikroelementi u tlu i lišću jabuka u voćnjacima Slavonije i Baranje, Pomologia Croatica br. 3-4:67-87.
- PANERO, M., 1987: Microelementi essenziali per le piante, REDA, Roma.
- PITTS, M., 2008: Soil and Nutrient Management, in Ed. Bushway, et al.: Raspberry & Blackberry Production Guide. Ithaca, New York, 2008.
- POTER, J. K., THORNE, D. W., 1955: Interrelation of carbon dioxide and bicarbonate ions in causing plant chlorosis, Soil Sci. 79: 373-382.
- ROADS, W. A., WALLACE, A., 1960: A possible involvement of dark fixation of CO₂ in lime - induced chlorosis, Soil Sci. 89: 248-256.
- VLASJUK, P. A., KLIMOVICKAJA, Z. M., 1969: Fiziološki značenje manganca dlja rosta i razvitja rastenij, „Kolos“, Moskva, 1969.
- WALLACE, T., LUNT, O. R., 1960: Iron chlorosis in horticultural plants, A. Review, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75.

Adresa autora - Author's address

Prof.dr.sc. Ivo Miljković,
e-mail: ivo.miljkovic@yahoo.com
Čazmanska 2, 10000 Zagreb