

Fero-kloroza krušaka na južnim obroncima Zagrebačke gore

Iron chlorosis of the pears in south hill-sides of
Zagrebačka gora

I. Miljković

SAŽETAK

Provedena su istraživanja uzroka kloroze krušaka sorti Pastorčica, Jakovka, Gellertova i Viljamovka na podlozi sjemenjaka *Pyrus communis* u voćnjacima na obroncima Zagrebačke gore (lokaliteti: Šestine, Šestinski kraljevac, Gračani, Pustike i Dolje). Kruške su uzgojene u području humidne klime na antropogeniziranom smeđe karbonatnom tlu koje je razvijeno na podlozi lapora miocenske geološke formacije. Ustanovljeno je da se fero-kloroza javlja zbog poremećaja u primanju željeza na tlu koje sadrži više od 20 do 22% aktivnog vapna, a ima alkalnu reakciju tla s pH od 8,0 do 8,5. Zdrava stabla istih sorti postižu dobru vegetativnu razvijenost na tlu alkalne reakcije s pH od 7,5 do 7,9 i količinu aktivnog vapna od 15 do 18%. Lišće klorotičnih stabala sadržavalo je znatno niže koncentracije Fe ili imalo nepovoljan omjer P/Fe od klorotičnog lišća. Osim toga klorotično lišće je sadržavalo signifikantno više P, K i imalo nepovoljniji omjer K/Ca od zdravog lišća. Koncentracija N, Mg i Mn bila je podjednaka u zdravom i klorotičnom lišću.

Ključne riječi: kruška, fero-kloroza, karbonatno tlo

ABSTRACT

The research was carried out on the cause of chlorosis of pears of the varieties Vicar of Wingfield, Jacobs, Beurre Hardy and Williams on rootstock seedling

Pyrus communis in the orchards on the hillsides of Zagrebačka gora (localities: Šestine, Šestinski kraljevac, Gračani, Pustike and Dolje). The pears were grown in an area of humid climate on anthropogenised brown calcareous soil developed on marly soil of the Miocene geological formation. It was found that iron chlorosis occurred due to disturbance in getting iron in the soil containing over 20 to 22% of active lime and having alkaline soil reaction with pH from 8.0 to 8.5. Healthy trees of the same varieties achieved good vegetative development in the soil of alkaline reaction with pH from 7.5 to 7.9 and the amount of active lime from 15 to 18%. Leaves of the chlorotic trees contained significantly lower Fe concentrations and had unfavourable P/Fe ratio of chlorotic leaves. Besides, chlorotic leaves contained significantly higher P and K and had more unfavourable K/Ca ratio than the healthy leaves. The N, Mg and Mn concentration was equal in healthy and chlorotic leaves.

Key words: pear, iron chlorosis, calcareous soil

UVOD

Na južnim obroncima zagrebačke gore (Šestine, Šestinski kraljevac, Gračani, Pustike i Dolje) u sklopu malih posjeda vrlo je razvijena voćarska proizvodnja. Voćnjaci su ovdje pretežno mješoviti a najviše se uzgajaju: kruške, jabuke, šljive, breskve, trešnje, orasi, ribiz, malina i jagoda. Na pojedinim voćkama se zapaža kloroza lišća. Budući da na ovom području prevladavaju antropogenizirana mineralno karbonatna smeđa tla (Gračanin, 1951.), odnosno pararendzine smeđe karbonatne na vapnenim laporima (Kovačević et al. 1968.), tj. tla koja se mogu okarakterizirati kao praškaste gline dobre prirodne dreniranosti, alkalične reakcije s relativno visokim sadržajem gline, to na pojedinim voćkama uočavamo simptome različitih kloroza, od kojih je po karakterističnim simptomima najčešća ona svojstvena poremećaju u primanju željeza. Kako ovakvih tala na području sjeverozapadne Hrvatske ima puno, to je interesantno utvrditi uz koje se okolnosti na njima pojavljuje ovo fiziološko, neparazitarno, oboljenje. Za poljoprivrednu praksu je važno znati relacije između voćaka i osnovnih svojstava ovih karbonatnih tala, kako bi se prije podizanja voćnjaka moglo objektivno ocijeniti stupanj njihove prikladnosti za voćke, predvidjeti i izbjeći klorozu, koja odražava vrlo nepovoljan učinak na rast, rodnost i kvalitetu plodova. U našim ranijim

istraživanjima, koja smo provodili na području Istre, Ravnih kotara i Slavonije, Gliha, Miljković i Paulić, (1972.), Miljković i Hadrović, (1977.), Miljković et al (1975., 1977.) ustanovili smo uz koje se okolnosti pojavljuje fero-kloroza krušaka cijepljenih na podlozi dunje i sjemenjacima *Pyrus communis*. Rezultati istraživanja su pokazali da se fero-kloroza istih sorti na istim podlogama ne javlja u svim ekolozijskim uvjetima uz podjednake okolnosti, već da ovisi o čitavom nizu faktora vanjske, a naročito edafske prirode. Osim toga naša ranija istraživanja su pokazala da nam rezultati istraživanja do kojih su došli strani istraživači ne mogu sa sigurnošću poslužiti pri ocjeni prikladnosti tla za uzgoj voćaka kada se radi o karbonatnim tlima, već da treba imati rezultate vlastitih istraživanja o osjetljivosti krušaka na generativnim i vegetativnim podlogama ovisno o svojstvima tla. Da pridonesem boljem poznavanju uzroka fero-kloroze krušaka na seriji smeđe karbonatnih tala na vapnenim laporima provodio sam tijekom 4 godine zapažanja i istraživanja okolnosti uz koje se na kruškama javlja fero-kloroza. Istraživanja su provedena na velikom broju uzoraka tla uzetih ispod zdravih i klorotičnih stabala, kao i uzoraka lišća sa zdravih i klorotičnih stabala najviše zastupljenih sorti krušaka u privatnim voćnjacima na području Šestina, Šestinskog kraljevca, Gračana, Pustika i Dolja. Na kraju su odabrani reprezentativni uzorci za koje se iznose i rezultati istraživanja.

PREGLED LITERATURE

Fero-kloroza krušaka je vrlo složen i znanstveno nedovoljno proučen problem. Ako se sumiraju rezultati istraživanja iz domaće i strane znanstvene i stručne literature, tada se vidi da to fiziološko oboljenje može prouzročiti čitav niz faktora, među kojima se kao najvažniji ističu: niska razina aktivnog željeza u tlu (Oserkowsky, 1933., Wallace i Lunt, 1960.), otežano primanje, odnosno inaktivacija željeza u tlu, (Berthelet i Drouineau, 1943, Drouineau, 1948.; Guennelon, 1961.; Kanjivec, 1968.; Ivanov 1968..) ili već primljenog u biljci (Bennet, 1945.; Brown i Holmes, 1956.; Cain, 1954.; Ivanov i Soltanovič, 1971.), nepovoljna prozračnost tla (Gračanin, 1938.), i nepovoljne klimatske prilike (niske ili visoke temperature, radijacija itd).

Inaktivaciju željeza u tlu uvjetuju veće količine karbonata (Drouineau, 1941., 1944.; Juste et al. 1961.; Kanjivec, 1968.), bikarbonata (Porter i Thorne, 1955.), alkalična reakcija tla (De Kock, 1955.; Liwerant, 1960.; Wallace i Lunt,

1960.; Kanjivec, 1968.; Ivanov, 1968.), povećana razina fosfora u tlu (De Kock i Hall, 1955.), antagonistički odnos između željeza i nekih mikroelemenata (Mn, Ni, Cu, Zn) itd. Budući da se fero-kloroza krušaka najčešće javlja na karbonatnim tlima, to za praksu ima veliko značenje utvrditi okolnosti uz koje se javlja ovo oboljenje, kako bi se pridonijelo pouzdanijoj ocjeni stupnja prikladnosti karbonatnih tala za uzgoj krušaka. Doista je ta problematika u literaturi najčešće rješavana, pa ćemo ukratko iznijeti pregled najvažnijih podataka. Odmah želim spomenuti da se na pojedinim karbonatnim tlima kloroza javlja uz različitu razinu ukupnih karbonata, aktivnog vapna i reakciju, što otežava analognu primjenu rezultata stranih istraživanja i nalaže potrebu sustavnih istraživanja za svaku seriju tla u pojedinim klimatskim područjima. Na to ukazuju i rezultati istraživanja u našoj zemlji (Gliha, Miljković i Paulić, 1972.; Miljković, Dugalić i Iveković, 1975.; Miljković i Hadrović, 1977.; Miljković et al., 1977., Miljković 1978.). No, u jednom se svi istraživači slažu, a to je da su kruške cijepljene na dunji znatno osjetljivije na klorozu nego ako se uzgajaju cijepljene na generativnim podlogama.

Prema istraživanjima Berthelet i Drouineau (1943.) ustanovljeno je da kruške cijepljene na dunji oboljevaju od kloroze na karbonatnim tlima koja sadrže više od 8% aktivnog vapna. Nasuprot tome Breviglieri (1941.) je utvrdio da kruške na podlozi dunje oboljevaju od fero--kloroze ukoliko tlo sadrži više od 4% aktivnog vapna. Nadalje su značajna istraživanja Henke i Mihalseha (1963.), koji su također utvrdili klorozu krušaka na karbonatnim tlima uz 3,3 do 4% aktivnog vapna. Na temelju istraživanja Depardona i Burona (cit. Coutanceau, 1953.,) kruške na dunji MA očituju simptome kloroze na tlu uz 2,0 do 4,1% aktivnog vapna. Međutim, ima slučajeva kad se kloroza krušaka na dunji javlja i uz znatno niže količine vapna. Tako su npr. Just, Delmas i Lasser (1961.) utvrdili klorozu krušaka na tlu uz 0,5 do 2,5% aktivnog vapna. Prema istraživanjima Glihe, Miljkovića i Pauličke (1972.) kruške na dunji očituju simptome fero-kloroze u ekološkim uvjetima Ravnih kotara na aluvijalnom tlu koje sadrži 0,9 do 1,37% aktivnog vapna i ima alkalnu reakciju (pH 8,0 do 8,3). U ekološkim uvjetima istočne Slavonije ustanovili su Miljković, Dugalić i Iveković (1975.) fero-klorozu krušaka cijepljenih na dunji, a uzgajanih na černozemu koji u zoni rizosfere sadržava od 1,5 do 3,5% aktivnog vapna i ima slabo alkaličnu do alkaličnu reakciju. Slične podatke navode Miljković et al. (1977.) na temelju istraživanja s uzgojem krušaka na euteričnom smeđem tlu na

karbonatnom lesu. O osjetljivosti pojedinih sorti krušaka na podlozi dunje na fero klorozu izvještavaju Miljković i Hadrović (1977.).

Manje je podataka o osjetljivosti krušaka cijepljenih na generativnim podlogama na fero-klorozi na karbonatnim tlima. Prema Principiu (1958.) kruške na generativnim podlogama podnose i do 10% aktivnog vapna u tlu. Na temelju istraživanja rasta i pojave kloroze krušaka u ekološkim uvjetima Ravnih kotara Gliha, Miljković i Paulić (1972.) izvještavaju da na aluvijalnim tlima, različitog stupnja erodiranosti i skeletoidnosti, kruške na generativnim podlogama obolijevaju od fero-kloroze već u četvrtoj, odnosno šestoj vegetaciji, ukoliko tlo u profilu rizosfere sadrži od 6 do 8% aktivnog vapna i ima alkaličnu reakciju (pH 8,0 do 8,3). Prema istraživanjima Fata Del Bosco (1963.) kruške na generativnim podlogama boluju od fero-kloroze na tlu uz pH 8,3, dok prema Kanjivecu (1968.) uz alkalnu reakciju tla (pH 8,5) kruške praktično ne mogu primati željezo iz tla. Na osnovi istraživanja Miljković (1978.) kruške cijepjene na generativnim podlogama, a uzgajane na nerazvijenom smeđe karbonatnom tlu na karbonatnom flišu u Istri očituju prve simptome fero-kloroze u šestoj vegetaciji, a zatim se intenzitet kloroze iz godine u godinu povećava, ukoliko je reakcija tla u zoni rizosfere (do dubine od 60 cm) alkalična s pH od 8,0 do 8,4, a količina aktivnog vapna veća od 10%. Klorotično lišće sadržavalo je signifikantno više fosfora i kalija a manje željeza. Na smeđe karbonatnom tlu koje je do dubine od 60 cm imalo neutralnu reakciju (pH 7,0 do 7,8) i u prosjeku ispod 6% aktivnog vapna kruške do kraja 10 vegetacije nisu očitovale simptome fero-kloroze. Kako vidimo nije jednostavno ocijeniti stupanj pogodnosti karbonatnih tala za uzgoj krušaka. Stoga je svaki prilog na temelju istraživanja u različitim ekolozijskim uvjetima od osobitog značenja za bolje sagledavanje cjelokupne problematike intenzivnog uzgoja krušaka na karbonatnim tlima.

OBJEKT ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

Istraživanja uzroka kloroze krušaka obavljena su tijekom 4 godine u malim, privatnim mješovitim voćnjacima na južnim obroncima Zagrebačke gore i to na području Šestina, Šestinskog kraljevca, Gračana, Pustika i Dolja. U tim voćnjacima se uz voćke često uzgajaju potkulture i to uglavnom različito

povrće (mrkva, peršin, celer, cikla, salata, luk, zelje, grašak, grah i drugo povrće.). Na pojedinim stablima učestalo se pojavljuje fero-kloroza, koju smo pratili tijekom 4 vegetacije. Za istraživanja smo odabrali 10 do 15 godina stara stabla najčešće uzgajanih sorti: Pastorčica, Viljamovka, Gellertova i Jakovka. Sve su sorte uzgajane na podlozi sjemenjaka *Pyrus communis* L. Općenito možemo reći da su zdrava stabla postigla vrlo dobru vegetativnu razvijenost, dok su klorotična stabla nešto zaostala u razvijenosti. Radi utvrđivanja okolnosti uz koje se na antropogeniziranom mineralno karbonatnom smeđem tlu na vapnenim laporima pojavljuje fero-kloroza krušaka, obavio sam istraživanja svojstava tla ispod zdravih i klorotičnih stabala. Od svojstava tla istraživali smo fizikalna svojstva, kemijska svojstva i teksturu. Isto tako istraživao sam i poremećaje u hranidbi analizama kemijskog sastava zdravog i klorotičnog lišća, odnosno stupanj opskrbljenosti lišća biogenim elementima. Od biogenih elemenata istraživani su: dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, mangan i željezo, a uz to su određeni i odnosi između kalcija i kalija (po De Kocku) i omjer između količine fosfora i željeza, kako bi se dobio uvid u to koliko je željeza inaktivirano s fosforom, odnosno predstava o realnoj vrijednosti slobodnog ili aktivnog željeza i onog vezanog, koji se javlja kao ukupno željezo. Od fizikalnih svojstava utvrdili smo kapacitet tla za vodu, kapacitet tla za zrak i porozitet po Gračaninu. Teksturni sastav tla u destiliranoj vodi i Na pirofosfatu određen je pipet metodom po Gračaninu. Od kemijskih svojstava odredili smo reakciju tla (pH u H₂O i n/KCl- u), potenciometrijski, ukupne karbonate volumetrijskom metodom po Scheibleru, aktivno vapno po metodi Droineau-Gale, količinu humusa po Tjurinu, a pristupačni fosfor i kalij po metodi Egner Riehm Domingu, odnosno Al metodom.

Foliarne analize obuhvaćaju količinu ukupnog N po Kjeldahlku, P i K po Neubauer Schneiderovoj metodi (spektrofotometrijski i plamenfotometrijski), koncentracija Ca, Mg, Mn i Fe pomoću atomskog apsorpcijskog spektrofotometra (aparati firme Bekman).

Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća obrađeni su varijaciono statistički. Opravdanost razlika između sadržaja pojedinih elemenata, omjera između Ca i K, i P i Fe u zdravim i klorotičnim listovima utvrđena je „f“ testom.

ISTRAŽIVANJE SVOJSTAVA TLA

Rezultati istraživanja fizikalnih svojstava tla izneseni su na tablici 1. Na tablici se vidi da je tlo u odnosu na retencijski kapacitet za vodu, kapacitet za zrak i porozitet vrlo povoljno za uzgoj krušaka.

Tablica 1. Fizikalna svojstva tla ispod zdravih i klorotičnih stabala krušaka

Table 1. Physical soil properties under healthy and chlorotic pear trees

Profil Profile	Dubina tla Soil depth	Kv (vol %) Retencioni kapacitet za vodu Water holding capacity	Kz (vol %) Kapacitet za zrak Air holding capacity	P (vol %) Porozitet Total pore space
1	0 - 20	45,5	12,0	57,5
	20 - 40	44,2	10,1	54,3
	40 - 60	44,3	8,2	52,5
2	0 - 20	44,5	11,5	55,0
	20 - 40	45,0	9,2	54,2
	40 - 60	45,5	6,0	51,5
3	0 - 20	44,3	10,8	55,1
	20 - 40	42,5	9,6	52,1
	40 - 60	43,3	7,5	51,0
4	0 - 20	42,0	11,3	53,3
	20 - 40	43,5	9,6	53,1
	40 - 60	42,6	7,0	49,6
5	0 - 20	44,3	10,2	54,5
	20 - 40	45,0	9,1	54,1
	40 - 60	42,5	6,0	48,5

Rezultati istraživanja mehaničkog sastava tla (teksture) izneseni su na tablici 2.

Tablica 2. Mehanički sastav tla ispod zdravih i klorotičnih stabala krušaka

Table 2. Texture of soil under healthy and chlorotic pear trees

Sorta Variety	Stanje State	Dubina tla cm	U vodi – in H ₂ O				U-in Na pirofosfatu				SS index po - by Vageler
			% čestica – particles mm Ø				% čestica – particles mm Ø				
			2 - 0,2	0,2 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002	2 - 0,2	0,2 - 0,02	0,02 - 0,002	<0,002	
Pastorčica Vicar of Wingfield	Zdravo Healthy	0 - 20	3,9	20,7	56,0	19,4	1,4	11,2	49,6	37,8	48,7
		20 - 40	3,5	22,7	52,0	21,8	1,2	15,2	48,2	35,4	38,4
		40 - 60	3,3	21,1	56,6	19,0	0,6	10,6	57,4	31,4	39,5
Pastorčica Vicar of Wingfield	Klorotično Chlorotic	0 - 20	4,1	14,3	63,0	18,6	1,4	11,0	65,4	22,2	16,2
		20 - 40	2,7	15,7	66,6	15,0	1,3	9,7	63,0	26,0	17,3
		40 - 60	5,2	10,2	72,2	12,4	2,2	16,0	58,0	23,8	17,8
Jakovka Jacobs	Zdravo Healthy	0 - 20	8,4	48,4	31,1	12,1	6,4	49,6	28,6	15,4	21,4
		20 - 40	10,2	48,4	31,4	10,0	6,9	49,7	30,2	13,2	24,2
		40 - 60	10,9	44,2	35,1	9,8	6,9	49,0	29,9	14,2	31,0
Jakovka Jacobs	Klorotično Chlorotic	0 - 20	5,7	22,0	48,9	23,4	1,5	17,0	37,5	44,0	46,8
		20 - 40	6,8	19,8	42,0	31,4	1,6	17,2	31,0	50,2	37,4
		40 - 60	3,6	17,0	47,6	31,8	1,0	10,0	41,6	47,4	32,9
Gellert B. Hardy	Zdravo Healthy	0 - 20	3,9	20,1	53,0	23,0	2,4	15,4	39,8	42,4	45,7
		20 - 40	3,0	28,2	44,2	24,6	1,9	20,5	35,8	41,4	46,8
Gellert B. Hardy	Klorotično Chlorotic	0 - 20	4,0	24,8	50,0	21,2	2,6	21,5	37,7	38,2	44,5
		20 - 40	2,8	17,2	57,6	22,4	1,8	14,8	43,8	39,6	43,4

Na tablici 2 je vidljivo da se tlo analizirano u destiliranoj vodi po teksturi može označiti kao ilovača do glinasta ilovača, a na temelju disperzije u natrijevu pirofosfatu kao praškasto glinasta ilovača do laka glina, dok su mikrostrukturni agregati (SS index po Vageleru) malo stabilni.

Rezultati istraživanja kemijskih svojstava tla ispod klorotičnih stabala izneseni su na tablici 3.

Tablica 3. Kemijska svojstva tla ispod klorotičnih stabala krušaka na podlozi sjemenjaka *Pyrus communis* L.

Table 3. Some soil characteristics under chlorotic pear trees on rootstock seedling *Pyrus communis* L.

Sorta Variety	Profil Profile	Dubina tla Soil depth (cm)	pH		CaCO ₃		% humus	Pristupačan Available	
			H ₂ O	n/KCl	ukupno total	aktivno available		P ₂ O ₅	K ₂ O
Pastorčica Vicar of Wingfield	1	0 - 20	7,8	7,1	58,9	31,1	3,0	15	12
		20 - 40	8,1	7,2	59,2	33,3	2,6	5	5
		40 - 60	8,1	7,1	59,0	34,1	0,8	5	3
Pastorčica Vicar of Wingfie	2	0 - 20	8,1	7,2	50,7	26,6	3,2	9	25
		20 - 40	8,2	7,3	51,5	21,4	2,7	7	11
		40 - 60	8,5	7,2	47,8	23,9	1,2	7	4
Gellert Beurre Hardy	3	0 - 20	8,1	7,1	55,9	37,1	2,9	24	12
		20 - 40	8,2	7,1	59,0	39,6	1,8	1,5	8
		40 - 60	8,5	7,2	62,0	35,6	1,0	15	8
Gellert Beurre Hardy	4	0 - 20	8,0	6,9	45,8	27,2	3,0	15	6
		20 - 40	8,0	7,0	46,0	25,5	2,4	14	5
		40 - 60	8,2	7,0	48,2	31,8	1,2	9	4
Jakovka Jacobs	5	0 - 20	8,0	6,9	51,9	20,0	2,9	12	14
		20 - 40	8,1	7,1	47,5	22,0	2,0	9	4
		40 - 60	8,2	7,1	50,0	25,9	1,2	8	4
Viljamovka Williams	6	0 - 20	8,0	7,0	48,1	22,1	3,1	21	15
		20 - 40	8,1	7,1	47,2	22,2	2,7	19	4
		40 - 60	8,2	7,1	50,3	26,3	1,3	15	3

Na tablici 3 je vidljivo da je tlo ispod klorotičnih stabala alkalične reakcije i da sadrži od 45 do 62% ukupnih karbonata, a od 20 do 34% aktivnog vapna (DG index). Količina karbonata gotovo je podjednaka na dubini od 20 do 60 cm, jer se radi o antropogeniziranom tlu. Humusom je tlo umjereno opskrbljeno do dubine do 40 cm, a slabo na dubini od 40 do 60 cm. Općenito se može reći da je opskrba humusom za uzgoj krušaka dobra. Pristupačnim fosforom i kalijem tlo je uglavnom siromašno. Izuzetak čine profili br. 3 i 6 u kojima je opskrbljenost pristupačnim fosforom dobra.

Rezultati istraživanja kemijskih svojstava tla ispod zdravih stabala predstavljani su na tablici 4.

Tablica 4. Kemijska svojstva tla ispod zdravih stabala krušaka na podlozi sjemenjaka *Pyrus communis* L.

Table 4. Chemical soil characteristics under healthy pear trees on rootstock seedling *Pyrus communis* L.

Sorta Variety	Profil Profile	Dubina tla Soil depth (cm)	pH		CaCO ₃		% humus	Pristupačan Available	
			H ₂ O	n/KCl	ukupno total	aktivno available		P ₂ O ₅	K ₂ O
Pastorčica Vicar of Wingfield	1	0 - 20	7,9	7,0	16,6	12,7	3,2	29	25
		20 - 40	7,9	6,9	12,4	9,6	2,7	3	13
		40 - 60	8,0	6,9	13,6	10,0	1,3	6	16
Pastorčica Vicar of Wingfield	2	0 - 20	8,0	7,0	42,1	17,7	2,9	15	19
		20 - 40	7,9	6,9	43,2	18,5	2,5	3	7
		40 - 60	8,1	7,1	35,0	16,1	1,0	2	9
Gellert Beurre Hardy	3	0 - 20	7,8	6,8	40,2	18,2	2,8	25	28
		20 - 40	7,9	6,9	42,0	18,2	1,9	11	19
		40 - 60	8,1	7,0	46,0	18,5	1,4	4	15
Gellert Beurre Hardy	4	0 - 20	7,9	6,9	40,6	15,6	3,5	15	14
		20 - 40	8,0	7,1	39,0	17,6	2,8	10	13
		40 - 60	8,1	7,1	42,4	15,6	1,6	7	7
Jakovka Jacobs	5	0 - 20	7,8	6,9	35,0	16,2	2,9	18	20
		20 - 40	7,6	6,7	32,0	15,1	2,6	11	16
		40 - 60	7,8	6,9	36,2	16,5	1,0	4	5
Viljamovka Williams	6	0 - 20	7,5	6,4	39,0	15,0	3,2	19	22
		20 - 40	7,7	6,6	39,5	14,5	2,4	14	18
		40 - 60	7,9	6,8	40,5	16,2	1,6	6	7

Na tablici je vidljivo da je tlo ispod zdravih stabala slabo alkalično do alkalično, kao i da sadrži od 12 do 40% ukupnih karbonata a 9,6 do 18,5% aktivnog vapna. Humusom je tlo do dubine od 0 do 40 cm umjereno do praktično dobro opskrbljeno a na dubini od 40 do 60 slabo opskrbljeno. Općenito se može reći da tlo u profilu do 60 cm, tj. do dubine na kojoj se prostire glavna korijenova mreža sadrži dovoljno humusa za intenzivni uzgoj krušaka. Pristupačnim fosforom i kalijem tlo je umjereno opskrbljeno samo do dubine od 0 do 20 cm, a slabo na većim dubina, a pogotovo na dubini ispod 40 cm.

ISRAŽIVANJE KEMIJSKOG SASTAVA LIŠĆA

Rezultati istraživanja kemijskog sastava lišća izneseni su na tablici 5.

Tablica 5. Kemijski sastav lišća zdravih i klorotičnih stabala sorti krušaka na sjemenjaku *Pyrus Communis L.*

Table 5. The mineral elements content in the healthy and clorotic leaves of pears varieties on rootstocks seedling *Pyrus Communis L.*

	Pastorčica – Vicar of Winfield		Gellert – Beurré Hardy		Jakovka - Jacobs		Viljamovka – William's	
	Zdravo Healthy	Klorotično Clorotic	Zdravo Healthy	Klorotično Clorotic	Zdravo Healthy	Klorotično Clorotic	Zdravo Healthy	Klorotično Clorotic
% N	2,45	2,50	2,56	2,40	2,35	2,40	2,28	2,30
% P	0,15	0,26 ⁺⁺	0,15	0,26 ⁺⁺	0,16	0,29 ⁺⁺	0,20	0,27 ⁺
% K	0,90	1,82 ⁺⁺	0,75	1,44 ⁺⁺	0,92	1,47 ⁺⁺	0,91	1,60 ⁺⁺
% Ca	1,65	2,20	2,45	2,05	1,96	1,82	1,75	2,25
% Mg	0,36	0,58	0,64	0,72	0,30	0,43	0,30	0,51
ppm Fe	95 ⁺⁺	55	73	73	70	91 ⁺	92 ⁺⁺	83
ppm Mn	54	38	34	28	31	51	31	42
Ca/K	18,3 ⁺	12,0	32,6 ⁺⁺	14,2	21,3 ⁺⁺	12,3	16,4 ⁺	14,0
P/Fe	15,7	47,2 ⁺⁺	20,0	35,6 ⁺⁺	22,8	31,8 ⁺⁺	21,7	32,5 ⁺⁺

⁺ p < 0,05

⁺⁺ p < 0,01

Na tablici je vidljivo da je zdravo i klorotično lišće krušaka dobro do visoko opskrbljeno: dušikom, fosforom, kalijem, kalcijem, magnezijem i manganom, a slabo opskrbljeno željezom. Nadalje valja istaći razlike u kemijskom sastavu zdravog i klorotičnog lišća. Klorotično lišće sadrži signifikantno više fosfora, i kalija, a podjednako dušika, magnezija i mangana. Koncentracija željeza veća je u zdravom lišću sorti Pastorčica i Viljamovka, i ta je razlika statistički opravdana. Podjednako željeza sadrži klorotično i zdravo lišće sorte Gellert, ali je za klorotično lišće nepovoljniji odnos između fosfora i željeza, što ukazuje da je vjerojatno dio željeza inaktiviran s fosforom. Sličan je slučaj i s koncentracijom željeza u klorotičnom lišću Jakovke. Naime, klorotično lišće sadrži signifikantno više željeza od zdravog lišća, ali ima visoko signifikantno nepovoljniji omjer između fosfora i željeza nego što ga ima zdravo lišće. Omjer između kalcija i kalija, tj. De Kockov faktor pokazuje da zdravo lišće ima signifikantno veće vrijednosti od klorotičnog lišća. To je,

kao što je poznato, jedan od indikatora prema kojem je poremećaj omjera između ova dva elementa jedan od znakova da se radi o fero-klorozi, a ne o nekom drugom fenomenu. Da se radi o fero-klorozi indicira i omjer između fosfora i željeza, jer klorotično lišće ima signifikantno nepovoljniji omjer od zdravog lišća.

RASPRAVA

Kad usporedimo rezultate istraživanja okolnosti uz koje se javlja fero-kloroza krušaka na južnim obroncima Zagrebačke gore na antropogeniziranom smeđe karbonatnom tlu na vapnenim laporima s našim ranijim istraživanjima na nerazvijenom smeđekarbonatnom tlu u Istri (Miljković, 1978.) i na aluvijalnim tlima različitog stupnja erodiranosti, skeletoidnosti i s različitim količinama karbonata u ekološkim uvjetima Ravnih kotara (Gliha, Miljković, Paulić, 1972.), kao i s rezultatima iz strane znanstvene i stručne literature (Fata Del Bosco, 1963.; Kanjivec, 1968. i drugi) tada vidimo da nema podudarnosti glede pojave kloroze krušaka na sjemenjaku i količine aktivnog vapna, kao i alkaliteta tla. Sva dosadašnja istraživanja pokazuju da se kloroza krušaka na sjemenjaku *Pyrus communis* pojavljuje na karbonatnim tlima uz alkaličnu reakciju (pH veći od 8,0 do 8,5) i količinu aktivnog vapna veću od 8 do 10%. Nasuprot tome na južnim obroncima Zagrebačke gore, odnosno na antropogenizirano smeđe karbonatnom tlu na vapnenim laporima kruške ostaju zdrave i dobro se razvijaju uz alkaličnu reakciju s pH vrijednostima od 7,9 do 8,0 i uz 15 do 18% aktivnog vapna. Kloroza krušaka na sjemenjaku ustanovljena je uz alkaličnu reakciju pH od 8,0 do 8,5 uz prisutnost aktivnog vapna iznad 20 do 22%. To nam pokazuje da je problem fero-kloroze vrlo složen i da ovisi pored reakcije tla i količine aktivnog vapna o nizu čimbenika a primarno o građi matičnog supstrata, odnosno podrijetla ili prirodi karbonata koji se nalaze u tlu. Osim toga treba istaći da je tlo ispod krušaka na obroncima Zagrebačke gore vrlo povoljnih fizikalnih svojstava, prikladne teksture i da sadrži relativno dosta humusa. Osim toga zbog uzgoja potkultura (povrća) tlo se redovito gnoji zrelim stajskim gnojem i učestalo ratilima prorahljuje, jer se korovi uništavaju mehaničkom obradom a ne herbicidima. Inače su pravilnosti, glede sadržaja mineralnih elemenata u lišću zdravih i klorotičnih stabala, analogne onima iz domaće i strane literature, kada se radi o fiziološkom oboljenju fero-klorozi. Kloroza je, uvjetovana poremećajem u ishrani krušaka željezom, bilo da se radi o inaktivaciji željeza u tlu pa radi toga smanjenoj količini u pristupačnom obliku ili da se radi o naknadnoj inaktivaciji željeza u

lišću. Ivanov i Ogiljan (1961) su utvrdili da se kod jabuka oboljelih od fero-kloroze u korijenu osjetno smanjuje količina aktivnog željeza, a povećava količina ukupnog željeza. Ujedno je utvrđeno da se na početku pojave kloroze u lišću povećava količina ukupnog željeza, a smanjuje količina aktivnog željeza. Proučavajući lokalizaciju inaktivnog željeza u početku njegove raspodjele utvrdili su Branton i Jacobson (1962.) – cit. Miljković (1978.) da parenhimske stanice korijena zdravih biljaka sadrže manje željeza nego u biljaka koje odražavaju simptome nedostatka. Dakle, korijenje klorotičnih biljaka je apsorbiralo dosta željeza, ali je smanjeno njegovo prebacivanje u ksilem. Utvrđeno je da se od željeza koje pritiče u lišće, u početku velika količina veže i inaktivira u floemu i pokrovnom parenhimu provodnih snopova. Tako lišće zdravih stabala sorti Pastorčica i Viljamovka sadrži visokosignifikantno više željeza od klorotičnog lišća. Klorotično lišće sorte Jakovke sadrži signifikantno više željeza od zdravog lišća, ali je omjer između fosfora i željeza znatno nepovoljniji nego u zdravom lišću. To upućuje na logičnu pretpostavku da je dio željeza u klorotičnom lišću inaktivan, zbog veće količine fosfora. Isto tako zdravo i klorotično lišće sorte Gellertove ima podjednaku količinu željeza, ali je omjer između fosfora i željeza nepovoljniji u klorotičnom lišću. Klorotično lišće u svih sorti sadrži signifikantno više kalija i fosfora nego zdravo lišće. Koncentracija kalcija je veća u klorotičnom nego u zdravom lišću, ali ta razlika nije statistički opravdana. Evidentna je i razlika za omjer Ca/K između zdravog i klorotičnog lišća.

ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja okolnosti uz koje se pojavljuje fero-kloroza krušaka uzgajanih na podlozi sjemenjaka *Pyrus communis* na antropogeniziranom smeđe karbonatnom tlu na vapnenim laporima u južnom podnožju Zagrebačke gore (lokaliteti: Šestine, Šestinski kraljevac, Gračani, Pustike i Dolje) mogu se izvesti sljedeći zaključci.

Sorte krušaka: Pastorčica, Gellertova, Jakovka i Viljamovka na podlozi sjemenjaka *Pyrus communis* obolijevaju od fero-kloroze na antropogeniziranom smeđe karbonatnom tlu alkalne reakcije s pH većim od 8,0 do 8,5 uz količinu aktivnog vapna veću od 20 do 22%.

Zdrava stabla istraživanih sorti postižu dobru vegetativnu razvijenost na istom tlu alkalične reakcije uz vrijednosti pH od 7,5 do 7,9 i količinu aktivnog vapna ispod 15 do 18%

Lišće krušaka dobro je do bogato opskrbljeno: dušikom, fosforom, kalijem, kalcijem, magnezijem i manganom, dok je klorotično lišće slabo, a zdravo lišće umjereno opskrbljeno željezom. Klorotično lišće sadrži visoko signifikantno više fosfora, kalija i željeza i ima nepovoljniji omjer između fosfora i željeza i kalcija i kalija nego zdravo lišće.

Rezultati istraživanja odnose se na antropogenizirano smeđe karbonatno tlo na vapnenim laporima, odnosno silikatno karbonatnim trošinama povoljne teksture i fizikalnih svojstava za uzgoj krušaka.

LITERATURA

- B e n n e t t, J.: Iron in leaves. *Soil Sci.* 60, 91-105, 1945.
- B e r t h e l e t, J. et G. D r o u i n e a u: La culture fruitiere dans les sols calcaires. *C. R. Ac. Agr.* p. 539, 1943.
- B r e v i g l i e r i, N.: Ricerche sul comportamento dei portainesti del pero e del pesco in rapporto ad alcune caratteristiche pedologiche. *Pubbl. della R. Univ. di Firenze, Tip. M. Ricci*, 1941.
- B r o w n, J. C. and R. S. H o l m e s: Iron supply and interaction factors related to lime-induced chlorosis. *Soil. Sci.* 82, 507-519, 1956.
- C a i n, J. C.: Bluberry chlorosis in relation to leaf pH and mineral composition. *Proc. Amer. Soc. Hort Sci.* 59, 161-166, 1952.
- C o u t a n c e a u, M.: *Arboriculture fruitieree*. Pariš, 1955.
- D e K o c k, F. C.: Iron nutrition of plants at high pH. *Soil Sci.* 79, 167-175, 1955.
8. D e K o c k, P. C., and A. H a l i: The phosphorous-iron relationship in genetical chlorosis. *Plant Physiol.* 30, 293-295, 1955.
9. D r o u i n e a u, G.: Une methode d'appréciation du pouvoir chlorosant des sols calcaires. *C. R. de PAc. d'Agrj.* p. 1132, 1941.
- D r o u i n e a u, G.: L'arboriculture fruitiere et les problemes agronomiques particulieres aux sols calcadres. *B. I. T.* 41, p. 343, 1949.
- F a t a D e l B o s c o G.: Rieerche sulla clorosi ferrica dei fruttiferi. *Riv. Ortoflorofruitt. Ital.* No, 1, 1963.
- G l i h a, R., I M i l j k o v i ć, i N. P a u l i ć: Dinamika rasta krušaka i pojava kloroze u ekološkim uvjetima Ravnih kotara. *Jugosl. voćarstvo* br. 19-20, 1972.

- G r a č a n i n, M.: Kloroza vinove loze na otoku Visu. Arhiv Min. poljopr. Beograd, 1938.
- G u e n n e l o n, R.: L'evolution des techniques de lutt contre la chlorose. Journess Fruitières d'Avignon, 1961.
- H e n k e, O., H. M i h a t s c h: Beitrage zum Stoffwechsel chlorotischer Pflanzen I. Mineralstoffwechsel. Albercht-Thear-Archive. (7-8), 521- 536, 1963.
- I v a n o v, S. M., B. A. O g i j a n: Izmenenie soderžanija svjazanovo i rastvorimovo željeza v različnih organa jabloni pri zaboljevaniji hlorozom. Fiziologija rastenij, Tom 8, No 5, 1961.
- I v a n o v, S. M.: Funkcionalnye zabojevanija plodovyh derevev. Fiziologia rastenii. Moskva, 10, 245-321, 1968.
- I v a n o v, S. M., I. I. S o l t a n o v i č: Aktivnost željeza v listjah plodovyh pri zabojevaniji ih izvestkovym klorozom. Nedostatočnost kor-nevovo pitaniija i funkoionalnye zabojevanija seljskohozjajstvenih ras-tenij. Akademija nauk Moldavskoj SSSR, Kišenev, 1971.
- J u s t, C. J., D e l m a s e t, M. L a s s e r: Comparison de la remanence de sel fer de Sequestrats. C. R. Ac. Agr, 1961.
- K a n j i v e c, I. L: Mineralnoe pitanie plodovyh kultur. Fiziologia rastenii, Moskva, 10, 1968.
- L i w e r a n t, M. J.: Relatdon entre la chlorose des arbres fruitieres et la reaction du sol. C. R. Acad. Franc. 46, 352—358. 1960.
- M i l j k o v i ć, L., L. D u g a l i ć, i V. I v e k o v i ć: Kloroza krušaka na černozeu u istočnoj Slavoniji. Jugoslav. voćarstvo, br. 33-34, 137-148, 1975.
- M i l j k o v i ć, I., and A. H a d r o v i ć: Iron chlorosis of pears in the nursery. Acta Horticulturae, 69, 135—140, 1977.
- M i l j k o v i ć, I., V. I v e k o v i ć, S. D u g a l i ć, i A. H a d r o v i ć: Utjecaj fero-kloroze na rast i rodnost krušaka. Jugoslav. voćarstvo, br. 39-40, 1977.
- M i l j k o v i ć, I., Fero-kloroza krušaka na smeđe-karbonatnom tlu u Istri., Jugosl. voćarstvo, br. 44-45, str. 57-65, 1978.
- M i l j k o v i ć, I.: Fero-kloroza jabuka u Slavoniji. Jug.voćarstvo br 44-45, 1978.
- O s e r k o v s k y, J.: Quantitative relation between chlorophyl and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant Physiol. NO. 8, 449—468, 1933.

P o r t e r, I. K., and D. W. T h o r n e: Interrelation of carbon dioxide and bicarbonate ions in causing plant chlorosis. *Soil Sci.* 79, 373—382, 1955.

P r i n c i p i, P.: I terreni per la piante da frutto. Roma, 1958.

W a l l a c e, T. and O. R. L u n t: Iron chlorosis in horticultural plants. A. Review. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75, 819—841, 1960.

Adresa autora – Authors address:

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

Primjeno - Received:

12. XII 2005.