

DINAMIKA MAKROBIOGENIH ELEMENATA U LISTU I PLODU SORATA JABUKE U EKOLOŠKIM UVJETIMA SLAVONIJE

DYNAMICS OF MACROBIOGENIC ELEMENTS IN LEAF AND FRUIT OF APPLE VARIETIES IN THE ECOLOGICAL CONDITIONS OF SLAVONIA

**I. Miljković, K. Dugalić, M. Dropuljić, Tea Presečki, Milena Andrišić,
Ivana Zegnal, Sanela Lacković, H. Hefer, S. Šimon**

SAŽETAK

U radu se iznose rezultati istraživanja dinamike: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u listu i plodu tijekom perioda vegetacije u sorti Golden Delicious i Fuji, uzgojenih u gustom sklopu na podlozi M 9. Voćnjak je podignut na lesiviranom pseudogleju. Tlo je kisele reakcije, relativno slabo humozno, umjereno opskrbljeno fosforom i kalijem, a vrlo bogato magnezijem. Ravnoteža u hranidbi praćena je analizom omjera: N/K, N/Ca, K/Ca, ravnoteže i sume kationa u fazama: diobe stanica, izduživanja stanica i bubrenja stanica ploda. Na kraju velikog vala rasta mladica i mase plodova od 60 do 80 g ocjenjen je biljno hranidbeni kapacitet tla metodom folijarne dijagnoze i prognozirana mogućnost pojave fizioloških bolesti plodova na osnovi utvrđenog omjera N/K, N/Ca, K/Ca, i ravnoteže kationa u listu i plodu. Najviše: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija sadržavalo je lišće i plodovi na početku vegetacija. U lišću se smanjivala koncentracija: dušika, fosfora, kalija i magnezija, a povećava kalcija do kraja vegetacije. Značajno veću koncentraciju dušika sadrži lišće sorte Fuji od sorte Golden Delicious. Lišće sorte Golden Delicious sadržavalo je značajno veću koncentraciju kalija i kalcija od lišća sorte Fuji. Pod utjecajem sorte nisu utvrđene signifikantne razlike u koncentraciji fosfora i magnezija. U plodovima se do berbe smanjivala koncentracija: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija. U vrijeme kada su plodovi imali masu 60 do 80 g bila je koncentracija: makrobiogenih elemenata u granicama normalne opskrbljenosti. Koncentracija je bila u granici normale i u vrijeme berbe, osim za kalij koji je bio malo ispod granice. Pod utjecajem sorte nisu utvrđene statistički opravdane razlike. Utvrđena je statistički opravdana razlika između sorti za omjer K/Ca.

Ključne riječi: dinamika, makrobiogeni elementi, list, plod, sorte jabuke

ABSTRACT

The paper presents the results of multi-year research on the dynamics of: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the leaf and fruit during the growing season in the varieties Golden Delicious and Fuji, grown in high density planting on rootstock M 9. The orchard was raised on the pesudogley luvic soil. The soil is acidic, relatively weak in humus, moderately supplied with phosphorus and potassium, and very rich in magnesium. Nutritional balance is monitored by analyzing the ratios: K/Ca, N/K, N/Ca, balance and sum of cations in the phases of the growth of fruit: cell division, cell elongation and cell swelling. At the end of the big wave of vegetative growth of saplings and fruits weighing from 60 to 80 grams, the plant nutrition capacity of the soil was evaluated using the foliar diagnosis method and the possibility of the occurrence of physiological fruit diseases was predicted based on the determined ratio of K/Ca in the leaf and fruit. The genetic specificities of the mineral nutrition of the varieties were determined. The concentration of nitrogen and potassium gradually decreases from the beginning to the end of the growing season, while the concentration of phosphorus and magnesium is the same during the growing season. The leaves of the Fuji variety contain a significantly higher concentration of nitrogen than the Golden Delicious variety. The leaves of the Golden Delicious variety contained a significantly higher concentration of potassium and calcium than the leaves of the Fuji variety. Under the influence of the variety, no significant differences were found in the concentration of phosphorus and magnesium. The concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium decreased in the fruits until harvest. At the time when the fruits had a mass of 60 to 80 g, the concentration of: macrobiogenic elements was within the range of normal supply. The concentration was within the normal range at the time of harvest, except for potassium, which was slightly below the limit. Under the influence of the variety, no statistically justified differences were found. A statistically justified difference between varieties was found for the K/Ca ratio.

Key words: dynamics, macrobiogenic elements, leaf, fruit, apple varieties

UVOD

Za vrijeme rasta mladica i ploda zbivaju se mnogi fiziološke promjene različitog intenziteta. U pojedinim fazama rasta važno je poznavati konstelaciju faktora koji određuju trend promjena. Posebno mjesto ima status opskrbljenosti makrobiogenim elementima i ravnoteža hranidbe. U fiziologiji hranidbe veće

značenje ima kvaliteta, odnosno ravnoteža među hranivim elementima nego sama količina pojedinih biogenih elemenata. U svim fazama rasta vegetativnih i generativnih organa nije zahtjev voćke isti prema biogenim elementima. Postoje faze rasta u kojima je veća potreba u opskrbljenosti pojedinim makrobiogenim elementima i ravnoteži među njima. Uobičajeno je da se opskrbljenost hraniva ocjenjuje na osnovi analize kemijskog sastava lišća, odnosno folijarne dijagnoze i analize kemijskog sastava ploda. Tako se kemijski sastav lišća ocjenjuje na osnovi stanja hraniva u listu na kraju velikog vala rasta mladice, odnosno zastoja u rastu kada je izražena stabilizacija koncentracije hraniva. To je vrijeme kada je na vrhu mladica formiran pup. Ovisno o klimatskim prilikama to se događa oko 90 dana nakon pune cvatnje, odnosno od početka do polovice srpnja. Kemijski sastav ploda najčešće se ocjenjuje u vrijeme kada plodovi postignu masu od 60 do 80 g i neposredno pred berbu. Puno bolju predodžbu o stanju opskrbe i ravnoteže u opskrbi biogenim elementima dobivamo analizom dinamike biogenih elemenata u listu i plodu. Posebno je važno poznavati dinamiku koncentracije i ravnoteže u hranidbi plodova za vrijeme sve tri faze rasta ploda, to jest za vrijeme faze diobe stanica, faze izduživanja stanica i formiranja staničnih stjenki i faze bubrenja stanica. U prvo vrijeme ocjena opskrbljenosti lišća makrobiogenim elementima provodila se prema graničnim vrijednostima za pojedine vrste voćaka. Za jabuku pojedini autori iznose dosta različite vrijednosti o koncentraciji makrobiogenih elemenata za stanje niske, srednje, dobre i bogate opskrbljenosti. Tako je dobra opskrbljenost lišća dušikom kada lišće u postotku suhe tvari sadrži prema pojedinim autorima kako slijedi: Kenworthy (1970.) 2,33 % Gruppe (1966.) 2,5 - 2,6 %, Bould (1966.) 2,4 - 2,8 %, Childers (1966.) 2,0, Fiedler (1970) 1,6 - 2,4 %, Lalatta (1986.) 2,10 - 2,50 %, Bergmann (1993.) 2,20 %, Tagliavini (2012.) 2,10 - 2,80 % i drugi. Različite podatke za granične vrijednosti i ostalih makrobiogenih elemenata iznosi pojedini autori. Na koncentraciju biogenih elemenata u listu, osim stupnja opskrbljenosti tla hranivima, utječu i drugi interni i eksterni faktori. U istim ekološkim uvjetima i uz istu agrotehniku javljaju se razlike pod utjecajem sorti ili podloga, pa je potrebno istražiti razlike, odnosno stupanj njihova utjecaja kako bi se preciznije interpretirali rezultati analiza (Cobianchi i Faedi 1986.). Naime, ustanovljeno je da se pravilnim izborom holobioze sorte i podloge može osjetno pridonijeti boljem korištenju prirodne plodnosti tla. O utjecaju sorte na kemijski sastav, lišća jabuke među prvima nas izvještavaju Bartjera i Magens (1938.), koji su u voćnjacima SAD-a provodili opsežna istraživanja. Naime, oni su utvrdili razlike u koncentraciji kalija u lišću između

pojedinih sorata jabuke. Na te razlike nisu utjecale samo klimatske prilike, kako se prije mislilo već i genetske specifičnosti sorata. No, najviše podataka o razlikama u koncentraciji biogenih elemenata u lišću pojedinih sorti jabuke iznose: Gruppe (1954., 1955., 1966.), Emert (1954.), Stole (1956.), Bunemann (1959., 1979.), Fidler (1963.), Delvar (1986., cit. Bergamann 1988.), Lalatta (1986.), Cobianchi i Faedi (1986.), Anić i Miljković (1994.), Miljković i Jemrić (1997.), Miljković i Vrsaljko (2009.), Miljković (2017.), Miljković et al. (2018.). Velik broj istraživača iznosi podatke o koncentraciji biogenih elemenata unutar sorte pod utjecajem podloge. Razlike pod utjecajem podloge utvrdili su: Gruppe (1954.), Tuckey et al. 1962.), Avard i Kenworthy (1963.) Witfield (1964.), Schneider et al (1978.), Cobianchi i Faedi (1986.) i drugi. Cobianchi i Faedi (1986.) su utvrdili da i međupodloga može odraziti utjecaj na razinu mineralnih elemenata u listu. Zanimljivo je istaknuti da pojedine sorte odražavaju specifične zahtjeve spram vrsti i količini gnojiva, kako nas na osnovi sustavnih istraživanja izvještava Mantinger (1986.). Detaljno poznavanje tijeka apsorpcije elemenata kod voćaka ima veliko značenje. Stoga se velika pozornost poklanja istraživanju sezonskog kolebanja koncentracije biogenih elemenata u listu i plodu (Mason i Whitfield (1960.), Himerlich et al. (1982.), Scher i Simpfl (2002.), Holb et al. (2009.) i drugi). Uspoređuje se kemijski sastav s kemijskim sastavom ploda (Caser et al. 2004.). Osobita pažnja poklanja se ravnoteži u hranidbi, koja se, pokušava ocijeni odnosom između pojedinih elemenata. Tako se pri interpretaciji rezultata istraživanja kemijskog sastav lista i ploda razmatra odnos među kationima: K, Ca i Mg, a posebno pitanje ravnoteže kationa $(Ca+Mg)/K$ ili $(K+Mg)/Ca$, koji reguliraju metabolizam organskih kiselina. Među prvima su kod krušaka utvrdili utjecaj podloge na ravnotežu kationa Blanc-Aicard i Brossier (1962.) i sorte Miljković i Iveković, (1977.). Pri ocjeni stupnja opskrbljenosti makrobiogenim elementima Ryser (1982.), na osnovi višegodišnjih istraživanja kemijskog sastava lišća, iznosi podatke o povoljnom odnosu između: K/Ca , K/Mg , Ca/P , $(N+P)/K$, $K+Ca+Mg$, $K/(Ca+Mg)$. Autor navodi uz koje se vrijednosti spomenutih omjera može ocijeniti opskrbljenost hranivima kao: vrlo slaba, slaba, dobra, bogata i vrlo bogata. Drugi istraživači veliku pažnju poklanjaju odnosu između makrobiogenih elemenata: N/K , N/Ca , K/Ca , $(K+Mg)/Ca$ u plodu u vrijeme kada plodovi postignu masu od 60 do 80 g i u vrijeme berbe radi ocjene sposobnosti plodova za duže čuvanje (Acher i Stimpel 2002., Bertschinger et al 2003., Acher 2004., Lafer 2009.) i izbjegavanja pojave fizioloških bolesti plodova na stablu i u hladnjači.

OBJEKT ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

Istraživanja dinamike makrobiogenih elemenata: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u lišću i plodovima jabuke, sorti Golden Delicious i Fuji na podlozi M 9, provedena su u voćnjaku u Petrijevcima kraj Osijeka. Voćnjak je podignut 2012. godine na lesiviranom pseudogleju. Stabla jabuke uzgojena su u gustom sklopu s razmakom sadnje 3,2 x 0,8 m. Uzgojni oblik je vretenasti grm. Istraživanja su provedena na stablima dobre vegetativne razvijenosti u razdoblju pune rodnosti. U voćnjaku se provodi suvremena pomotehnika, agrotehnika i natapanjem kapanjem. Međuredni prostor održava se u stanju permanentnog zatavljanja djetelinsko travnom smjesom. Istraživanja su obuhvatila fizikalna i kemijska svojstva tla i koncentraciju makrobiogenih elemenata: N, P, K, Ca i Mg u lišću i plodovima. Za kemijsku analizu lišća, uzimana su po tri prosječna uzorka sa po tri, označena dobro razvijena i rodna stabla, u intervalima svakih 15 dana tijekom perioda vegetacije, od kraja travnja do listopada. Sa istih stabala, sa kojih su uzimani uzorci lišća, uzimani su i uzorci plodova za kemijsku analizu, također u intervalu svakih 15 dana počevši od polovice svibnja do prikladnog momenta berbe za istraživane sorte. Kemijske analize provedene su u Institutu za tlo u Osijeku. Svojstva tla utvrđena su suvremenim pedoanalitičkim metodama. Analize biogenih elemenata u lišću jabuke utvrđena je na slijedeći način. Uzorci lista digestirani su smjesom nitratne kiseline HNO_3 (6 ml) i vodikova 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 2100 DV koji je bio opremljen Cyclonic komorom za raspršivanje i Meinhard nebulizerom Tip C. Rezultati istraživanja dinamike makrobiogenih elemenat u lišću i plodovima obrađeni su varijaciono statistički metom varijance ANOVA s t testom.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Istraživanje svojstava tla

Voćnjak je podignut na lesiviranom pseudogleju. Do dubine od 40 cm tlo je praškasta ilovača. U čitavom profilu ima povećanu količinu čestica gline i praha, što otežava dobru dreniranost općenito, a posebno u površinskom sloju do dubine od 30 cm.

Rezultati istraživanja kemijskih svojstava tla predloženi su na tablici 1.

Tablica 1 Kemijska svojstva tla u voćnjaku

Table 1 Chemical properties of the soil in the orchard

Svojstva tla - Properties of the soil	0 - 30 cm	30 - 60 cm
pH u KCl	5,21	5,07
pH u H ₂ O	6,52	6,61
% humusa	1,79	1,79
P ₂ O ₅ mg/100 g	17,1	9,6
Ukupni N %	0,12	0,09
K ₂ O mg/100 g	19,5	14,0
CaCO ₃ %	-	-
vlaga %	19,13	17,91
Hy (mmol/100 g)	2,49	2,32
Y ₁	7,88	7,38
CaO	-	-
NO ₃ - N (mg/kg)	1,5	1,9
NO ₃ - N (kg/ha)	7,8	9,7

Tlo je slabo kisele reakcije, povoljne za uzgoj jabuka. Humusom je dosta dobro opskrbljeno do dubine od 60 cm. Opskrbljenost AL pristupačnim fosforom i kalijem je je dosta dobra. Ostala predložena svojstva tla su dobra za uzgoj jabuke.

2. Istraživanje dinamike makrobiogenih elemenata u lišću sorata Golden Delicious i Fuji

Rezultati istraživanja koncentracije makrobiogenih elemenata tijekom perioda vegetacije izneseni su na tablici 2, a ravnoteža u hranidbi na tablici 3.

Tablica 2. Dinamika dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u lišću sorti Golden Delicious i Fuji (2019. godina)

Table 2 Dynamics of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties (year 2019)

Mjesec	Dan	N		P		K		Ca		Mg	
		Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji
Travanj											
April	29	2,75	2,82	0,34	0,42	1,38	1,09	0,61	0,56	0,24	0,26
Svibanj	16	2,35	2,66	0,22	0,23	1,35	1,06	0,85	0,92	0,25	0,31
May	30	2,22	2,45	0,20	0,20	1,32	1,01	0,98	0,89	0,30	0,31
Lipanj	11	2,32	2,49	0,21	0,19	1,25	0,99	1,72	1,45	0,39	0,38
June	26	2,43	2,59	0,24	0,21	1,23	0,99	1,93	1,67	0,44	0,42
Srpanj	9	2,42	2,66	0,22	0,20	1,44	1,04	1,31	1,50	0,32	0,38
July	31	2,18	2,36	0,22	0,17	1,07	0,74	1,55	1,56	0,38	0,44
Kolovoz	12	2,06	2,44	0,22	0,18	1,00	0,87	1,84	1,75	0,42	0,46
August	28	2,14	2,37	0,20	0,31	0,86	0,78	1,98	1,87	0,46	0,46
Rujan	17	2,05	2,16	0,18	0,16	1,03	0,92	2,07	1,94	0,44	0,52
Septem ber	30	2,03	2,21	0,20	0,17	1,12	0,88	2,16	1,93	0,41	0,41
Prosje k Average		2,27 b	2,47 a	0,22 a	0,22 a	1,19 a	0,94 b	1,55 a	1,46 b	0,37 a	0,40 a

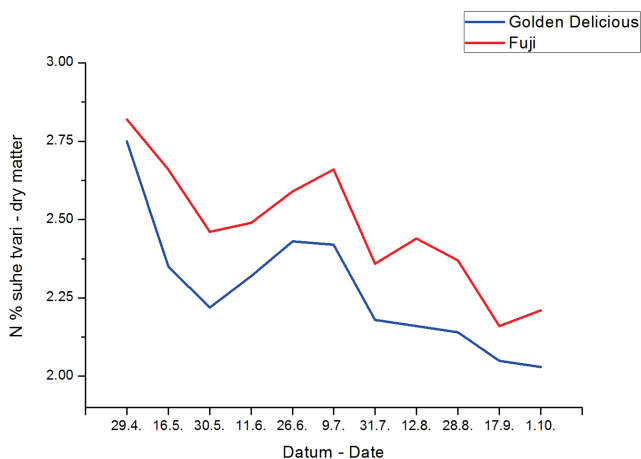
Različita slova pridružena srednjim vrijednostima označavaju signifikantne vrijednosti primjenom t-testa ($P < 0,05$)

Mean followed by different letters differ significantly compared by t-test at ($P < 0.05$)

Na tablici vidimo da mlado lišće na početku vegetacije ima više: dušika, fosfora i kalija. Koncentracija: dušika, fosfora i kalija smanjuje se prema kraju vegetacije, a koncentracija kalcija i magnezija povećava. Smanjenje koncentracije: dušika fosfora i kalija može se povezati s učinkom razrjeđenja i preraspodjele u druge organe. Povećanje kalcija u lišću može se, pored ostalog, objasniti njegovom nepokretljivošću. Osim toga važno je poznavati antagonistički odnos između: kalija, kalcija i magnezija.

Dinamika promjene koncentracije dušika predočena je na tablici 2 i grafikonu 1.

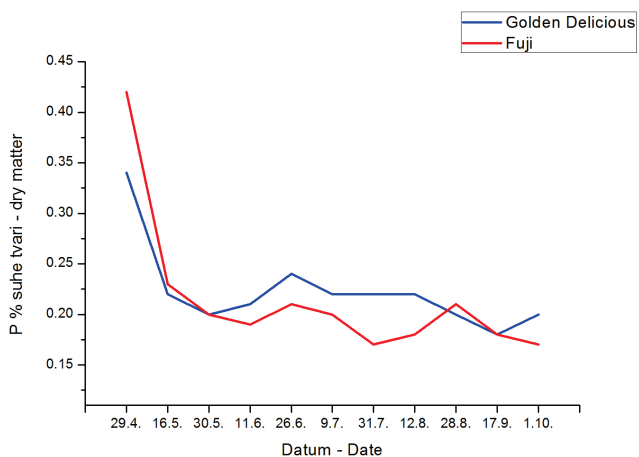
Koncentracija dušika u listu, Golden Deliciousa i Fuji, je najveći na početku vegetacije, što se može pripisati, djelom kao posljedica rezervnog dušika iz prethodne vegetacije, i prvog vala intenzivnog rasta korijena. Koncentracija se osjetno smanjuje do kraja svibnja, a potom povećava do kraja lipnja i početka srpnja, odnosno do završetka velikog vala rasta mladica. Od polovice srpnja pa do kraja vegetacije koncentracija se postupno smanjuje. Tijekom perioda vegetacije utvrđena je signifikantno ($P < 0,05$) veća koncentracija dušika u listu sorte Fuji od sorte Golden Delicious.



Grafikon 1. Dinamika promjene koncentracije dušika u listu sorti Golden Delicious i Fuji

Graph 1 Dynamics of changes in nitrogen concentration in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties

Dinamika fosfora u listu sorti Golden Delicious i Fuji predočena je na tablici 2 i grafikonu 2.

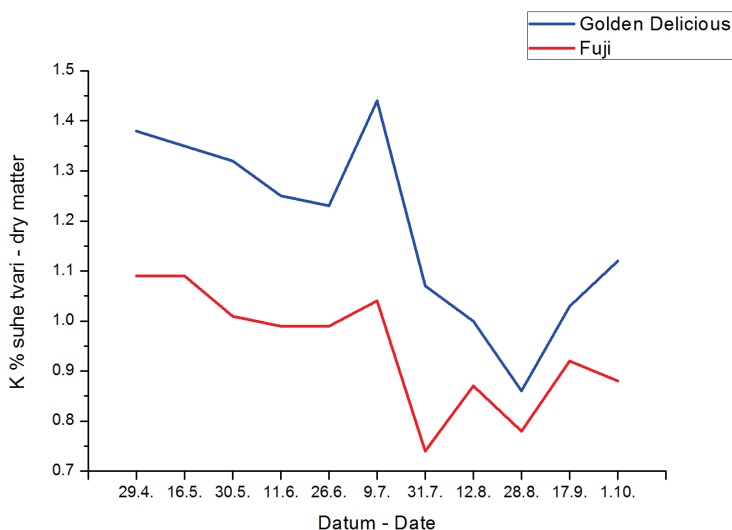


Grafikon 2. Dinamika promjene koncentracije fosfora u lišću sorti Golden Delicious i Fuji

Graph 2 Dynamics of changes in phosphorus concentration in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties

Koncentracija fosfora najveća je na početku vegetacije, a osjetno se smanjuje do kraja svibnja. Tijekom lipnja i početkom srpnja lagano je povećana, a potom se prema kraju vegetacije smanjuje. Pod utjecajem sorte nije utvrđena signifikantna razlike u koncentraciji fosfora.

Dinamika kalija u listu sorti Golden Delicious i Fuji predočena je na tablici 2 i grafikonu 3.

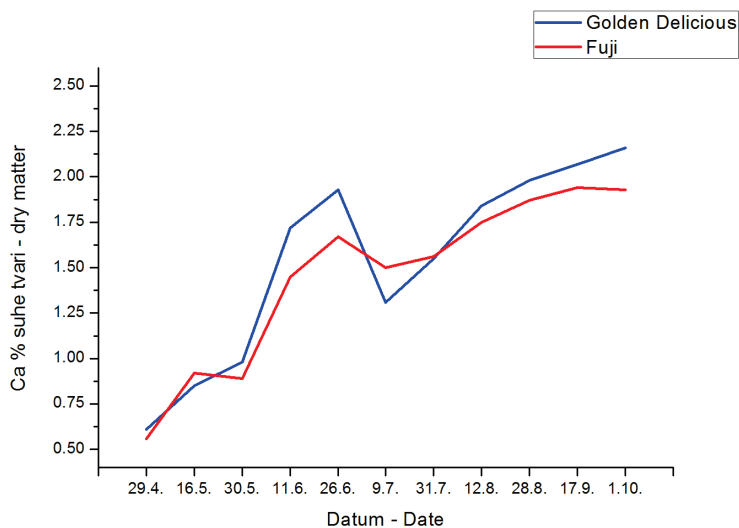


Grafikon 3. Dinamika promjene koncentracije kalija u lišću sorti Golden Delicious i Fuji

Graph 3 Dynamics of changes in potassium concentration in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties

Koncentracija kalija najveća je na početku vegetacija, a potom se postupno smanjuje. Krajem lipnja i početkom srpnja koncentracija se povećala, a potom naglo smanjila. Signifikantno ($P < 0,05$) veću koncentraciju kalija sadržavalo je lišće sorte Golden Delicious od lišća sorte Fuji.

Dinamika kalcija u lišću sorti Golden Delicious i Fuji predočena je na tablici 2. i grafikonu 4.

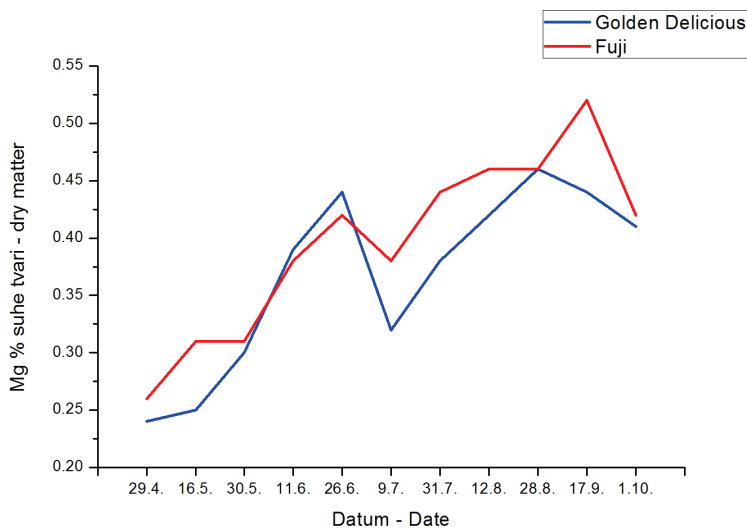


Grafikon 4. Dinamika promjene koncentracije kalcija u lišću sorti Golden Delicious i Fuji

Graph 4 Dynamics of changes in calcium concentration in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties

Niska koncentracija kalcija u lišću obje sorte utvrđena je u svibnju. Nakon toga se brzo povećava do kraja lipnja, lagano stagnira početkom srpnja, a potom se do kraja vegetacije povećava. Signifikantno više kalcija sadržava lišće sorte Golden Delicious od lišća sorte Fuji.

Dinamika magnezija u lišću sorti Golden Delicious i Fuji predočena je na tablici 2 i grafikonu 5.



Grafikon 5. Dinamika promjene koncentracije magnezija u lišću sorti Golden Delicious i Fuji

Graph 5 Dynamics of changes in magnesium concentration in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties

Od početka vegetacije do kraja vegetacije povećava se koncentracija magnezija. Lagano smanjenje koncentracije ustanovljeno je početkom srpnja. Između sorti nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji magnezija.

2. 1 Istraživanje omjera između makrobiogenih elemenata

Na tablici 3 izneseni su podatci o odnosu između N/K, N/Ca, K/Ca i ravnoteže i sume kationa.

Tablica 3. Ravnoteža u hranidbi makrobiogenim elementima u listu tijekom perioda vegetacije u sorti Golden Delicious i Fuji

Table 3 Balance in nutrition with macrobiogenic elements in the leaf during the growing season in Golden Delicious and Fuji varieties

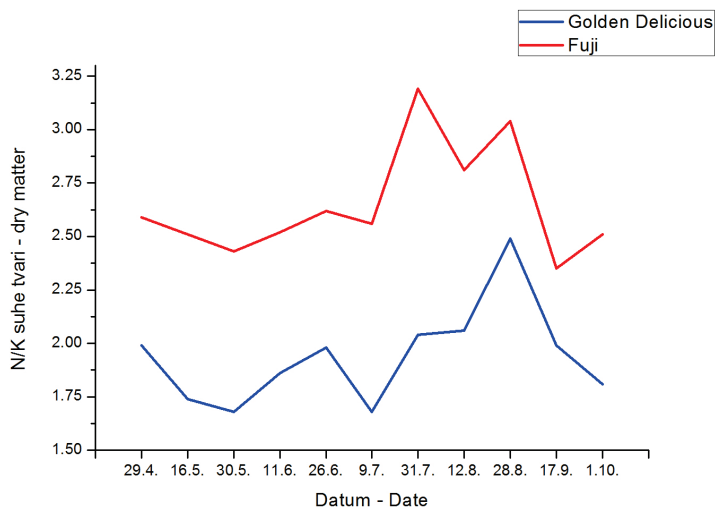
Mjesec	Dan	N/K		N/Ca		K/Ca		(Mg+Ca)/K		(K+Mg)/Ca		K+Ca+Mg	
		Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji
Travanj													
April	29	1,99	2,59	4,50	5,04	2,26	1,95	0,62	0,75	2,66	2,41	2,23	1,91
Svibanj	16	1,74	2,51	2,77	2,89	1,59	1,15	0,82	1,16	1,88	1,49	2,45	2,29
May	30	1,68	2,43	2,27	2,75	1,35	1,14	0,97	1,19	1,65	1,48	2,60	2,21
Lipanj	11	1,86	2,52	1,35	1,71	0,73	0,68	1,69	1,85	0,95	0,95	3,36	2,82
June	26	1,98	2,62	1,26	1,55	0,64	0,59	1,93	2,11	0,87	0,84	3,60	3,08
Srpanj	9	1,68	2,56	1,85	1,77	1,10	0,69	1,13	1,81	1,34	0,95	3,07	2,92
July	31	2,04	3,19	1,41	1,51	0,69	0,47	1,80	2,70	0,94	0,76	3,00	2,74
Kolovoz	12	2,06	2,81	1,12	1,39	0,54	0,50	2,26	2,54	0,77	0,76	3,26	3,08
August	28	2,49	3,04	1,08	1,27	0,43	0,42	2,84	2,99	0,67	0,66	3,30	3,11
Rujan	17	1,99	2,35	0,99	1,11	0,50	0,47	2,44	2,67	0,71	0,74	3,54	3,38
September	30	1,81	2,51	0,94	1,15	0,52	0,46	2,30	2,66	0,71	0,67	3,69	3,22
Prosjek Average		1,94 b	2,65 a	1,78 b	2,01 a	0,94 a	0,78 b	1,71 b	2,04 a	1,20 a	1,07 b	3,10 a	2,80 b

Različita slova pridružena srednjim vrijednostima označavaju signifikantne vrijednosti primjenom t-testa ($P < 0,05$)

Mean followed by different letters differ significantly compared by t-test at ($P < 0.05$)

Dinamika promjene omjera između dušika i kalija iznesena je u tablici 3. i na grafikonu 6.

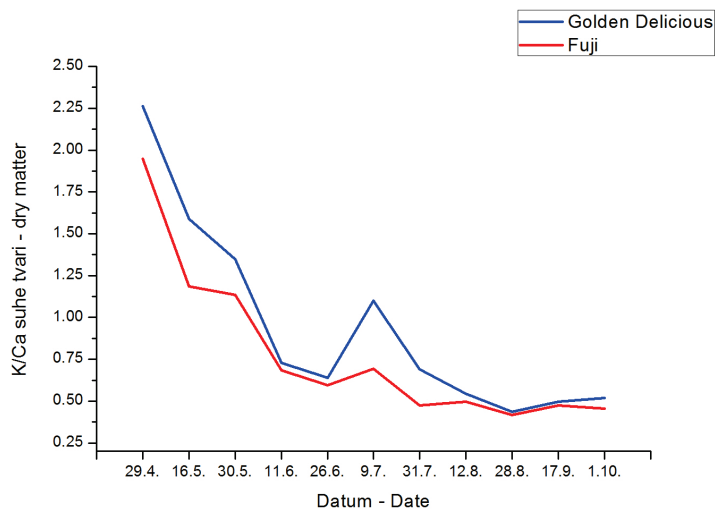
Vrijednosti omjera između dušika i kalija su u normalnim granicama, a signifikantno ($P < 0,05$) su veće u sorte Fuji od sorte Golden Delicious.



Grafikon 6. Dinamika promjene omjera N/K

Graph 6 Dynamics of change in N/K ratio

Dinamika promjene omjera između kalija i kalcija iznesena je na tablici 3. i grafikonu 7.



Grafikon 7. Dinamika promjene omjera K/Ca

Graph 7 Dynamics of K/Ca ratio change

Na tablici 4. i grafikonu 7. vidimo da je omjer između kalija i kalcija tijekom vegetacije u obje sorte nizak, jer se kreće ispod 1,25. No, omjer je nešto povoljniji u sorte Golden Delicious nego u sorte Fuji. Razlika je statistički opravdana.

2. 2 Istraživanje biljnohranidbenog kapaciteta tla u voćnjaku metodom folijarne dijagnoze

Rezultati istraživanja koncentracije makrobiogenih elemenata i ravnoteže u hranidbi na kraju velikog vala rasta mladice početkom mjeseca srpnja u 2018 - 2020. godine izneseni su na tablici

Tablica 4 Koncentracija makrobiogenih elemenata u lišću sorti Golden Delicious i Fuji na kraju velikog vala rasta mladica u 2018., 2019. i 2020. godini

Table 4 Concentration of macrobiogenic elements in the leaves of Golden Delicious and Fuji varieties at the end of the big growth wave of saplings in years 2018, 2019 and 2020

2018							
Sorta	N	P	K	Ca	Mg	N/K	K/Ca
Golden Delicious	1,97 b	0,24 a	1,21 a	1,98 a	0,40 a	1,62 b	0,61 a
Fuji	2,09 a	0,22 a	0,85 b	1,70 b	0,41 a	2,45 a	0,50 b
\bar{x}	2,03	0,23	1,03	1,84	0,40	2,03	0,55
2019							
Golden Delicious	2,18 b	0,22 a	1,07 a	1,55 a	0,32 a	2,04 b	0,69 a
Fuji	2,36 a	0,20 a	0,74 b	1,56 a	0,38 a	3,19 a	0,47 b
\bar{x}	2,54	0,21	1,24	1,40	0,35 a	2,12	0,89
2020							
Golden Delicious	2,24 b	0,20 a	1,20 a	1,85 a	0,41 a	1,86 b	0,64 a
Fuji	2,49 a	0,19 a	0,76 b	1,62 b	0,56 a	3,27 a	0,47 b
\bar{x}	2,36	0,20	0,98	1,73	0,48	2,56	0,55

Različita slova pridružena srednjim vrijednostima označavaju signifikantne vrijednosti primjenom t-testa ($P < 0,05$)

Mean followed by different letters differ significantly compared by t-test at ($P < 0.05$)

Na tablici vidimo da je lišće sorti Golden Delicious i Fuji relativno dobro opskrbljeno dušikom, a dobro fosforom, kalijem, kalcijem i magnezijem. Lišće sorte Golden Delicious sadržavalo je signifikantno ($P < 0,05$) više kalija i kalcija od lišća sorte Fuji. Koncentracija dušika bila je signifikantno veća u lišću sorte Fuji od sorte Golden Delicious.

3. Istraživanje dinamike makrobiogenih elemenata i ravnoteže u hranidbi u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji

Rezultati istraživanja dinamike makrobiogenih elemenata u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji izneseni su na tablici 5.

Tablica 5. Dinamika makrobiogenih elemenata u plodu sorti Golden Delicious i Fuji

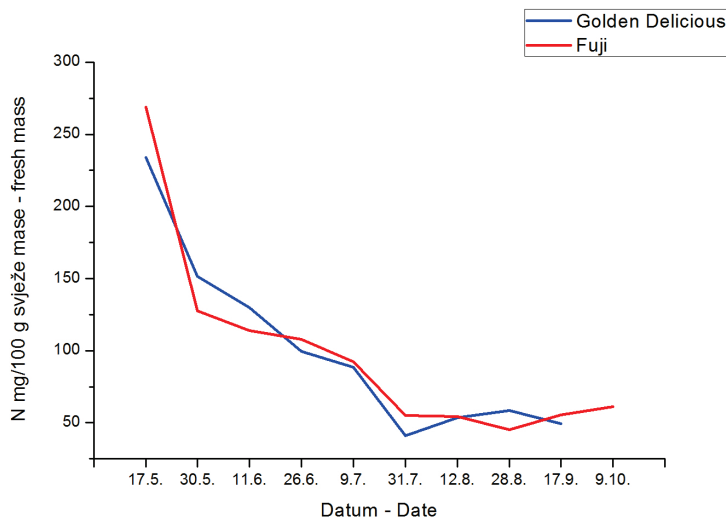
Table 5 Dynamics of macrobiogenic elements in the fruit of Golden Delicious and Fuji varieties

Mjesec	Dan	N		P		K		Ca		Mg	
		Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji
Svibanj May	17	233,9	269,1	26,45	31,90	192,1	203,1	37,22	34,30	23,26	25,27
	30	151,7	127,8	20,54	13,98	154,3	119,6	16,83	19,57	15,69	15,94
Lipanj June	11	130,1	113,8	18,94	16,54	141,8	125,8	10,92	16,25	8,90	9,68
	26	99,5	108,0	15,38	15,25	119,5	120,3	6,69	12,97	8,43	10,3
Srpanj June	9	88,4	92,1	12,91	13,97	133,5	122,3	13,83	11,54	10,11	9,83
	31	41,1	55,0	9,52	10,51	66,9	97,7	5,09	8,76	5,09	4,91
Kolovoz August	12	53,5	54,3	9,92	8,88	97,5	87,4	6,07	8,53	3,52	4,26
	28	58,4	45,1	13,36	12,53	100,1	109,3	7,45	5,47	7,07	6,11
Rujan September	17	49,5	55,4	7,68	8,83	114,0	115,2	4,01	6,14	5,34	5,38
Listopad October	9		61,1		12,02		115,3		6,46		8,13
Prosjek Average		100,7 a	98,2 a	14,97 a	14,44 a	127,76 a	121,62 a	12,01 a	13,00 a	9,71 a	9,99 a

Ista slova pridružena srednjim vrijednostima pokazuju da nema signifikantne razlike primjenom t-testa ($P < 0,05$)

Means followed by the same letter are not significantly different compared by t-test at ($P < 0.05$)

Rezultati istraživanja dinamike promjene koncentracije dušika u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji izneseni su na tablici 5. i grafikonu 8.

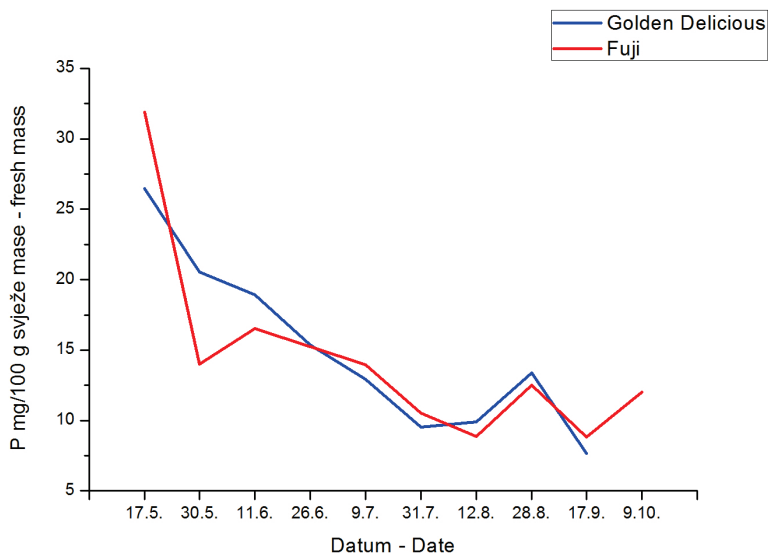


Grafikon 8. Koncentracije dušika u mg/100 g svježje mase

Graph 8 Nitrogen concentrations in mg/100 g of fresh weight

Koncentracija dušika najveća je na početku, odnosno u svibnju, a potom se postupno smanjuje do dozrelosti, odnosno berbe. Najbrže smanjenje koncentracije dušika ustanovljeno je tijekom mjeseca srpnja. Najniža koncentracija ustanovljena je krajem srpnja. U vrijeme kada plodovi postignu masu od 60 do 80 g koncentracija dušika je u granici normale za obje sorte, jer se kreće između 88 i 92 mg/100 g svježje mase ploda. U momentu dozrelosti, odnosno berbe plodovi obje sorte imaju koncentraciju dušika u granicama normale jer se kreće u granicama od 35 do 60 mg/100 g svježje mase. Tijekom rasta ploda utvrđene su podjednake koncentracije dušika u plodovima Golden Delicious i Fuji.

Rezultati istraživanja promjene dinamike fosfora u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji iznesena je na tablici 5. i grafikonu 9.

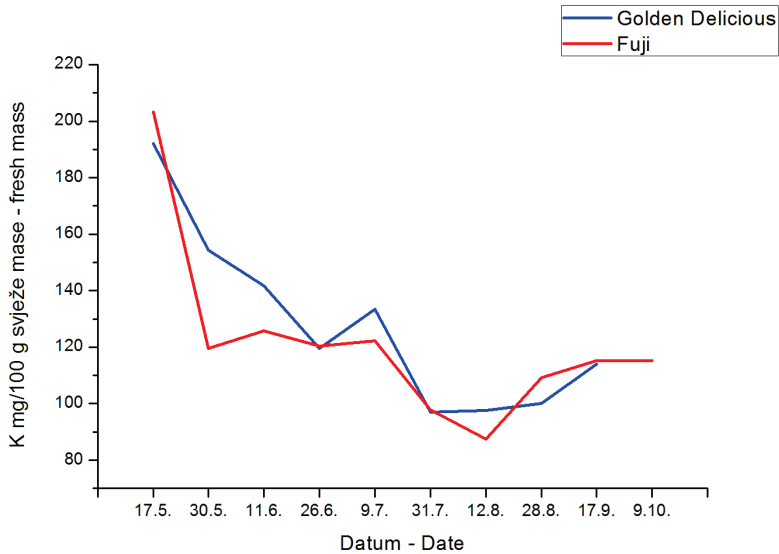


Grafikon 9. Dinamika promjene koncentracije fosfora u mg/100 g svježe mase

Graph 9 Dynamics of phosphorus concentration changes in mg/100 g of fresh weight

Koncentracija fosfora najveća je polovicom svibnja, naglo se smanjuje do kraja svibnja i dalje do polovice kolovoza, s blagim usponom krajem kolovoza i ponovnim padom od polovice rujna. Vidimo da se koncentracija fosfora smanjuje od početka, odnosno od svibnja, kada je najveća do berbe. U vrijeme kada su plodovi postigli masu od 60 do 80 g bila je koncentracija fosfora u granici normale za obje sorte jer je iznosila oko 13 - 14 mg/100 g svježe mase. U vrijeme berbe koncentracija je povoljna jer iznosi oko 10 mg/100 g. Koncentracije ispod 9 i iznad 11 mg/100 g smatraju se nepovoljnima (G. Lafer, 2009). Koncentracija fosfora bila je podjednaka u plodovima obje sorti.

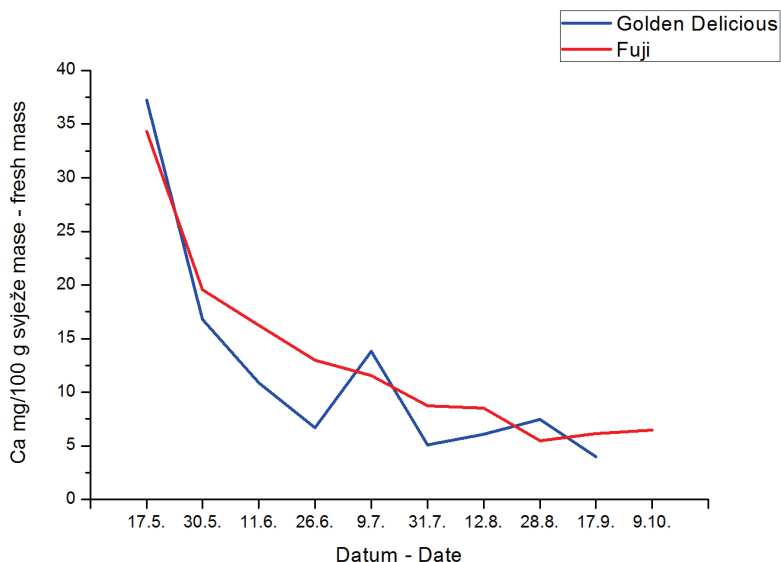
Podatci o dinamici promjene koncentracije kalija u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji izneseni su na tablici 5. i grafikonu 10.



Grafikon 10. Dinamika promjene koncentracije kalija u mg/100 g svježe mase
Graph 10 Dynamics of changes in potassium concentration in mg/100 g of fresh weight

Na tablici 5. i grafikonu 10. vidimo da je koncentracija kalija bila najveća polovicom svibnja, a potom se, u vrijeme brzog porasta lišća, do kraja svibnja naglo smanjila. Tijekom lipnja koncentracija je stabilna, a potom se tijekom srpnja osjetno smanjuje do polovice kolovoza. U vrijeme kada su plodovi postigli masu od 60 do 80 g koncentracija je nešto malo niža od normalne, jer se nalazi ispod 140 mg/100 g. U vrijeme berbe koncentracija je u granicama normale, jer se kreće između 100 i 130 mg/100 g svježe mase (G. Lafar, 2009). Razlike pod utjecajem sorte su male i nisu statistički opravdane.

Dinamika promjena koncentracije kalcija u plodovima sorti Golden Deliciousa i Fuji iznesena je na tablici 5. i grafikonu 11.

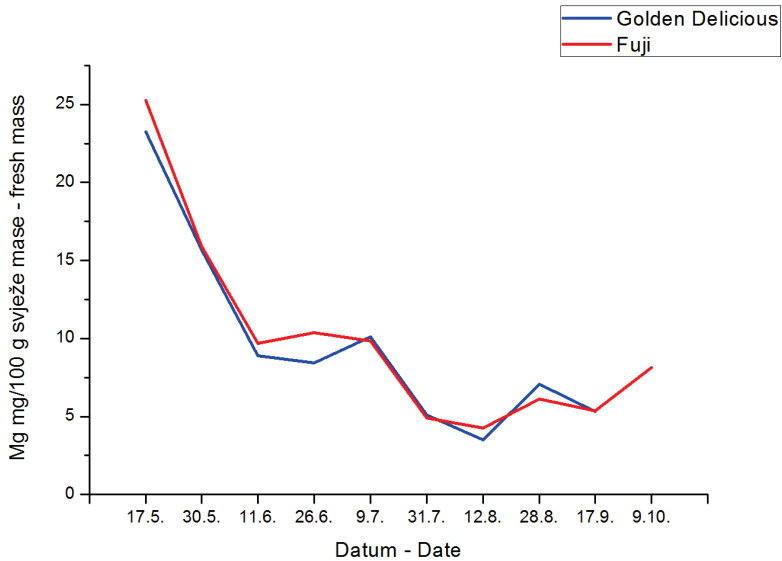


Grafikon 11. Dinamika promjena koncentracije kalcija u mg/100 g svježe mase

Graph 11 Dynamics of changes in calcium concentration in mg/100 g of fresh weight

Koncentracija kalcija najveća je na početku rasta ploda polovicom svibnja. Od polovice svibnja do kraja srpnja koncentracija osjetno opada. Od kraja srpnja do dozrelosti manje varira. Od kraja svibnja do momenta berbe plodovi sorte Fuji sadrže više kalcija. U vrijeme kada su plodovi postigli masu od 60 do 80 g koncentracija je u granicama normale za obje sorte, a potom se jače smanjuje u sorte Golden Delicious nego u sorte Fuji. Koncentracija kalcija u vrijeme berbe je u granicama normale za obje sorte. Plodovi sorte Fuji od kraja svibnja do berbe sadrže više kalcija od sorte Golden Delicious.

Podatci o dinamici promjene koncentracije magnezija u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji izneseni su na tablici 5 i grafikonu 12.



Grafikon 12. Dinamika magnezija u mg/100 g svježe mase
Graph 12 Dynamics of magnesium in mg/100 g of fresh weight

Koncentracija magnezija najveća je polovicom svibnja, a potom se osjetno smanjuje do polovice lipnja. Tijekom lipnja zabilježena je stabilizacija, da bi tijekom srpnja opadala. Od početka kolovoza do berbe koncentracija lagano raste. U vrijeme kada su plodovi postigli 60 do 80 g koncentracija magnezija bila je u granici normalne opskrbljenosti. Koncentracija magnezija bila je podjednaka u obje sorte.

3. 1 Istraživanje dinamike promjene omjera između: N/K, N/Ca, K/Ca, (Ca+Mg)/K, (K+Mg)/Ca i K+Mg+Ca

Rezultati istraživanja dinamike promjena omjera N/K, N/Ca, K/Ca, (Ca+Mg)/K, (K+Mg)/Ca i (K+Mg+Ca) u plodovima sorti Golden Delicious i Fuji izneseni su na tablici 6.

Tablica 6. Ravnoteža u hranidbi makrobiogenim elementima tijekom rasta plodova sorti Golden Delicious i Fuji

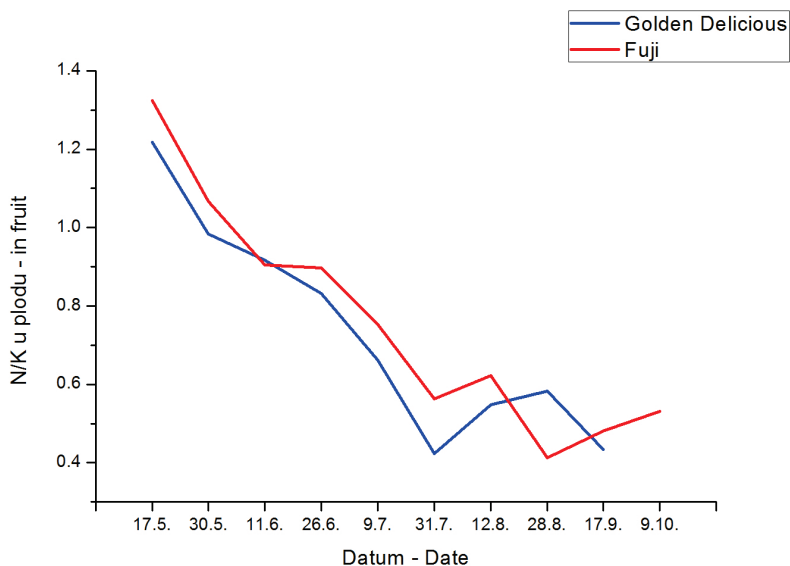
Table 6 Balance in nutrition with macrobiogenic elements during fruit growth of Golden Delicious and Fuji varieties

Mjesec	Dan	N/K		N/Ca		K/Ca		(Ca+Mg)/K		(K+Mg)/Ca		K+Ca+Mg	
		Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji	Golden Delicious	Fuji
Svibanj May	17	1,22	1,33	6,28	7,85	5,16	5,92	0,32	0,29	5,79	6,66	252,6	262,7
	30	0,98	1,07	9,01	6,53	9,17	6,11	0,21	0,30	10,10	6,93	186,8	155,1
Lipanj June	11	0,92	0,91	11,91	7,00	12,99	7,74	0,14	0,21	13,80	8,34	161,6	151,7
	26	0,83	0,90	14,87	8,33	17,86	9,28	0,13	0,20	19,12	10,07	134,6	143,6
Srpanj July	9	0,66	0,75	6,39	7,98	9,65	10,60	0,18	0,18	10,38	11,45	157,4	143,7
	31	0,61	0,56	8,08	6,28	13,14	11,15	0,15	0,14	14,14	11,71	77,1	111,4
Kolovoz August	12	0,55	0,62	8,81	6,37	16,06	10,25	0,10	0,15	16,64	10,75	107,1	110,2
	28	0,58	0,41	7,84	8,25	13,44	19,98	0,15	0,11	14,39	21,10	114,6	120,9
Rujan September	17	0,43	0,48	12,34	9,02	28,43	18,76	0,08	0,10	29,76	19,64	123,4	126,7
Listopad October	9		0,53		9,46		17,85		0,13		19,11		129,9
Prosjek Average		0,75 a	0,76 a	9,50 a	7,71 a	13,99 a	11,76 a	0,16 a	0,18 a	14,90 a	12,57 a	146,1 a	145,6 a

Ista slova pridružena srednjim vrijednostima pokazuju da nema signifikantne razlike primjenom t-testa ($P < 0,05$)

Means followed by the same letter are not significantly different compared by t-test at ($P < 0.05$)

Rezultati istraživanja promjene omjera između dušika i kalija izneseni su na tablici 6 i grafikonu 13.

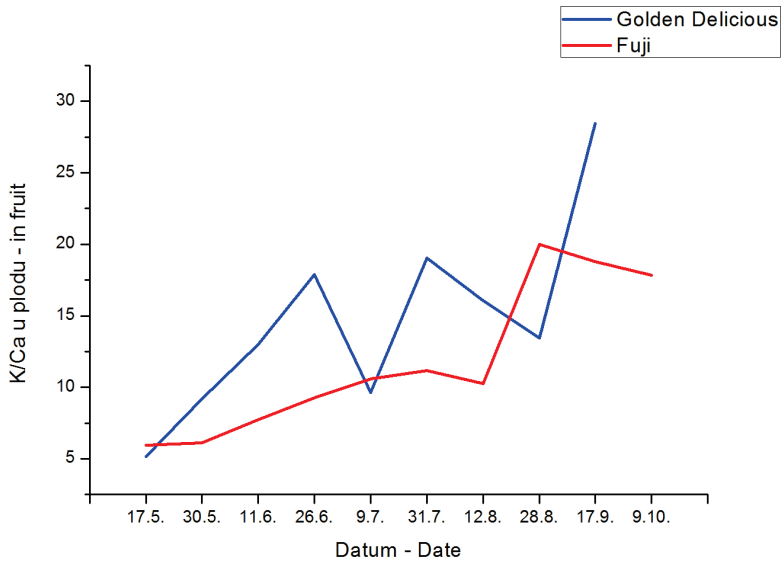


Grafikon 13. Dinamika promjene omjera između koncentracije dušika i kalija u plodu

Graph 13 Dynamics of the change in the ratio between the concentration of nitrogen and potassium in the fruit

Omjer između dušika i kalija najveći je polovinom svibnja, a smanjuje se do kraja srpnja. Od kraja srpnja do berbe malo oscilira. Tijekom godine omjer između dušika i kalija u plodovima istraživanih sorti ostaje gotovo stabilan, kao što se moglo i očekivati obzirom da su utvrđene signifikantne razlike u koncentraciji dušika i kalija između sorti.

Rezultati promjene omjera između dušika i kalcija izneseni su na tablici 6. i grafikonu 14.



Grafikon 14. Dinamika promjene omjera između koncentracije kalija i kalcija u plodu

Graph 14 Dynamics of the change in the ratio between the concentration of potassium and calcium in the fruit

Omjer K/Ca je bio je povoljan u obje sorte u vrijeme kada plodovi postigli masu od 60 do 80 g, jer se kretao ispod 15. U vrijeme berbe sorta Fuji ima povoljniji omjer od 17,8 od sorte Golden Delicious s omjerom 28,4, koji je na granici povoljnosti, jer se nepovoljnim smatra omjer koji je veći od 30. Tijekom rasta ploda bio je nešto veći omjer K/Ca u plodovima sorte Golden Delicious nego Fuji.

Ravnoteža kationa (K+Mg)/Ca je vrlo povoljna kad su vrijednosti ispod 20, povoljna uz vrijednosti od 20 do 30, a nepovoljan uz vrijednosti iznad 30. Nešto malo povoljniju ravnotežu utvrđena je u sorte Fuji od Golden Delicious. Ustanovljen je podjednak omjer (Mg+Ca)/K u obje sorte. Nije utvrđena razlika ,među sortama u sumu kationa (K+Ca+Mg) u vrijeme dozrelosti plodova. Utvrđene su manje razlike u ravnoteži kationa (K+Mg)/Ca.

3. 2 Istraživanje koncentracije makrobiogenih elemenata u plodovima mase od u vrijeme kad su postigli masu 60 do 80 g

Rezultati istraživanja kemijskog sastava plodova sorti Golden Delicious i Fuji i ravnoteže u hranidbi u vrijeme kad su postigli masu 60 do 80 g izneseni su na tablici 7.

Tablica 7. Koncentracija dušika, fosfora, kalija, kalcija i odnosa među kationa (K, Ca, Mg)

Table 7 Concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and relationship between cations (K, Ca, Mg)

Sorta	N	P	K	Ca	Mg	K/Ca	(Ca+Mg)/K
2019							
Golden Delicious	88,4	12,91	133,5	13,85	10,11	9,65	0,18
Fuji	92,1	13,97	122,3	11,54	9,83	10,60	0,10
\bar{x}	90,2	13,44	127,9	12,69	9,97	10,12	0,14
2020							
Golden Delicious	59,93	11,66	109,69	9,18	6,05	21,35	0,10
Fuji	80,48	12,78	114,25	5,09	7,28	12,44	0,14
\bar{x}	70,20	12,22	111,97	7,13	6,66	16,89	0,12

Na tablici vidimo da su se koncentracije: dušika, fosfora, kalcija i magnezija kretala u normalnim granicama, dok je koncentracija kalija u obje godine nešto malo niža. Prema višegodišnjim istraživanjima Agrokemijskog laboratorija u Leimburgu normalna koncentracija kalija u mg/100 g svježje mase ploda iznosila je za sortu Golden Delicious i Fuji od 140 do 150.

ZAKLJUČCI

Na osnovi provedenih istraživanja mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- Po završetku velikog vala rasta mladica u mjesecu srpnju, lišće sorti Golden Delicious i Fuji bilo je dobro opskrbljeno makrobiogenim elementima.
- Koncentracija makrobiogenih elemenata bila je najveća na početku vegetacije. Koncentracija dušika, fosfora i kalija postupno se smanjivala do kraja vegetacije, a kalcija i magnezija povećavala.

- Utvrđene su genetske specifičnosti u koncentraciji: dušika, kalija i kalcija u lišću Golden Deliciousa i Fuji. Lišće sorte Fuji sadržavalo je signifikantno više dušika od sorte Golden Delicious. Lišće sorte Golden Delicious sadržavalo je signifikantno više kalija i kalcija od sorte Fuji.
- Koncentracija fosfora i magnezija nije se razlikovala pod utjecajem sorte.
- Pod utjecajem sorte u lišću su utvrđene razlike u omjeru između: N/K, N/Ca, K/Ca, (K+Mg)/Ca, (Mg+Ca)/K i sumi kationa.
- Nisu utvrđene značajne razlike u koncentraciji: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u plodovima između sorti Golden Delicious i Fuji.
- Koncentracija: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija bila je najveća polovicom svibnja, a zatim se postupni smanjivala do berbe. U vrijeme kada su plodovi postigli masu od 60 do 80 g bila je u plodovima obiju sorti koncentracija: dušika, fosfora, kalcija i magnezija u normali, a kalija nešto malo ispod normale. U vrijeme berbe bila je koncentracija: dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija u stanju normalne opskrbljenosti. Pod utjecajem sorti u plodovima istraživanih sorti nisu utvrđene signifikantne razlike u koncentraciji makrobiogenih elemenata.
- Tijekom godine bio je omjer između dušika i kalija gotovo stabilan, a između sorti nisu utvrđene značajne razlike. Omjer između dušika i kalcija bio je povoljan, Tijekom rasta ploda bio je veći omjer kalija i kalcija u plodovima sorte Golden Delicious nego Fuji, Razlika je statistički opravdana. Ravnoteža kationa bila je nešto povoljnija u plodovima sorte Fuji nego sorte Golden Delicious. Međutim, ta razlika nije statistički opravdana.

LITERATURA

- Aichner M., Stimpfl E., 2002: Seasonal pattern and interpretation of mineral nutrient concentrations in apple leaves. *Acta Horticulturae*, (594): 377-382.
- Aichner M. et al., 2004: Die Fruchtanalyse. in *Boden und Pflanzenernährung im Obstbau, Weinbau und Bioanbau*, Laimburg, pp. 172-177.
- Anić J., Miljković I., 1994: Genetske specifičnosti mineralne ishrane jabuka. *Agronomski glasnik* 57 (1-2): 1-12.
- Award M. M., Kenworthy A. L., 1963: Clonal rootstocks, Scion Variety and Time of sampling Influences in Apple Leaf Composition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* vol. 83, 68-73.

- Batjer I. P., Magnes J. R., 1938: Potassium content of leaves from commercial apple orchards. *Pro. Amer. Soc. Hort. Sci.* vol. 36, 197-201.
- Bergmann W., 1992: *Nutritional Disorders of Plants*, Gustav Fischer, Jena.
- Bergman W., 1993: *Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen: Entstehung, visuelle und analytische Diagnose*. Spektrum Akademische Verlag, Jena.
- Bertschinger L., Gysi C., Häseli A., Neuweiler R., Pfammatter W., Ryser J. P., Schmid A., Weibel F., 2003: *Grundlagen für die Düngung der Obstkulturen*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, 485, Nyon.
- Blanc-Aicard D., Brossier J., 1962: Influence du porte-greffe sur l'équilibre cationique des feuilles de poirier. *Hort. Int. Congress*, Brussels.
- Bould C., 1966: Leaf analysis of deciduous trees. In *Nutrition of Fruit Crops*, (Ed. by N. F. Childers) pp. 651-684. Horticultural Publications, Rutgers University.
- Bünemann G., 1979: *Mineral nutrition and fruit quality of temperate zone fruit trees*. Mineral nutrition of fruit trees, Butterworth, London, Boston.
- Casero T., Benavides A., Puy J., Recasens I., 2004: Relationships Between Leaf and Fruit Nutrient and Fruit Quality Attributes in Golden Smoothie Apple Using Multivariate Regression Techniques. *Journal of Plant Nutrition*, 27 (2):313-324.
- Childers N. F., 1966: *Modern fruit science*. Horticultural Publications, Rutgers University.
- Childers N. J.
- Cobianchi D., Faedi W., 1968: Influenza della combinazione d'innesto sulla nutrizione minerale dello melo. La fertilizzazione delle piante da frutto, *Atti del Convegno - Verona*.
- Drake M., Weeks W. D., Baker J. H., Field D. L., Olanyk G. W., 1966: Bitter pit as related to calcium level in Baldwin Apple fruit and leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89: 23-29.
- Delver P., 1986: *Proefstation voor de Fruitteelt*. Wilhelminadorp, Nederlande. *Personl. Mitt von* 4/5.11.
- Durnwalder L., 2004: *Ernährungsbedingte physiologische Störungen*. in, *Boden und Pflanzenernährung im Obstbau, Weinbau und Bioanbau*. pp. 171-177.

- Emmert F. H., 1954: The influence of variety, trees age and mulch on the nutritional composition of apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64: 9-14.
- Fallahi E., Fallahi B., Neilsen G. H., Neilsen, D., Peryea, F. J., 2010: Effects of Mineral Nutrition on Fruit Quality and Nutritional Disorder in apple. *Acta Horticulturae* (868): 49-60.
- Fiedler W., 1970: Listovoj analiz v plodovodstve, Moskva.
- Faust M., 1979: Evolution in fruit nutrition during 20th century. *Hort. Sci.*
- Gruppe W., 1954: Vergleichende Blatt - und Bodenuntersuchungen in Apfel-Plantagen und -Baumschulen unter besonderer Berücksichtigung von Kalium und Magnesium I. Methodologische Untersuchungen zur Blattanalyse, *Gartenbauwissenschaft*, 19; 419-439.
- Gruppe W., 1955: Vergleichende Blatt - und Bodenuntersuchungen in Apfelplantagen und Baumschulen von Kalium und Magnesium III Das Auftreten in Nordwestdeutschland (Erhebungsuntersuchungen), *Gartenbauwissenschaft* (20):3-29.
- Gruppe W., 1960: Die Bedeutung der Blattanalyse für die Düngung in Obstbau. *Erwerbs obstbau*, 2, 198-201, 216-222.
- Holb I. J., Gonda, I., Vago I., Nagy P. T., 2009: Seasonal Dynamics of Nitrogen, Phosphorous, and Potassium Contents of Leaf and Soil in Environmental Friendly Apple orchards. *Communication in Soli and Plant Analysis*, 40: 543-555.
- Himerlick D. G., Goh C. E., 1982: Seasonal trends of calcium, magnesium and potassium fractions in apple leaf and fruit tissues. *Journal of the Amer. Soc. for Hort. Sci.* 107: 1078-1080.
- Kenworthy A. L., 1950: Nutrient-element composition in leaves of fruit trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Vol. 55, p. 41.
- Kenworthy A. L., 1961: Interpreting the balance of nutrient - elements in leaves of fruit trees. *Rep. Amer. Inst. Bull. Sci.*, 8: 28-43.
- Lafer G., 2009: Fruchtanalyse, in Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Obstbau, Wien.
- Lallata F., 1978: La fertilizzazione nell'arboricoltura da frutto. *Edagricole*, Bologna.

- Lalatta F., 1986: Metodi ed interpretazione dell'analisi fogliare. Atti Convegno „La fertilizzazione delle piante da frutto”, Verona 21/2.
- Lewis T. L., 1980: The uptake and longitudinal distribution of potassium, calcium and magnesium in the flesh of developing apple fruits of nine cultivar. *J. Hortic. Sci.* 55: 57-63.
- Marangoni B., 1981: Aspetti delle asportazioni minerali nella cultura di melo. IRECOOP - Analisi fogliare e analisi del terreno. Bologna.
- Mason A. C., Whitfield A. B., 1960: Seasonal changes in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. *Journal of Horticultural Science*, Vo. 35: 1, 34-55.
- Miljković I., Iveković V., 1977: L'influence de la variété sur l'équilibre cationique des feuilles du poirier. *Acta Horticulturae*, 69, 61-69.
- Miljković I., 1977: Fero kloroza jabuka u Slavoniji. *Jugosl. voćar.* 44/45: 43-59.
- Miljković I., 1997: Pomoekologija Slavonije i Baranje, *Agronomski glasnik.*, 5-6: 477-493.
- Miljković I., Jemrić T., 1997: Genetic specificity of mineral nutrition of summer apple cultivars. *Mineral Nutrition and Fertilizer Use for Deciduous Fruit Crops. Acta Horticulturae* 448, pp. 113-118.
- Miljković I., Vrsaljko A., 2009: Genetic specificity of mineral nutrition apple cultivars in orchard Borinci. *Pomologia Croatica* 15, 3-14 (in Croatian).
- Miljković I., 2017: Višegodišnja istraživanja biljno-hranidbenog kapaciteta tla metodom folijarne dijagnoze u voćnjacima Međimurja. *Pomologia Croatica* 1-2: 3-13.
- 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* 3-4: 67-87.
- Miljković I., 2021: *Jabuka*, pp. 1-973., Zagreb.
- Miklos R., 1980: Modern concepts in fruit nutrition., *Mineral nutrition of fruit trees*, pp. 11-16, Butterworths London - Boston - Durban - Toronto.
- Milošević T., Milošević N., 2015: Apple fruit quality, yield and leaf macronutrients as affected by fertilizer treatment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 15 (1): 76-83.

- Nurzynski J., Komosa A., Wesalowski-Janek M., Kepka M., Kozera G., 1990: Seasonal changes of N, P, K, Ca and Mg in apple tree leaves during vegetative period. *Acta Horticulturae* 1990.
- Schneider G. W., Chaplin C. E., Martin D. C., 1978: Effect of apple rootstocks, tree spacing and cultivar on fruit yield and foliar mineral composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103, 230-232.
- Sherar C. B., 1980: Interaction and of nutrition and environment on mineral composition of fruits. *Mineral nutrition of fruit trees*, Butterworths. London, Boston.
- Tagliavini M., Scudellari D., Marangoni B., Bastianel A., Feanzin F., Zambolini M., 1992: Leaf mineral composition of apple tree sampling date and effects of cultivar and rootstock. *Journal of Plant Nutrition*, 15(5): 605-619.
- Tuckey H. B., Langston R., Cline R. A., 1962: Influence of rootstock, badystock, and interstock on the nutrient content of apple foliage. *Proc. Amr. Soc. Hort. Sci.* 80: 73-78.
- Webster D. H., 1980: Mineral composition of apple fruits. Relationships between and within peel, cortex and whole fruit samples. *Can. J. Plant Sci.* 61: 73-85 (Jan. 1981).
- Walker D. R., Mason D. D., 1960: Nutritional status of apple orchards in Nord Carolina. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75, 22-31.
- Zavalloni C., Marangoni B., Tagliavini M., Scudalleri D., 2001 Dynamics of Uptake of Calcium, Potassium, and Magnesium Into Apple Fruit in High Density Planting. *Acta Horticulturae* (564): 113-121.

Adresa autora - Author's address:

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

Doc. dr. sc. Krunoslav Dugalić
Poljoprivredni institut Osijek,
Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

Marko Dropulić, dipl. ing.
Tea Presečki, dipl. ing.
Milena Andrišić, dipl. ing.
Ivana Zegnel, dipl. ing.
Sanela Lacković, dipl. ing.
Hrvoje Hefer, dipl. ing.
Doc. dr. sc. Silvio Šimon
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu
31000 Osijek