

Utjecaj folijarne gnojidbe dušikom, kalijem i borom na razinu i sezonsku promjenjivost koncentracija dušika, kalija i bora u plodu masline sorte Oblica

Influence of foliar nutrition with nitrogen, potassium and boron
on the level and seasonal changes of nitrogen, potassium
and boron concentrations in the olive fruits
cv. Oblica

Slavko Perica, Zlatko Čmelik

SAŽETAK

Istraživan je utjecaj folijarne primjene dušika, kalija i bora na razinu i dinamiku koncentracije dušika, kalija i bora u plodu masline sorte Oblica. Koncentracija dušika i kalija u plodu postupno se povećavala do razdoblja dozrijevanja, a razlike pod utjecajem folijarne primjene nisu bile statistički opravdane. Koncentracija kalija u lišću se postupno povećavala do razdoblja dozrijevanja plodova. Folijarna primjena bora odrazila se na signifikantno povećanje njegove koncentracije u plodu. Utvrđena je signifikantna korelacija između sadržaja kalija i ulja u plodu.

Ključne riječi: plodovi masline, folijarna ishrana, dušik, kalij, bor

ABSTRACT

Influence of foliar nutrition with nitrogen, potassium and boron in comparison with untreated control trees on the level and seasonal changes of nitrogen, potassium and boron in the olive fruits cv. Oblica was observed over the growing season. The concentration of nitrogen and potassium in the fruit was gradually rising during the growing period until the time of fruit ripening, but the differences caused by foliar application of N, K and B were not significant. Foliar application of boron caused significantly higher fruit boron content. Significant positive correlation between oil and potassium content in the fruit was observed.

Key words: olive fruits, foliar nutrition, nitrogen, potassium, boron

1. UVOD

Analiza biljnog materijala je vrlo korisna u dijagnosticiranju specifičnih problema hranidbe, kao i za praćenje djelotvornosti gnojidbenog programa (Robinson, 1986; Greenham, 1976). Litaraturni podaci pokazuju da je pozornost istraživača ove problematike u većoj mjeri bila usmjerena na definiranje prikladnog roka i načina uzimanja uzoraka (Jones, 1985), te standardiziranja procedura koje bi omogućile realnu procjenu stanja opskrbljenosti maslina pojedinim biogenim elementima, a u svrhu pravilnog planiranja gnojidbe maslina. Takve standarde, na osnovi drugih radova (Chapman, 1966; Childers, 1966; Beutel et al., 1983) za list masline navodi Fernandez-Escobar (1997). Pri tom je uočljivo da je mineralna hranidba masline, imajući u vidu njezinu rasprostranjenost, ipak relativno malo istraživana.

Pozornost istraživača uglavnom je usmjerena na list, a značajno manje na druge biljne dijelove, pa tako i na plod. Deidda (1968) u svom radu navodi podatke o nakuljanju kalija u plodu, čija se količina tijekom rasta ploda do dozrijevanja gotovo učtvostručila. Prema nalazima Sanches-Raya et al. (1979) kalij se može translocirati iz lišća u plodove čak i pri niskoj razini kalija u lišću. Isti autori navode da je u uvjetima deficita kalija postojala izravna veza između rasta ploda i akumulacije ulja i kalija. Androulakis (1987) navodi da se koncentracija dušika u plodu neznatno razlikovala od koncentracije u listu, dok Fernandez-Diaz (1971) nalazi nisku razinu dušika u plodu masline tijekom cijelog razvoja ploda. Proučavajući problem bora Hass (1945, cit. Hartmann et al., 1966) je našao 4 ppm bora u plodu masline s deficitarnih stabala, a 20 ppm i više u plodovima sa zdravih stabala.

U ovom radu su prikazani rezultati analize sezonskih promjena koncentracije i sadržaja dušika, kalija i bora u plodu, kao i informacije o učinku hranidbe dušikom, kalijem i borom na navedene promjene.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanja su obavljena u masliniku sorte Oblica na otoku Braču. Maslinik je smješten na blagoj sjevernoj padini na antropogenom terasiranom tlu posmeđene crvenice na vapnencu. Maslinik je podignut dvadesetih godina dvadesetog stoljeća (razmak sadnje 7-8 m), a obnovljen je 1983. godine uklanjanjem nadzemnog dijela u visini korijenovog vrata. Nakon obnove nasada redovito su provedeni standardni uzgojni zahvati (gnojidba NPK gnojivima, prihranjivanje KAN-om, tlo u nasadu je održavano bez biljnog pokrivača).

Za istraživanja, koja su provedena tijekom 2 godine (1993-94.), odabrano je 40 stabala ujednačenog izgleda i veličine, pri čemu je svako stablo predstavljalo jedno ponavljanje u pokusu. Pokus je osmišljen kao slučajni blok raspored faktora folijarne gnojidbe s dušikom, kalijem i borom. Kombinacijom ova tri faktora s po dije razine (sa i bez primjene) dobiveno je osam tretmana: 1. $N_0K_0B_0$, 2. $N_1K_0B_0$, 3. $N_0K_1B_0$, 4. $N_0K_0B_1$, 5. $N_1K_1B_0$, 6. $N_1K_0B_1$, 7. $N_0K_1B_1$, 8. $N_1K_1B_1$. Hraniva su primijenjena u obliku ureje (2%), kalijeva nitrata (2%) i solubora (0,5%) uz dodatak komercijalnog okvašivača. Tretmani su obavljani dva puta u razmaku od 10-ak dana (1993. god. 1. i 13. srpnja, a 1994. god. 28. lipnja i 11. srpnja), a svako stablo je prskano do ocijeđivanja otopine s lišća.

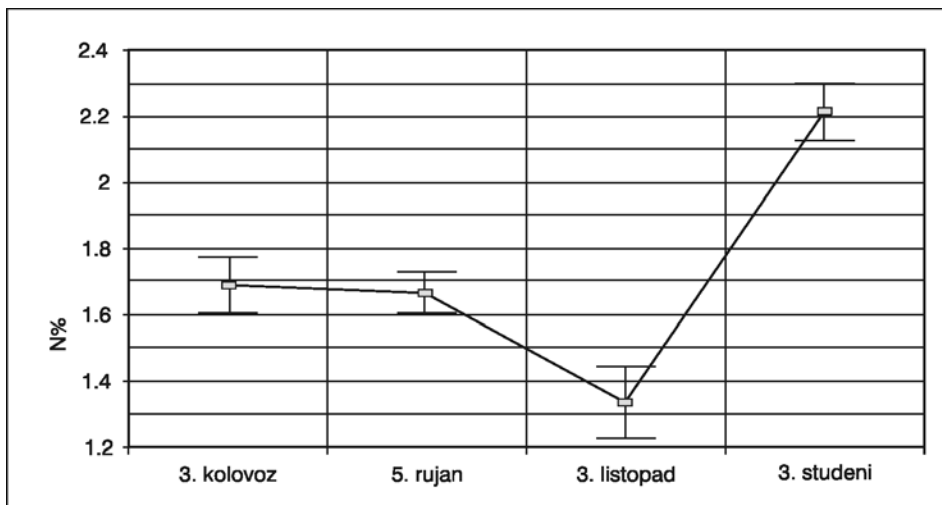
Za analize su uzimani uzorci od 25 slučajno odabranih plodova sa svakog stabla. Uzorci su uzimani u mjesečnim intervalima od srpnja do studenoga. Ulje je ekstrahirano iz mesa ploda, te je sadržaj mineralnih elemenata utvrđen u odmašćenim uzorcima. U uzorcima ploda sadržaj dušika je određen metodom po Kjeldahlu (Tecator Kjeltex System 1026), sadržaj kalija plamenom fotometrijom (Flapho 4 Carl Zeiss), a bora kolorimetrijski (metoda Kitson i Mellon, po Chapman i Prattu, 1982) na spektrofotometru Carl Zeiss.

Dobiveni podaci obrađeni su dvosmjernom analizom varijance, te tablično i grafički predočeni.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

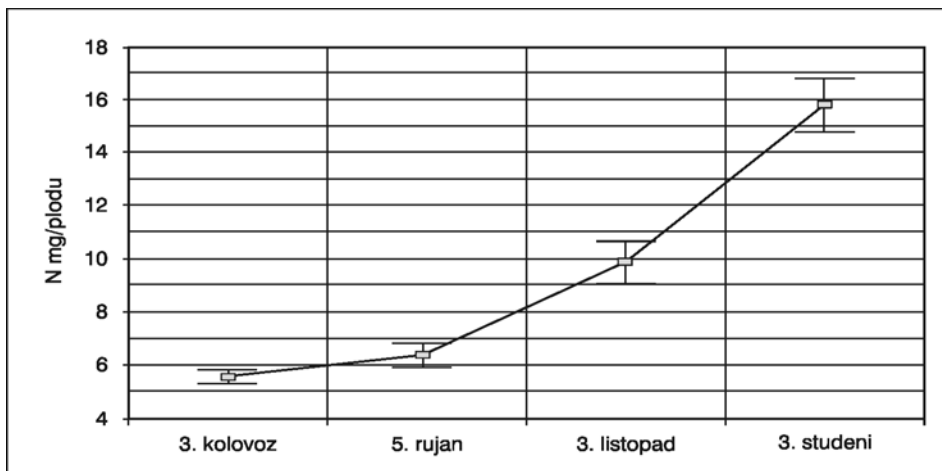
3.1. Sezonska promjenjivost razine N, K i B u plodu

Značajne promjene u mineralnom sastavu ploda masline opažene su kod dušika (Graf. 1. i 2.), kalija (Graf. 3. i 4.), te kod bora (Graf. 5. i 6.). Uspoređujući sezonske promjene koncentracija u odmašćenoj suhoj tvari ploda sa sadržajem, odnosno s akumulacijom pojedinog elementa u prosječnom plodu, vidljive su razlike u prvom redu u razdoblju od rujna do listopada. U tom razdoblju uočen je zastoj u koncentraciji kalija, odnosno pad koncentracije dušika i bora u plodu. Nasuprot tomu, vidljivo je da se u tom razdoblju radi o jednako intenzivnom nakupljanju hraniva u plodu što se podudara s nakupljanjem suhe tvari ploda (Perica, 1996). Osim navedenog, utvrđena je signifikantna korelacija između sadržaja kalija i ulja u plodu (Graf. 7.).



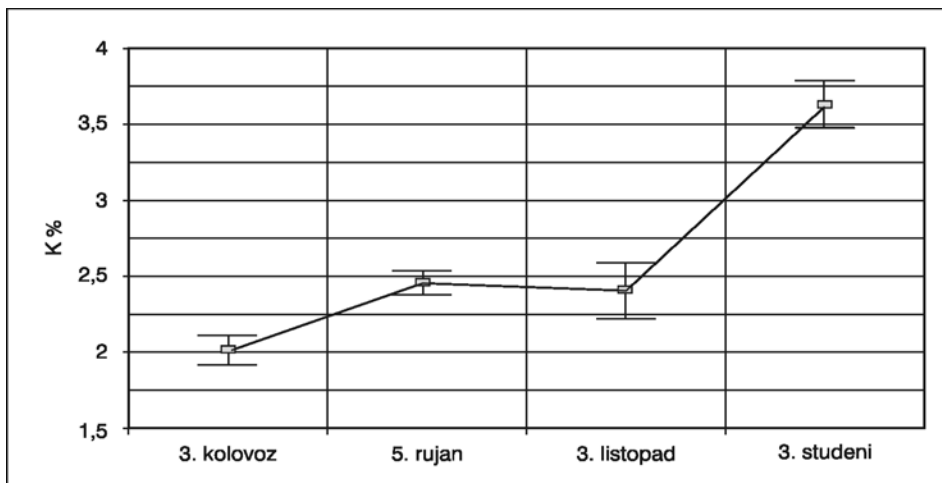
Graf. 1. Promjenjivost koncentracije dušika u plodu masline (N% u odmašćenoj suhoj tvari) u razdoblju od kolovoza do studenog (okomite crtice označavaju standardnu pogrešku)

Graph 1. Seasonal changes of nitrogen concentration in defatted olive fruit (N% in dry matter) in the period August-November (vertical bars indicate standard errors)



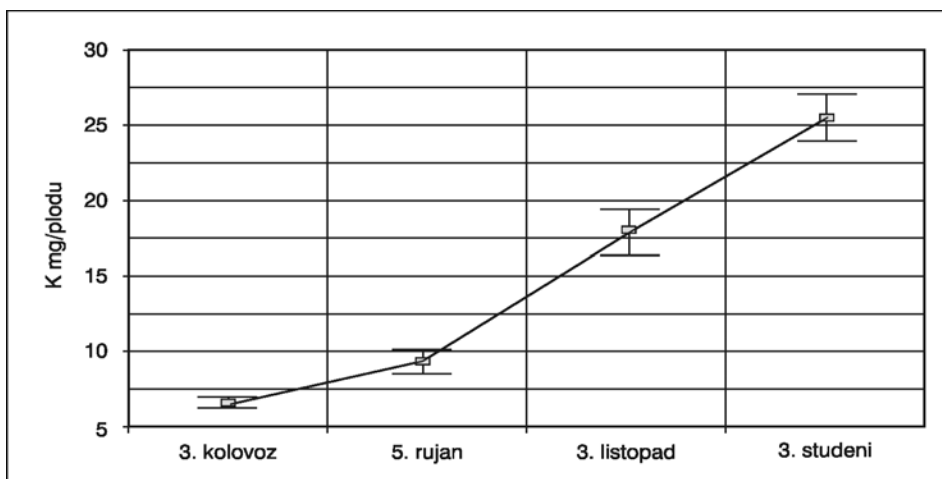
Graf. 2. Nakupljanje dušika u plodu masline (N mg/plod) u razdoblju od kolovoza do studenog (okomite crtice označavaju standardnu pogrešku)

Graph 2. Nitrogen accumulation in the olive fruit (N mg/fruit) in the period August-November (vertical bars indicate standard errors)



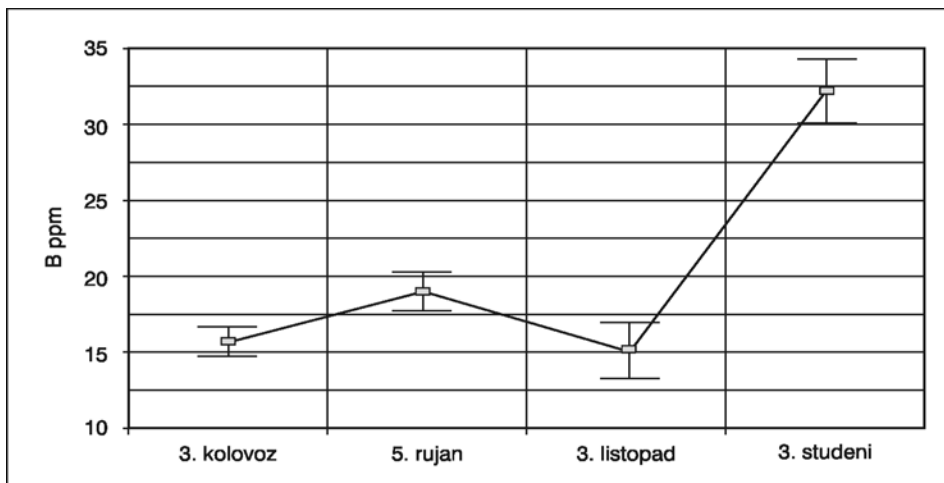
Graf. 3. Promjenjivost koncentracije kalija u plodu masline (K% u odmašćenoj suhoj tvari) u razdoblju od kolovoza do studenog (okomite crtice označavaju standardnu pogrešku)

Graph 3. Seasonal changes of potassium concentration in defatted olive fruit (K% in dry matter) in the period August-November (vertical bars indicate standard errors)



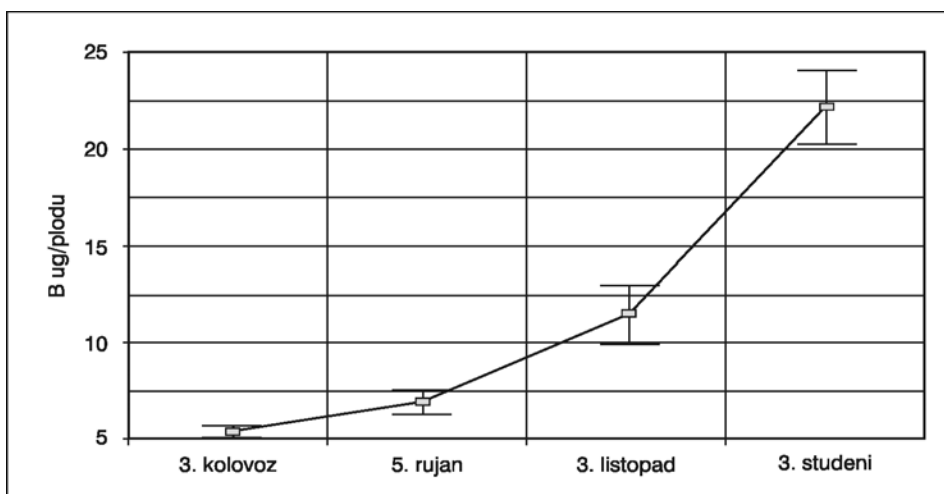
Graf. 4. Nakupljanje kalija u plodu masline (K mg/plod) u razdoblju od kolovoza do studenog (okomite crtice označavaju standardnu pogrešku)

Graph 4. Potassium accumulation in the olive fruit (K mg/fruit) in the period August-November (vertical bars indicate standard errors)



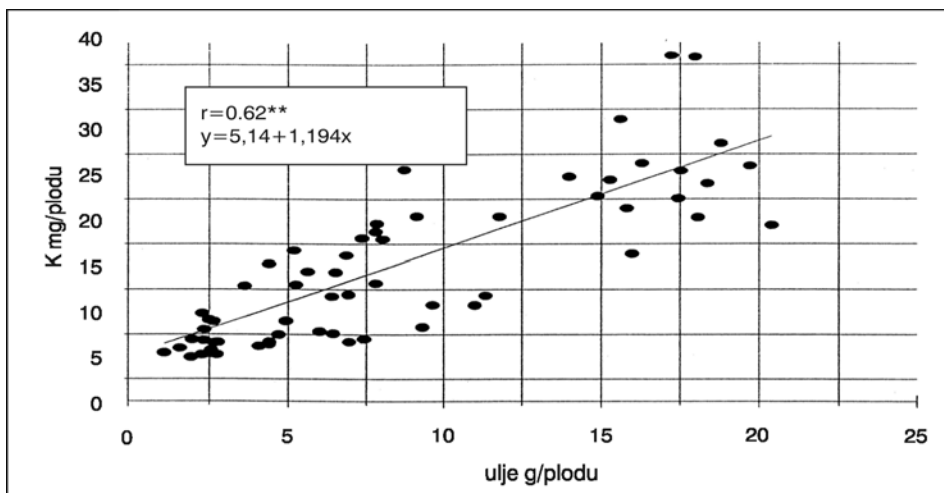
Graf. 5. Promjenjivost koncentracije bora u plodu masline (ppm u odmašćenoj suhoj tvari) u razdoblju od kolovoza do studenog (okomite crtice označavaju standardnu pogrešku)

Graph 5. Seasonal changes of boron concentration in defatted olive fruit (ppm in dry matter) in the period August-November (vertical bars indicate standard errors)



Graf. 6. Nakupljanje bora u plodu masline (B µg/plod) u razdoblju od kolovoza do studenog (okomite crtice označavaju standardnu pogrešku)

Graph 6. Boron accumulation in the olive fruit (B µg/fruit) in the period August-November (vertical bars indicate standard errors)



Graf. 7. Odnos između sadržaja kalija i ulja u plodu

Graph 7. Correlation between potassium and oil content in the olive fruit

3.2. Učinak folijarne primjene N, K i B na razine koncentracija N, K i B u plodu

3.2.1. Razina dušika u odnosu na primjenu N, K i B

Razina dušika u plodu masline varirala je pod utjecajem zahvata u pokusu, ali učinak primijenjenog dušika na razinu dušika u plodu (Tab. 1.) nije bio tako izražen i dugotrajan kao što je bio učinak primjene dušika na koncentraciju N

Tablica 1. Prosječna koncentracija dušika (%) u plodu masline u razdoblju od kolovoza do studenog s dušikom netretiranih (N_0) i dušikom tretiranih stabala (N_1), kalijem netretiranih (K_0) i kalijem tretiranih stabala (K_1), te borom netretiranih (B_0) i borom tretiranih stabala (B_1)

Table 1. Average nitrogen concentration (%) in the olive fruits in the period from August until November in the treatments without nitrogen (N_0) and with nitrogen (N_1), in the treatments without potassium (K_0) and with potassium (K_1), and in the treatments without (B_0) boron and with boron (B_1)

	N_0	N_1	Razlika	K_0	K_1	Razlika	B_0	B_1	Razlika
Kolovoz	1,64	1,69	n.s.	1,53	1,79	n.s.	1,66	1,66	n.s.
Rujan	1,69	1,79	n.s.	1,61	1,88	0,274*	1,77	1,72	n.s.
Listopad	1,10	1,27	0,169**	1,15	1,22	0,076*	1,19	1,18	n.s.
Studen	2,10	2,12	n.s.	2,08	2,14	n.s.	2,22	2,01	n.s.

u listu masline (Perica i Čmelik, 2007). Već od prvog uzorkovanja ploda (mjesec dana nakon primjene hraniva) primijećena je određena, ali ne i signifikantna razlika među pojedinim tretmanima (Tab. 1.). Visoko signifikantna razlika u koncentraciji dušika između dušikom tretiranih i dušikom netretiranih stabala pokazala se tijekom listopada, tri mjeseca nakon primjene hraniva (Tab. 2.). Primjena kalijevog gnojiva je također pozitivno utjecala na razinu dušika u plodu.

Tablica 2. Koncentracija dušika (%) u plodu masline u listopadu u ovisnosti o gnojidbenim tretmanima

Table 2. Fruit nitrogen concentration (%) in November in relation to the applied fertilization treatments

	N ₀ K ₀ B ₀	N ₀ K ₀ B ₁	N ₀ K ₁ B ₀	N ₀ K ₁ B ₁	N ₁ K ₀ B ₀	N ₁ K ₀ B ₁	N ₁ K ₁ B ₀	N ₁ K ₁ B ₁
N (%)	1,05	1,04	1,16	1,16	1,29	1,21	1,25	1,33
P=0,05	c	c	bc	bc	a	ab	ab	a

Ista slova znače da nema statistički značajnih razlika (P=0.05)

Means followed by the same letters are not statistically different (P=0.05)

3.2.2. Razina kalija u odnosu na primjenu N, K i B

Rezultati analiza kalija u plodu masline pokazali su da kalij nije signifikantno varirao u odnosu na primijenjene zahvate (Tab. 3.), što je razumljivo s obzirom na relativno malu količinu dodanog kalija u odnosu na visoku razinu kalija u plodu.

Tablica 3. Prosječna koncentracija kalija (%) u plodu masline u razdoblju od kolovoza do studenog s dušikom netretiranih (N₀) i dušikom tretiranih stabala (N₁), kalijem netretiranih (K₀) i kalijem tretiranih stabala (K₁), te borom netretiranih (B₀) i borom tretiranih stabala (B₁)

Table 3. Average potassium concentration (%) in the olive fruits in the period from August until November in the treatments without nitrogen (N₀) and with nitrogen (N₁), in the treatments without potassium (K₀) and with potassium (K₁), and in the treatments without (B₀) boron and with boron (B₁)

	N ₀	N ₁	Razlika	K ₀	K ₁	Razlika	B ₀	B ₁	Razlika
Kolovoz	2,06	1,95	n.s.	1,98	2,02	n.s.	2,01	1,99	n.s.
Rujan	2,65	2,52	n.s.	2,52	2,65	n.s.	2,62	2,54	n.s.
Listopad	2,05	2,06	n.s.	2,05	2,07	n.s.	2,05	2,07	n.s.
Studen	3,64	3,20	n.s.	3,52	3,32	n.s.	3,64	3,20	n.s.

3.2.3. Razina bora u odnosu na primjenu N, K i B

Primjena bora snažno je utjecala na razinu bora u plodu masline (Tablica 4.). Ovaj učinak bio je visokosignifikantan tijekom cijelog razvoja ploda. Tako je u kolovozu koncentracija bora u plodu borom tretiranih stabala masline bila 138% veća od koncentracije bora u plodu borom netretiranih stabala. U rujnu je ovo povećanje iznosilo 108%, u listopadu 107%, a kod posljednjeg uzorkovanja u studenom 89,5%. Tijekom sezone primjena kalija nije pokazala izraziti učinak na razinu bora u plodu. Nasuprot tomu, primjena dušika je depresivno utjecala na razinu bora u plodu (Tablica 4. i 5.).

Tablica 4. Prosječna koncentracija bora (ppm) u plodu masline u razdoblju od kolovoza do studenog s dušikom netretiranih (N_0) i dušikom tretiranih stabala (N_1), kalijem netretiranih (K_0) i kalijem tretiranih stabala (K_1), te borom netretiranih (B_0) i borom tretiranih stabala (B_1)

Table 4. Average boron concentration (ppm) in the olive fruits in the period from August until November in the treatments without nitrogen (N_0) and with nitrogen (N_1), in the treatments without potassium (K_0) and with potassium (K_1), and in the treatments without (B_0) boron and with boron (B_1)

	N_0	N_1	Razlika	K_0	K_1	Razlika	B_0	B_1	Razlika
Kolovoz	25,9	23,6	n.s.	23,8	25,7	n.s.	14,6	34,9	20,3**
Rujan	32,6	26,0	6,629*	27,4	31,1	n.s.	19,0	39,6	20,7**
Listopad	20,7	19,2	n.s.	18,0	21,9	n.s.	13,0	26,9	13,9**
Studen	51,1	42,7	n.s.	48,0	45,8	n.s.	32,4	61,4	29,0**

Tablica 5. Koncentracija dušika (ppm) u plodu masline u listopadu u ovisnosti o gnojidbenim tretmanima

Table 5. Fruit boron concentration (ppm) in November in relation to the applied fertilization treatments

	$N_0K_0B_0$	$N_0K_0B_1$	$N_0K_1B_0$	$N_0K_1B_1$	$N_1K_0B_0$	$N_1K_0B_1$	$N_1K_1B_0$	$N_1K_1B_1$
N (%)	13,3	20,9	13,2	35,3	11,6	26,2	13,8	25,2
P=0,05	cd	bc	cd	a	d	b	cd	b

Ista slova znače da nema statistički značajnih razlika ($P=0.05$)

Means followed by the same letters are not statistically different ($P=0.05$)

4. RASPRAVA

Sustavna istraživanja mineralne ishrane masline nisu osobito proširena, čemu pridonosi dugovječnost ove voćne vrste, kao i genetička raznolikost sorata i ambijentalnih uvjeta u kojima se različite sorte uzgajaju, što otežava široku primjenu dobivenih rezultata. Čak i kod pažljivog odabira ujednačenih stabala jedne sorte u istim ekološkim uvjetima, interpretacija rezultata, a osobito njihova praktična primjena je posebno delikatan i kompleksan problem kojeg treba svekoliko pratiti i dograđivati novim spoznajama proizašlim iz specifičnih okolnosti.

Tijekom sezone u plodu masline rasla je količina dušika, kalija i bora. Zanimljivo je razdoblje od rujna do listopada koje se manifestira zastojem koncentracije kalija, te padom koncentracije dušika i bora, no i u tom razdoblju hraniva se intenzivno nakupljaju u plodu. Ovo razdoblje se podudara s intenzivnim nakupljanjem pričuvnih tvari u plodu pa praktično dolazi do efekta razrjeđenja, što rezultira nepromijenjenom ili smanjenom koncentracijom pojedinih biogenih elemenata. Tako je primjerice koncentracija dušika u plodu bila redovito niža od koncentracije u listu sve do završne faze razvoja ploda, kada se ovaj omjer bitno mijenja u korist ploda. Naši rezultati su djelomično suglasni nalazima Fernandez-Diaza (1971) koji navodi nisku koncentraciju dušika u plodu masline tijekom cijelog razdoblja razvoja ploda, ali su zato vrlo bliski rezultatima Androulakisa (1987) koji je ustanovio približno jednaku razinu dušika u listu i plodu masline.

Koncentracija kalija u plodu je tijekom cijelog razdoblja razvoja ploda bila značajno veća nego u lišću. Na sličnu pojavu upućuju rezultati drugih istraživača (Deidda, 1968; Gonzales et al., 1973; Sanches-Raya et al., 1979). U našim istraživanjima akumulacija sadržaja kalija u plodu bila je tijekom razvoja ploda vrlo snažna, pa je sadržaj K u plodu od početnih 6 mg/plod u kolovozu narastao do iznad 25 mg/plod u studenome, što ilustrira snagu ploda kao akceptora za kalij, odnosno što implicira značenje kalija u fiziološkim i biokemijskim mijenama u plodu masline tijekom njegovog razvoja i dozrijevanja.

Razina bora u plodu pratila je trend sličan trendu kalija. Rezultati naših istraživanja podudarni su s rezultatima Hassa (1945, cit. Hartmann et al., 1966).

U našim istraživanjima značajna razlika u koncentraciji dušika u plodu očitovala se između dušikom tretiranih i dušikom netretiranih stabala u listopadu (u vrijeme intenzivnog nakupljanja dušika u plodu), odnosno tri mjeseca nakon primjene dušičnih hraniva.

Unatoč utvrđenim pozitivnim utjecajima primjene kalija (Perica, 1996; Perica i Čmelik, 2007) sama razina kalija u plodu masline nije bila pod velikim

utjecajem primijenjene gnojidbe kalijem, što je razumljivo uvažavajući relativno malu dodanu količinu kalija gnojidbom u odnosu na visok sadržaj kalija u plodu i bez gnojidbe kalijem.

Primjena bora značajno je utjecala na razinu bora u plodu masline, pa je koncentracija bora u plodu borom tretiranih stabala bila gotovo redovito 100% veća tijekom cijelog razdoblja rasta ploda. Razina bora u plodu bila je podložna primjeni drugih hraniva, što se posebice očitovalo kod stabala tretiranih dušikom čiji plodovi su sadržavali manje bora.

5. ZAKLJUČCI

Dobiveni rezultati su pokazali:

- koncentracija dušika i kalija u plodu postupno se povećavala do razdoblja dozrijevanja, a razlike pod utjecajem folijarne primjene nisu bile statistički opravdane,
- utvrđena je signifikantna korelacija između sadržaja kalija i ulja u plodu,
- folijarna primjena bora odrazila se na signifikantno povećanje njegove koncentracije u plodu.

6. LITERATURA

- ANDROULAKIS, I. 1987. Studies on growth, flowering and mineral content of leaves of olive (*Olea europaea* L.) in relation to biennial bearing and mineral nutrition in Crete. Ph.D. Thesis, Wye College, U. Of London.
- BEUTEL, J., URIU, K., LILLELAND, O. 1983. Leaf analysis for California deciduous fruits. In: Reisenauer, H.M. (Ed.), Soil and Plant Tissue Testing in California; University of California Bul. 1879 (1983) 15-17.
- CHAPMAN, H. D. (ED.). 1966. Diagnostic Criteria for Plants and Soils. University of California.
- CHILDERS, N.F. (ED.). 1966. Fruit Nutrition. Horticultural Publications, Rutgers University, NJ.
- GREENHAM, D.W.P. 1976. The fertilizer requirements of fruit trees. Proc.Fertil.Soc. 157: 1-32.
- DEIDDA, P. 1968. Osservazioni sull accrescimento delle drupe nell Olivo: variazioni di alcuni macroelementi nelle foglie e nei frutti e andamento dell inolizione. Studi Sassaesi XVI: 501-513.

- FERNANDEZ-DIAZ, M. S. 1971. The Olive. U: The Biochemistry of Fruits and Their Products, Vol 2. Academic Press, London.
- FERNANDEZ-ESCOBAR, R. 1997. Fertilizacion, In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R., Rallo, L. (Eds.), El cultivo del olivo. Mundi-Prensa, Madrid.
- GONZALES, F., CHAVES, M., MAZUELOS, C., TRONCOSO, A. 1973. Aspectos fisiologicos en la nutricion del olivar, variedad „Manzanillo“ de mesa. An.Edaf.Agrobiol. 7-8: 615-634.
- HARTMANN, H. T., URIU, K., LILLELAND, O. 1966. Olive nutrition. U: Fruit Nutrition. Childers,N.F. (Ed). Horticultural Publications Rutgers-The State Univ. New Brunswick,N.J.
- JONES, J. B. 1985. Soil testing and plant analysis: guides to the fertilization of horticultural crops. Hort. Rev. 7:1:68.
- PERICA, S. 1996. Utjecaj folijarne gnojidbe dušikom, kalijem i borom na razinu ishranjenosti, vegetativnu i generativnu aktivnost masline. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb,1996.
- PERICA, S., ČMELIK, Z. 2007. Utjecaj folijarne gnojidbe dušikom, kalijem i borom na razinu i sezonsku promjenjivost koncentracija dušika, kalija i bora u lišću masline sorte Oblica. Pomologia Croatica 13: 63-76.
- ROBINSON, J. B. 1986. Tree mineral nutrition. Acta Hort. 175: 163-172.
- SANCHEZ-RAYA, J., DONAIRE, J. P., GOMEZ, M., LEAL, A. 1979. Dinamica interna del potasio durante el proceso de frutification del olivo. Agrochimica 2: 128-133.

Adrese autora

Dr. sc. Slavko Perica
Institut za jadranske kulture i
melioraciju krša u Splitu
Put Duilova 11
21000 Split

Primljeno – Received: 26.11.2007.

Prof. dr. sc. Zlatko Čmelik
Zavod za voćarstvo, Agronomski
fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
10000 Zagreb