

ISSN 0370-0291, UDC 63



acs

CROATIA

**AGRICULTURAE
CONSPECTUS
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA
ZNANSTVENA
SMOTRA**

VOLUMEN 63 BROJ 4 1998

<http://www.agr.hr/smotra/>

Seasonal Changes in Potassium Concentration of Bearing Plum Shoots

Z. ČMELIK

SUMMARY

Seasonal changes of K concentration in particular parts of plum shoots cv. Bistrica (bark, wood, buds, leaves and fruits) were observed over two growing seasons. There were two variants in the investigation: control trees, grown in grass without regular pruning or fertilization and the experimental treatment, in which the trees were under improved management.

The biggest change in K concentration occurred in the vegetative and generative buds in the period from the beginning of vegetation until the end of blooming. During this period K concentration was increasing and reached a maximum value at full blooming. Potassium concentration in the wood and bark of the previous year shoots slightly declined in the period from the beginning of vegetation to phenophase white heads and then significantly rose to the time of shoot growth cessation. After that, potassium concentration in the bark appreciably declined to the period of fruit ripening, and slightly increased to the end of vegetation. In the same period potassium concentration in wood tissue successively decreased.

A sharp fall in K concentration occurred in the bark and wood of the new growth from the period when the shoot growth ceased to the end of August when it reached its minimum and then gradually rose to the end of vegetation.

The concentration of K in the leaf blade increased to the middle of vegetation and after that decreased to leaf fall. In the petiole potassium concentration was the highest at the time of new shoot growth cessation in May, and then decreased smoothly to leaf fall.

Potassium concentration in whole fruits was the highest in the period when terminal shoots stopped growing. After that, potassium concentration rapidly declined to the middle of the June, and then decreased proportionally to the time of fruit ripening.

The investigation showed that management had no effect on the seasonal tendency and had a little effect on K concentration level. Potassium concentration in leaf blade of control was significantly greater.

KEY WORDS

***Prunus domestica*, cultivar Bistrica, mineral nutrition, potassium, orchard management**

E-mail: zcmelik@agr.hr
Department of Pomology
Faculty of Agriculture University of Zagreb
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia
Received: September 7, 1998

Sezonske promjene koncentracije kalija u rodnim izbojima šljive

Z. ČMELIK

SAŽETAK

Promjene koncentracije K u pojedinim dijelovima rodnih izboja šljive Bistrice (drvo, kora, pupovi, listovi i plodovi) praćene su tijekom dvije vegetacije. U pokusu su bile dvije varijante: kontrola, u kojoj nije obavljena obrada tla, gnojidba i rezidba, i eksperimentalna varijanta uz primjenu agrotehničkih i pomotehničkih zahvata.

Najveće promjene koncentracije K utvrđene su u vegetativnim i generativnim pupovima u periodu od početka vegetacije do završetka cvatnje. U tom periodu koncentracija K se povećavala i dostigla najveću razinu u punoj cvatnji.

Koncentracija K u drvu i kori rodnih izboja neznatno se smanjila do fenofaze bijela glavica, a zatim je uslijedio jači rast do prestanka rasta mladica. Nakon toga koncentracija K u kori je značajno opadala do sazrijevanja plodova, da bi se potom povećavala do perioda mirovanja. Koncentracija K u drvu u istom razdoblju je postupno opadala.

U drvu i kori mladica najveća koncentracija K bila je u vrijeme prestanka njihovog rasta, zatim je uslijedio jači pad do očvršćavanja endokarpa ploda. Od tada do sazrijevanja plodova zabilježen je laganiji pad koncentracije K, a zatim je uslijedio neznatan rast do konca vegetacije.

Koncentracija K u plojkama lišća povećavala se do sredine vegetacije, a zatim je opadala. U peteljkama lišća bila je najveća u periodu prestanka rasta mladica u dužinu a zatim je do konca vegetacije postupno opadala.

U plodovima je koncentracija K bila najveća u periodu prestanka rasta mladica, značajno se smanjila do perioda očvršćavanja koštica, a zatim je proporcionalno opadala sve do sazrijevanja plodova.

Istraživanja su pokazala da primjenjeni zahvati nisu utjecali na dinamiku, a neznatno na razinu koncentracije kalija. Razlike među varijantama pokusa očitovale su se jedino u plojci lista, pri čemu je veća koncentracija kalija bila u kontrolnoj varijanti.

KLJUČNE RIJEČI

***Prunus domestica*, sorta Bistrica, mineralna hranidba, kalij, sustav održavanja voćnjaka**

E-mail: zcmelik@agr.hr
Zavod za voćarstvo
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Primljeno: 25. rujna 1998.

UVOD

Istraživanje sezonske dinamike i razine koncentracije biogenih elemenata u pojedinim organima voćaka ima veliko teorijsko i praktično značenje. Ovakva istraživanja pridonose spoznaji o apsorpciji i distribuciji pojedinih elemenata, te omogućuju utvrđivanje kvantitativnih odnosa između apsorbiranih hraniva, rasta i rodnosti. Međutim, mnogi čimbenici utječu na ove procese, među kojima su brojni međuovisni, što dodatno otežava interpretaciju i primjenu dobivenih rezultata. To je i razlog što je ova problematika bila predmet brojnih istraživanja, a i dalje se obavljaju istraživanja koja s različitih aspekata razjašnjavaju problem mineralne hranidbe voćaka. Pri tom je uočljivo da je mineralna hranidba šljive, imajući u vidu njezinu rasprostranjenost, relativno malo istraživana.

Koncentracija pojedinih elemenata u različitim organima voćaka tijekom vegetacije mijenja se u ovisnosti od različitih čimbenika. Dok je koncentracija pojedinih elemenata visoka u mladim organima i tijekom rasta se smanjuje zbog razrjeđivanja izazvanog akumuliranjem suhe tvari, sasvim je drugačija dinamika koncentracije drugih elemenata. Glavnina istraživanja sezonske dinamike i razine koncentracije mineralnih elemenata odnosi se na list (Rees, 1958; Hansen et al., 1982; Hudská i Kloutvorová, 1983; Čmelik et al., 1986; Sánchez-Alfonso i Lachica, 1987; Čmelik, 1988) i plod (Pantelić, 1968; Paunović et al., 1968; Majstorović i Pantelić, 1972; Bulatović-Danilovich, 1981; Čmelik i Mičić, 1988) različitih sorti šljive, dok su trajni organi manje obuhvaćeni (Pantelić i Majstorović, 1975; Lučić i Čmelik, 1982; Weinbaum et al., 1994; Čmelik, 1997). Veći broj istraživanja ukazuje na interakciju gnojidbe, koncentracije pojedinih elemenata u organima šljive i priroda (Bould i Ingram, 1974; Klossowski et al., 1977/78; Makosz et al., 1979; Stoilov i Vitanova, 1979; Vitanova, 1984; Milošević, 1991; Dhillon i Bal, 1990). Pri tom se navodi da kalij zajedno s dušikom izravno utječe na veličinu priroda i kakvoću plodova (Kwong, 1973; Ryugo et al., 1977; Makosz et al., 1979; Hansen et al., 1982; Vitanova, 1984). Spoznaja da između koncentracije K u listu i priroda postoji izravna korelacija navela je brojne istraživače da utvrde standarde za koncentraciju K, odnosno da utvrde interval koncentracije K u listu unutar koga će se fiziološki i biokemijski procesi normalno odvijati. Takvi standardi navode se za različite uvjete uzgoja i za različite sorte šljive (Stebbins, 1967; Bould i Ingram, 1974; Leece, 1975; Taylor, 1977; Wills et al., 1983; Vitanova, 1982).

Southwick et al. (1996) navode da u godinama s malim prirodom na tlima s vrlo niskim sadržajem K koncentracija K u listu može biti iznad kritične razine, dok se u godinama s obilnim rodnom javljaju karakteristični simptomi akutnog nedostatka K (kloroza, palež, prijevremeno otpadanje lišća i plodova, odumiranje grana). Visoka rodnost voćaka uvjetuje slabiji rast korijena (Head, 1969; Glenn i Welker, 1993), što je posljedica drugačije distribucije organskih i mineralnih tvari u organima obilno rodni i stabala bez roda. O

razlikama u koncentraciji hraniva u rodni i stablima bez plodova izvješćuju nas Ryugo et al. (1977), Hansen et al. (1982), te Weinbaum et al. (1994). Weinbaum et al. (1994) navode podatke o sadržaju i distribuciji pojedinih hraniva (posebice N i K) u rodni stablima i stablima s kojih je plod odstranjen za vrijeme treće faze rasta i dozrijevanja ploda šljive, ali ne navode detaljne podatke o kretanju koncentracije K.

Cilj istraživanja bio je da se utvrde sezonske promjene koncentracije K u pojedinim dijelovima rodni izboja šljive i time pridonese razjašnjavanju problema hranidbe šljive kalijem.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena sa sortom Bistricom (*Prunus domestica* L.) cijepljenom na izdanku domaće šljive, posađenom na razmaku 5 x 6 m, uzgajanom u obliku popravljene piramide, u punoj rodnosti (stabla stara 17 godina). Voćnjak je duži niz godina ekstenzivno održavan.

Tlo na kojem je posađen voćnjak pripada skupini manje prikladnih za intezivan uzgoj voćaka. Na to ukazuju nepovoljne fizikalne osobine, a posebno specifična masa i ukupna poroznost (Tab. 1.), te nizak sadržaj organske tvari i fosfora, a naročito u slojevima dubljim od 20 cm (Tab. 2.).

Za pokus su odabrana stabla slične bujnosti (prema promjeru debla). Pokus je postavljen po metodi randomiziranog bloka u tri ponavljanja s po 20 stabala. U pokusu su bile dvije varijante: 1) kontrola, koja je ustvari činila nastavak ranijeg ekstenzivnog sustava održavanja – trava u voćnjaku se kosi, a u krošnji se osim uklanjanja suhih grana nikakvi pomotehnički zahvati ne primjenjuju i 2) poboljšani sustav održavanja. U varijanti poboljšani sustav održavanja u prvoj godini obavljeno je prorjeđivanje krošnje rezidbom suvišnih skeletnih grana, gnojenje stajnjakom (33 t/ha) i NPK gnojivom (66 kg N, 200 kg P i 133 kg K/ha), oranje i frezanje tla poslije gnojidbe. Nakon cvatnje voćke su prihranjene s 54 kg N/ha (KAN). Tlo je održavano bez biljnog pokrivača. Tijekom druge i treće godine primjenjeni su isti zahvati uz ispuštanje gnojidbe stajnjakom, a rezidba se sastojala samo od prorjeđivanja rodni izbojaka.

Za analize su uzimani vršni rodni izbojci. Uzorci su uzimani 12 puta tijekom godine u obadvije varijante istovremeno. Sa svakog stabla uzimano je 3-5 izbojaka, tako da je prosječni uzorak po ponavljanju sadržavao 60-100 izbojaka. Uzorci su uzimani u sljedećim etapama razvoja i fenofazama: vidljive stanice tapetuma s dvije jezgre u anterama, povećane materinske stanice polena, tetrade, zelene glavice, bijele glavice, puna cvatnja, prestanak rasta u dužinu terminalnih mladica, očvršćavanje koštice ploda, početak diferenciranja cvjetne osi u generativnim pupovima, sazrijevanje plodova, početak otpadanja listova (oko 15%) i u mirovanja (odmah nakon otpadanja listova).

Tablica 1. Fizičke osobine tla
Table 1. Physical characteristics of the soil

Dubina Depth (cm)	% čestica s promjerom % of soil particles with diameters (mm)			Specifična masa Bulk density (g/cm ³)	Ukupna poroznost Total pore space (%)
	2-0.2	0.2-0.002	<0.002		
0-20	14	59	27	1.20	54
20-40	17	49	34	1.44	42
40-60	8	42	50	1.53	31

Tablica 2. Kemijske osobine tla
Table 2. Chemical characteristics of the soil

Dubina Depth (cm)	pH u KCl pH in KCl	Organska tvar Organic matter (%)	P ₂ O ₅ mg/100 g tla mg/100 g soil	K ₂ O mg/100 g tla mg/100 g soil
0-20	5.8	1.97	2.72	31.75
20-40	5.5	0.54	2.42	16.53
40-60	5.5	0.27	1.65	16.17

Uzanci su oprani vodovodnom i destiliranom vodom i podijeljeni: a) do pune cvatnje na: drvo, koru, vegetativne i generativne pupove; b) poslije toga na rodne izbojke iz prethodne vegetacije, mladice i plodove. Prošlogodišnji izbojci podijeljeni su na drvo i koru, a mladice na drvo, koru, list - plojku i peteljke lista. Plod je analiziran čitav.

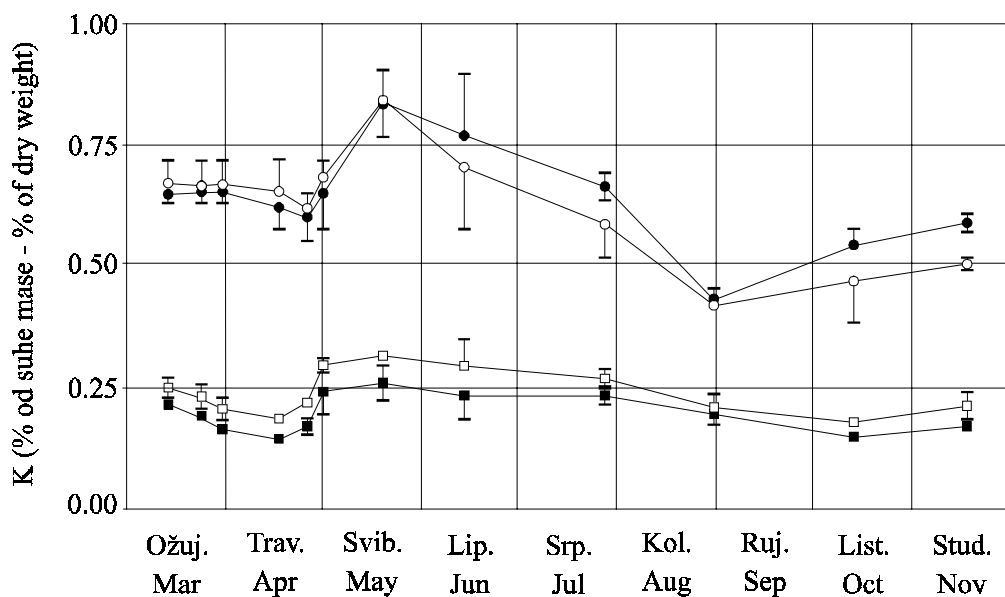
Koncentracija kalija utvrđena je plamenom fotometrijom.

U ovom su radu prikazani prosječni rezultati za drugu i treću godinu istraživanja. Rezultati za prvu godinu nisu uključeni jer je kasni proljetni mraz oštetio cvjetove i u toj godini nije bilo roda.

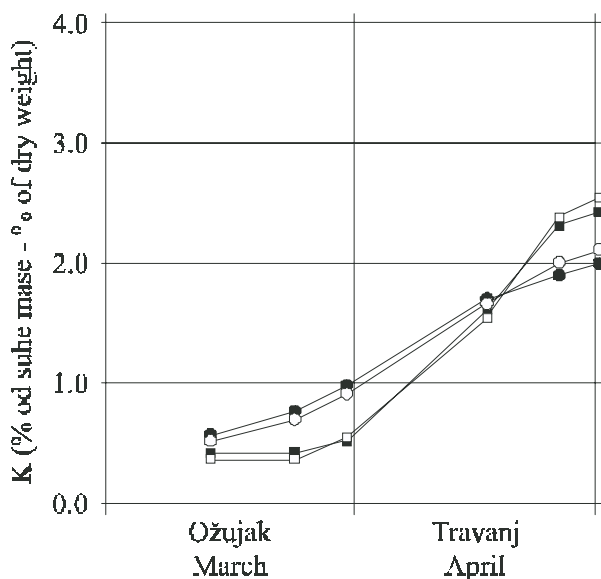
REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Sezonske promjene koncentracije kalija u kori i drvu rodnih izbojaka

Koncentracija kalija u kori rodnih izbojaka (Graf. 1.) od početka vegetacije do fenofaze zelena glavica neznatno se smanjivala, a zatim je uslijedilo značajno povećanje tijekom intenzivnog rasta mladica. Nakon prestanka rasta mladica u dužinu izražena je tendencija opadanja koncentracije K koja se završava dozrijevanjem plodova, a potom slijedi lagano povećavanje do perioda zimskog mirovanja. Dinamika koncentracije kalija u kori rodnih izbojaka bila je vrlo slična u obadvije varijante.



Graf. 1. Sezonske promjene koncentracije K u drvu i kori rodnih izbojaka
kora: ○ kontrola, ● poboljšani sustav održavanja, **drvo:** □ kontrola, ■ poboljšani sustav održavanja
Graph 1. Seasonal changes of K concentration in bark and wood tissue of fertile twigs
bark: ○ control, ● improved management, **wood:** □ control, ■ improved management



Graf. 2. Sezonske promjene koncentracije K u generativnim i vegetativnim pupovima
generativni: ○ kontrola, ● poboljšani sustav održavanja
vegetativni: □ kontrola, ■ poboljšani sustav održavanja
Graph 2. Seasonal changes of K concentration in generative and vegetative buds
gen. bud: ○ control, ● improved management
veg. bud: □ control, ■ improved management

Veće promjene koncentracije kalija u drvu rodni izbojaka (Graf. 1.) desile su se u periodu od početka vegetacije do cvatnje. Tijekom svibnja, lipnja i srpnja koncentracija K je ostala stabilna, a nakon toga neznatno se smanjila. Kretanje koncentracije kalija pratilo je sličnu tendenciju u obadvije varijante.

Sezonske promjene koncentracije kalija u vegetativnim i generativnim pupovima

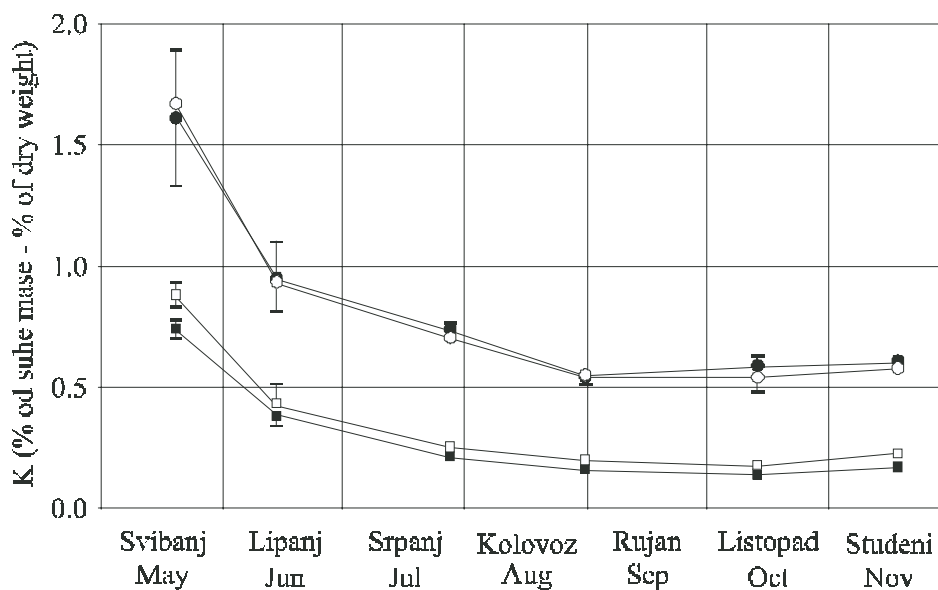
Dok je koncentracija kalija u drvu i kori rodni izbojaka do cvatnje opadala, u vegetativnim i generativnim pupovima se povećavala (Graf. 2.). Koncentracija kalija u generativnim pupovima se proporcionalno povećavala tijekom mikrosporogeneze i najveću je razinu dostigla u fenofazi puna cvatnja. U vegetativnim pupovima nagli porast koncentracije kalija utvrđen je praktično nakon završetka procesa mikrosporogeneze, odnosno od perioda formiranih tetrada u anterama, a najveća koncentracija utvrđena je u punoj cvatnji. Razlike među varijantama pokusa bile su vrlo male.

Sezonske promjene koncentracije kalija u kori i drvu mladica

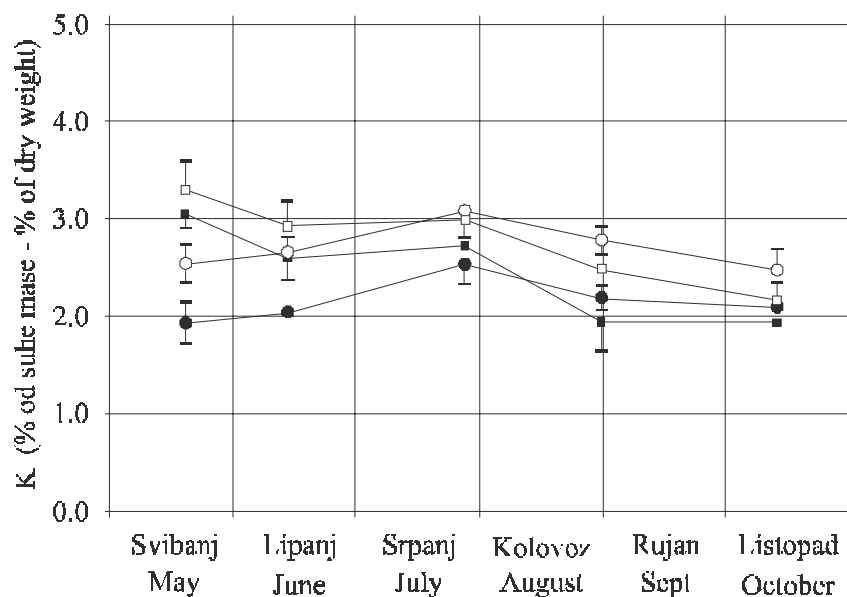
Koncentracija kalija u kori mladica (Graf. 3.) bila je najveća u periodu prestanka njihovog rasta u dužinu, zatim je uslijedio jači pad do perioda očvršćavanja endokarpa u plodovima i nešto blaži pad tijekom srpnja i kolovoza sve do sazrijevanja plodova. Nakon toga koncentracija kalija nije se bitno mijenjala do otpadanja listova. Dinamika koncentracije kalija u drvu mladica (Graf. 3.) pratila je isti trend kao u kori, ali na značajno nižoj razini. Među varijantama pokusa, glede razine koncentracije kalija, nisu uočene razlike.

Sezonske promjene koncentracije kalija u lišću

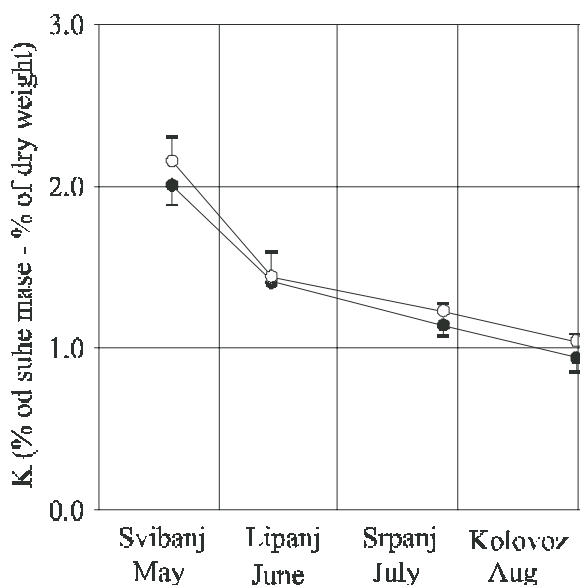
U plojci lista koncentracija kalija (Graf. 4.) povećavala se od perioda prestanka rasta mladica do početka diferenciranja generativnih pupova, a nakon toga uslijedio je blagi pad sve do otpadanja lišća. U kontrolnoj varijanti koncentracija kalija bila je značajno veća.



Graf. 3. Sezonske promjene koncentracije K u drvu i kori mladica
kora: ○ kontrola, ● poboljšani sustav održavanja, **drvo:** □ kontrola, ■ poboljšani sustav održavanja
Graph 3. Seasonal changes of K concentration in bark and wood tissue of shoot
bark: ○ control, ● improved management, **wood:** □ control, ■ improved management



Graf. 4. Sezonske promjene koncentracije K u listu
plojka: ○kontrola, ●poboljšani sustav održavanja, **peteljka:** □kontrola, ■poboljšani sustav održavanja
Graph 4. Seasonal changes of K concentration in leaves
leaf blade: ○control, ●improved management, **leaf petiole:** □control, ■improved management



Graf. 5. Sezonske promjene koncentracije K u plodu
 ○kontrola, ●poboljšani sustav održavanja
Graph 5. Seasonal changes of K concentration in plum fruits
 ○control, ●improved management

Koncentracija kalija u peteljka lišća (Graf. 4.) postupno se smanjivala od perioda prestanka rasta mladica u dužinu, pa sve do otpadanja lišća. Razina koncentracije kalija bila je veća u kontrolnoj varijanti, ali razlike nisu bile statistički opravdane.

Sezonske promjene koncentracije kalija u plodovima

U plodovima (Graf. 5.) je koncentracija kalija u razdoblju od završetka rasta mladica u dužinu do očvršćavanja koštica naglo opala. Nakon toga uslijedio je blaži pad koncentracije kalija do sazrijevanja plodova. Razlike među varijantama pokusa, prema razini koncentracije kalija, bile su neznatne.

Prirod

U pokusu je utvrđen signifikantan utjecaj sustava održavanja voćnjaka na prirod (Tab.3.). Pri tom je vrlo uočljivo da je šljiva Bistrica u uvjetima bez redovite agrotehnike i pomotehnike sklona alternativnom rađanju. Važno je, također, napomenuti da nije utvrđena pozitivna korelacija između gnojidbe, koncentracije kalija u pojedinim djelovima rodni izbojaka šljive, te postignutih priroda.

Tablica 3. Prosječan prirod (kg/stablo)

Table 3. Average yield (kg/tree)

Varijanta - Variant	18.god.-18 th year	19.god.-19 th year
Kontrola - Control	30.18	5.28
Poboljšani sustav održavanja - Improved management	33.39	38.70
LSD 5%		9.57
LSD 1%		13.92

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Dobiveni rezultati ukazuju na djelomičnu mobilizaciju kalija iz drva i kore rodni izboja u periodu od jasno izdiferenciranih stanica tapetuma u anterama generativnih pupova do fenofaze zelena, odnosno bijela glavica kada je koncentracija K u rodni izbojima opadala uz istovremeni značajni rast koncentracije K u vegetativnim i generativnim pupovima. Nakon toga, tijekom intezivnog rasta mladica u rodni izbojima naglo se povećala razina K. Logično se može pretpostaviti da je to povećanje ostvareno pojačanom apsorpcijom K iz tla jer je u to doba bila visoka koncentracija K u novim izbojima i mladim plodovima. Koncentracija K u drvu rodni izboja tijekom ljetnih mjeseci nije se bitno mijenjala, a u kori se značajno smanjivala. U drvu i kori mladica također je utvrđeno smanjivanje koncentracije K tijekom ljetnih mjeseci. Naši rezultati suglasni su s podacima koje navode Pantelić i Majstorović (1975) i Weinbaum et al. (1994).

U literaturi se najčešće navodi da se koncentracija kalija u listu šljive povećava do sredine vegetacije, a da pred sazrijevanje plodova opada (Hansen et al., 1982; Hudská i Kloutvorová, 1983; Čmelik i Mičić, 1988; Weinbaum et al., 1994). Naši rezultati podupiru nalaze citiranih autora. Nasuprot tome ima i rezultata koji ne ukazuju na jasnu dinamiku K (Sánchez-Alfonso i Lachica, 1987). U našim istraživanjima koncentracija K u plojci lista bila je signifikantno manja u poboljšanom sustavu uzgoja nego u kontroli, što nije u skladu s literaturnim vrelima u kojima se navodi da gnojdba NPK gnojivima izazva povećanje koncentracije K u lišću šljive (Stoilov i Vitanova, 1979). Međutim, dobiveni podaci suglasni su s tvrdnjama da veća rodnost dovodi do pada koncentracije K u listu (Ryugo et al., 1977; Hansen et al., 1982; Weinbaum et al., 1994; Southwick et al., 1996). Pad koncentracije tijekom treće faze rasta i sazrijevanja ploda pojedini istraživači različito tumače. Tako Hansen et al. (1982) ukazuju na slabije usvajanje K tijekom tog razdoblja i to navode kao razlog pada koncentracije K u listu. Nasuprot njima Weinbaum et al. (1994) smatraju da do pada koncentracije dolazi zbog preraspodjele K iz lista i trajnih organa u plod jer vočke ne mogu izravnom apsorpcijom iz tla u potpunosti zadovoljiti potrebe ploda. Zanimljivi su i podaci koji ukazuju na specifičan utjecaj podloge na koncentraciju K u listu (Chaplin et al., 1972; Milošević, 1991; Barroso i Renaud, 1994; Boyhan et al., 1995) i plodu (Pantelić, 1968; Paunović et al., 1968) kao i na sortne specifičnosti glede koncentracije K (Hudská i Kloutvorová, 1983).

U plodovima je koncentracija K s porastom i sazrijevanjem opadala. Opadanje koncentracije K bilo je izrazitije u prvoj fazi rasta ploda, tj. do očvršćavanja endokarpa, a zatim je trend pada koncentracije K bio postupniji. Ovakav trend neposredno je povezan s rastom ploda i nakupljanjem pričuvnih tvari pri čemu dolazi do razređenja koncentracije K u plodu. Dobiveni rezultati suglasni su s rezultatima drugih istraživača (Majstorović i Pantelić, 1972; Pantelić i Majstorović, 1975; Čmelik i Mičić, 1988; Weinbaum et al., 1994). Vitanova

(1984) u svojim istraživanjima nije utvrdila nikakav utjecaj gnojdbje na koncentraciju K u plodu što se podudara s našim rezultatima. Dobra opskrbljenost tla s kalijem može biti objašnjenje za izostanak reakcije voćaka na primjenjenu gnojdbu kalijem.

U našim istraživanjima nije utvrđena korelacija između koncentracije K u pojedinim organima šljive Bistrice i veličine priroda. Nasuprot tome, uglavnom se ističe pozitivna interakcija gnojdbje, koncentracije K u organima šljive i priroda (Bould i Ingram, 1974; Klossowski et al., 1977/78; Makosz et al., 1979; Stoilov i Vitanova, 1979; Vitanova, 1984; Milošević, 1991; Dhillon i Bal, 1990). Pri tom se navodi da kalij zajedno s dušikom izravno utječe na veličinu priroda i kakvoću plodova (Kwong, 1973; Ryugo et al., 1977; Stoilov i Vitanova, 1978; Makosz et al., 1979; Hansen et al., 1982; Vitanova, 1984). Odsustvo navedene korelacije u našim istraživanjima posljedica je alternativne rodnosti sorte Bistrice. Alternativna rodnost Bistrice posebice je naglašena u ekstenzivnim uvjetima uzgoja koji su u nas, nažalost, uobičajena praksa.

LITERATURA

- Barroso, J.M., Renaud, R., 1994. Preliminary results of plum rootstock trials in Portugal. *Acta Horticulturae* 359:237-242)
- Bould, C., Ingram, J., 1974. Main effects and interactions of grass-clover sward and NPK fertilizers on desert plums. *Experimental Horticulture* 26:44-59.
- Boyhan, G.E., Norton, J.D., Pitts, J.A., 1995. Establishment, growth, and foliar nutrient content of plum trees on various rootstocks. *HortScience* 30: 219-221.
- Bulatović-Danilovich, M., 1981. Proučavanje mineralnog sastava ploda požegače i ruth gerstater. *Jug. voćarstvo* 15:333-337.
- Chaplin, M.H., Westwood, M.N., Roberts, A.N., 1972. Effects of rootstock on leaf element content of Italian prune (*P. domestica* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:641-644.
- Čmelik, Z., Bašović, M., Mičić, N., Prica, V., 1986. Redistribucija Ca, Mg, K, Mn i Zn u šljivi požegači. *Jug. voćarstvo* 20:493-498.
- Čmelik, Z., 1988. Influence of fertilisation on seasonal changes in nitrogen content of leaves and fruits of plum cv. Požegača. In: *Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils. Proceedings Symposium Edinburgh*, 16-18 Sept. 1987, (Jenkinson, D.S. & K.A. Smith), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Barking, Essex, UK, p. 171-176.
- Čmelik, Z., Mičić, N., 1988. Sezonska dinamika sadržaja kalija i efikasnost njegovog iskorištavanja u ishrani šljive. *Radovi Polj. fakulteta Sarajevo* 40:157-167.
- Čmelik, Z., 1997. Seasonal changes in nitrogen concentration of bearing plum shoots. *Acta Horticulturae* 448:265-272.
- Dhillon, W.S., Bal, J.S., 1990. A note on the studies relating to the correlation of leaf nutrient status with productivity of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 19:146-148.
- Glenn, D.M., Welker, W.V. (1993). Root development patterns in field grown peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 362-365.

- Hansen, P., Ryugo, K., Ramos, D.E., Fitch, L., 1982. Influence of cropping on Ca, K, Mg and carbohydrate status of French prune trees grown on potassium limited soils. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 167:511-515.
- Head, G.C. (1969). The effects of fruiting and defoliation on seasonal trends in new root production on apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44: 175-181.
- Hudská, G., Kloutvorová, L., 1983. Zmeny v obsahu prvků v listech slyvoní během vegetace a stanovení normativu živin. *Sborník UVTIZ, Zahradnictví* 10:263-273.
- Kłossowski, W., Gronek, U., Reszczyk, W., Myszka, T., 1977/78. Wzrost i owocowanie czterech odmian śliw w różnych systemach utrzymywania gleby i poziomach nawożenia. *Prace Instytutu Sadownictwa w Skierniewicach* 20:67-85.
- Kwong, S.S., 1973. Nitrogen and potassium fertilization effects on yield, fruit quality and leaf composition of Stanley prunes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98:72-74.
- Leece, D.R., 1975. Diagnostic leaf analyses for stone fruit. 4 Plum. *Austral. J. Expt. Agr. Animal Husb.* 15: 112-117.
- Lučić, P., Čmelik, Z., 1982. Uticaj podloge na dinamiku nekih makroelemenata u rodnom drvetu šljive u periodu zimskog mirovanja. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu* 30:89-97.
- Majstorović, G., Pantelić, M., 1972. Kretanje sadržaja NPK u semenu, koštici i mezokarpu šljive požegače. *Jug. voćarstvo* 19-20:505-515.
- Makosz, E., Kłossowski, W. & A. Holewińska, 1979. Wzrost i owocowanie dwóch odmian śliw w różnych warunkach uprawy gleby i nawożenia. *Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach* 21:49-62.
- Milošević, T., 1991. Uticaj podloge na dinamiku sadržaja mineralnih i organskih materija u nekim vegetativnim i reproduktivnim organima šljive. *Doktorska disertacija (Dr sci)*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1991. 211.
- Pantelić, M., 1968. Prilog proučavanju kretanja NPK u plodu šljive požegače u zavisnosti od podloge. *Jug. voćarstvo* 4: 1-8.
- Pantelić, M., Majstorović, G., 1975. Kretanje NPK u pupoljcima i letorastima šljive požegače. *Jug. voćarstvo* 8:127-132.
- Paunović, A.S., Gavrilović, M., Pantelić, M., 1968. Influence of the rootstocks on yield, size and chemical composition of the fruits of Požegača prune cultivar. *Acta Horticulturae* 10:401-416.
- Rees, D.J., 1958. The chemical constituents of Victoria plums: Changes during growth on the tree. *J. Sci. Food Agric.* 9:404-410.
- Ryugo, K., Nii, N., Iwata, M., Carlson, R.M., 1977. Effect of fruiting on carbohydrate and mineral composition of stems and leaves of French prunes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:813-816.
- Sánchez-Alfonso, F., Lachica, M., 1987. Seasonal trends in the elemental content of plum leaves. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 18:31-43.
- Southwick, S.M., Olson, W., Yeager, J., Weis, K.G., 1996. Optimum timing of potassium nitrate spray applications to 'French' prune trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 326-333.
- Stebbins, R.L., 1967. When does it pay to fertilize prunes? *Proc. Ore. Hort. Sci.* 59:77-83.
- Stoilov, G., Vitanova, I., 1978. Mineralniyat s"stav na listata na slivovi nasazhdeniya i otsenka na zapasenostta im s khranitelni veshchestva. *Pochvoznanie i Agrokhimiya* 13:25-33.
- Stoilov, G., Vitanova, I., 1979. Prouchvaniya v"rkhu mineralnoto khranene na sort Kyustendilska sinya sliva pri usloviyata na s"dov opit, 1: Zavisimost mezhdur nivoto na mineralnoto khranene i s"d"rzhaniето na azot i pepelni elementi v listata. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 16:19-27.
- Taylor, J.A., 1977. Nutritional status of stone fruit orchards in the Swan Hill district, Victoria. *Austral. J. Exp. Agric. and Animal Husbandry* 17:849-852.
- Vitanova, I., 1982. Izsledvaniya v"rkhu prilozhenieto na listnata diagnostika za opredelyane toropotrebnotstva ve slivovoto proizvodstvo. *Pochvoznanie i Agrokhimiya* 17:41-47.
- Vitanova, I., 1984. Vliyanie na mineralnoto torene v"rkhu dobiva i kachestvoto na plodovete ot sort Kyustendilska sinya sliva. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 21:10-16.
- Weinbaum, S.A., Niederholzer, F.J.A., Poncher, S., Rosecrance, R.C., Carlson, R.M., Whittlesey, A.C., Muraoka, T.T. (1994) Nutrient uptake by cropping and defruited field grown 'French' prune trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 925-930.
- Wills, R.B.H., Scriven, F.M., Greenfield, H., 1983. Nutrient composition of stone fruit (*Prunus* spp.) cultivars: Apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *J. Soc. Food Agric.* 34:1383-1389.