

# Seasonal Changes in Phosphorus Concentration of Bearing Plum Shoots

Zlatko ČMELIK<sup>1</sup>

Nevenko HERCEG<sup>2</sup>

## SUMMARY

The seasonal changes in P concentration in the particular parts of plum shoots taken from mature trees of the cultivar Bistrica were observed over two growing seasons. Samples were taken from trees that were growing in grass sward and from trees under improved management (with pruning, manure and fertilize application, soil cultivation under the trees and mowing of the grass sward between the alleys).

The biggest change in P concentration occurred in the vegetative and generative buds in the period from the beginning of vegetation until the end of blooming. During this period P concentration was increasing and reached a maximum value at full blooming. In the same period there was also an appreciable decrease in the P level in the wood and bark tissues of the previous year shoot. A sharp fall in P concentration occurred in the bark and wood of the new growth from the period when the shoot growth ceased to the end of July when it reached its minimum and then gradually rose to the end of vegetation. There was simultaneous minimum of P in the wood and bark of the previous year shoots.

The concentration of P in the leaf blade and leaf petiole was the highest at the time of new shoot growth cessation in May, rapidly declined to the period when stone in the fruit was hardened and then decreased fairly smoothly to leaf fall.

Phosphorus concentration in whole fruits was the highest in the period when terminal shoots stopped growing. After that, phosphorus 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 on P concentration level.

## KEY WORDS

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

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Agriculture  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia  
E-mail: zcmelik@agr.hr

<sup>2</sup> University of Mostar, Faculty of Agriculture  
Kralja Zvonimira 14, 88000 Mostar, B&H  
E-mail: agronomski.fakultet@tel.net.ba

Received: February 18, 2002

## Sezonske promjene koncentracije fosfora u rodnim izbojcima šljive

Zlatko ČMELIK<sup>1</sup>

Nevenko HERCEG<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Promjene koncentracije P 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 P utvrđene su u vegetativnim i generativnim pupovima u periodu od početka vegetacije do završetka cvatnje. U tom periodu koncentracija P se povećavala i dostigla najveću razinu u punoj cvatnji. U istom periodu utvrđeno je značajno smanjivanje koncentracije P u drvu i kori rodnih izboja. U drvu i kori novih izboja utvrđen je jači pad koncentracije P od perioda prestanka njihovog rasta u dužinu do konca srpnja, a zatim postupno povećavanje do kraja vegetacije. Istovremeno je utvrđeno slično kretanje koncentracije P u drvu i kori rodnih izboja.

Koncentracija P u plojkama i peteljkama listova bila je najveća u periodu prestanka rasta mladica u dužinu, značajno se smanjila do sredine lipnja, a zatim je do kraja vegetacije postupno opadala.

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

Istraživanja su pokazala da primijenjeni zahvati nisu utjecali na dinamiku i razinu koncentracije fosfora.

### KLJUČNE RIJEČI

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

<sup>1</sup> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
E-mail: zcmelik@agr.hr

<sup>2</sup> Agronomski fakultet Sveučilišta u Mostaru  
Kralja Zvonimira 14, 88000 Mostar, BIH  
E-mail: agronomski.fakultet@tel.net.ba

Primljeno: 18. veljače 2002.

## UVOD

Suvremene spoznaje o gnojdbi voćaka, utemeljene na brojnim pokusima i saznanjima iz proizvodnje, ukazuju da voćke imaju značajno manje zahtjeve prema fosfornim gnojivima nego većina ostalih uzgajanih kultura. Unatoč tome, a imajući u vidu nezamjenjivu ulogu fosfora u mijeni tvari i energije u biljci, istraživanje sezonskih promjena koncentracije u pojedinim organima voćaka ima veliko teorijsko i praktično značenje. To tim više što su pojedini aspekti usvajanja i translokacije fosfora u biljkama još uvijek nedovoljno poznati, a većina temeljnih istraživanja obavljena s biljkama uzgajanim na hranjivim otopinama.

Novija istraživanja (Mimura i sur.,1996; Jeschke i sur.,1997) daju sliku o kretanju fosfora u cijeloj biljci. U biljaka nedostatno opskrbljenih fosforom preko korijena javlja se pojačana mobilizacija pričuvnog fosfora iz starijih listova, koji se translocira u mlade listove i korijenje. Ovi procesi obuhvaćaju osiromašivanje pričuvnog fosfora i razgradnju organskih spojeva u starijim listovima. Zanimljivo je da u takvim uvjetima od količine fosfora koji se iz listova floemom premješta u korijen oko polovica biva ksilemom vraćena u nadzemni sustav (Jeschke i sur.,1997).

Simptomi nedostatka fosfora na listu ili na drugim dijelovima nisu zamjećeni u voćnjacima (Faust,1989). Smatra se da je fosfor u biljkama vrlo pokretljiv jer ne podlježe redukciji već u organske spojeve ulazi u visokooksidiranom obliku, i da se u voćkama značajne količine fosfora iz lista, prije otpadanja, premeštaju u trajne organe odakle će se u proljeće ponovo mobilizirati.

U ovom radu istraživali smo sezonsku dinamiku koncentracije P u pojedinim dijelovima rodnih izbojaka šljive i utjecaj gnojidbe NPK gnojivima, te sustava održavanja voćaka na razinu koncentracije P.

## MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena sa sortom Bisticom (*Prunus domestica* L.), posađenom na razmaku 5 x 6 m, u punoj rodnosti (stabla stara 17 godina). Voćnjak je duži niz godina ekstenzivno održavan.

Voćke su posađene na tlu koje, prema svojim osobinama, pripada skupini manje prikladnih za intenzivan uzgoj voćaka. Fizikalne i kemijske osobine tla u voćnjaku opisane su u ranije objavljenim radovima (Čmelik,1997,1998).

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 rodnih izbojaka.

Za analize su uzimani vršni rodni izbojci. Uzorci su uzimani 12 puta tijekom godine u obadrije 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 mirovanju (odmah nakon otpadanja listova).

Uzorci 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.

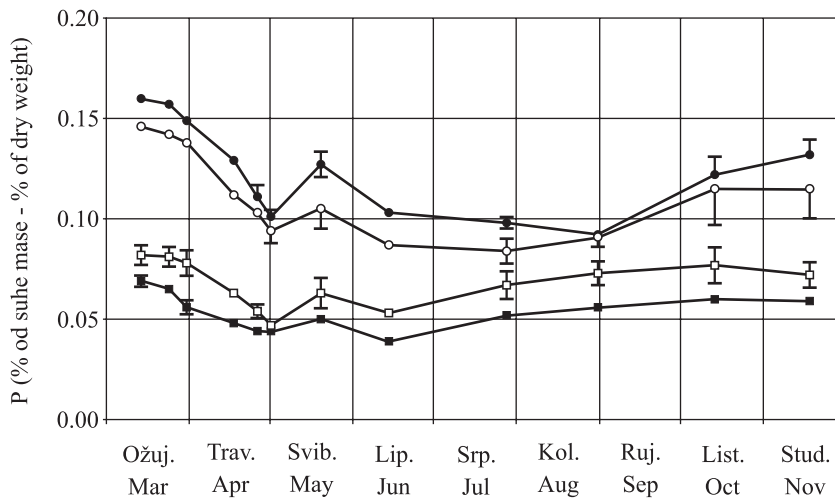
Koncentracija fosfora je utvrđena spektrofotometrijski (vanadat-molibdat metoda).

U ovom su radu prikazani rezultati iz druge i treće godine istraživanja. Rezultati za prvu godinu nisu uključeni jer je u toj godini kasni proljetni mraz oštetio cvjetove i u toj godini nije bilo roda. Dobiveni podaci statistički su obrađeni metodom analize varijance i testirani LSD testom.

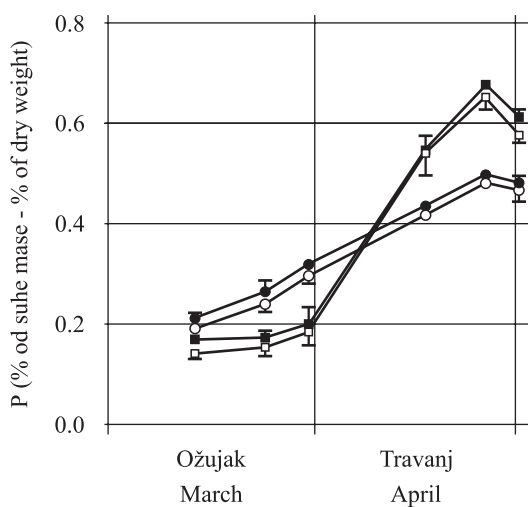
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Sezonske promjene koncentracije fosfora u kori i drvu rodnih izbojaka

Koncentracija fosfora u kori rodnih izbojaka (Graf. 1.) bila je najveća pred kretanje vegetacije, značajno se smanjivala tijekom procesa mikrosporogeneze i dostigla najnižu razinu u punoj cvatnji. Nakon toga uslijedilo je povećanje koncentracije u periodu prestanka rasta u mladica u dužinu, ali ubrzo slijedi smanjivanje koncentracije fosfora koje se produžava do sazrijevanja plodova. Na kraju vegetacije koncentracija fosfora je ponovno porasla. Dinamika



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



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

koncentracije fosfora u kori rodnih izbojaka bila je vrlo slična u obadvije varijante, a razina koncentracije u kontrolnoj varijanti je bila nešto niža.

Promjene koncentracije fosfora u drvu rodnih izbojaka (Graf. 1.) do perioda očvršćavanja koštica imale su sličnu tendenciju kao i promjene koncentracije fosfora u kori. Nakon toga, sve do kraja godine koncentracija fosfora se postupno blago povećavala. Kretanje koncentracije fosfora pratilo je sličnu tendenciju u obadvije varijante, a razina koncentracije je u kontrolnoj varijanti bila veća.

#### Sezonske promjene koncentracije fosfora u vegetativnim i generativnim pupovima

Dok je koncentracija fosfora u drvu i kori rodnih izbojaka do cvatnje opadala, u vegetativnim i generativnim pupovima se povećavala (Graf. 2.). Koncentracija fosfora u generativnim pupovima se

proporcionalno povećavala tijekom mikrosporogeneze i najveću je razinu dostigla u fenofazi bijela glavica, a zatim je u punoj cvatnji uslijedio blagi pad koncentracije. U vegetativnim pupovima nagli porast koncentracije fosfora utvrđen je praktično nakon završetka procesa mikrosporogeneze, odnosno od perioda formiranih tetrada u anterama, a najveća koncentracija utvrđena je u fenofazi bijela glavica, nakon čega je u punoj cvatnji uslijedio pad. Razlike među varijantama pokusa bile su vrlo male.

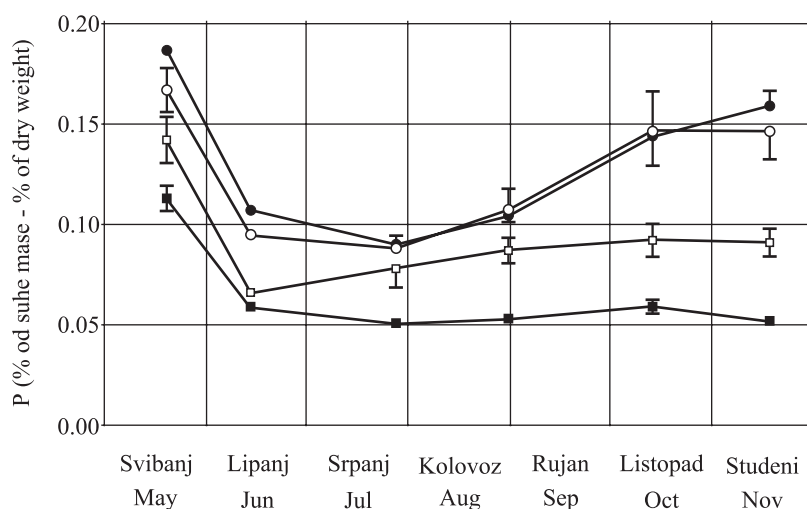
#### Sezonske promjene koncentracije fosfora u kori i drvu mladica

Koncentracija fosfora u kori mladica (Graf. 3.) bila je najveća u periodu prestanka njihovog rasta u dužinu, zatim je uslijedio oštar pad do perioda očvršćavanja endokarpa u plodovima i nešto blaži pad tijekom srpnja do početka diferenciranja generativnih pupova. Nakon toga uslijedio je stalan rast koncentracije fosfora do otpadanja listova. Među varijantama pokusa, glede razine koncentracije fosfora, uočene su neznatne razlike.

Dinamika koncentracije fosfora u drvu mladica (Graf. 3.) bila je u razdoblju od prestanka rasta u dužinu mladica do očvršćavanja koštica identična kao u kori, a zatim različita. U varijanti poboljšani sustav održavanja tijekom ljeta i jeseni koncentracija fosfora zadržala se praktično na istoj razini. U kontrolnoj varijanti, od perioda očvršćavanja koštica, tijekom ljeta, do otpadanja listova utvrđeno je blago povećavanje koncentracije fosfora. Koncentracija fosfora u drvu mladica u kontrolnoj varijanti bila je signifikantno veća nego u varijanti poboljšani sustav održavanja.

#### Sezonske promjene koncentracije fosfora u listovima

U plojci lista koncentracija fosfora (Graf. 4.) bila je najveća u periodu prestanka rasta u dužinu mladica, nakon čega je zabilježen jači pad do razdoblja očvršćavanja koštica ploda, a nakon toga uslijedio je



Graf. 2. Sezonske promjene koncentracije P u generativnim i vegetativnim pupovima: generativni (○ kontrola, ● poboljšani sustav održavanja); vegetativni (□ kontrola, ■ poboljšani sustav održavanja)

Fig. 2 Seasonal changes of P concentration in generative and vegetative buds: gen. bud (○ control, ● improved management); veg. bud (□ control, ■ improved management)

blagi pad koncentracije sve do otpadanja listova. U kontrolnoj varijanti koncentracija fosfora je tijekom svibnja i lipnja bila značajno niža, a kasnije tijekom ljeta i jeseni razina koncentracije fosfora u plojci lista obadviije varijante bila je praktično ista.

Sezonske promjene koncentracije fosfora u peteljkama listova (Graf. 4.) slijedile su sličnu tendenciju kao i u plojci. Razina koncentracije fosfora u peteljkama lista kontrolne varijante je od perioda očvršćavanja koštica do otpadanja listova bila značajno veća.

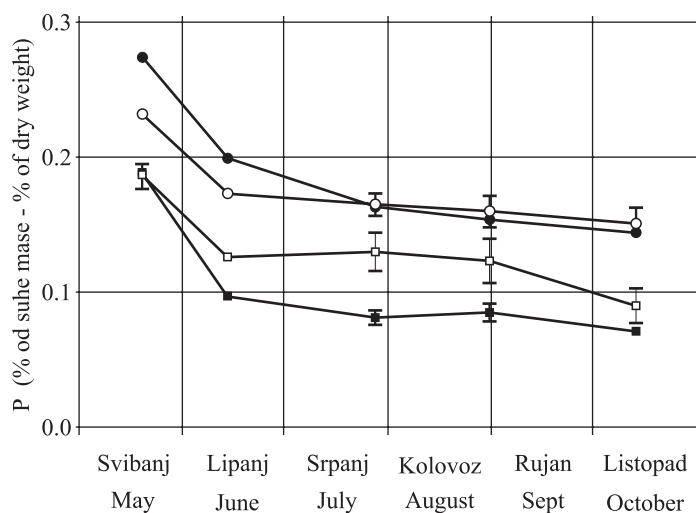
#### Sezonske promjene koncentracije fosfora u plodovima

U plodovima (Graf. 5.) je koncentracija fosfora u razdoblju od završetka rasta mladica u dužinu do očvršćavanja koštica naglo opala. Nakon toga uslijedio

je blaži pad koncentracije fosfora do sazrijevanja plodova. Razlike među varijantama pokusa, prema razini koncentracije fosfora, bile su tijekom prve faze rasta ploda na granici signifikantnosti, a kasnije neznatne.

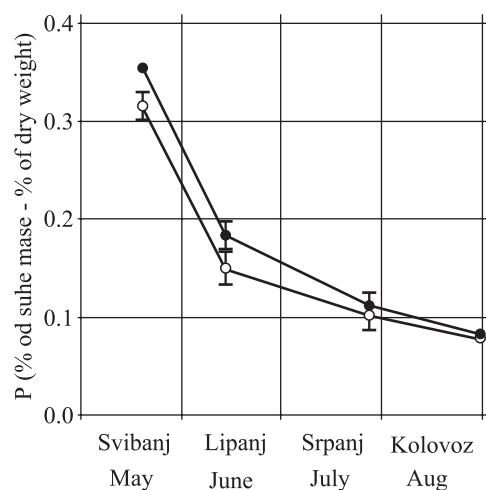
#### Prirod

U pokusu je utvrđen značajan utjecaj sustava održavanja voćnjaka na prirod plodova (Čmelik, 1997). 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 fosforom gnojivima, koncentracije fosfora u pojedinim dijelovima rodni izbojaka šljive, te postignutih prirod.



Graf. 4. Sezonske promjene koncentracije P u listu: plojka (○ kontrola, ● poboljšani sustav održavanja); peteljka (□ kontrola, ■ poboljšani sustav održavanja)

Fig. 4 Seasonal changes of P concentration in leaves: leaf blade (○ control, ● improved management); leaf petiole (□ control, ■ improved management)



Graf. 5. Sezonske promjene koncentracije P u plodu: ○ kontrola, ● poboljšani sustav održavanja

Fig. 5 Seasonal changes of P concentration in plum fruits ○ control, ● improved management

## RASPRAVA

Dobiveni rezultati o sezonskim promjenama koncentracije P u pojedinim dijelovima rodni izbojaka šljive ukazuju na veće promjene od početka vegetacije do pune cvatnje, nego li u drugom dijelu vegetacije. Pri tom se koncentracija P u početku vegetacije smanjivala u trajnim organima (drvu i kori rodni izbojaka), a povećavala u vegetativnim i generativnim pupovima, odnosno u cvjetovima i mladim listovima. Time su potvrđeni nalazi drugih istraživača o mobilizaciji pričuvnog fosfora koja dovodi do prolazne depresije koncentracije P u trajnim organima u proljeće kada je usvajanje P iz tla relativno malo (Faust, 1989; Link, 1992). Trend koncentracije P od početka vegetacije do pune cvatnje u drvu i kori rodni izbojaka bio je sličan promjenama koncentracije K (Čmelik, 1998) i Mg (Čmelik, 2000), a u vegetativnim i generativnim pupovima promjenama koncentracije N (Čmelik, 1997) i K (Čmelik, 1998). Koncentracija P u drvu i kori tijekom cijele vegetacije kretala se, uz manja odstupanja na početku i koncem vegetacije, unutar intervala normalnih koncentracija, a koje prema Faustu (1989) iznose od 0,04 do 0,09%.

Koncentracija P u našim istraživanjima bila je najveća u mladom lišću u vrijeme prestanka rasta mladica, naglo je opala do sredine lipnja, a zatim postupno opadala do konca vegetacije. Na sličnu dinamiku koncentracije P u lišću ukazuju istraživanja s europskim (Hudská i Kloutvorová, 1983) i japansko-kineskim šljivama (Sanchez-Alfonso i Lachica, 1987). Međutim, dobiveni rezultati nisu potpuno suglasni s podacima Atkinsona (1986) i Linka (1992) koji navode maksimalnu koncentraciju P u listu u srpnju, ali oni nisu ni analizirali sasvim mlado lišće. Tijekom srpnja i kolovoza, kada se obavljaju folijarne analize i ocjenjuje stupanj snabdjevenosti biogenim elementima, Sharples (1980) sugerira interval normalne snabdjevenosti od 0,20-0,25% P za jabuku, a Faust (1989) tvrdi da je i za šljivu isti interval. U našim istraživanjima koncentracija P je bila niža i uz obilno gnojenje, ali usporediva s podacima Boulda i Ingrama (1974) i nisu se očitovali simptomi nedostatka. Link (1992) navodi da se u slučaju nedostatne opskrbe dušikom koncentracija P u listu povećava, a Faust (1989) da obilno snabdjevanje s P pospješuje deficit N i obrnuto. Iz naših podataka o takvim relacijama se ne može pouzdano suditi.

U literaturi ima relativno malo podataka o reakciji šljive na gnojidbu P gnojivima. Na tlima koja su deficitarna

s P koštičave voćke ne reagiraju na gnojidbu osim tek posađene voćke (Lilleland i McCollam, 1961). Link (1992) tvrdi da sve dok tlo nije izrazito siromašno u fosforu i dok je pH povoljan učinci gnojidbe s fosforom na prirod i kvalitetu plodova biti će slabo vidljivi. I u našim istraživanjima nismo mogli uočiti izravne učinke gnojidbe fosforom na gnojivima niti na promjenu koncentracije P u pojedinim dijelovima raodni izbojaka šljive, niti na veličinu priroda.

## LITERATURA

- Atkinson D., 1986. The Nutrient Requirements of Fruit Trees: some current considerations. *Advances in Plant Nutrition* 2:93-128.
- Bould C., Ingram J., 1974. Main effects and interactions of grass-clover sward and NPK fertilizers on desert plums. *Experimental Horticulture* 26:44-59.
- Čmelik Z., 1997. Seasonal changes in nitrogen concentration of bearing plum shoots. *Acta Horticulturae* 448: 265-272.
- Čmelik Z., 1998. Sezonske promjene koncentracije kalija u rodni izbojima šljive. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 63: 243-250.
- Čmelik Z., 2000. Sezonske promjene koncentracije magnezija u rodni izbojima šljive. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 65: 161-167.
- Faust M., 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Wiley & Sons, New York. pp. 97-101.
- Hudská G., Kloutvorová L., 1983. Zmjeny v obsahu prvku v listech slyvoní behem vegetace a stanovení normativu živin. *Sborník UVTIZ, Zahradnictví* 10:263-273.
- Jeschke W., Kirkby E., Peuke A., Pate J., Hartung, W., 1977. Effects of P efficiency on assimilation and transport of nitrate and phosphate in intact plants of castor bean (*Ricinus communis* L.). *J. Exp. Bot.* 48:75-91.
- Lilleland O., McCollam M.E., 1961. Fertilizing western orchards. *Better Crops* 45:1-7.
- Link H., 1992. *Düngung im Apfelnbau. II. Phosphor und Kalium*. *Obst und Garten* 2:56-58.
- Mimura T., Sakano K., Shimmen T., 1966. Studies on the distribution, re-translocation and homeostasis of inorganic phosphate in barley leaves, *Plant Cell Environ.* 19: 311-320.
- 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.
- Sharples R.O., 1980. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. In: *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Atkinson D., Jackson J.E., Sharples R.O. and W.M. Waller (ur.). Butterworths, London. Str. 17-28.