

Seasonal Changes in Magnesium Concentration of Bearing Plum Shoots

Zlatko ČMELIK

SUMMARY

The Seasonal changes in Mg concentration in the tissues of plum shoots taken from mature trees of the cultivar Bistrica were determined 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 fertilizer application, soil cultivation under the trees and mowing of the grass sward between the alleys)

In the vegetative and generative buds from the beginning of vegetation until the end of blooming magnesium concentration was relatively stable.

Magnesium concentration in the wood and bark of the previous year shoots slightly declined in the period from the beginning of vegetation to blooming and then significantly declined to the time of shoot growth cessation. After that, magnesium concentration in the bark gradually rose to the end of vegetation. In the same period magnesium concentration in wood tissue wasn't changed substantially.

In the bark of the new growth magnesium concentration was the lowest at the period when terminal shoots stopped growing and then gradually rose to the end of vegetation. In the wood tissue of the new growth magnesium concentration remained stable during the vegetation.

The concentration of magnesium in the leaf blade increased to the middle of vegetation and after that wasn't changed. In the petiole magnesium concentration was increased during the vegetation.

Magnesium concentration in whole fruits was the highest in the period when terminal shoots stopped growing. After that, magnesium concentration 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 Mg concentration level.

KEY WORDS

Prunus domestica, cultivar Bistrica, mineral nutrition, magnesium

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

Received: June 20, 1999

Sezonske promjene koncentracije magnezija u rodnim izbojima šljive

Zlatko ČMELIK

SAŽETAK

Tijekom dvije vegetacije istraživana je dinamika koncentracije Mg u pojedinim dijelovima rodnih izbojka šljive Bistrice (drvo, kora, pupovi, listovi i plodovi). U pokusu su bile dvije varijante: kontrola, u kojoj nije obavljena obrada tla, gnojidba i rezidba, i poboljšani sustav održavanja uz primjenu agrotehničkih i pomotehničkih zahvata.

U vegetativnim i generativnim pupovima u periodu od početka vegetacije do završetka cvatnje koncentracija Mg neznatno je varirala.

Koncentracija Mg u drvu i kori rodnih izbojka neznatno se smanjila do cvatnje, a zatim je uslijedio jači pad do prestanka rasta mladica. Nakon toga koncentracija Mg u kori se postupno povećavala do perioda mirovanja. Koncentracija Mg u drvu u istom razdoblju nije se bitno mijenjala.

U kori mladica najmanja koncentracija Mg bila je u vrijeme prestanka njihovog rasta, a zatim se postupno povećavala do kraja vegetacije. U drvu mladica koncentracija Mg nije se bitno mijenjala tijekom vegetacije.

Koncentracija Mg u plojkama lišća povećavala se do sredine vegetacije, a zatim se do otpadanja lišća nije mijenjala. U peteljkama lišća koncentracija Mg bila je najmanja u periodu prestanka rasta mladica u dužinu a zatim je do kraja vegetacije postupno rasla.

U plodovima je koncentracija Mg bila najveća u periodu prestanka rasta mladica, a zatim je proporcionalno opadala sve do sazrijevanja plodova.

Istraživanja su pokazala da primijenjeni zahvati nisu utjecali na dinamiku, a neznatno na razinu koncentracije magnezija.

KLJUČNE RIJEČI

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

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

Primljeno: 20. lipnja 1999.

UVOD

Promjena koncentracije magnezija u voćkama tijekom godine, kao i drugih biogenih elemenata, ovisi o brojnim međuovisnim čimbenicima. Među njima posebno značenje ima periodičnost rasta pojedinih organa i s tim u vezi specifični zahtjevi svakog od njih tijekom vegetacije. Pored toga, veliki utjecaj na usvajanje magnezija imaju kationi K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} i na kiselim tlima H^+ koji iskazuju antagonističke učinke. Pri tom najveće značenje ima antagonizam K^+ jer se koštičave voćke gnoje relativno visokim dozama kalijevih gnojiva. Boyton i Oberly (1966) su u svojim istraživanjima s jabukom koja je iskazivala simptome nedostatka Mg utvrdili u lišću nisku koncentraciju Mg i povišenu koncentraciju K. Slične podatke za list breskve navodi Cummings (1973, cit. Faust, 1989), ali istovremeno konstatira da se depresija koncentracije Mg, koju izaziva gnojidba kalijevim gnojivima, javila samo u listu a ne i u drugim dijelovima voćke (plodovima, granama, deblu). Nedostatno snabdijevanje voćaka magnezijem ne odražava se na vegetativni rast (Faust, 1989), ali bitno utječe na rast plodova koji ostaju sitniji. U uvjetima nedostatnog snabdijevanja magnezijem u listovima se nakuplja škrob (Faust, 1989; Lavon et al., 1995). Inače, magnezij spada u skupinu relativno pokretljivih elemenata u procesu sekundarnog translociranja (Čmelik et al., 1986), a podložan je i reutilizaciji, pa će u slučaju ako ga korijen ne prima u dostatnoj količini doći do njegovog premještanja iz starijih listova u mlađe organe. Pri tom dolazi do razgradnje klorofila što se očituje karakterističnim simptomom međužilne kloroze.

Voćne vrste iskazuju genetske specifičnosti u odnosu na magnezij (Faust, 1989). Na usvajanje magnezija i podloge na koje se cijepu sorte mogu imati vidljive učinke. Tako Drake et al. (1991) nalaze povećanu koncentraciju Mg u plodu jabuke cijepljene na podlozi M 26 u odnosu na podlogu MM 111 i sjemenjak, a Hirst i Ferree (1995) su utvrdili veću koncentraciju Mg u listu jabuke cijepljene na podlogu M 26 u odnosu na istu sortu cijepljenu na podloge B 9, M 7, P18 i sjemenjak. Couvillon (1982, cit. Faust, 1989) navodi značajno veću koncentraciju Mg u listu autovegetativno razmnožene breskve u odnosu na istu sortu cijepljenu na četiri različite podloge.

Gnojidba magnezijem pozitivno se odrazila na koncentraciju Mg u listu, a neznatno na koncentraciju u stablu breskve (Edwards i Horton, 1981). Gnojidba NPK gnojivima nije utjecala na razinu koncentracije Mg (Vitanova, 1984), odnosno dovela je do povećanja njegove koncentracije (Stoilov i Vitanova, 1979).

U uvjetima suboptimalnog snabdijevanja s magnezijem povećani prirodni pridonosi ranijoj pojavi karakterističnih simptoma nedostatka (Faust, 1989). Inače se navodi da lišće mladih nerodnih stabala šljive ima nižu koncentraciju Mg (Vitanova, 1982). Niža koncentracija Mg utvrđena je i u lišću rodni stabala s koji je plod odstranjen (Weinbaum et al., 1994).

Koncentracija Mg u pojedinim organima voćaka tijekom vegetacije očituje specifičnu dinamiku, ali o tome, unatoč spoznaji o nezamjenjivoj ulozi Mg u fiziološkim procesima, u literaturi ima relativno malo podataka, a posebice za šljivu. Cutting et al. (1991) ukazuju na povećanu koncentraciju Mg u ksilemskom soku koja prati povećanu koncentraciju citokina neposredno pred bubrenje pupova jabuke. Smatra se da najveći dio mobiliziranog magnezija (60-70%) potječe iz pričuva u kori jednogodišnjih izbojaka (Terblanche, 1972., cit. Cutting et al., 1991). Nadalje, o dinamici koncentracije Mg tijekom vegetacije u trajnim i privremenim organima jabuke izvješćuju nas Mason i Whitfield (1960), dok su podaci za šljivu oskudni. U dostupnoj literaturi našli smo samo podatke o kretanju koncentracije Mg u listu šljive, prema kojima se koncentracija Mg tijekom vegetacije povećava i najvišu vrijednost dostiže sredinom vegetacije (Hudská i Kloutvorová, 1983; Sánchez-Alfonso i Lachica, 1987).

U ovom radu istraživali smo sezonsku dinamiku koncentracije Mg u pojedinim dijelovima rodni izbojaka šljive i utjecaj sustava održavanja voćaka na razinu koncentracije Mg.

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 se nalazi u blizini Podlugova (BiH) i duži niz godina je 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 istraživanja su odabrana stabla slične bujnosti. 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 freziranje 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 primijenjeni 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. 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, očvršćivanje koštice ploda, početak diferenciranja cvjetne osi u generativnim pupovima, sazrijevanje plodova, početak otpadanja listova (oko 15%) i u mirovanja (odmah nakon otpadanja listova).

U laboratoriju su uzorci 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.

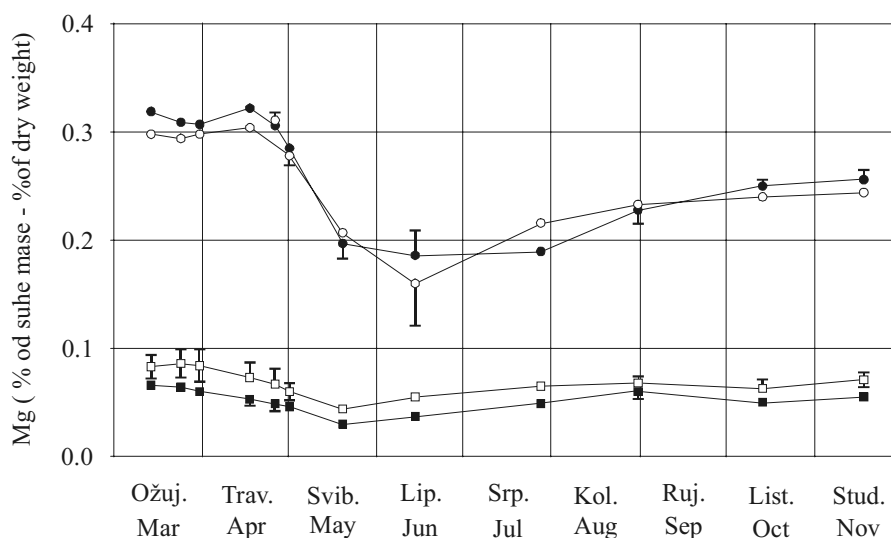
Koncentracija magnezija je utvrđena atomskom apsorpcionom spektrometrijom.

Rezultati su prikazani kao prosjek za dvije godine (druge i treće godine istraživanja). Rezultati za prvu godinu nisu uključeni jer je u toj godini kasni proljetni mraz ošteti cvjetove i u toj godini nije bilo roda.

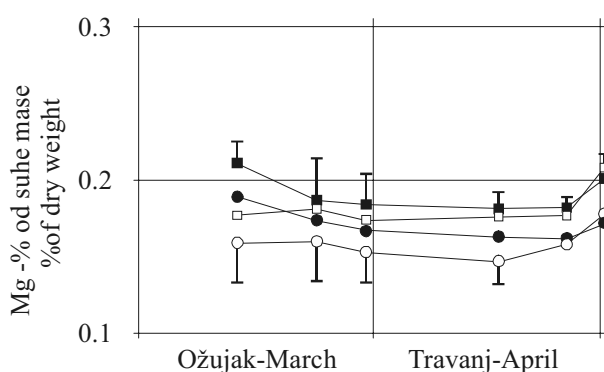
REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Sezonske promjene koncentracije magnezija u kori i drvu rodnih izbojaka

Koncentracija magnezija u kori rodnih izbojaka (Graf. 1.) bila je najveća neposredno prije početka vegetacije,



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



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

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

značajno se smanjila od cvatnje do prestanka rasta vršnih mladica i tijekom lipnja i srpnja zadržala se na približno istoj razini. Nakon toga uslijedilo je postupno povećavanje koncentracije magnezija sve do kraja vegetacije. Dinamika koncentracije magnezija u kori rodnih izbojaka bila je vrlo slična u obadvije varijante. U drvu rodnih izbojaka (Graf. 1.) od perioda vidljivih stanica tapetuma u anterama do prestanka rasta u dužinu vršnih mladica koncentracija magnezija se neznatno smanjivala, a zatim postupno neznatno rasla, da bi koncem vegetacije dostigla razinu koju je imala na početku vegetacije. Kretanje koncentracije magnezija pratilo je sličnu tendenciju u obadvije varijante, a razina koncentracije je u kontrolnoj varijanti bila malo veća.

Sezonske promjene koncentracije magnezija u vegetativnim i generativnim pupovima

Koncentracija magnezija u vegetativnim i generativnim pupovima se tijekom procesa mikrosporogeneze i cvatnje vrlo malo mijenjala (Graf. 2.). Razlike među varijantama pokusa bile nisu bile značajne.

Sezonske promjene koncentracije magnezija u kori i drvu mladica

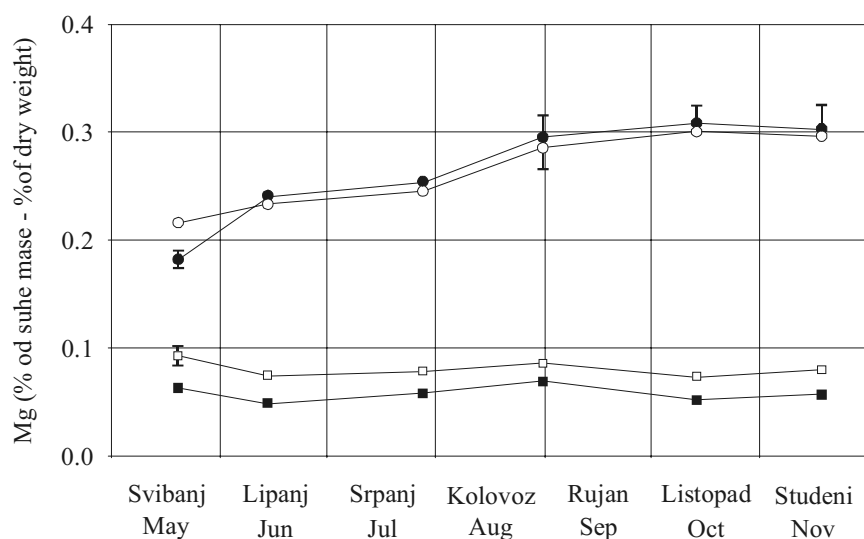
Koncentracija magnezija u kori mladica (Graf. 3.) bila je najmanja u periodu prestanka njihovog rasta u dužinu, zatim je uslijedio postupni rast do perioda sazrijevanja plodova, a potom do otpadanja listova koncentracija magnezija nije se značajno mijenjala. Među varijantama pokusa uočene su neznatne razlike.

U drvu mladica (Graf. 3.) nije uočena jasna dinamika koncentracije magnezija. Koncentracija magnezija u drvu mladica u kontrolnoj varijanti bila je veća nego u varijanti poboljšani sustav održavanja.

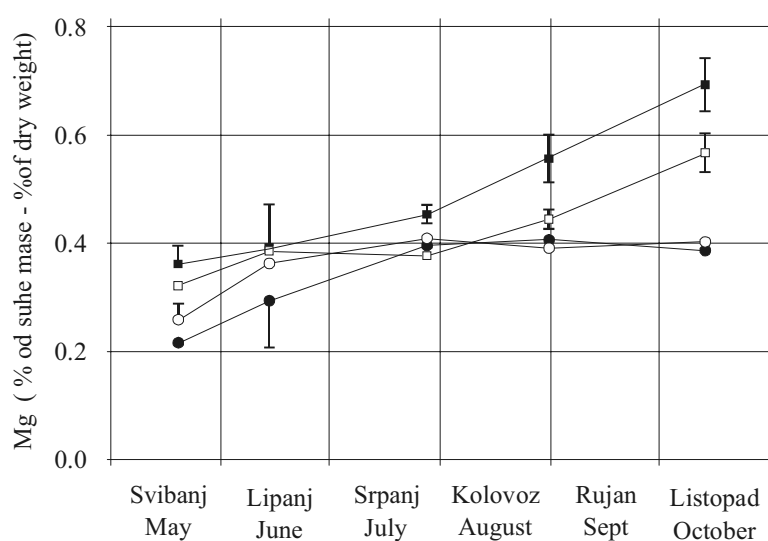
Sezonske promjene koncentracije magnezija u listovima

U plojci lista koncentracija magnezija (Graf. 4.) bila je najmanja u periodu prestanka rasta u dužinu mladica, nakon čega je zabilježen rast do razdoblja očvršćivanja koštica ploda, a nakon toga koncentracije se nije značajno mijenjala sve do otpadanja listova. Razina koncentracije magnezija u plojci lista obadvije varijante bila je praktično ista.

U peteljka listova (Graf. 4.) koncentracija magnezija je od perioda prestanka rasta vršnih mladica do



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

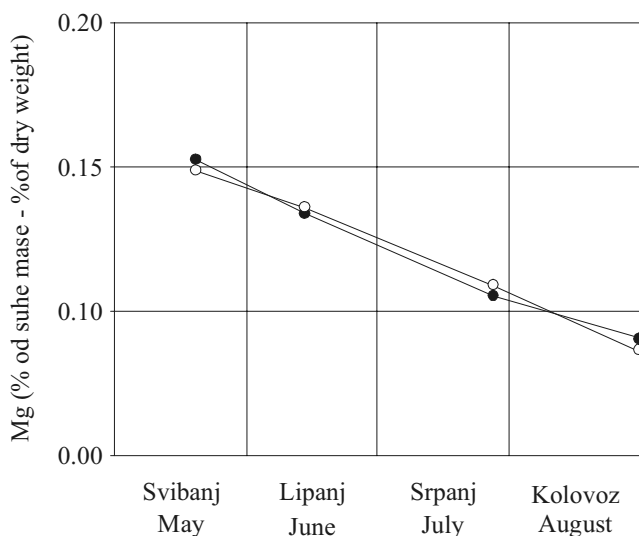


Graf 4. Sezonske promjene koncentracije Mg u listu: plojka (○kontrola, ●poboljšani sustav održavanja); peteljka (□kontrola, ■poboljšani sustav održavanja)
Graph 4. Seasonal changes of Mg concentration in leaves: leaf blade (○control, ●improved management); leaf petiole (□control, ■improved management)

otpadanja listova proporcionalno rasla. Razina koncentracije magnezija u peteljka lista kontrolne varijante je od početka diferenciranja generativnih pupova do otpadanja listova bila signifikantno veća.

Sezonske promjene koncentracije magnezija u plodovima

U plodovima (Graf. 5.) je koncentracija magnezija u razdoblju od završetka rasta mladica u dužinu tijekom svih faza rasta ploda sve do sazrijevanja proporcionalno, praktično pravocrtno, opadala. Razlike među varijantama pokusa, prema razini koncentracije magnezija, bile su neznatne.



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

Graph 5. Seasonal changes of Mg concentration in plum fruits (○control, ●improved management)

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Koncentracija Mg u pojedinim dijelovima rodni izbojaka šljive tijekom godine očitovale je specifičnu dinamiku. Na temelju dobivenih podataka može se zaključiti da je dinamika koncentracije Mg u velikoj mjeri ovisila o rastu, a što se podudara s nalazima drugih istraživača. Naime, poznato je da organi koji intenzivno rastu iskazuju jaku akceptornu silu, kako za produkte fotosinteze, tako i za mineralne elemente. Taj odnos za breskvu su dobro dokumentirali Stassen i Stadler (1998). Nadalje, za interpretaciju dinamike koncentracije Mg važno je znati da dolazi do zastoja rasta korijena u vrijeme intenzivnog rasta mladica (Head, 1967; Williamson i Coston, 1989) i plodova (Hansen, 1980; Williamson i Coston, 1989) i time smanjene apsorpcije hraniva, te se potrebe djelomično kompenziraju mobilizacijom pričuva ili reutilizacijom.

U vegetativnim i generativnim pupovima od početka mikrosporogeneze do pune cvatnje koncentracija Mg je uz manje oscilacije ostala na približno istoj razini.

Dobiveni rezultati nisu suglasni s podacima Cuttinga et al. (1991) koji ukazuju na povećanu koncentraciju Mg u ksilemskom soku neposredno prije bubrenja pupova jabuke. Možemo pretpostaviti da se eventualno povećanja koncentracije Mg u ksilemskom soku nije moglo odraziti na koncentraciju u pupovima, budući da su analizirani čitavi pupovi, a u citiranom radu samo ksilemski sok u kojem je i promjenu koncentracije Mg bilo lakše ustanoviti.

Koncentracija Mg u kori rodni izbojaka u vrijeme intenzivnog rasta mladica i plodova značajno se smanjila uz istovremeno povećavanje koncentracije Mg u kori i lišću mladica. Naši rezultati suglasni su s podacima koje za jabuku navode Mason i Whitfield (1960) i podupiru raniju konstataciju o mogućoj mobilizaciji Mg iz pričuva u kori rodni izbojaka.

U literaturi se obično navodi da se koncentracija Mg u listu povećava do sredine vegetacije (Hudská i Kloutvorová, 1983; Sánchez-Alfonso i Lachica, 1987) što je utvrđeno i u našim istraživanjima. Međutim, nalaze drugih istraživača da lišće sa stabala bez plodova ima nižu razinu Mg (Vitanova, 1982; Weinbaum et al., 1994) naša istraživanja nisu potvrdila jer nisu utvrđene statistički opravdane razlike između koncentracije Mg u lišću kontrolni stabala, dakle onih koja su očitovale karakteristike alternativne rodnosti, i stabala u poboljšanom sustavu uzgoja koja su redovito rodila.

Za plodove se navodi da imaju povećane zahtjeve za magnezijem. Tako Faust (1989) navodi relacije za Ca i Mg iz kojih se vidi da je odnos koncentracije Ca:Mg u listu jabuke bio 5:1, a u plodu 1:2. Budući da rast ploda reducira rast korijena i time smanjuje apsorpcija mineralnih elemenata (Hansen, 1980; Williamson i Coston, 1989) mogla se očekivati interakcija između rasta ploda i koncentracije Mg u listu i plodu. Međutim, takva se interakcija u provedenim istraživanjima nije jasno očitovale. U našim istraživanjima koncentracija Mg u suhoj masi ploda se s rastom ploda proporcionalno smanjivala, što znači da je došlo do razrjeđivanja koncentracije Mg uslijed nakupljanja pričuvi tvari u plodu.

LITERATURA

- Boyton, D., Oberly, G.H., 1966. Apple nutrition. In: Temperate to Tropical Fruit Nutrition (N. Childers, eds), Horticultural Publications Rutgers University. pp. 1-50.
- Cutting, J.G.M., Strydom, D.K., Jacobs, G., Bellstedt, D.U., Van Der Merwe, K.J.,
- Weiler, E.W., 1991. Changes in xylem constituents in response to rest-breaking agents applied to apple before budbreak. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 680-683.
- 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., 1997. Seasonal changes in nitrogen concentration of bearing plum shoots. *Acta Horticulturae* 448:265-272.

- Čmelik, Z., 1998. Sezonske promjene koncentracije kalija u rodnim izbojcima šljive. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 63: 243-250.
- Drake, S.R., Larsen, F.E., Higgins, S.S., 1991. Quality and storage of 'Granny Smith' and 'Greenspur' apples on seedling, M.26, and MM.111 rootstock. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 116: 261-264.
- Edwards, J.H., Horton, B.D., 1981. Influence of magnesium concentrations in nutrient solution on growth, tissue concentration, and nutrient uptake of peach seedlings. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 106: 701-405.
- Faust, M., 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Wiley & Sons, New York. pp. 101-103.
- Hansen, P., 1980. Crop load and nutrient translocation. In: *Mineral nutrition of fruit trees* (D. Atkinson, J.E Jackson, R.O. Sharples, W.M. Wailer, eds), Butterworths, Boston. pp. 201-212.
- 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., 1967. Effects of seasonal changes in shoot growth on the amount of unsubsized root on apple and plum trees. *J.Hort.Sci.* 42: 169-180.
- Hirst, P.M., Ferree, D.C., 1995. Rootstock effects on the flowering of 'Delicious' apple. II. Nutritional effects with specific reference to phosphorus. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 120: 1018-1024.
- Hudská, G., Kloutvorová, L., 1983. Zmeny v obsahu prvků v listech slyvoní během vegetace a stanovení normativu živin. *Sborník UVTIZ, Zahradnictví* 10:263-273.
- Knowles, J.W., Dozier, W.A., Evans, C.E., Carlton, C.C., McGuire, J.M., 1984. Peach rootstock Influence on foliar and dormant stem nutrient content. *J.Amer.Soc.Hort. Sci.* 109: 440-444.
- Lavon, R., Goldschmidt, E.E., Salomon, R., Frank, A., 1995. Effect of potassium, magnesium, and calcium deficiencies on carbohydrate pools and metabolism in *Citrus* leaves. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 120: 54-58.
- Mason, A.C., Whitfield, A.B. 1960. Seasonal changes in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. *J.Hort.Sci.* 35:34-55.
- Poling, E.B., Oberly, G.H., 1979. Effect of rootstock on mineral composition of apple leaves. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 104: 799-801.
- 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.
- Stassen, P.J., Stadler, J.D., 1988. Seasonal uptake of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium by young peach trees. *S.Afr.J. Plant Soil* 5: 19-23.
- Stoilov, G., Vitanova, I., 1979. Proučvanija v"rkhu mineralnoto khranene na sort Kyustendilska sinya sliva pri usloviyata na s"dov opit, 1: Zavisimost mezhdú nivoto na mineralnoto khranene i s"d"rzhanieto na azot i pepelni elementi v listata. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 16:19-27.
- Vitanova, I., 1982. Izsledvanija v"rkhu prilozhenieto na listnata diagnostika za opredelyane toropotrebnostta ve slivovoto proizvodstvo. *Pochvoznanie i Agrokimiya* 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.
- Williamson, J.G., Coston, D.C., 1989. The relationship among root growth, shoot growth, and fruit growth of peach. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 114: 180-183.

 accs65_20