

Dinamika biogenih elemenata u plodu i listu bajama cv. *Ferragnes* u Ravnim Kotarima

The dynamic of biogenetic elements in fruits and
leaves of almonds cv. *Ferragnes* in Ravni Kotari

A. Vrsaljko

SAŽETAK

U ekološkim uvjetima Ravnih kotara provedena su dvogodišnja istraživanja dinamike nakupljanja biogenih elemenata u plodu i lišću bajama cv. *Ferragnes*. Razina dušika, fosfora, kalija i bakra u lišću bajama opada od proljeća prema jeseni a razina kalcija, magnezija, željeza, mangana i cinka raste. Razdoblje ubrzanog rasta ploda bajama karakterizira naglo usvajanje dušika, fosfora i željeza i naglo smanjenje razina kalcija i cinka. Uočena je redistribucija dušika i fosfora iz lista i egzokarpa-mezokarpa preko endokarpa u sjemenku, te negativna korelacija između bakra i dušika.

Ključne riječi: bajam, hranidba, biogeni elementi, list, endokarp, egzokarp-mezokarp

ABSTRACT

In ecological conditions of Ravni kotari researches on the dynamic of accumulation of biogenetic elements in fruits and leaves of almonds cv. *Ferragnes* were carried out in the period of two years. The level of nitrogen, phosphorus, potassium and copper in the leaves of almonds decreases from spring to autumn, and the level of calcium, magnesium, iron, manganese and zinc increases. The period of rapid growth of the fruits of almonds is characterised by sudden adoption of nitrogen, phosphorus and iron and sudden reduction of the level of calcium and zinc. The redistribution of nitrogen and phosphorus from leaves and exocarp-mesocarp through endocarp to the kernels between copper and nitrogen.

Key words: almond, feeding, biogenetic elements, leaf, endocarp, exocarp-mesocarp

UVOD

U spektru aktualnih problema intenzivnog uzgoja bajama u podneblju Ravnih kotara nedostavno je osvijetljena i proučena opskrbljenost biogenim elementima, kao i dinamika kretanja hranjiva tijekom vegetacije, kako u lišću tako i u plodovima bajama. Rodnost kao i kakvoća plodova bajama ovise o nizu čimbenika, među kojima osobito značenje imaju uvjeti i sklad u hranidbi makro i mikrobiogenim elementima u određenim fenofazama. Za detektiranje toga stanja koristimo se kontrolom biljno-hranidbenog kapaciteta tla u bajamiku, pri čemu se služimo kemijskom analizom biljnog materijala, ponajčešće lišća (folijarna dijagnoza). Kako folijarna dijagnoza ne govori dostatno o stupnju opskrbljenosti hranjivima, koristimo i podatke analize tla, tim više što se promjene u kemijskom sastavu voćaka na različitim tlima s različitom opskrbljenosti biogenim elementima, odražavaju jače nego pod utjecajem fertilizacije. Dobiveno stanje koncentracija biogenih elemenata odražava, ne samo razine pojedinih biogenih elemenata nego i njihov međuodnos. Uključivanjem u analizu istovremeno i ploda pokušat ćemo dati odgovore na neka važna pitanja kako same dinamike opskrbljenosti biogenim elementima, tako i njihove ugradnje u različite organske spojeve te o mijeni odnosno transformaciji tih spojeva tijekom rasta i dozrijevanja ploda bajama.

PREGLED LITERATURE

Premda folijarna analiza ima nedostataka ona ipak pokazuje stanje elemenata u razvijenom listu tijekom vegetacije, što u određenoj mjeri odražava razinu fizioloških procesa sinteze organske tvari. Spoznaja, da između procesa vegetativnog rasta i reproduktivne aktivnosti postoji uzajamna povezanost, navela je brojne istraživače da utvrđuju standarde za razine koncentracija, tj. pronalaze intervale koncentracija pojedinih elemenata, unutar kojih će se ovi procesi odvijati. Primjera takvih standarda u svijetu ima dosta, kako za različite sorte bajama, tako i za različite zone uzgoja (Kenworthy i Bene, 1950.; Beattie, 1952.; Brown et al., 1953.; Millela, 1958.; Paulsen, 1959., 1962.; Richter, 1969., 1972.; Agabbio, 1974., 1975., 1976.; Ruiz-Sanchez et al., 1987.; Dženeva, 1985., 1986., 1988., 1989. i Vrsaljko, 1991.).

U nas takvi standardi još nisu utvrđeni, već se koriste inozemni podaci.

Na razinu opskrbljenosti biogenih elemenata u lišću bajama, osim sortnih osobina utječu podloga i stupanj rodnosti, rez, vrijeme dozrijevanja plodova, starost stabla, uvjeti uzgoja, itd. (Breviglieri, 1950.). Isto tako pojedine sorte imaju specifične zahtjeve na pojedine biogene elemente (Kenworthy, 1952.; Vrsaljko, 1991.).

Relativna stabilizacija biogenih elemenata u lišću bajama ustanovljena je za N, P i K koncem srpnja, pa se preporučuje, da se uzorci lišća za folijalnu dijagnostiku uzimaju u to vrijeme s nerodnih izboja (Lalatta, 1980., 1986.).

Ruiz-Sanchez, (1987.) preporučuje da lišće bajama za folijarnu dijagnostiku treba uzimati između 151. i 170. dana nakon cvatnje.

Agabbio (1974, 1975, 1976) konstatira da razine N, P i K padaju postupno prema koncu vegetacije, a optimalnom opskrbljenosti smatra se kada lišće bajama sadrži 2,0 - 2,5% N; 0,12% P; 1,4 - 1,95% K i 2,0% Ca.

Prema istraživanjima Sorie et al. (1982.) razina N, P, K i Cu opada od proljeća prema jeseni, a razina Ca, Mg, Fe, Mn i Zn raste. Isti autori iznose kako se postižu najveći prirodni kada lišće bajama sadrži 2,7% N; 0,14% P; 1,25% K; 3,15% Ca; 0,95% Mg; 100 g/g Fe; 57 g/g Mn i 36 g/g Zn.

Proučavajući razine opskrbljenosti biogenim elementima lišća bajama neki su autori dali raščlambu na kritične, optimalne i visoke razine biogenih elemenata (Brown et al., 1953.; Meith et al., 1975.; Agabbio, 1976.; Monastra, 1975., 1977.; Aversa et al., 1983.; Lalatta, 1986.; Gomez et al., 1987.; Dženeva, 1985., 1989.).

Tako Monastra (1977.) govori, da je bajam slabo opskrbljen biogenim elementima, ako lišće sadrži ispod 1,9% N; 0,1% P i 1% K.

Uz mala odstupanja u tim se razmacima kreću i preporuke gore citiranih istraživača.

Nadalje, Dženeva (1985.) je analitički utvrdila korelativne odnose između kemijskog sastava lišća, vegetativnog rasta i rodnosti bajama sorte Non Pareil u uvjetima Bugarske. Najbolji vegetativni porast odrazilo je lišće sljedećih razina bioelemenata: 2,95 - 3,50% N i 2,4 - 2,6% K. Koncentracija fosfora nije u tijesnoj korelativnoj vezi, dok je to za dušik 0,77 - 0,81, a za kalij 0,65 - 0,68. Maksimalni urod se postiže pri koncentraciji od 3 - 3,6% N, 0,41 % P i 2,4 - 2,75% K. Indeks N/K od 1,2 - 1,45 osigurava maksimalni urod u sljedećoj godini.

Ova autorica (Dženeva, 1986., 1988., 1989.) istražuje ovisnost između kemijskog sastava lišća i uroda u sljedećoj godini kod iste sorte. Sadržaj kalija u lišću nalazi se u visokoj pozitivnoj korelativnoj vezi s urodom u sljedećoj godini ($r = 0,73 - 0,81$). Najbolji urod postiže se pri koncentraciji dušika u lišću od 2,75 - 2,85%; P 0,32 - 0,34% i K od 1,85 - 2,10% u prethodnoj godini. U sljedećim godinama maksimalni prinos se postiže kada je odnos među koncentracijama dušika i kalija u tekućoj godini u granicama od 1,4 - 1,45.

Weinbaum et al. (1980.), te Weinbaum i Muraoka (1986.) istraživali su preraspodjelu dušika iz lista preko egzokarpa+mezokarpa u sjemenku bajama. Koncem svibnja najveća je koncentracija u lišću, potom slijedi opadanje tijekom procesa dozrijevanja s 3,04% na 1,74%. U tom periodu teče intenzivno nakupljanje dušika u sjemenci i kako se vidi, dolazi do redistribucije dušika iz lista u sjemenku.

Prva istraživanja ove vrste u našim uvjetima provedena su u Ravnim kotarima (Vrsaljko, 1991.). Istraživan je kemijski sastav lišća kod osam introduciranih sorata bajama. Sorta *Ferragnes*, općenito najrodnija sorta, odrazila je stabilnost u razini biogenih elemenata, optimalnu ravnotežu kationa i dobru izbalansiranost među biogenim elementima. Razina pojedinih biogenih elemenata za sortu *Fer-*

ragnes bila je: N 1,95 - 2,13%; P 0,17%; K 1,69 - 2,0%; Ca 3,79 - 3,99%; Mg 0,25 - 0,29%, Fe 173 - 195 g/g; Zn 74-84 g/g. S druge strane ravnoteža kationa iznosila je 2,12 - 2,41, intenzitet ishrane 3,83 - 3,99%, a indeks N/K nešto je niži i kreće se od 1,14 - 1,26. Utvrđena je signifikantno opravdana razlika u razini opskrbljenosti biogenih elemenata između pojedinih sorata samo za dušik, kalij i kalcij.

Anorganske komponente u plodu bajama iznose otprilike 3% suhe tvari i nema velikih varijacija među sortama, dok je njihov mineralni sastav pod utjecajem genetske varijabilnosti, zone porijekla i zone uzgoja (Saura-Calixto i Canellas, 1980., 1982.a; Saura-Calixto et al. 1987. i 1993.; Schira, 1991.). Predominantni elementi su kalij i fosfor koji zajedno čine 70% od 39 ispitanih elemenata (Furr et al., 1979.).

Saura-Calixto et al. (1983., 1984.) proučavali su mineralne komponente sjemena bajama sorte Pons na otoku Mallorca. Sadržaj pepela pada od 50 - 60 dana nakon zemetanja ploda s 9,9% na 2,9% suhe tvari. Red veličina promjena koncentracija mineralnih elemenata od početka srpnja do vremena berbe (izražen u mg/100 gr suhe tvari) bio je: K 1243 - 765; Ca 552 - 222; Mg 300 - 176; P 575 - 496; Fe 4,56 - 2,69; Zn 4,3 - 2,88; Mn 1,97 - 1,30; Cu 1,35 - 1,32).

Dosta precizne informacije o promjeni mineralnog sadržaja pojedinih dijelova ploda bajama (embrio i kotiledoni) predočili su Bosch-Arino et al. (1977.a, b), kao i stupanj apsorpcije i akumulacije pojedinih elemenata u raznim dijelovima ploda, što znatno koristi za određivanje mineralne hranidbe voćnjaka u rodu, kao i pri sadnji novih (Agabbio et al., 1982.). Koncentracija pojedinih biogenih elemenata u kotilodonima jezgre sorte Planketa uzimanih u svibnju (izraženo u mg/100 g suhe tvari) bila je: K 2497; Ca 5225; Mg 553; Fe 6,67; Zn 8,86; Mn 2,88; Na 11,04. Embrio je imao 2143 K; 123 Ca; 864 Mg;; 46,4 Fe; 5,02 Mn; 30,5 Na i 20,87 Zn.

U Bugarskoj je Dženeva (1992.) istraživala i analizirala razinu makrobiogenih elemenata u pojedinim dijelovima ploda tijekom rasta i zriobe ploda. Tako razdoblje ubrzanog rasta karakterizira naglo usvajanje dušika i fosfora. Najvećom koncentracijom dušika (2,68%) i fosfora (0,56%) odlikuje se mezokarp i obrnuto, sadržaj kalija (0,90%), Ca (0,22%), Mg (0,14%) je najmanji. U tom bitnom razdoblju u mezokarpu pada razina dušika na 0,59% i to je vjerojatno u vezi s razvojem sjemenke, kada se dušik redistribuira iz mezokarpa u sjemenku.

Translokacija dušika iz mezokarpa slijedi preko endokarpa (Benkan i Richter, 1971.; Weinbaum et al., 1984., 1987., 1980.; Kjelgren et al., 1985.; Weinbaum i Muraoka, 1986.). Sadržaj fosfora u sva tri dijela ploda slijedi hod usvajanja dušika. U odnosu na mezokarp i endokarp jezgra sadrži najveću količinu fosfora (od 0,16% u lipnju do 1,02% u rujnu).

Prema nekim autorima (Gapočko, 1931.; Richter, 1972.; Molčanov, 1974.) dosta visok sadržaj fosfora u jezgri objašnjava se time, da je jezgra rezervno hranište embrija, dok druga dva dijela ploda u tome ne sudjeluju. Zbog toga potrebne su znatne količine fosfora u mjesecu lipnju za normalni razvoj sjemenke.

Prema Dženevi (1992.) specifičan je put razine kalcija u sva tri dijela ploda. Mezokarp sadrži najmanju koncentraciju kalcija u svibnju (1,55%), od kada koncentracija naraste dosegavši 2,04% u vrijeme komercijalne zrelosti. Sličan put slijedi endokarp (od 0,83 - 2,20%). Suprotno tome sadržaj kalija u sjemenci je najviši u cijeloj vegetaciji i smanjuje se od srpnja, dostigavši minimum u rujnu (0,85%). Zahtjevnost jezgre za kalijem i magnezijem u prvoj fazi je mala. Tijekom zoridbe mezokarpa i endokarpa razina kalcija i magnezija raste, tako da u vrijeme berbe dostižu maksimalnu vrijednost.

Slična daljnja istraživanja proveli su Schira et al. (1993.) u Italiji na sorti Texas. Po njima, pepeo, te koncentracija P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Zn i Mn rastu od zametanja ploda do zrelosti u sjemenci i mezokarpu, dok padaju u endokarpu. To ukazuje na činjenicu, da su kompletne biološke aktivnosti povezane s rastom i zoridbom, te traže kontinuiranu akumulaciju bioelemenata, koji su samo u manje aktivnim dijelovima ploda, kao u endokarpu, nepotrebni. Za razliku od standarda oni su izražavali koncentraciju mineralnog dijela i pojedinih biogenih elemenata na 100 gr svježje tvari. No, kada se to preračuna na % suhe tvari, ovi rezultati slijede prethodno opisani trend.

S hranidbene točke gledišta, bajam se općenito smatra odličnim izvorom bioelemenata (Southy et al., 1971.), pri čemu valja istaći veliku važnost kalcija u mineralnom dijelu, premda nije ugrađen u organske spojeve već se taloži kao oksalat u vakuolama ploda (Lindner, 1966.; Souty et al., 1973.; Meena et al., 1987.; Paneros, 1989.; Schira, 1993.).

Bajam među inim sadrži optimalne količine magnezija i oligoelemenata, te se smatra općenito bogatim izvorom bioelemenata. Fosfor i kalcij su u inverznoj korelaciji, dok su za klor i natrij, te bakar i dušik dobivene potvrdne korelacije (Saura-Calixto i Canellas, 1982.a). Ova zadnja korelacija potvrđuje hipotezu da deficit bakra koincidira sa sintezom proteina (Barcello et al., 1980.).

Richter (1971.), govori o potrebi utvrđivanja i definiranja izmjene tvari između egzokarpa+mezokarpa i sjemena, tj. treba proniknuti pitanje biološke uloge egzokarpa+mezokarpa bajama i njegovo značenje u razvoju sjemena i mogućem utjecaju na veličinu i kakvoću sjemenki. Još je Gapočko (1931.) objavio rezultate istraživanja biokemijskog sastava egzokarpa+mezokarpa i sjemena kod nekoliko krimskih sorti, ali samo u stadiju komercijalne zrelosti, dok je davne 1910. godine Ljubimenko uočio jednu od važnih funkcija egzokarpa+mezokarpa, organa koji regulira zračni režim ploda. On govori kako i u kojoj mjeri zatvorena atmosfera unutar egzokarpa+mezokarpa utječe na uvjete razvoja sjemena, koji u početku znatno ovisi o intenzitetu fotosinteze u egzokarpu+mezokarpu. Ova teza našla je potvrdu u radovima Prokofjeva (1955.) i Pontoviča (1955.).

O premještanju hranjivih tvari pojedinačno elemenata i šećera iz egzokarpa+mezokarpa u sjeme tijekom rasta i razvoja, možemo čitati u davnim radovima nekih autora (Thor i Smith, 1935.; Sell et al., 1946.; Čuvajev, 1962.).

Prema Benkeni i Richteru (1971.), najznačajniji moment u razdoblju stvarnog dozrijevanja ploda je preraspodjela hranjivih tvari između dijelova ploda, točnije premještanje iz egzokarpa+mezokarpa u sjemenku (prije svega to se odnosi na dušik). Za vrijeme zoridbe egzokarp+mezokarp redistribuira oko 70% ranije nakupljenih rezervi ukupnog dušika i opskrbljuje sjeme u razvoju. Priloženo govori, da više od polovice dušičnih spojeva, neophodnih za normalan rast i zoridbu sjemenke potječe neposredno iz egzokarpa+mezokarpa. Na taj način, svojevremeno nakupljanje dušičnih tvari predodređenih za sjeme, jedna je od važnih fizioloških funkcija egzokarpa+mezokarpa bajama. Vlastite rezerve šećera egzokarpa+mezokarpa imaju manje značenje, premda se one mogu premješati iz egzokarpa+mezokarpa u sjeme i biti iskorištene u trenutku intenzivne biosinteze.

Kako je dušik najznačajniji biogeni element u plodu bajama, to ne čudi da su obavljena detaljna i precizna istraživanja redistribucije dušika iz lista i egzokarpa+mezokarpa u sjemenku bajama (Weinbaum et al., 1980., 1984., 1987.; Sesay et al., 1980.; Simpson et al., 1983.; Kjelgren et al., 1985.; Weinbaum i Muraoka, 1986.).

Utvrđeno je da nedostatak dušika dovodi do poremećaja kao što su smanjeni broj zametanja plodova bajama i sitne nedostatno razvijene jezgre (Chandler, 1960.; Weinbaum et al., 1980.; Dženeva, 1986.).

Podaci predočeni u istraživanjima Weinbauma i Muraoke (1986.) upućuju na važnu vremensku korelaciju između 50 postotnog pada sadržaja dušika egzokarpa+mezokarpa i akumulacije dušika u sjemenu bajama, što potvrđuju i radovi Batjera (1958.) i Titusa et al. (1982.). Eksponencijalno povećanje sadržaja dušika u sjemenci koje je započelo u ranom lipnju vremenski odgovara postizanju pune veličine sjemenke (Brooks, 1939.). Kvantitativna signifikantnost ove remobilizacije, odnosno premještanja dušika iz egzokarpa+mezokarpa u embryo, predstavlja 52,9% ukupno akumuliranog dušika u embriju kroz to isto razdoblje. Sadržaj dušika u listu izražen na temelju površine lista pokazuje ukupni gubitak (redistribuciju) dušika od 42% između 31. svibnja i 15. kolovoza i to zapravo predstavlja minimalnu procjenu obrtnog broja dušika unutar listova. Čini se da je to neovisno o senescenciji lista, jer nije bilo ukupnog pada dušika za vrijeme tog razdoblja. To pokazuje da je čak dušik u tzv. zalih (dušik asimilirani prethodnih godina) preokrenut i cikliran kroz listove bajama za vrijeme sezone rasta, a potom redistribuiran u sjemenke.

Dženeva (1992.) je postavila istraživanje tako da prouči usvajanje dušika i nekih mineralnih elemenata u zasebnim dijelovima ploda bajama tijekom vegetacije, kao i odnos među njima u procesu rasta i dozrijevanja. Smanjeni sadržaj dušika u mezokarpu (s 2,68 na 0,59%) i endokarpu (s 0,71 na 0,55%) u lipnju, tumači njegovim prijelazom u sjemenku. Sličan je trend i kod fosfora. Sniženje koncentracije kalcija u jezgri teče od sredine srpnja prema rujnu, što je vjerojatno uvjetovano njegovim prijelazom iz jezgre u druge dijelove ploda mezokarp

(2,04%) i endokarp (2,20%), tako da bajam u zreom stanju, u tim dijelovima ploda sadrži znatne količine kalcija (4,24%) u odnosu na jezgru (0,85%). Dakle, razdoblje dozrijevanja ploda bajama karakterizira preraspodjela (redistribucija) N, P, K, Ca i Mg između pojedinih dijelova ploda.

Nadalje, Schira et al. (1993.) istraživali su korelacije u odnosima pojedinih bioelemenata u različitim dijelovima ploda. Između ostalog, utvrđen je porast P, K, Mg, Zn, Fe i Mn u sjemenci i pad ovih elemenata u koštici kao i porast K, Zn i Fe u lupini i pad u koštici. Pozitivna korelacija postoji u razinama K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe i Mn.

PREDMET ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

Dvogodišnja istraživanja (1993., 1994.) obavljena su u bajamiku (»Opatija«) nedaleko Biograda. Jednogodišnje sadnice bajama cijepljene na sjemenjaku gorkog bajama posađene su na razmak 5 x 4 m u jesen 1988. godine. Uzgojni oblik je vaza. Vočke su posađene na antropogeniziranom smeđe lesiviranom šumskom tlu na mekim eocenskim i tvrdim krednim vapnencima. Na tablicama 1 i 2 data su fizička, odnosno kemijska svojstva tla. Vidi se da su to slabo alkalna tla po cijeloj dubini profila. Teksturni sastav pripada praškasto glinastoj ilovači. Tlo je duboko, slabo skeletoidno po cijelom profilu, bez pravilnog rasporeda glede količine, veličine i dubine pojavljivanja. Analitički podaci pokazuju da je ovo tlo siromašno humusom, dovoljno opskrbljeno ekološki pristupačnim kalijem, a nedovoljno opskrbljeno ekološki pristupačnim fosforom. Istražili smo sljedeće elemente klime: apsolutne i minimalne temperature, apsolutno maksimalne temperature, prosječne mjesečne i godišnje temperature, relativnu vlažnost zraka i količine padalina. Iz dvogodišnjeg pregleda padalina uočena je znatnija razlika po godinama, međutim pogledamo li klima-dijagrame onda se vidi da je u obje godine razdoblje travanj-rujan bilo sušno. Hidrotermički koeficijent po Seljaninovu i Popovu kreće se Hk od 0,39 do 0,23; Langov kišni faktor Kf od 56,1 do 44,6; indeks suše po DeMartenu od 34,1 do 26,5. To govori o semiaridnom-egzoeričkom tipu klime. Nadalje, govori nam da bi bilo dobro i primjereno obaviti natapanje u prvim ljetnim mjesecima kako bi plod i mladice imali dostatno vlage dok traje intenzivni rast i dok se u samom plodu događaju najznačajnije biokemijske kvantitativno-kvalitativne promjene. Za određivanje razina makro i mikrobiogenih elemenata korišteno je u bajamiku 20 sortno determiniranih stabala bajama i to tako da se u jednom intervalu uzimalo 5 uzoraka. Svaki uzorak sačinjavala su po 4 jednolično razvijena stabla na različitim dijelovima voćnjaka. Uzorci su se uzimali svakih 7 dana i to lišća, sjemenki, endokarpa i egzokarpa-mezokarpa. Tako uzeti uzorci prirodno su prosušeni i čuvani na temperaturi od -20°C do analize (metodika Soler et al., 1988., 1989.).

- Za analizu fizičkog i kemijskog sastava tla korištena su tri pedološka profila s tri različite dubine tla i to od 0 - 30 cm, 30 - 60 cm i 60 - 100 cm, pri tom primjenjujući suvremene pedoanalitičke metode.
- Prije analize, uzorci biljnog materijala su osušeni do konstantne težine na temperaturi od 105 °C, nakon čega su samljeveni u fine čestice mikronske veličine (prah).
- Ukupni dušik i proteini utvrđeni su po Kjeldahlu (Destilacija amonijaka na KJELTEC SYSTEM 1026 DISTILLING UNIT).
- Fosfor, kalij, kalcij, magnezij, mangan, cink, bakar i željezo određeni su iz otopine dobivene mokrim postupkom spaljivanja u smjesi HNO₃/HF/HClO₄, u mikrovalnoj peći (MILESTONE MICROWAVE LABORATORY SYSTEM).
- Pri razgradnji uzoraka korištena je norma MILESTONE APPLICATION NOTES FOR MICROWAVE DIGESTION - Milestone Application Lab. 5.
- fosfor-plamenom spektrofotometrijom 436nm/ SPECTROFOTOMETER UV/VIS PYE UNICAM 8600 (1987).
- kalij-plamenfotometrijski PLAMENI FOTOMETER Lange (smjesa butan/zrak).
- kalcij, magnezij, mangan, cink, bakar i željezo, na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru, upuhivanjem pripremljene otopine uzorka u plamen smjese acetilen/zrak ATOMSKI APSORBER PU 9100X ABSORPTION SPEKTROMETER (1990. godina).

Rezultati provedenih istraživanja obrađeni su varijacijski statistički.

Tablica 1. Fizička svojstva tla u voćnjaku
Table 1. Physical soil properties in the orchard

Profil Profile	Dubina Depth (cm)	Teksturni sastav Texture pijesak prah glina sand dust clay	Teksturna oznaka Texture mark	Volumni gustoća* Volume density (g/cm ³)	Prava gustoća Real density (g/cm ³)	Ukupni porozitet Total porosity (%)
I	0 - 30	26.5 34.5 39.0	pg	1.38	2.70	43.52
	30 - 60	27.8 37.2 35.0	pg	1.44	2.73	44.14
	60 - 100	33.3 37.2 29.5	pp	1.55	2.81	49.30
II	0 - 30	28.8 35.2 36.0	pg	1.41	2.70	40.20
	30 - 60	27.0 39.2 32.8	pg	1.43	2.69	43.30
	60 - 100	37.2 39.0 23.8	pp	1.47	2.73	44.80
III	0 - 30	38.5 22.5 29.0	pp	1.48	2.83	45.70
	30 - 60	36.4 23.3 40.3	pg	1.46	2.78	46.20
	60 - 100	37.8 27.4 34.8	pp	1.51	2.88	45.90

Tablica 2. Kemijska svojstva tla u voćnjaku
Table 2. Chemical soil properties in the orchard

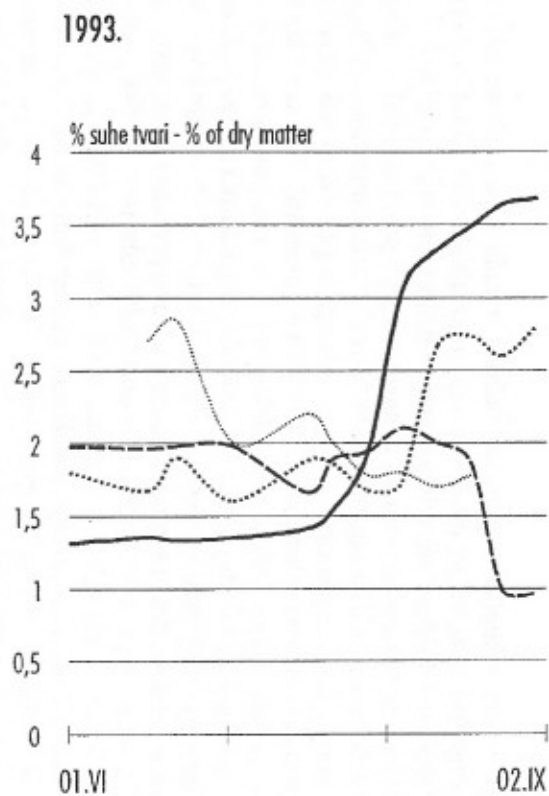
Profil Profile	Dubina – Depth (cm)	Humus (%)	P ₂ O ₅ mg/100 gr	K ₂ O mg/100 gr	pH u KCl.
I	0 – 30	2.17	7.80	30.0	7.10
	30 – 60	1.30	3.20	15.0	7.28
	60 – 100	0.34	0.17	13.0	7.25
II	0 – 30	1.90	4.90	23.0	7.17
	30 – 60	1.60	0.17	16.0	7.21
	60 – 100	0.24	0.14	17.3	7.25
III	0 – 30	1.71	5.50	15.3	7.48
	30 – 60	1.30	0.19	11.8	7.42
	50 – 100	0.17	0.14	13.2	7.44

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

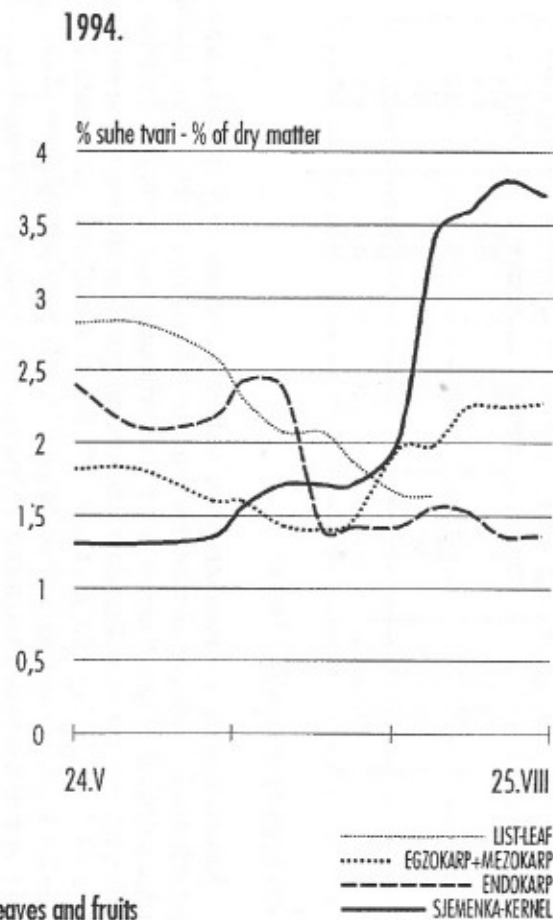
Kako rekosmo, na osnovi kemijskog sastava lišća bajama ocjenjujemo stupanj opskrbljenosti biogenim elementima. Analize obavljamo da bismo ustanovili razinu pojedinih biogenih elemenata, a time vrijeme i način gnojidbe i količinu i oblik pojedinih gnojiva. Metodom folijarne dijagnostike utvrdili smo dinamiku razina N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu i Fe. Da bismo objektivnije i sustavnije mogli sagledati kretanje i mijene u plodu bajama između pojedinih dijelova ploda i u njihovoj međuzavisnosti s razinama u lišću, to smo zasebice pratili dinamiku razina opskrbljenosti biogenim elementima u sjemenci, endokarpu i egzokarpu-mezokarpu.

1. Dušik

Bajam je veliki sakupljač i potrošač dušika, ugrađuje ga tijekom čitave vegetacije u organsku tvar, vršeci transformaciju mineralne u organsku formu, te je stoga raspoloživost dušika zbog velike potrebe i nedostatne mobilizacije, često čimbenik minimuma. Na grafikonima 1 i 2, može se lijepo primijetiti kako razina dušika tijekom vegetacije u lišću bajama opada. Najveću razinu bilježimo u svibnju i početkom lipnja, kada naglo opada, što se poklapa s početkom nakupljanja proteina u sjemenci bajama (redistribucija N iz lišća u sjemenku). U to su vrijeme (svibanj, lipanj) veće razine dušika i u endokarpu i u egzokarpu+mezokarpu u odnosu na sjemenku. Za zapaziti je, kako rekosmo, da razina dušika u lišću bajama, kao najvažnijem opskrbljivaču sjemenke općenito u mineralnim tvarima, opada tijekom cijele vegetacije, dok u sjemenci ona raste. Tako početna razina dušika u lišću od 2,83% suhe tvari u 1993. godini, odnosno 2,82% suhe tvari u 1994. godini opada na 1,78% suhe tvari (1993.), odnosno 1,6% suhe tvari (1994.). Najveće opadanje dušika u lišću pada u obje istraživane godine između 20. lipnja i 5. kolovoza i to između 30 - 40% od ukupnog dušika, što bi zapravo u tom vremenskom intervalu predstavljalo minimalnu procjenu obrtnog broja dušika unutar listova (Weinbaum i Muraoka, 1986.).



Graf. 1., 2.: Dinamika nakupljanja dušika u listu i plodu bajama
Graph. 1., 2.: The dynamic of nitrogen accumulation in almonds leaves and fruits



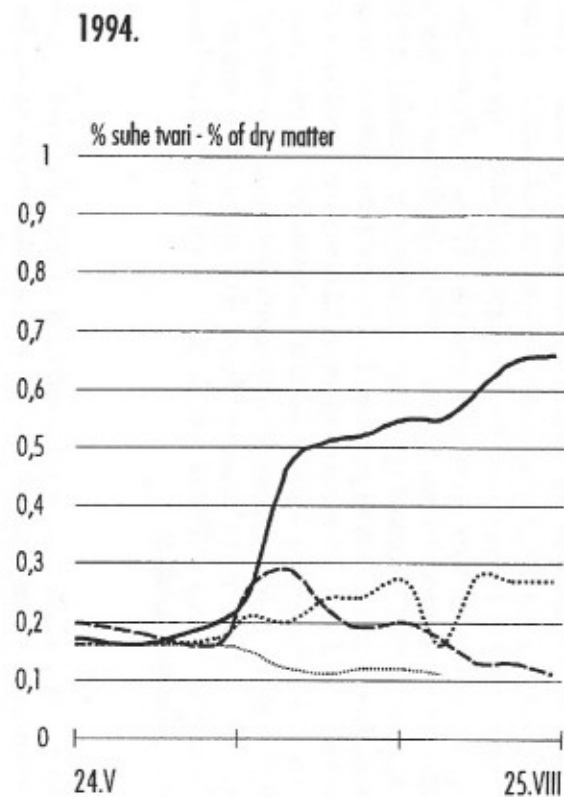
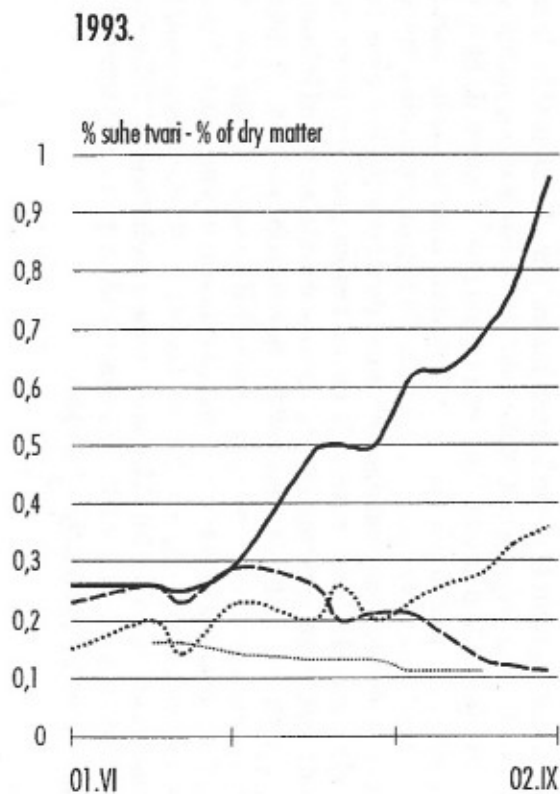
Opadanje dušika u lišću bajama između 63. i 93. dana nakon oplodnje u 1993. godini i 72. i 116. dana u 1994. godini, što pada u vrijeme vrtočnog rasta dušika u sjemenci bajama, kada se on udvostručuje (raste s 1,54% na 3,06% suhe tvari u 1993., a s 1,71 na 3,43% suhe tvari u 1994. godini), govori o njegovom premještanju iz lista u sjemenku. Nadalje, vidimo da razina dušika u endokarpu opada od početka prema kraju vegetacije, međutim u ovom vremenskom intervalu dosta je visoka, što možemo opet protumačiti intenzivnom alokacijom dušika iz lista i egzokarpa+mezokarpa preko endokarpa u sjemenku. U samom egzokarpu+mezokarpu za očekivati je bilo da će doći do opadanja razine dušika ali grafikoni 1 i 2 govore nam suprotno. Dušik raste i u egzokarpu+mezokarpu. To bismo mogli objasniti time što je egzokarp+mezokarp još zelen, pa je prema tome još uvijek sposoban za fotosintezu, da mu se suha tvar stabilizirala i da je gustoća egzokarpa+mezokarpa povećana. Ovo donekle potvrđuju istraživanja Weinbauma i Muraoke (1986.), gdje je gustoća lista narasla od 9,0 mg/cm² lista od 31. svibnja na 10,8 mg/cm² lista 31. lipnja. Taj trend predmnijevamo slijedi i egzokarp+mezokarp.

2. Fosfor

Dinamika razine fosfora kako u listu, tako i u drugim dijelovima ploda (sjemenka, endokarp, egzokarp+mezokarp) slijedi dinamiku usvajanja - nakupljanja dušika, što možemo vidjeti na grafikonima 3 i 4. U fazi intenzivnog rasta ploda bajama razina fosfora u lišću, sjemenci, endokarpu i egzokarpu+mezokarpu neznatno se razlikuje. Razina fosfora tijekom cijele vegetacije nešto je niža u 1994. godini, što možemo objasniti izuzetno sušnim razdobljem. To bi značilo da je fosfor usvajan u otežanim uvjetima tla. Kako smo rekli krivulja razine fosfora u sjemenci vjerojatno slijedi onu u dušika. Tako ona lagano raste u lipnju, da bi se u vremenskom intervalu između 20. lipnja i 5. kolovoza, kada se razina dušika udvostručuje, razina fosfora povećala za 2,5 puta. To objašnjavamo time što je jezgra glavno rezervno hranište embrija, dok druga dva dijela ploda u tome ne sudjeluju. Dakle, ovo skokovito povećanje razine fosfora pada u vrijeme intenzivne tvorbe i nakupljanja proteina i masti. To je logično ako znamo da je fosfor vrlo važan konstituent fosfatida, nukleotida, nukleinskih kiselina, enzima, koenzima, fitinske kiseline i sl. U endokarpu razina fosfora raste u lipnju, upravo u vrijeme pojačane alokacije fosfora iz lista preko endokarpa u sjemenku, a od tada prema kraju vegetacije naglo opada. Razina fosfora u mezokarpu-egzokarpu eksponencijalno raste, slično kao u dušika, što djelomice možemo protumačiti kao kod dušika. Upada u oči da je i u lišću, sjemenci, endokarpu i egzokarpu+mezokarpu fosfor u inverznoj korelaciji s kalcijem.

3. Kalij

Razina kalija u listu bajama slijedi trend opadanja od početka prema kraju vegetacije (grafikoni 5 i 6). Nešto je veća s početka vegetacije u 1993. godini, dok



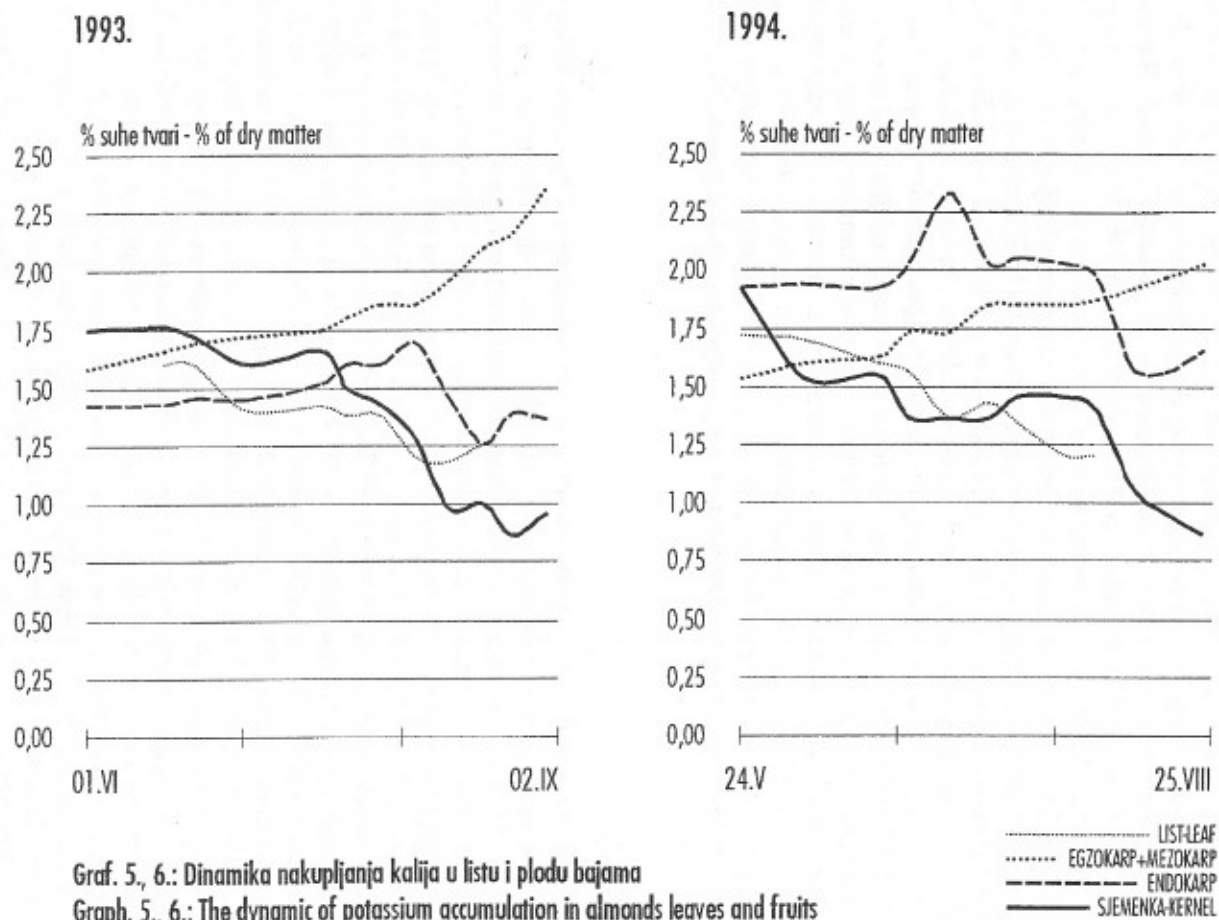
Graf. 3., 4.: Dinamika nakupljanja fosfora u listu i plodu bajama
 Graph. 3., 4.: The dynamic of phosphorus accumulation in almonds leaves and fruits

LIST-LEAF
 EGZOKARP+MEZOKARP
 ENDOKARP
 SIJEMENKA-KERNEL

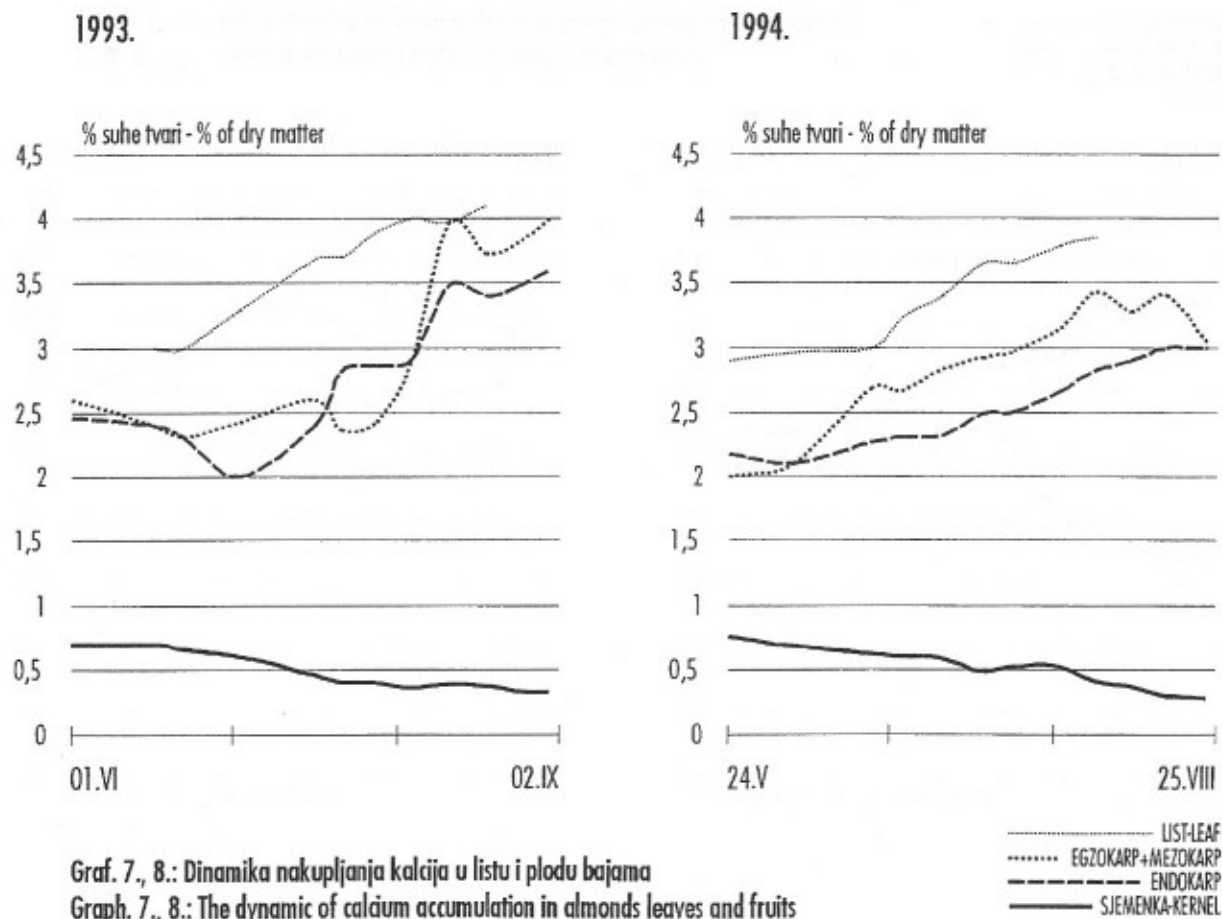
je pri kraju vegetacije gotovo identična u obje istraživane godine. To tumačimo lakšim usvajanjem u 1993. godini, kada je bilo dosta vlažnosti u tlu i nepovoljnijim klimatskim uvjetima u 1994. godini na početku vegetacije. Kalij je uz fosfor dominantan biogeni element mineralnog dijela sjemenke bajama, te ta dva elementa sačinjavaju oko 70% mineralnog dijela (ne računajući dušik). Razina kalija opada s početka vegetacije u lišću, sjemenci i endokarpu, a raste u egzokarpu+mezokarpu. Visoku razinu kalija u sjemenci možemo razumjeti, jer je u fazi intenzivnog rasta ploda bajama on bitan element radi regulacije permeabilnosti živih membrana i aktiviranja mnogih enzima kod bajama (njih četrdesetak). Dobra opskrbljenost kalijem u tom razdoblju, odražava se pozitivno na neto asimilaciju, uz bržu sintezu rezervnih tvari kao što su škrob, saharoza, lipidi i proteini. Isto tako možemo vidjeti da se naglo smanjenje razine kalija u sjemenci poklapa sa alokacijom dušika i fosfora iz lista i egzokarpa+mezokarpa preko endokarpa ka sjemenu. Istovremeno dolazi do premještanja kalija iz lista u egzokarp+mezokarp. U endokarpu nema nekih većih oscilacija u razini kalija, iako postoji lagani trend porasta u srpnju, a zatim blagi pad tijekom kolovoza. Smanjenje kalija u listu, sjemenci i endokarpu istovremeno prati njegovo nakupljanje u egzokarpu+mezokarpu, tako da egzokarp+mezokarp na kraju vegetacije sadrži preko 2% kalija suhe tvari.

4. Kalcij

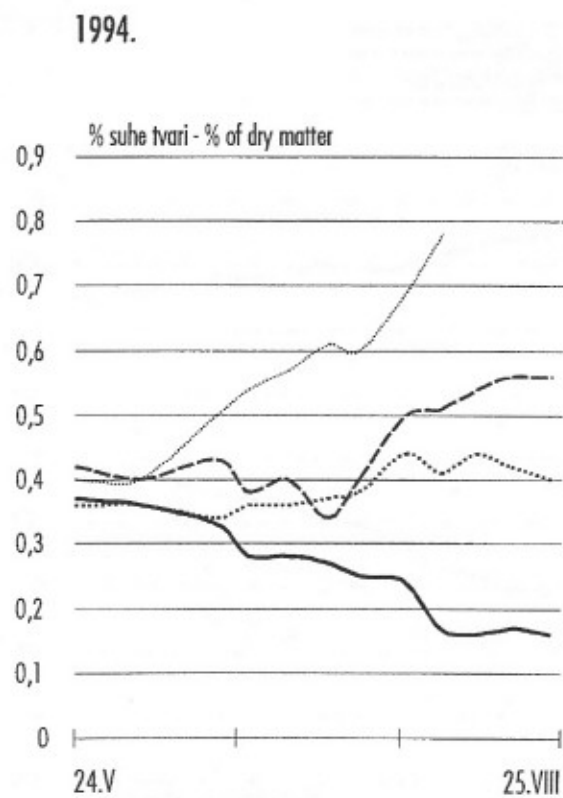
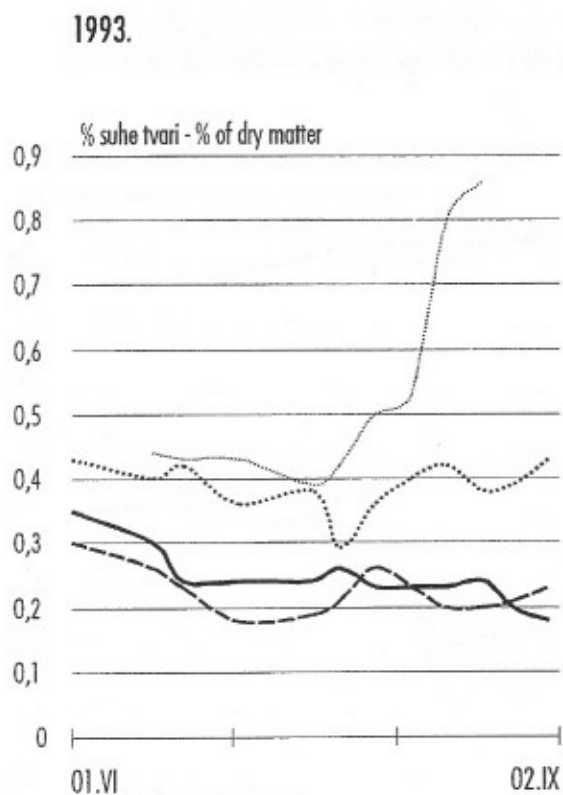
U lišću, endokarpu i egzokarpu+mezokarpu (grafikoni 7 i 8) razina kalcija raste s početka prema kraju vegetacije, a rapidno se smanjuje u sjemenci (grafovi 12 i 13). Ovo rapidno smanjenje ne možemo dovesti u vezu s njegovim premještanjem iz sjemenke u ostale dijelove ploda, iako Dieneva (1992.) to iznosi u svojim istraživanjima. Prije bi se to moglo protumačiti smanjenjem sadržaja pepela kako to obrazlaže Saura-Calixto et al. (1983., 1984.). Prema njegovim istraživanjima razina pepela spala je s 9,9% suhe tvari 50. - 60. dan nakon zametanja ploda na 2,9% suhe tvari u vrijeme zrelosti. To bi se poklapalo sa smanjenjem kalcija u sjemenci s 0,70% suhe tvari (1993.), odnosno 0,76% suhe tvari (1994.), s početka vegetacije, na 0,25% (1993.), odnosno 0,27% suhe tvari (1994.). Za razliku od sjemenke druga dva dijela ploda, endokarp i egzokarp+mezokarp bogato su opskrbljena kalcijem. To je logično jer je kalcij konstituent malog broja spojeva (pektin i fitin), uglavnom je u kristalnom obliku (oksalati, kalcit) i ima malu ulogu u aktiviranju enzima. Nadalje je logično njegovo nakupljanje u endokarpu i egzokarpu+mezokarpu jer on smanjuje hidratiziranost protoplazme i povećava njen viskozitet. On slijedi nakupljanje suhe tvari u endokarpu i egzokarpu+mezokarpu. Jače nakupljanje i u endokarpu i u egzokarpu+mezokarpu pada u vremenskom intervalu od 20. srpnja do polovice kolovoza, od kada se nastavlja blagi trend povećanja prema rujnu kada doseže najveće razine (endokarp 3,6% suhe tvari, a egzokarp+mezokarp 4% suhe tvari).



Graf. 5., 6.: Dinamika nakupljanja kalija u listu i plodu bajama
Graph. 5., 6.: The dynamic of potassium accumulation in almonds leaves and fruits



Graf. 7., 8.: Dinamika nakupljanja kalcija u listu i plodu bajama
 Graph. 7., 8.: The dynamic of calcium accumulation in almonds leaves and fruits



Graf. 9., 10.: Dinamika nakupljanja magnezija u listu i plodu bajama
Graph. 9., 10.: The dynamic of magnesium accumulation in almonds leaves and fruits

LIST-LEAF
EGZOKARP+MEZOKARP
ENDOKARP
SJEMENKA-KERNEL

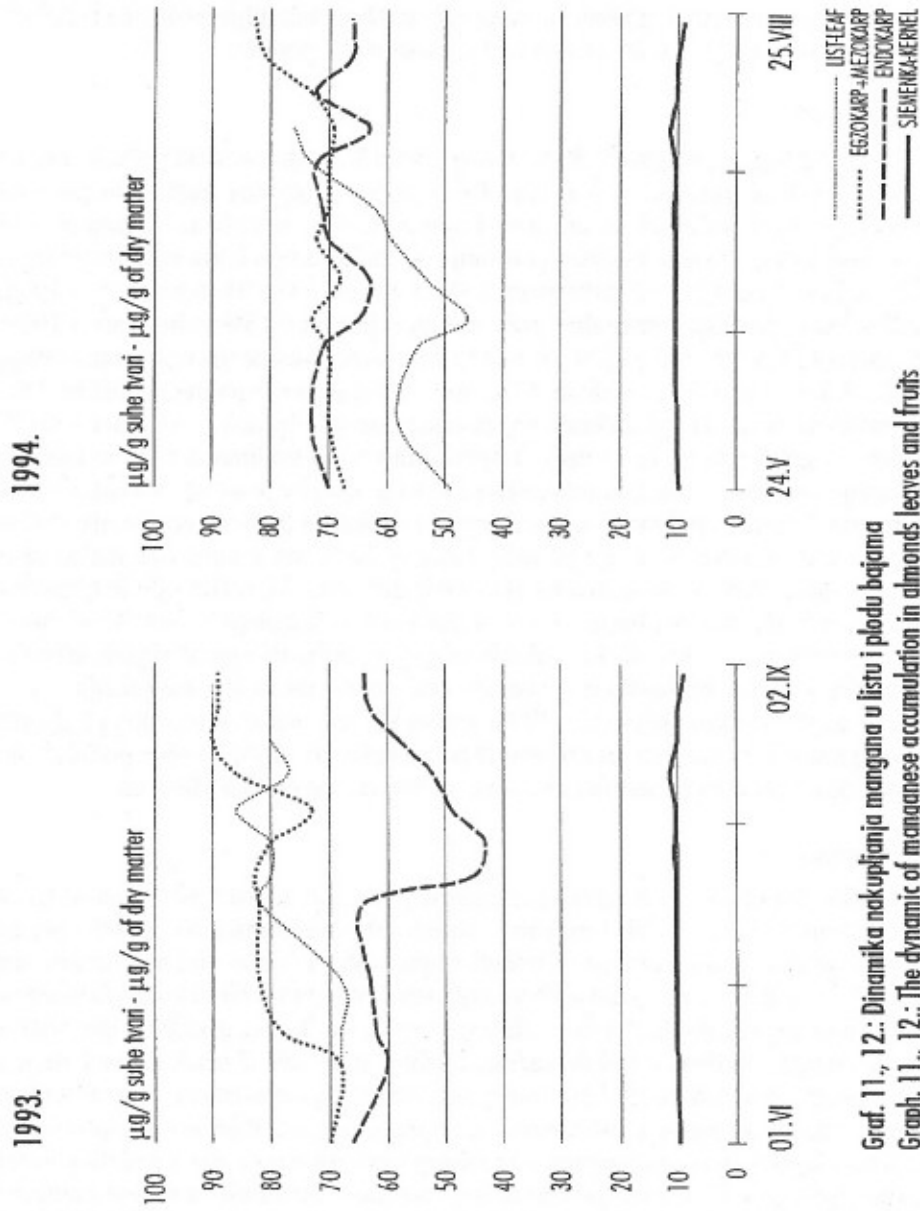
Naglo povećanje i u endokarpu i u egzokarpu+mezokarpu, odnosno smanjenje u sjemenci pada 93. dan nakon zamatanja ploda u 1993. godini i 116. dan nakon zamatanja ploda u 1994. godini, što odgovara naglom nakupljanju dušika i fosfora. Kalendarski to pada oko 20. srpnja u obje istraživane godine.

5. Magnezij

U lišću bajama magnezij, kao i kalcij slijedi krivulju rasta od početka prema kraju vegetacije (grafikoni 9 i 10). Tako ga lišće bajama zadrži na početku vegetacije oko 0,44% suhe tvari, a na kraju do 0,86% suhe tvari. Međutim, isto kao i kod kalcija, razina magnezija u sjemenci bajama opada tijekom vegetacije. Tako u lipnju iznosi 0,3% suhe tvari u 1993. godini i 0,37% suhe tvari u 1994. godini, od kada eksponencijalno pada prema rujnu na 0,15% suhe tvari u 1993. godini i 0,16% suhe tvari u 1994. godini. Dakle, razina magnezija u sjemenci manja je oko 2,3 puta u vrijeme zrelosti. U samom endokarpu razina magnezija u 1993. godini oscilira, tako da je na kraju vegetacije nešto manja, dok je naprotiv u 1994. godini njegova razina nešto veća. Usporedimo li po godinama i po terminima uzimanja uzoraka za analizu magnezija i kalcija, uočljiv je antagonizam ova dva elementa. Isto tako magnezij u egzokarpu+mezokarpu tijekom vegetacije varira, u lipnju lagano raste, u srpnju je uočljiv zastoj, da bi mu u kolovozu razina opet porasla. Kako znamo da je magnezij konstituent samo klorofila i da je aktivator mnogih enzima, ne čudi što je njegova razina niska u sjemenci i izrazito visoka u lišću (grafikoni 9 i 10). Kako vidimo magnezij prilično vjerno slijedi krivulju dinamike kalcija, poglavito u sjemenci. Uočavamo da razina magnezija, kao i kalcija naglo opada u sjemenci u 1993. godini 93. dan nakon zamatanja ploda, a u 1994. godini 116. dan nakon zamatanja ploda (oko 20. srpnja u obje godine), što se poklapa s ubrzanim i zamjetnim povećanjem razine dušika i fosfora.

6. Mangan

Lišće bajama u obje istraživane godine pokazuje dobru opskrbljenost ovim elementom, koji kao kalcij i magnezij slijedi krivulju porasta od početka prema kraju vegetacije. Jači je porast od početka lipnja, što se lijepo vidi na grafikonima 11 i 12. Isto, kao u listu, tako u egzokarpu+mezokarpu u kojem teče fotosinteza, razina mangana je visoka, a i raste tijekom vegetacije. To je razumljivo ako znamo da je mangan aktivator nekih važnih enzima (enolaza, karboksilaza i dr.), a nezamjenjiv je u fotosintetskom transportu elektrona fotosustava II pri fotooksidaciji vode. Značajan je i kao element u redukciji nitrata. Povezano s rečenim ne čudi kontinuirani porast mangana u egzokarpu+mezokarpu i listu s početka prema kraju vegetacije. U endokarpu kao najneaktivnijem dijelu ploda razina mangana gotovo je istovjetna cijelim tijekom rasta i zriobe ploda bajama. Ipak uočljivo je da je razina mangana u endokarpu 1993. godine znatnije opala između 93. i 128. dana nakon zamatanja ploda, što se opet poklapa s vremenskim intervalom



Graf. 11., 12.: Dinamika nakupljanja mangana u listu i plodu bajama
Graph. 11., 12.: The dynamic of manganese accumulation in almonds leaves and fruits

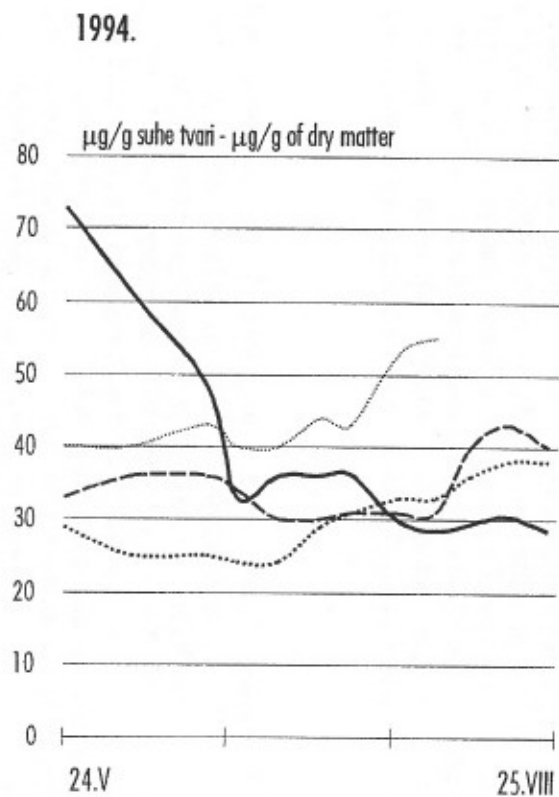
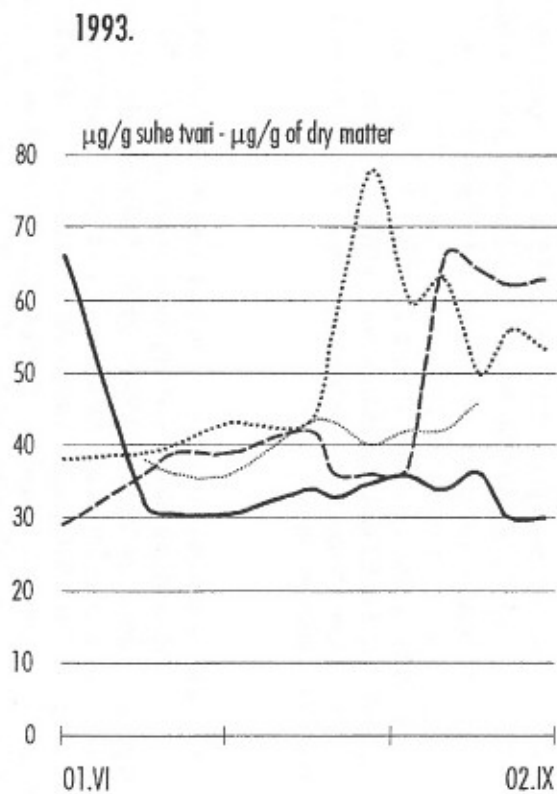
intenzivnog nakupljanja masti i proteina. U isto vrijeme očitana je najviša razina u sjemenci (premještanje mangana u sjemenku iz egzokarpa+mezokarpa). Njegovo povećanje u sjemenci u vrijeme intenzivnog nakupljanja masti i proteina s jedne strane i sniženje razine ugljikohidrata s druge strane, može se dovesti u vezu s time što mangan aktivira procese oksidacije i dekarboksidacije u ciklusu limunske kiseline, zatim igra značajnu ulogu pri metabolizmu dušika, redukciji nitrata, oksidaciji masnih kiselina, sintezi linalne kiseline, itd. Nakon smanjenja intenziteta kompleksnih biokemijskih procesa, opada i razina mangana u sjemenci bajama.

7. Cink

Razina cinka u listu bajama kreće se u granicama od 38 do 55 g/g, što je ispod granice optimuma. Ima tendenciju rasta s početka prema kraju vegetacije. U fazi intenzivnog rasta ploda bajama razina cinka je najviša u sjemenci (grafikoni 13 i 14) i iznosi 66,2 g/g (1993.), odnosno 73 g/g (1994.), nakon čega dolazi do rapidnog smanjenja početkom lipnja i to na 32 g/g (1993), odnosno 33 g/g (1994.). Od tada prema kraju vegetacije njegova razina i dalje polagano opada. Dijelom to možemo protumačiti njegovom neophodnošću pri sintezi auksina, preko sinteze triptofana. Nagli pad razine cinka u sjemenci, odnosno njegova alokacija, poklapa se s povećanjem njegove razine u endokarpu, egzokarpu+mezokarpu i listu, gdje procesi rasta u to vrijeme nisu dogotovljeni, fotosinteza teče, a znamo da cink indirektno preko ribuloze - bifosfat karboksilaze utječe na intenzitet fotosinteze. Uz sintezu oksina, ovaj mikroelement je važan kao fosforni dio i aktivator mnogih enzima, a važan je čimbenik u biosintezi DNA i RNA, sintezi proteina, itd. Zapažen je antagonizam između cinka i fosfora u lišću, sjemenci i endokarpu. Neki to tumače time da ioni fosfata imobiliziraju cink pri njegovu usvajanju i translokaciji. Primjećujemo da u 1993. godini (grafikon 13) između 93. i 121. dana nakon oplodnje gotovo iskoči razina cinka u egzokarpu+mezokarpu da bi nakon toga opala. To indicira da je u tom vremenskom intervalu egzokarp+mezokarp itekako značajan dio ploda za sintezu proteina.

8. Bakar

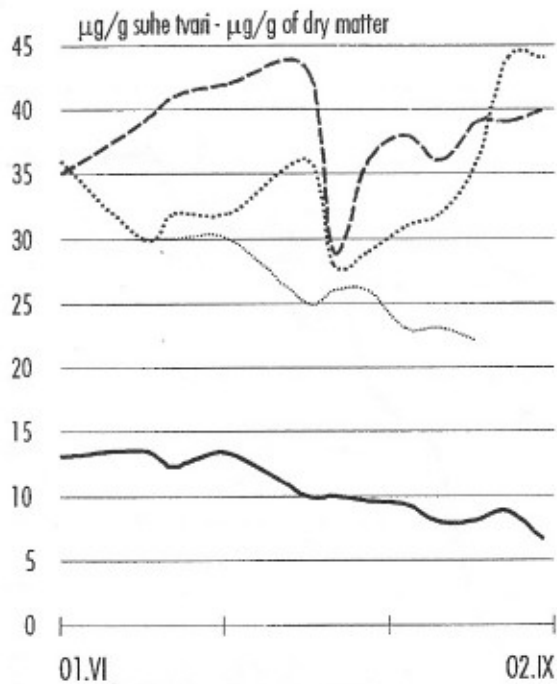
Lišće bajama sadrži relativno malo bakra, zapravo u našem slučaju ispod granice optimuma. Slijedi pravilan blagi trend opadanja razine bakra s početka prema kraju vegetacije, što se poklapa s kretanjem dušika, fosfora i kalija (Soria et al., 1982.). Usporedbom s drugim istraženim biogenim elementima razina bakra u plodu i lišću je najniža. Isto tako je najniža u sjemenci (grafikoni 15 i 16). Kako je bakar mikroelement potreban biljkama u vrlo malim koncentracijama, a ima utjecaj na sintezu proteina, stabilizaciju molekula klorofila, te ulazi u sastav i aktivira velik broj enzima to je jasna njegova veća koncentracija tijekom svibnja i lipnja u sjemenci i lišću. Lagano pomicanje u korist endokarpa i egzokarpa+me-



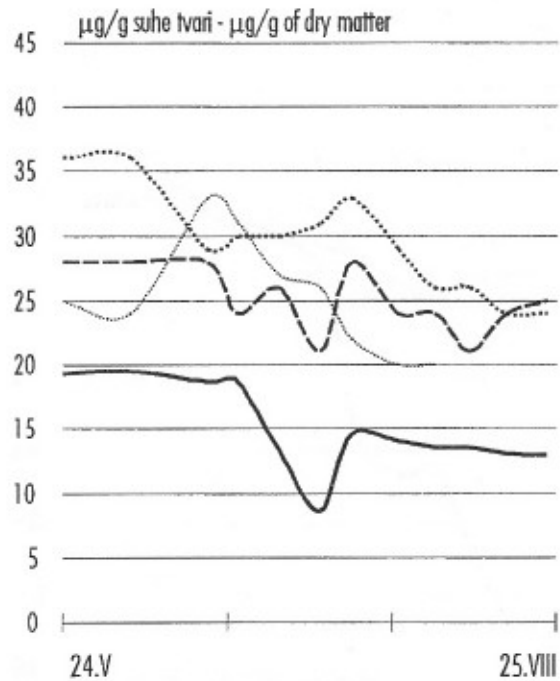
Graf. 13., 14.: Dinamika nakupljanja cinka u listu i plodu bajama
 Graph. 13., 14.: The dynamic of zinc accumulation in almonds leaves and fruits

LIST-LEAF
 EGZOKARP+MEZOKARP
 ENDOKARP
 SIJENKA-KERNEL

1993.

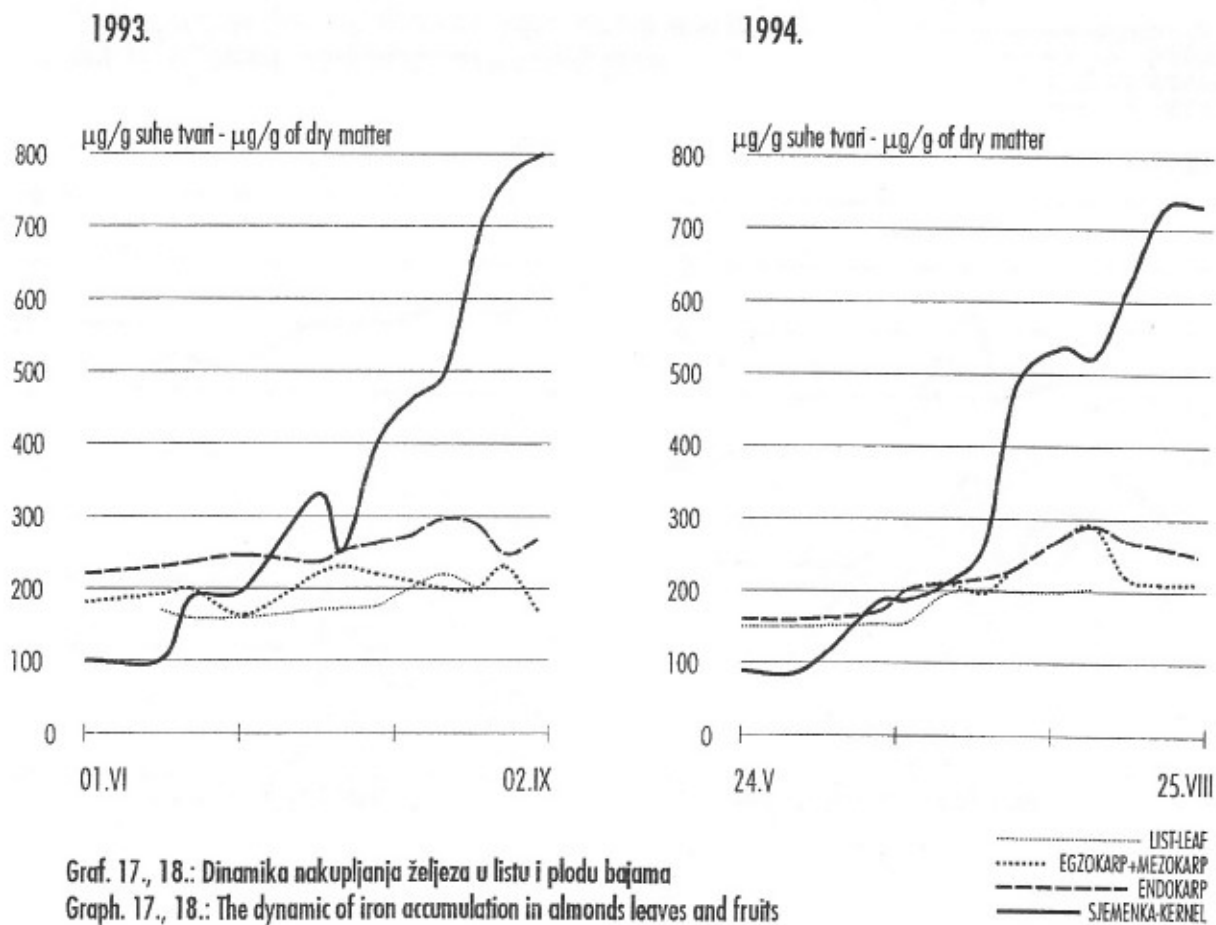


1994.



Graf. 15., 16.: Dinamika nakupljanja bakra u listu i plodu bajama
Graph. 15., 16.: The dynamic of copper accumulation in almonds leaves and fruits

LIST-LEAF
EGZOKARP+MEZOKARP
ENDOKARP
SIJEMENKA-KERNEL



Graf. 17., 18.: Dinamika nakupljanja željeza u listu i plodu bajama
 Graph. 17., 18.: The dynamic of iron accumulation in almonds leaves and fruits

zokarpa i pravilno smanjenje u sjemenci objašnjivo je njegovom ulogom u metabolizmu fenola preko kojih znatno utječe na procese lignifikacije, tj. ugradnje lignina u mehaničko tkivo i provodne snopove. U metabolizmu lignina važnu ulogu imaju neki enzimi koji sadrže bakar. Veća razina bakra u lišću s početka vegetacije povezana je s njegovom ulogom u kloroplastima pri prijenosu elektrona u svijetloj fazi fotosinteze (nalazi se između plastokinona i citokroma f i čini sponu između fotosustava I i II).

9. Željezo

Analizirajući dinamiku kretanja svih makro i mikrobiogenih elemenata vidimo da samo razina željeza slijedi krivulju rasta u listu, sjemenci, endokarpu i egzokarpu+mezokarpu (grafikoni 17 i 18). Usporedimo li pak razine željeza u 1993. i 1994. godini vidimo da je nešto veća razina u plodu i listu u 1993. godini. Tumačimo to nešto povoljnijim režimom vlažnosti tla u 1993. godini kada je usvajanje željeza teklo u relativno povoljnijim uvjetima, u odnosu na 1994. godinu. U samoj sjemenci razina željeza slijedi krivulju dosta brze i pravilne akumulacije od početka rasta prema koncu zriobe, što se poklapa s istraživanjima nekih autora (Bosch Arino et. al., 1976.a, b), a kolidira s rezultatima Schina et. al. (1993.). Slično kao kod bakra razina željeza u sjemenci slijedi dinamiku nakupljanja kao kod lista. Dobra opskrbljenost željezom uvjetuje dobru i pravovremenu sintezu ugljikohidrata i osobito proteina. Može se zamijetiti da izraziti porast razine željeza u sjemenci pada u 1993. godini 93. dan nakon zametanja ploda, a u 1994. godini 116. dan nakon zametanja ploda, upravo kada intenzivno započinje biosinteza proteina. U endokarpu je krivulja nakupljanja blago uzlazna. U egzokarpu+mezokarpu pak, razina željeza raste do polovice kolovoza, a nakon toga lagano opada. Nije čudno što dinamika nakupljanja željeza u sjemenci ide uzlazno, zna li se da je željezo konstituent mnogih prostetičkih skupina (citokroni, peroksidaze, katalaze, feredoksin itd.) i da utječe na intenzitet sinteze proteina, količine slobodnih aminokiselina, RNK, proteina i ribosoma.

DISKUSIJA

Rezultati provedenih istraživanja dinamike nakupljanja makrobiogenih i mikrobiogenih elemenata u listu i plodu bajama u ekolozijskom uvjetima Ravnih kotara kod sorte *Ferragnes* prilog su boljem poznavanju i rasvjetljavanju ove problematike. Dobiveni rezultati u najvećoj mjeri su podudarni s rezultatima istraživanja drugih autora, iako u različitim ekolozijskim uvjetima. No ima i stanovitih odstupanja koja se mogu protumačiti kao posljedica specifičnih ekoloških uvjeta. Ovi rezultati predstavljaju nov prilog voćarskoj znanosti a u nekim podacima i potvrdu dosadašnjih spoznaja i ne mogu biti bez određenih znanstveno egzaktnih primjedbi ili pak otvaranja novih pitanja na koja bi u daljnjim istraživanjima trebalo dati odgovor.

Prema našim istraživanjima razina dušika, fosfora, kalija i bakra u lišću bajama kontinuirano opada od proljeća prema jeseni, a raste razina kalcija, magnezija, željeza, mangana i cinka, što potvrđuje dosadašnje rezultate (Soria et al., 1982.). Međutim, razine pojedinih biogenih elemenata variraju i odskaču od rezultata navedenih autora. Prema postavljenim granicama optimuma (Agabbio, 1974.; 1975.; 1976.; Monastra, 1975., 1977.; Soria et al., 1982.; Averna et al., 1983.; Lalatta, 1986.; Gomez et al., 1987.; Dženeva, 1985., 1989.) lišće bajama u našim istraživanjima sadrži dušika, magnezija i bakra na granici ili ispod granice optimuma, kalija nešto iznad, a ostalih bioelemenata ili optimalno ili u suvišku (kalcija). Možemo vidjeti iz naših rezultata da period ubrzanog rasta ploda i dalje tijekom vegetacije karakterizira naglo usvajanje dušika, fosfora i željeza i naglo smanjuje razine kalcija i cinka. U pogledu razine dušika i fosfora u sjemenci naša istraživanja se poklapaju s istraživanjima Schira et al. (1993.), a razlikuju se od rezultata Dženeve (1992.), gdje razina dušika i fosfora opada tijekom vegetacije, što je diskutabilno ako znamo da istovremeno raste razina proteina i lipida, pri čemu dušik i fosfor imaju značajnu ulogu. Glede razine kalcija i magnezija u sjemenci, endokarpu i egzokarpu+mezokarpu, naši rezultati potvrđuju rezultate Dženeve (1992.). Nadalje, vidljiva je redistribucija dušika iz lista i egzokarpa+mezokarpa preko endokarpa u sjemenku. Potvrdu alokacije dušika iz lista i egzokarpa+mezokarpa u sjemenku nalazimo u zadnjim radovima Weinbauma i Muraoke (1986.). Ostaje dakle upitno, odnosno nedovoljno jasno povećanje razine dušika u egzokarpu+mezokarpu od početka prema kraju vegetacije, što na neki način možemo protumačiti povećanjem gustoće egzokarpa+mezokarpa prema kraju vegetacije, sposobnošću fotosinteze zelenog egzokarpa+mezokarpa, a vjerojatno i pritokom većih količina dušika iz samoga stabla, te se na taj način sjemenka u većoj mjeri zadovolji, a suvišak iz lista alocira u egzokarp+mezokarp. Ovo je otvoreno pitanje na koje bi sljedeća istraživanja pomoću izotopa dušika ^{15}N mogla dati odgovor. Nadalje, potvrđeno je da su kalij i fosfor predominantni elementi (ne računajući i dušik) u sjemenci bajama (Furr et al., 1982.a). Zatim je u sjemenci uočena inverzna korelacija između bakra i dušika, što potvrđuje hipotezu da deficit bakra inicira sintezu proteina (Barcello et. al., 1980.). Na kraju možemo istaći da su naši rezultati u suglasju s rezultatima ostalih istraživanja citiranih u pregledu literature ali postoje odstupanja koja smo protumačili specifičnim ekološkim uvjetima i sortnim obilježjem. To potvrđuje postavku da se u našim ekološkim uvjetima moraju provjeriti znanstvene informacije iz inozemne literature te na taj način postaviti uporišne točke za daljna sustavna istraživanja, kao i razrada adekvatne agrotehnike i pomotehnike u proizvodnji bajama.

ZAKLJUČCI

Na temelju istraživanja dinamike nakupljanja makrobiogenih i mikrobiogenih elemenata u listu i plodu bajama i na osnovi određenih odnosa i komparacija mogu

se izvesti sljedeći zaključci:

- razina dušika, fosfora, kalija i bakra u lišću bajama logaritamski opada od lipnja prema rujnu, a raste razina kalcija, magnezija, željeza, mangana i cinka.
- u sjemenci, fazu intenzivnog rasta ploda bajama karakterizira naglo usvajanje dušika, fosfora i željeza koje sinhronizirano teče prema kraju vegetacije, te relativno smanjenje udjela kalcija i cinka.
- tijekom cijele vegetacije primjećena je redistribucija dušika i fosfora iz lista i egzokarpa-mezokarpa preko endokarpa u sjemenku, te kalija iz sjemenke u egzokarp-mezokarp.
- uočena je inverzna korelacija između fosfora i kalcija u svim dijelovima ploda i lista
- uočena je inverzna korelacija bakra i dušika u sjemenci
- zapažen je antagonizam između cinka i fosfora u lišću, sjemenci i endokarpu
- fosfor i kalij uz dušik su predominantni biogeni elementi u sjemenci bajama
- u obje godine istraživanja oko 20. srpnja nastupaju najintenzivniji biološki procesi mijene mineralnih i organskih tvari. U tom trenutku znatnije raste razina dušika, fosfora i željeza, a znatnije opada razina bakra te kalija, kalcija i magnezija.
- Na temelju provedenih istraživanja i izvedenih zaključaka, može se za potrebe proizvodne prakse u Ravnim kotarima predložiti natapanje u sušnim godinama i to potkraj lipnja ili početkom srpnja kako bi se pridoni-jelo regularnom odvijanju intenzivnih biokemijskih procesa, a time povećanje priroda i kakvoće sjemenki bajama.

LITERATURA

1. Agabbio M., Frau A.M., Ortus S. (1976) - Variazioni annuali dell azoto, fosforo e potassio negli organi epigei delle drupacee in ambienti meridionali. Nota III: Mandorljo Rachele. Studi Sassaresi, sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 22.
2. Agabbio M., Ortu S., Ricerca sulla biologia fiorale di alcune cultivar di Mandorlo, Riv. Ortoflorofrutticoltura Italiana, 5, 315-329, 1974.
3. Agabbio M., Ritmo di accrescimento del frutto e attività vegetativa del Mandorlo. Osservazioni condotte sulla cv. Rachele, Studi Sassaresi, Sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 22, 1974.
4. Agabbio, M., Deidda, P., Dettori, S., Milella, A., 1982. Tecnica culturale del terreno. In: II Mandorlo, REDA, Roma: 67-93.
5. Averna V., Di Pisa A., Crescimanno F.G. Di Marco L., Inglese P. (1983) - Ricerche sulla nutrizione minerale del mendorlo. Variazioni del contenuto in azoto, fosforo, potassio, magnesio in piante di alcune cultivar durante un ciclo, biologico. Technica agricola XXXVI, 1, 3-35.
6. Batjier, L.P. and M.N. Westwood, 1958 - Seasonal trend of several nutrient elements in leaves

- and fruits of Elberta peach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 71: 116-126.
7. Barcelo J., Nicolas G., Sabater B., Sanchez R., 19809 - Fisiologia Vegetal. Ed Piramide. madrid pp. 196-200.
 8. Benken A.A., Rikhter A.A., 1971 - Biohimičeskoe izučenje plodov mindalja u procese sazrevanja. Trudi gosudarstvena botimičeskova sada, Tom LII, str. 125-143.
 9. Bosch-Arino F., Gomez Martinez B., Santiago Perez J.M.: Variacion del contenido de elementos inorganicos en distintas partes de la semilla de la almendra. An. Quim, 73, 843 (1976).
 10. Bosch-Arino F., Gomez Martinez B., Santiago Perez J.M.: Variacion, durante el periodo de maduracion, del contenido hidrico del eje embrional, perisperma y cotiledones de la almendra; de lipido en estos ultimos y estudio en este de los contenidos de Ca, Fe, K, Mg, Mn y Zn. An. Quim, 73, 842 (1976).
 11. Brown J.W., Wadleigh C.H. and Hayward 1953.: Foliar analysis of stane fruit and almond trees on saline substratos. Amer. Soc. Hort. Sci. 61:49-55.
 12. Čuvajev P.P., Semenova N.A., Šivšova A.I., 1962. Dinamika nakoplenia i pjerjeduižejenija ugljevodoh s hodom nakopljenija žirov u mindolja i fistaški v uslovijah Tadžikistana. Vkn.: Fiziologija drjevnjesnih rasteņij Tadžitiskana. Dušanbe
 13. Dženeva A., 1985 - Vlijanije na mineralnoto torene vrhu rastežnite projavi na badema. Rasteņievodnii nauki, god. XXII, No. 7: 75-97.
 14. Dženeva A., 1986 - Vlijanija na mineralnoto torene vrhu njakoj reproduktivni projavi na badema. Rasteņievodnii nauki, god. XXIII, No.11. Plant science, vol. XXIII, No. 11: 101-105.
 15. Dženeva A., 1988 - Vlijaniji na narastvašči azotni torovi normi na fona na zapasjavoščoto torene s fosfor i kalij vrhu biologičnite projavi na badema. Rasteņievodnii nauki, god. XXV, No. 1. Plant science, vol. XXV., No. 1: 100-105.
 16. Dženeva A., 1989 - Zavisimosti neždu kiničnija sastav na listata i dobiva pri badema. Rasteņievodnii nauki, god. XXVI, No. 4. Plant science, vol. XXVI, No. 4: 76-80.
 17. Dženeva A., 1992 - Dinamika na azota i njakoj pepelni elementi v badomovija plod prez vegetacionija period. Rasteņievodnii nauki, god. XXIX, No.3-4. Plant science, vol. XXIX, No. 3-4: 83-89.
 18. Furr A. K., Macdaniels L.H., St. JOHN L. E.JR., Gutenmann W.H., Pakkala I.S., LISKč d.j. 1979 - Elemental Composition of tree nuts. Bull. Env. Cont. Tox. 21: 392-36.
 19. Gapočko M.P., 1930-1931 - Mimičeskaja karakteristika plodov - krimskij mindalj. Tr. po prikladnoj bot., genetike i selekcii. T. 25.
 20. Gomez I., Burlo F., Mataix J., Gomez B., 1983 - Contenido en oligoelementos y disponibilidad de K, Na, Ca y Mg en el residuo vegetal constituido por el mesocarpio-epicarpio del fruto del almendro (*Prunus amygdalus* L.) Revista de Agroquimica y Tecnologia de Alimentos, 27 (1): 131-138.
 21. Kjelgren R.; Goldhamer, D.A., Uriu, K; Weinbaum, S.A. Almond tree response to variable nitrogen fertilization rates through low volume sprinklers. In Drip/trickle irrigation in action. Volume I. St. Joseph, Michigan, USA: ASAE (1985) 377-381.
 22. Lindner M. W. 1966 - Calcium content of Mountain almonds" and other fruit kernels, Dische LebensmittRdsch. 62:270-272.
 23. Mehran, M., Filsoof, M., - Characteristics of Iranian Almond Oils and Nuts, J. Am. Oil Chem. Soc, 1974, 51, 433-435.
 24. Miljković I., 1984 - Aktualni problemi i smjernice za uzgoj i unapredenje proizvodnje lješnjaka i bajama u našoj zemlji. Okrugli stol o aktualnim problemima proizvodnje i prerade lješnjaka i bajama, str. 35-50, Poreč.
 25. Monastra F., 1975. - Application du diagnostic follare a la fumure des amandiers. Colloquio GREMPA, Montpellier.
 26. Monastra F., 1979 - II Mandorlo. Collana Frutticoltura Moderna Edagricole, Bologna.

27. Pontović V.E., 1955. Ispoljzovanije C¹⁴ v izučeniji fiziologiji plodov masličnih rastenij. V. sb.: Cessija AN SSSR po mirnomu isoljzovaniju atomnoj energii.
28. Prokofjev A.A., 1955. Žiroobrazovanije u rastjenij. Vjestnik AN SSSR, No7.
29. Richter A.A., 1971. - Opredjeljenje optimaljnih uslovij sredi dlja vozdeljivanja mindolja na osnove pjeperimooki jevo generativnih poček. Trudi gosudarstvenava Nikitskava botaničeskava sada. Tom. LII: 109-118.
30. Ruiz Sanchez, M.C., Torrecillas, A., Amor, F. del Leon A. - Mineral element changes in almond leaves under different irrigation regimes, *Advances in Horticultural Science* (1987) (2) 95-97.
31. Saura-Calixto F., Bauza M., Martinez de Toda F., Argamenteria A. (1981) - Amino acids, sugars, and inorganic elements in the sweet almond (*Prunus amigdalus*), *J. Agric. Food Chem.* 29 (3), 509-511.
32. Saura-Calixto F., Canellas J. (1982a) - Mineral composition of almond varieties (*Prunus amigdalus*). *Zitschrift fur Lebensmittel - Untersuchung und Forschung*, 174 829, 129-131.
33. Saura-Calixto F., Canellas J., (1980a) - Determination of inorganic elements in almonds. Part II: B, S, Cl and N. *Anales de Bromatologia* 32 (4), 375-380.
34. Schirra, M., 1991. - Composizione chimica, aspetti nutrizionali, conservazione e utilizzazione delle mandorle. *Convegno Nazionale sui Mandorlo. Agrigento, 29/30. Novembre I Dicembre: 77-10.*
35. Schirra, M., Nieddu, G., Mulas, M. Chessa, I., 1987 - The influence of coltural factors on the technological and nutritional values of almonds fruits. 7th Grempla Meeting, Reus (Spain), 17-19, June. *Rapport EUR:217-228.*
36. Sell H.M., Johnstron F.A., I r. Lagarse F.S., 1946 - Changes in the chemical composition of the tung fruit and its component, *Jour. Agric. Res.* 73, 319.
37. Soria, J.T., Palacios, S.J., Valasco, E.E. 1982 - Estudio de la nutricion del almendro. Nivelen criticos y equilibrados optimos de macto y microelementes. *Ann. de Edot. y Agrab.* 41, (5-6): 1003-1025. Malaga.
38. Titus, J.S. and S.M. Kang, 1982. Nitrogen metabolism, trans. location and recycling in apple trees, *Hort. Rev.* 4:204-246.
39. Vrsaljko A., 1991: Fenologija cvatnje i kemijski sastav lišća važnijih sorata bajama. Magistarski rad.
40. Weinbaum S.A. Uriu K., Micke, W.C., Meith II C. Nitrogen fertilization increases yield without enhancing blossom receptivity in almond. *Hort Science*, 1980.
41. Weinbaum, S.A., I. Klein, F.E. Broadbent, W.C. Micke and T.T. Muraoka, 1984. Use of isotopic nitrogen to demonstrate dependence of mature almond trees on annual uptake of soil nitrogen. *J.Plant Nutr.* 7; 974-990.
42. Weinbaum, S.A.; Muraoka, T.T. Nitrogen redistribution from almond foliage and pericarp to the almond embryo. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1986, 111 (2) 224-228.
43. Weinbaum, S.A; Klein, I.; Muraoka, T.T. Use of nitrogen isotopes and a light-textured soil to assess annual contributions of nitrogen from soil and storage pools in mature almond trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* (1987), 112 (3) 526-529.

Adresa autora – *Author's address:*

Dr. sc. Andelko Vrsaljko
Hrvatski zavod za poljoprivrednu
savjetodavnu službu
Benkovac, Hrvatska