

Kemijski sastav plodova bajama *cv. Ferragnes* u Ravnim Kotarima

Chemical composition of almond fruits *cv. Ferragnes* cultivated in region Ravni Kotari

A. Vrsaljko

SAŽETAK

Tijekom dvogodišnjih istraživanja kemijskog sastava plodova bajama *cv. Ferragnes* u Ravnim kotarima istražili smo razine: ugljikohidrata (ukupni šećeri, direktno reducirajući šećeri, saharoza i škrob), proteina (proteinske frakcije: albumini, globulini, glutelini, polamini; aminokiseline: arginin, glicin i metionin) i lipida (masne kiseline: palmitinska, stearinska, oleinska i linalna kiselina). Razina lipida se kreće od 43 – 49%, proteina oko 20%, a šećera od 4,25 – 5,70%. Primjetno je veća razina šećera (škroba) i proteina (globulini, glutelini, te AK metionin). U strukturi masnih kiselina, u toj godini, manje su zastupljene zasićene masne kiseline (palmitinska, stearinska) u odnosu na oleinsku kiselinu.

Ključne riječi: bajam, ugljikohidrati, proteini, lipidi

ABSTRACT

Chemical composition of almond fruits *cv. Ferragnes* cultivated in region Ravni Kotari was examined over the two years. The investigation included the following constituents: carbohydrates (total sugars, reducing sugars, sucrose and starch), proteins (aminoacid arginine, glycine and methionine), fractions of proteins (albumin, globulin, gluten and prolamine) and lipids (fatty acids: palmitic, stearic, oleic and linoleic). The level of lipids was between 43 and 49%, proteins about 20%, and sugars 4.25 – 5.70%. It was observed that in 1993 the level of lipids was higher (about 14) and the level of sugars (starch) and proteins (globulin, gluten and AK methionine) was lower. In the same year (1993) the proportion of unsaturated fatty acids (palmitic and stearic) was higher than that of the oleic acid.

Key words: almond, carbohydrates, proteins, lipids

UVOD

Prema predantičkim svjedočanstvima bajam se koristi u prehrani od davnina, a o tome svjedoče brojni zapisi i citati, do današnjih dana. Glavno područje rasprostranjenja kulture bajama je Mediteran, međutim danas je ova voćna vrsta našla svoje mjesto svuda gdje postoje uvjeti za njeno širenje, a posebice u Kaliforniji, gdje je najrasprostranjenija. Bajam se od davnina čita kao cijenjeno, energetski bogato, nutricionio-dietoterapeutski djelotvorno voće, posebne arome i okusa, a znatna je potražnja za njim konditorske, farmaceutske i kozmetičke industrije. Kalorična vrijednost bajama u pravilu se kreće između 2050 – 2450 J/100 gr, sa znatnom količinom lipida (40 – 60%) i proteina (15 – 30%), koji zajedno čine preko 85% suhe tvari bajama, uz manje količine šećera, vlakana, minerala, vitamina, aromatskih tvari itd. Sorta *Ferragnes* daleko je najraširenija sorta u Francuskoj (Grassely i Souty, 1989.), u Italiji je favorizirana u zadnjem desetljeću (Manastra i Marchiese, 1980.), u Ravnim kotarima je od svih introduciranih sorata najvrednija, kasne cvatnje, dobra randmana (40%), bez dvostrukih sjemenki (Vrsaljko A., 1991.), te je jasna potreba da se prouče njena kvalitativna svojstva, u prvom redu kemijski sastav (masti, proteini, šećeri).

PREGLED LITERATURE

Nedostatak hrane visoke prehrambene vrijednosti u mnogim nedostavno razvijenim zemljama svijeta, potaknuo je osnovna istraživanja kvalitete ploda bajama (proteina i lipida) (Barre et al., 1951.; Garcia-Olmedo et al., 1971.; Hall et al., 1968.; Riquelme, 1985.; Soler et al., 1988., 1989.). Dakako, vrlo malo istraživanja odnosilo se na šećere.

Saharoza je najčešći predominantni topljivi šećer. Njezin sadržaj varira između 3,49 i 5,33%, dok sadržaj reducirajućih šećera ne prelazi 0,12% (Romojaro et al., 1988.; Soler et al., 1989.), ali su dostatni da daju slatkoću i okus (Souty et al., 1973.; Godini et al., 1979.). Razina škroba, pentozana i prehrambenih vlakana pokazuje nizak sadržaj u bajamu. Naprijed rečeno, s njihovom visokom prehrambenom vrijednošću čini bajam interesantnim za prehranu dijabetičara. Razni autori u raznim zemljama iznose različite vrijednosti topive frakcije. Tako Woodroof (1982.a) iznosi za kalifornijske sorte prosječne vrijednosti od 4,4%, Saura-Calixto et al., (1979.) iznosi za dvadesetosam kalifornijskih sorata prosjek od 2,93%, Baldo (1987.) 3,14%, Fourie i Basson (1990.) za južnoafričke sorte 5,52%, Abd el Aad za egipatske čak 7,9%, Souty et al. (1971.) za francuske sorte 3,8 – 10,6%, a Kosev i Lichev za ruske sorte od 4,77 do 6,56%.

Zanimljiva istraživanja ugljikohidratne frakcije u uvjetima Murcie - Španjolska obavili su Romojaro et al. (1988.). Oni su utvrdili i statistički dokazali varijabilitet između sorata glede sadržaja šećera, a njihova prosječna vrijednost za pojedine sorte varira od 3,15 – 3,58% s ukupnim prosjekom od 4,24% što je unutar

utvrđenih granica za bajame drugih sorata (Cesares i Lopez Herrera, 1952.; Vidal, Labavich, 1978.; Godini et al., 1979.; Saura-Calixto et al., 1980.). Saharoza, pokazalo se, predominantan je šećer koji čini preko 96% svih prisutnih šećera u sjemenci svake sorte. Za primijetiti je prisutnost, iako minimalnu, reducirajućih šećera (glukoza, fruktoza, sorboza, sorbitol i inozitol) s vrijednostima koje se kreću od 0,03 – 0,12% suhe tvari. Ovo se podudara s do sada iznesenim podacima u literaturi (Labavich, 1987.; Saura-Calixto et al., 1984.; Soler et al., 1989.; Fourie i Basson, 1990.).

Glede sadržaja proteina bajami su kao voće od posebnog interesa što se tiče količine, kakvoće i posebnih karakteristika tih spojeva. Do sada je obavljeno relativno malo istraživanja na proteinskoj frakciji bajama.

Međutim, nedostatak proteina u hrani brojnih nedostavno razvijenih zemalja svijeta dovodi do toga da se daje posebna važnost prehrambenoj analizi bajama (Hall et al., 1958.; Woodroof, 1979.; Romojaro, 1988.) i kakvoći proteina koje sadrži s motrišta uporabe bajama kao komplementarne hrane (Barre, 1951.; Lopez-Andreu et al., 1985.; Riquelme et al., 1985.; Romojaro et al., 1988.).

Barre (1951., 1953.) je razradio i opisao preparaciju i purifikaciju proteina bajama i istraživao njihova fizička i kemijska svojstva, dok su Lopez-Andreu et al., (1985.) dali kvalitativnu determinaciju proteina kod sorata uobičajeno uzgajanih u Španjolskoj.

Naprijed izrečene okolnosti dovele su do izvođenja detaljnih analiza proteinskih frakcija bajama radi ustanovljenja omjera između raznih oblika dušika i tipova proteina (prema tradicionalnoj Ozbornoj klasifikaciji): albumina, globulina, glutelina i prolamina.

Neproteinogena dušika bajam sadrži oko 0,2% na 100 g suhe tvari (Saura-Calixto et al., 1982.; Lopez-Andreu et al., 1984., 1985.; Riquelme et al., 1985.; Soler et al., 1989.).

Nadalje, Riquelme et al., (1985.) su u Murciji – Španjolska, istražili proteinske frakcije devet autohtonih španjolskih sorata. Rezultati su pokazali, da frakcije globulina i albumina predstavljaju oko 95% ukupnih proteina bajama, što znači, da predstavljaju gotovo ukupne količine proteina. Globulini su jako dominantni, čineći preko $\frac{3}{4}$ (73%) ukupnih proteina bajama. Stoga oni, kao Cheftel (1980.) iznose mišljenje da ta frakcija kao i kod leguminoza predstavlja rezervni protein, koji se koristi kao nutrient u embionalnom rastu, kojemu Primo (1979.) pripisuje važnu enzimatsku aktivnost.

Ovi rezultati načelno potvrđuju ranije rezultate Saura-Calixta et al., (1982.b) kod četiriju autohtonih sorata s otoka Mallorke, gdje albumini i globulini čine 88 – 91%, glutelini 8 – 11%, a prolamini do 0,18%. Ovi su rezultati slični onima Lopez-Andrea et al., iz 1980. godine.

Ukupni sadržaj proteina u vrijeme komercijalne zrelosti znatno varira i kreće

se od 12 – 32% suhe tvari, što ovisi ne samo o sorti već i o pedoklimatskim i agrotehničkim prilikama (Polesello i Rizzolo, 1989., Soler et al., 1989.).

Prosječne količine proteina kod 28 sorata iz provincije Puglia, Italija, analizirali su Godini et al., (1979.) i dobili prosječnu vrijednost od 22,1%, znatno višu nego Baldo (1986.) kod novijih sorata (17,70 3,03%). Jako visoke vrijednosti su dobili Souty et al., (1971.) za 20 francuskih sorata (27,3%), dok Woodroof (1982.b) iznosi za kalifornijske sorte 18,6%, Saura-Calixto et al., (1981.) za Španjolsku 24,75%, Abd Aal za egipatske 18,9% i Kosev i Lichev (1974.) za ruske sorte 20,4%. Sastav aminokiselina i njihova nutritivna važnost istraživana je kod dosta sorata različite provenijencije i zone uzgoja. Prosječne vrijednosti aminokiselina i njihov sastav u vrijeme komercijalne zrelosti bajama možemo naći u radovima raznih istraživača (Carnovale i Miuccio, 1977.; Nassar et al., 1977.; Woodroof, 1982.b; Lopez-Andreu et al., 1985.; Phizov i Richter, 1985.; I.V.T.P.A. Baldo, 1987.; Richter, 1987.; Soler et al., 1989.), pri čemu su neki dali cjelovit sastav svih proteinogenih aminokiselina, dok su neki kao Woodroof izostavili neke aminokiseline.

Prema objavljenim podacima, metionin je nesumnjivo limitirajuća aminokiselina (Saura-Calixto, 1981.) dok Carnevale i Miuccio (1977.) procjenjuju kao takvu lizin.

Istraživanja Saura-Calixta et al., 1981., pokazuju da je glutaminska kiselina najzastupljenija, a zajedno s argininom i asparaginskom kiselinom sačinjava glavne komponente neesencijalnih aminokiselina. Esencijalne aminokiseline: leucin, izoleucin, lizin, metionin, cistin, fenilalanin, tirozin, treonin i valin čine 34% težine ukupnih aminokiselina. Kako se tiptofan razara kiselom hidrolizom to on nije uključen, ali prema podacima FAO-a (1970.), ta aminokiselina je prisutna u količini od 172 mg/100 g suhe tvari. Razina koncentracije ukupnih aminokiselina bila je 17,3% suhe tvari. Prema Soleru et al., 1989., glutaminska aminokiselina, asparaginska aminokiselina (uključujući glutamin i asparagin) i arginin, glavni su konstituenti, dok su sumporne aminokiseline metionin i cistin, te lizin i histidin sadržani u manjim koncentracijama. Na esencijalne aminokiseline otpada 29,3% od ukupnih aminokiselina ili 5,86% suhe tvari. Sastav ukupnih aminokiselina, kao i postotni sadržaj proteina ne pokazuju značajnija variranja.

Zreli plodovi bajama sadrže nesignifikantne količine slobodnih aminokiselina (Nassar et al., 1977.; Riquelme, 1982.; Saura-Calixto et al., 1982.; Canellas, 1986.; Soler et al., 1989.). Dakako, njihov sadržaj je značajan u plodovima u rastu (teče sinteza proteina), a može se izvesti oduzimanjem proteina od ukupnih aminokiselina.

Zanimljivo je istaći da su visok sadržaj glutaminske kiseline, arginina i asparaginske kiseline uočili svi istraživači, dok je prema podacima Poloselle i Rizzole (1989.) i arginin esencijalna aminokiselina u prehrani djece rane dobi.

Obilati su podaci koji se tiču uljne frakcije. Sadržaj ulja kreće se u rasponu od

50 – 60% suhe tvari (Souty et al., 1971.; Mehran i Filsoof et al., 1974.; Nassar et al., 1977.; Riquelme, 1982.; Canellas, 1986.; Soler et al., 1988.; Schira, 1991.).

Oleinska (59 – 78%) i linolna (19 – 30%) predočene su kao glavne masne kiseline, zajedno s malim količinama palmitinske, palmitoleinske, stearinske i linolenske kiseline (Lotti, 1965.; Garcia-Olmedo i Marcos-Garcia, 1971.; Nassar et al., 1977.; Dugo et al., 1979.; Riquelme et al., 1985.; Canellas, 1986.; Romojaro et al., 1988.; Soler et al., 1988.; Schira, 1991.).

U ljudskoj ishrani bajami predstavljaju bogat izvor, ne samo kalorijskih vrijednosti, nego i originalni izvor esencijalnih masnih kiselina kao prethodnica prostanglandina (Williams, 1980.), koji ne utječe na stvaranje kolesterola u krvi (Cowan et al., 1963.). To zahvaljuje visokom sadržaju monokarboksilnih nezasićenih kiselina, poglavito oleinske i linolne, koje zajedno čine oko 98% ukupnog sadržaja. Odnos između monokarboksilnih kiselina i polikarboksilnih nezasićenih kiselina utječe na koncentraciju lipida u krvi, stupanj skleroze i učestalost njenih komplikacija (Vergrosen, 1975.). Sastav masnih kiselina osim o genetičkoj specifičnosti (Mehran i Filsoof, 1974.; Canellas, 1986.; Romojaro et al., 1988.; Soler et al., 1988.), ovisi, odnosno uvjetovan je i područjem uzgoja, tj. hladna klima određuje porast nezasićenih masnih kiselina (Meara, 1952.).

Kod dozrelih plodova bajama masne kiseline su sadržane pretežito u obliku triglicerida (Violante, 1966.; Nassar et al., 1977.; Munshi et al., 1982.; Munshi i Sukhija, 1984.; Soler et al., 1988.).

Nesaponifikacijska frakcija ulja bajama predstavlja jake postotne varijacije, naročito u vezi sa sortom i zonom uzgoja (Polesello i Rizzolo, 1989.). Osim toga ta frakcija sadrži esencijalne sterole, metil sterole, alifatske alkohole, alkohole triterpene, ugljikovodike i vitamine topive u ulju (Garcia-Olmedo et al., 1978.a, b, c, d; Dugo et al., 1979.; Paul i Southgate, 1979.; Gertz i Herrmann, 1982.; Salvo et al., 1986.; Schira, 1991.).

Intenzivna istraživanja kompletnog kemijskog sastava sjemena bajama, uključujući ulje, prikazana su u radovima Saura-Calixte et al., (1981., 1983., 1984.a, b, 1985.). Dakako da se mogu naći i neke reference, koje se tiču promjena sastava masnih kiselina lipida za vrijeme rasta i dozrijevanja (Munshi et al., 1982.; Munshi i Sukhija, 1984.; Soler et al., 1988.).

PREDMET ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

Dvogodišnja istraživanja (1993. i 1994.) obavljena su u bajamiku "OPATIJA" nedaleko Biograda. Jednogodišnje sadnice bajama cijepljene na sjemenjaku gorkog bajama posađene su u jesen 1988. godine na razmak sadnje 5 x 4 m. Uzgojni oblik je vaza. Posađene su na anropogeniziranom smeđe lesiviranom šumskom tlu, na mekim eocenskim i tvrdim krednim vapnencima. Istražena su fizička, odnosno kemijska svojstva. To su slabo alkalna tla po cijeloj dužini profila. Sadržaj ukupnih karbonata kreće se od 8,6 – 38,5%, a fiziološki aktivnog vapna od 3,5 do 8,6%.

Teksturni sastav pripada praškasto glinastoj ilovači. Tlo je duboko, slabo skeletoidno po cijeloj dubini profila, bez pravog rasporeda glede količine i veličine. Analitički podaci pokazuju da je ovo tlo siromašno humusom, dovoljno opskrbljeno ekološki pristupačnim kalijem, a nedostatan ekološki pristupačnim fosforom. Od klimatskih elemenata istraženi su: apsolutne minimalne temperature, apsolutne maksimalne temperature, prosječne mjesečne i godišnje temperature, relativna vlažnost zraka, te količine padalina dekadno i mjesečno. Iz dvogodišnjeg pregleda padalina uočena je znatnija razlika po godinama. Pogledamo li, međutim, klimadijagrame, onda se vidi da je u obje godine razdoblje travanj-rujan bilo sušno. Hidrotermički koeficijent po Popovu i Seljaninovu kreće se Hk 0,39 – 0,23, Langov kišni faktor Kf 56,1 – 44,6, indeks suše po De Martenu 34,1 – 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 mladica imali dostatno vlage dok traje intenzivan rast i dok se u samom plodu bajama događaju najintenzivnije i najznačajnije kvantitativno-kvalitativne promjene.

U nasadu je pažljivo odabrano 20 stabala bajama, tako da je stvoreno 5 uzoraka s po 4 stabla s kojih je uzeto po 10 plodova. Tako uzeti uzorci prirodno su prosušeni i čuvani na temperaturi od –20 °C do analize (metodika Soler et al., 1988., 1989.). Prije analize uzorci biljnog materijala su osušeni do konstantne težine na temperaturi od 105 °C, nakon čega su samljeveni u fine čestice praha.

Proteinski sastav: albumini, globulini, prolamini, glutelini, kao frakcije proteina određeni su visokotlačnom tekućinskom kromatografijom (HPLC MILTON – ROY), šećeri, masti i sastav masti određeni su u odvojenom postupku pripreme i obrade:

- masti su određene po Soxhletu, a masne kiseline plinskom kromatografijom (plinski kromatograf HP 6890 system)
- šećeri (ukupni, direktno reducirajući, saharoza) su određeni spektrofotometrijski (UV/VIS spektrofotometar PU 8600 po Smogyju i Nelsonu.
- škrob je određen titrimetrijski.

Rezultati provedenih istraživanja obrađeni su varijaciono statistički.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Kako znamo, ugljikohidrati se pojavljuju kao ishodni proizvod za biosintezu masti i proteina. Saharozu je predominantni topljivi šećer u sjemenci bajama i kreće se do 3% suhe tvari (tablica 1). Nasuprot tomu, direktno reducirajući šećeri nalaze se u tragovima. Razina škroba znatnije varira po godinama i to 1,1% u 1993., a 2,60% u 1994. godini. Saharozu je, možemo reći, glavni rezervni uskladišteni topljivi šećer u sjemenci bajama i ona je kvantitativno važna frakcija šećera u zrelom plodu bajama, dok su reducirajući šećeri u tragovima kao rezultat sinteze, prvenstveno masti, a onda i proteina. Razina proteina u sjemenci bajama gotovo je identična u obje godine i kreće se oko 20% od suhe tvari (tablica 2). Zapažamo

visok postotni udio globulina i albumina koji čine gotovo 95% ukupnih proteina. Udio samih globulina kreće se od 65 – 75%, dok je vidljivo mala zastupljenost glutelinske, a osobito polaminske frakcije. Usporedimo li razine albumina i globulina u obje godine, vidimo da su one inverzne po godinama. Glutelini i polamini neznatno variraju po godinama. Visoka razina globulina u sjemenci bajama navodi nas kao i druge autore (Cheftel, 1980.) na mišljenje da ta frakcija, kao i kod leguminoza predstavlja rezervni protein koji se koristi u embrionalnom rastu, a pripisuje mu se i važna enzimatska aktivnost (Primo, 1979.). Naši rezultati potvrđuju da je razina proteina u sjemenci bajama nešto niža ako je ukupna količina masti viša u promatranoj godini. Arginin je uz glutaminsku i asparaginsku kiselinu (uključujući glutamin i asparagin) najzastupljenija aminokiselina u sjemenci bajama. Odmah u pratećoj skupini uz leucin nalazi se i glicin, dok se metionin kao sumporna esencijalna kiselina nalazi u malim količinama. Zato smo pratili samo te tri važne aminokiseline. Usporedimo li razine arginina u našim dvogodišnjim istraživanjima (tablica 3) s onima Saura-Calixte et al., (1981.) i Solera et al., (1988.) u vrijeme pune zrelosti, vidimo da su razlike u količinama arginina u sjemenci bajama gotovo identične. Kod nas je utvrđena razina u 1993. godini od 2260 mg/ 100 g suhe tvari, odnosno 2300 mg/100 g suhe tvari u 1994. godini, dok je to kod Solera 2270 mg/100 g suhe tvari, a kod Saura-Calixte 2095 mg/100 g suhe tvari. Ako pak pogledamo razinu glicina, vidimo da oscilira, dok je razina metionina podjednaka u obje godine, s time da je nešto niža nego u španjolskih sorata (Saura-Calixto et al., 1985.; Soler et al., 1989.). Ne čudi nas niža razina metionina, još manje ako znamo značenje metionina kao sumporne aminokiseline u sintezi masti, odnosno masnih kiselina i glicerola. Na tablici 4. možemo vidjeti da je razina lipida niža u 1994. godini (43%), nego u 1993. godini (49%). Očito su ekstremno suhi uvjeti u 1994. godini utjecali na nižu razinu ulja u sjemenci bajama, preko pomicanja ravnoteže između procesa biosinteze i oksidacije masti. U toj 1994. godini zamijećena je viša razina ugljikohidrata (škrob) i proteina (globulini, glutelini).

Tablica 1. Razina ugljikohidrata u sjemenkama bajama (u % suhe tvari)
Table 1. The carbo hydrate range level in almond seeds (in % dry matter)

Godina Year	Ukupni šećeri Total sugars ($\bar{X} \pm SD$)	Direktno reducirajući šećeri Directly reducing sugars	Saharoza Sucrose	Škrob Starch
1993.	4,25±0,20	0,005	3,00±0,05	1,1±0,02
1994.	5,70±0,16	0,002	2,90±0,05	2,60±0,03

Tablica 2. Razina proteina u sjemenkama bajama (u % suhe tvari)
Table 2. The protein range level in almond seeds (in % dry matter)

Godina Year	Albumini Albumins (X±SD)	Globulini Globulins (X±SD)	Glutelini Glutelins (X±SD)	Prolomini Prolomines (X±SD)	Ukupni proteini Total proteins (X±SD)
1993.	6,09±0,50	11,35±0,71	1,80±0,08	0,19	19,43±0,28
1994.	3,000±0,25	14,00±0,50	2,07±0,08	0,13	20,20±0,17

Tablica 3. Razina arginina, glicina i metionina u sjemenkama bajama (mg/100 g suhe tvari)
Table 3. The arginine, glycine and methionine range level in almond seeds (mg/100 g dry matter)

Godina Year	Arginin Arginine (X±SD)	Glicin Glycine (X±SD)	Metionin Methionine (X±SD)
1993.	2260±79	110±67	190±8
1994.	2300±93	798±46	200±8

Tablica 4. Razina lipida i sastav masnih kiselina u sjemenkama bajama
Table 4. Level of lipids and fatty acids composition in almond seeds

Godina Year	Palmitinska kiselina Palmitic Acid (%)	Stearinska kiselina Stearic Acid (%)	Oleinska kiselina Oleic Acid (%)	Linolna kiselina Linoleic Acid (%)	Ukupne masti (u % suhe tvari) Total fats (in % dry matter) (X±SD)
1993.	5,20	0,89	66,4	18,1	49±2,31
1994.	8,70	1,70	56,9	27,30	43±2,08

U strukturi masnih kiselina predominantne su nezasićene masne kiseline (oleinska i linolna kiselina), u odnosu na zasićene masne kiseline (palmitinska, stearinska). Razina zasićenih masnih kiselina je znatno niža u 1993. godini, što pretpostavlja da je u 1993. godini biosinteza triacil glicerida tekla nesmetano i kontinuirano, što je rezultiralo većom razinom ukupnih masti u toj godini (49%) i viša je za oko 14% nego u 1994. godini.

DISKUSIJA

Dobiveni rezultati provedenih istraživanja kemijskog sastava plodova bajama u najvećoj mjeri su podudarni s rezultatima istraživanja drugih autora, no različiti ekološki uvjeti uzgoja uvjetovali su stanovita odstupanja kao posljedica specifičnih ekoloških uvjeta.

Razina ugljikohidrata u fazi zriobe plodova bajama u dobroj mjeri je

podudarna s istraživanjima drugih autora (Cesares i Lopez Herrera, 1952.; Zuercher i Hadorn, 1976.; Labavich, 1978.; Vidal Valuerde et al., 1978.; Godini et al., 1979.; Saura-Calixto et al., 1980., 1981.; Soler, 1989.). Saharoza je predominantni topivi šećer koja čini preko 90 - 96% topive frakcije šećera. Udio saharoze u suhoj tvari u vrijeme zrelosti u našim istraživanjima iznosi od 2,9 do 3,0%, što je u granicama vrijednosti koje su razni autori iz različitih zemalja do sada istražili i objavili. Razina reducirajućih šećera nađena je samo u tragovima, što je također podudarno s drugim rezultatima (Godini et al., 1979.; Romojaro et al., 1988.; Soler et al., 1989.; Souty et al., 1993.) i dostatno za slatkoću i fini okus bajama. Isto tako razina polisaharida (škroba) se kreće od 1,1 - 2,6% od suhe tvari i ne odstupa od ostalih rezultata (Saura-Calixto et al., 1983.; Kumar et al., 1990.; Shira, 1991.).

Ukupni proteini su u obje godine bili gotovo identični i iznose oko 20% suhe tvari, što je podudarno s rezultatima drugih autora (Souty et al., 1971.; Kosev i Lichev, 1974.; Godini et al., 1979.; Saura-Calixto et al., 1981.; Woodroof, 1982.b, Baldo, 1986.; Soler et al., 1989.) i negdje su po sredini. Što se tiče samih frakcija proteina (albumina, globulina, glutelina i prolamina) naši se rezultati uz neznatna odstupanja poklapaju s rezultatima drugih autora. Tako je udio globulina u proteinskoj frakciji kod Riquelma iznosio 73%, a u našim istraživanjima od 65 - 70%. Nadalje, kod nas je udio frakcija albumina i globulina iznosio gotovo 95% ukupnih proteina, kao i kod Riquelma, dok je to kod Saura-Calixte 88 - 91%. Vidimo da su to neznatna odstupanja s obzirom na različite ekološke uvjete uzgoja. Zamjetno je niska razina glutelinske i prolaminske frakcije u našim istraživanjima, a i kod citiranih autora.

Razine aminokiselina arginina, glicina i metionina pokazuju stanovito odstupanje u odnosu na istraživanja drugih autora. U vrijeme berbe razina arginina u našim rezultatima gotovo je istovjetna s rezultatima u Španjolskoj (Saura-Calixto et al., 1981.; Soler et al., 1989.), razina glicina oscilira, dok je metionina nešto niža. Za dodati je da se razina ovih triju aminokiselina nalazi u granicama ostalih značajnijih rezultata, na ovome polju poznatih istraživača (Carnovale i Miuccio, 1977.; Nassar et al., 1977.; Woodroof, 1982.a; Lopez Andreu et al., 1985.; Phizov i Richter, 1985.; Baldo, 1987.; Richter, 1987.; Soler et al., 1989.).

Prema znanstvenim podacima o razini lipida i njihovom sastavu u različitim sorata bajama razne provenijencije i područja uzgoja, kreću se u rasponu između 40 - 60% suhe tvari u sjemenci, (Souty et al., 1971.; Mehran i Filsoof, 1974.; Nassar et al., 1977.; Riquelme, 1982.; Canellas, 1986.; Soler et al., 1988.; Schira, 1991.), u kojim relacijama su i naši rezultati. U vrijeme berbe od masnih kiselina dominantne su oleinske kiseline (56,9 - 66,4% ukupnih masnih kiselina) i linolna kiselina (18,1 - 27,3% ukupnih masnih kiselina), u manjem omjeru palmitinska, dok je udio stearinske kiseline neznatan. Dakako, i ovdje su naši rezultati uz lagano odstupanje u granicama rezultata ostalih istraživača (Souty et al., 1971.; Mehran i Filsoof, 1976.; Nassar et al., 1977.; Riquelme, 1982.; Canellas, 1986.; Soler et al.,

1988. itd.) kod kojih se razina oleinske kiseline kreće od 59 – 69%, a linolne 19 – 30% od ukupnih masti.

ZAKLJUČCI

Na temelju istraživanja kemijskog sastava plodova bajama cv. *Ferragnes* u Ravnim kotarima mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- razina ugljikohidrata u zreloj sjemenci bajama kreće se od 4,25 – 5,70% suhe tvari. Saharoza je predominantan topivi šećer (oko 3%), dok se direktno reducirajući šećeri nalaze u tragovima. Razina škroba znatnije varira po godinama (od 1,1 – 2,60% suhe tvari).
- ukupni proteini u sjemenci bajama kreću se oko 20% suhe tvari u obje istraživane godine. Od proteinskih frakcija, globulini i albumini čine gotovo 95% ukupnih proteina (sami globulini 65 – 75%), dok su manje zastupljeni glutelini, posebice prolamini.
- arginin je (uz glutaminsku i asparaginsku kiselinu) najzastupljenija aminokiselina u sjemenci bajama i kreće se oko 2300 mg/100 g suhe tvari. Razine arginina i metionina neznatno variraju po godini, dok je glicin izrazito varijabilan.
- razina lipida niža je u 1994. godini (43%), nego u 1993. godini (49%), što se može pripisati ekstremno suhim uvjetima u 1994. godini. U toj godini zamijećena je viša razina ugljikohidrata (škrob) i proteina (globulini, glutelini). Općenito rečeno, što naši rezultati potvrđuju, razina lipida u sjemenci bajama je u inverznoj korelaciji s razinama proteina.
- u strukturi masnih kiselina dominantne su nezasićene masne kiseline (oleinska i linolna), u odnosu na zasićene masne kiseline (palmitinska, stearinska). Uočena je niža razina linolne kiseline u 1993. godini, u odnosu na oleinsku kiselinu, što pripisujemo povoljnim klimatskim uvjetima u toj godini, kada je razina oleinske rasla na račun linolne kiseline. Biosinteza triacil-glicerida tekla je kontinuirano, što je rezultiralo i većom razinom ukupnih masti.

Naši su rezultati u najvećoj mjeri podudarni s rezultatima drugih autora, uz stanovita odstupanja, što se može protumačiti različitim područjima uzgoja, različitim sortama, različite provenijencije. Sve su to specifičnosti koje utječu na razine šećera, proteina i lipida, te njihovih frakcija, odnosno konstituenata.

LITERATURA

1. Abd El Aal, M.H.; Gomaa, E.G; Karara, H.A. Bitter almond, plum and mango kernels as sources of lipids. *Fett Wissenschaft Technologie* (1987) 89 (8) 304-306.
2. Baldo C. 1987 - Composizione chimica di alcune cultivar di mandorle prodotte nell'Italia meridionale. Tesi di laurea in Scienze delle Preparazioni Alimentari Università di Milano aa 1986/1987.
3. Barre, R., 1951: Preparation et purification des proteines des amandes. *Bull. Ste. Chim. Biol.*, 33, 10:1473-1482.
4. Barre, R., 1953 - Etude de quelques propletes physico-chiumiques des proteines des amandes. *Bull. Ste. Chim. Biol.* 35, 9: 899-912.
5. Carnovale E., Miuccio F.C. (1977) - Tabelle di composizione degli alimenti, Roma, Istituto Nazionale della Nutrizione.
6. Casares, JR, C. Lopez Herrera, 1952 - Estudio bromatologico de las almendras dulces espanolas. *ANAL. BROMATOL* 4, 73-85.
7. Cheftel, J., H. Cheftel. 1980 - Introduccion a la bioqutmica y tecnologia de los alimentos 1, 99-130, Ed. Escribia, Zaragoza.
8. Cowan V., Sabriz I., Rinnu F.I., Campbell J.A., 1963 - Evaluation of protein in Middle Eastern diets I. Almonds *J. nutrit.* 81; 235-240.
9. Dugo G., Stagno I., D Alcontres, Cotroneo A., Salvo F., Giacomo Dugo 1979 - Composizione dell'olio di mandorle. Nota I: acidi grassi, idrocarburi e steroli di alcune varietà di mandorle dolci siciliane. *Riv. It Sost. Grasse LVI*: 201-203.
10. FAO Amino Acids Content of Food and Biological Data on Proteins", FAO, Rome, 1970.
11. Fourie P.C., Basson D.S. 1990 - Sugar content of almond, pecan and macademia nuts. *J. Agr. Food Chem.* 38; 101-104.
12. Garcia Olmedo R., Caballido A., Diaz Marquina A. (1978a) - Study of the insaponifiable constituents of Spanish nut oils. I. Sterolic Fraction. *Anales de Bromatologia*, 30 (1), 63-89.
13. Garcia Olmedo R., Carballido A., Diaz Marquina A. (1978b) - Study of spanish nut oils. Composition of the unsaponifiables, II. Methyl sterol fraction. *Anales de Bromatologia*, 30 (2), 175-86.
14. Garcia Olmedo R., Carballido A., Diaz Marquina A. (1978c) - Study of the insaponifiable constituents in Spanish nut oils. III Alcoholic fraction. *Anales de Bromatologia*, 30 (3/4), 205-234.
15. Garcia Olmedo R., Carballido A., Diaz Marquina A. (1978d) - Study of the insaponifiable constituents of Spanish nut oils. IV. Hydrocarbon fraction. *Anales de Bromatologia*, 30 (3/4), 266-285.
16. Garcia Olmedo R., Marcos Garcia M.A. 1971 - Contribucion al el studio de los aceites de frutos secos espanoles - Composicion acidica *Anal. Bromatol*, XXXII (3): 233-258.
17. Gertz C., Herrmann K., 1982 - Zur Analytik der tocopherole und tocotrienole in lebensmittein. *Zeit. Lebens. Unter. Forsch.* 174 (5): 390-394.
18. Godini A., Ferrara E., Reina A. 1979 - Composizione chimica e caratteri estetici e organolettici dei semi di una vasta popolazione di cultivar di mandorlo pugliesi. Comunicazione presentata al Convegno Nazionale Il miglioramento della coltura del mandorlo e del nocciolo. Aspetti genici e tecnici. *Messina Siracusa*, 29 e 30/11; 1, 12, 1979, 331-339.
19. Hall, P., Moore J.C., Gunning B., Cook B.B. 1958 - The nutritive value of fresh and roasted Californian grown Nonpareil almonds. *J. Agric. Food Chem.* 8: 377-382.
20. Kosev Kh., Lichev P. (1974) - Chemical composition of various sorts of almonds. *B. Igarski Plodove Zelenchutsi i Konservi.* n. 11/12, 27-28.

21. Labavitch J.M. 1978 - Relationship of almond maturation and quality to manipulations performed during and after harvest. In: Almond Orchard Management" Div. Agric. Sci. Univ. Calif. 146-150.
22. Lopez-Andreu F.J., Esteban Alvarez R.M. Carpena Arteso, 1984 - Investigation of the protein fractions in different varieties of almond (*Prunus amygdalus*). Anal. Edaf. Agrobiol. 43 (1/2): 291-298.
23. Lopez-Andreu F.J., Esteban Alvarez R.M., Collado J.G., Carpena O., 1985 - Proteinas Y aminoacidos del fruto del malmendro (*Prunus Amygdalus* Batsch). Comparacion entre cultivares. Fruits 40 (7-8): 491-494.
24. Lotti G., Averna V., Bazan E., 1965 - Composizione lipidica e caratteristiche analitiche delle mandrole della Sicilia. Olearia 9-10: 181-188.
25. Meara M., L. 1952 - The component acids of an English almond Oil. Chem. Ind. Lond 8: 667-668.
26. Mehran, M., Filsoof, M., - Characteristics of Iranian Almond Oils and Nuts, J. Am. Oil Chem. Soc, 1974, 51, 433-435.
27. Munshi S.K., Sukhija S.P., Bahatia I.S. 1982 - Lipid biosynthesis in developing kernels of almond (*prunus amygdalus* bash) Phytochem. 22: 79-83.
28. Munshi K., Sukhija S.P. 1984 - Compositional changes and biosynthesis of lipids in the developing kernels of almonds. J. Sci. Food Agric. 35: 689-697.
29. Nassar A.R.; El-Tahawi, B.S.; El-Deen, A.S. Chromatographic Identification of Oil and Amino Acid Constituents in Kernels of Some Almond Varieties" J. Am Oil Chem. Soc. 1977, 54, 553-556.
30. Paul A.A., Southgate D.A.T., The composition of foods. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam.
31. Polesello A., Rizzolo A., 1989 - Caratteristiche nutrizionali e utilizzazione industriale delle mandorle. Frutticoltura 4: 43-50.
32. Primo Yufera, E., 1979 - Quimica Agricola, III. Alimentos. 1-25. Ed. Alhambra, Madrid.
33. Rikhter, A.A.; Pyzhov, V. Kh. - Amino acid composition of the seed proteins of almond varieties. Prikladnaya Biokhimiya i Mikrobiologiya (1987) 23 (1) 106-115.
34. Riquelme F., Romojarof, Gimenez J., L., Llorentes. 1985 - Study on protein fraction in some almond varieties of the Spanish south east. Fruit Sci. Rept. 12 (2): 55-59.
35. Romojaro F., Riquelmer R., Gimenez J., L., Llorentes. 1988 - Fat content and oil characteristics of some almond varieties. Fruit Sci. Rep. 15 (2): 53-57.
36. Saura-Calixto F., Bauza M., Martinez de Toda F., Argamenteria A. (1981) - Amino acids, sugars, and inorganic elements in the sweet almond (*Prunus amigdalu*s), J. Agric. Food Chem. 29 (3), 509-511.
37. 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.
38. Saura-Calixto F., Canellas J., Bauza M. (1980b) - Soluble carbohydrates in sweet almond varieties. Anales De Bromatologiaa 32 (3), 263-270.
39. Saura-Calixto F., Canellas J., Garcia Raso A. (1985) - Characteristics and fatty acid composition of almond tegument oil: comparison with almond kernel oil. Fette Seifen Anstrichmittel 87 (1), 4-8.
40. Saura-Calixto F., Canellas J., Toda F.M. (1982b) - A chemical study of the protein fraction of mediterranean sweet almond varieties (*Prunus amygdalus*). Zeitschrift fur Lebensmittel - Untersuchung und Forschung 175 (1), 34-37.
41. Saura-Calixto F., Soler L., Canellas J. (1984 a) - Morphological and compositional changes during development and maturation of the almond (*Prunus amygdalus*) Agrochimica 28, 175-183.

42. Schirra, M., 1991. - Composizione chimica, aspetti nutrizionali, conservazione e utilizzazione delle mandorle. Convegno Nazionale sui Mandorlo. Agrigento, 29/30. Novembre 1 Dicembre: 77-10.
43. Soler L., Canella J., Saura-Calixto F., 1989 - Changes in carbohydrates and proteins content and composition of developing almond seeds J. Agr. Food Chem. 37; 1400-1404.
44. Soler, L., Canellasm, J., Saura-Calixto F. - Oil content and fatty acid composition of developing almond seeds. J. Agric. Food Chem. 1988, 36, 695-697.
45. Souty M. P. Andre, L. Brevils, G. Jacquemin, 1971: Etude sur la qualite des amandes *Amigdalus communis L.* Variabilite de quelques caracteres biochemiques. ANN. TECHNOL. AGRIC. 20, 121-130.
46. Souty, M. M. Raspall, G. Jacquemin, L. Brevils, 1973 - Etude de quelques caracteres biochimiques des fruits de l amandier, B.T.I. 270-355.363.
47. Vergroesen A.J., Guttenbos J.J.: The role of fats in human nutrition. Vergroesen A.J. (ed.), Academic Press, London (1975).
48. Violante P., 1966 - La composizione gliceridi8ca della sostanza lipidica dei semi del genere *prunus*. Ann. Fac. Scienze Agr. Univ. Napoli in Portici. Serie III. XXX: 1-15.
49. Vrsaljko A., Fiziologija rasta i kvaliteta plodova bajama cv. *Ferragnes* u Ravnim kotarima. Doktorska disertacija, 1996.
50. Vrsaljko A., I. Miljković: The dynamics of protein accumulation in almond fruits (cv. *Ferragnes*).
51. Woodroof J.G (1982a) - Composition and nutritive value of nuts in Tree Nuts: production, processing, products" end e. Avi. Westport, Connecticut, pag. 49-80.

Adresa autora – *Author's address:*

Dr. sc. Anđelko Vrsaljko

Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu

Benkovac, Hrvatska - Croatia