

ISSN 1331-7768 (Print)  
ISSN 1331-7776 (Online)  
UDC 63



CROATIA

---

**AGRICULTURAE  
CONSPECTUS  
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA  
ZNANSTVENA  
SMOTRA**

---

**VOLUMEN 64 BROJ 1 1999**

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

# The Dynamic of Growth of Almond Fruit cv. Ferragnes, Accumulation of Dry Matter, Sugars and Fat

---

Andelko VRSALJKO

## SUMMARY

---

In the ecological conditions of Ravni Kotari, the two years research was carried out into the growth of almonds, the accumulation of dry substances in the almond fruit, as well as the accumulation of sugar and fat in the almond kernel. There are three phases in the growth curve: the phase of intensified growth (completed in 45-50 days) when the almond reaches up to 90% of its size and weight, then follows the phase of stagnation (60-65 days) and the phase of slow growth, which finishes about 75 days after blossoming, when the fruit reaches its full size and weight. The accumulation of dry substance first occurs in the egzocarp-mezocarp, so that following this, would develop more intensively in the kernel 57 days after the fruit germination up until then, there was 90% moisture in the kernel.

The level of carbohydrate in the kernel is the highest in the intensive growth phase, following a gradual diminishing, especially with the onset of the intensive biosynthesis of fat. In this period we can find only traces of directly produced sugars. Saccharose makes up 90-96% of the melting fraction of sugar. Among polysaccharides a presence of starch was noted. The level of lipids at the time of harvesting is between 43-49% of the dry substance.

In the dynamic of lipid accumulation there are four phases: from the set of the fruit June (there is about 8% of dry substance), June when the lipid level remains unchanged, July when the lipid level reaches 14-18% of the dry substance and August when the level of July triples. In the first phases of the accumulation there is a considerable amount of saturated fatty acid (palmitic) and essential fatty acids (linoleic) and less oleic, than in the first fall and the oleic increases thanks primarily linol acid. The level of essential fatty acids falls from June to September.

## KEY WORDS

---

**almond, fruit growth, dry substance, sugars, fat**

Croatian Institute for Extension Service in Agriculture  
Ante Starčevića 2a, 23420 Benkovac, Croatia

Received: November 14, 1998



## Dinamika rasta ploda bajama cv. Ferragnes, nakupljanje suhe tvari, šećera i masti

---

Andelko VRSALJKO

### SAŽETAK

---

U ekološkim uvjetima Ravnih kotara provedena su dvogodišnja istraživanja rasta ploda bajama, nakupljanje suhe tvari u plodu bajama, te nakupljanje šećera i masti u sjemenci bajama. U krivulji rasta ploda uočene su tri faze: faza ubrzanog rasta (završava za 45-50 dana kada bajam dosegne 90% svoje veličine i težine, slijedi faza zastoja (60-65 dana) i faza usporenog rasta koji završava oko 75 dana nakon cvatnje, kada plod dostiže svoju punu veličinu i težinu. Nakupljanje suhe tvari najprije se odvija u egzokarpu-mezokarpu, da bi nakon toga intenzivnije teklo u sjemenci i to od 57 dana nakon zamatanja ploda. Do tada je u sjemenci bilo preko 90% vlage. Razina ugljikohidrata u sjemenci je najviša u vrijeme intenzivnog rasta da bi se nakon toga smanjivala, posebice s početkom intenzivne biosinteze masti. U tom trenutku direktno reducirajuće šećere možemo naći samo u tragovima. Saharoza čini od 90-96% topive frakcije šećera. Od polisaharida zabilježeno je prisustvo škroba. Razina lipida u vrijeme berbe se kreće od 43-49% suhe tvari. U dinamici nakupljanja lipida uočena su 4 razdoblja i to: od zamatanja ploda do lipnja (nakupi se oko 8% od suhe tvari), lipanj kada razina lipida ostaje gotovo nepromijenjena, srpanj kada razina lipida dostiže 14-18% od suhe tvari i kolovoz kada se razina iz srpnja utrostručuje. U prvim fazama nakupljanja znatnije su zastupljene zasićene masne kiseline (palmitinska) i esencijalne masne kiseline (linolna), a manje oleinska, potom prve padaju, a oleinska raste i to prvenstveno na račun linolne kiseline. Razina esencijalnih masnih kiselina pada od lipnja do rujna.

### KLJUČNE RIJEČI

---

**bajam, rast ploda, suha tvar, šećeri i masti**

Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu  
Podružnica Zadarska županija-Benkovac  
Ante Starčevića 2a, 23420 Benkovac, Hrvatska  
Primljeno: 14. studenog 1998.



## UVOD

Potruga za novim-starim izvorima hrane i produbljenje spoznaja o mogućnosti uporabe konvencionalne hrane, među inim i bajama, ključne su točke polaznice u sadašnjim i budućim znanstvenim istraživanjima. Dakako, važno je uvijek determinirati različite komponente hrane i njihov kemijski sastav, koji je u vrlo uskoj korelaciji s kvalitetom.

Između ostalog, kako rekosmo, sjeme bajama se ističe kao vrlo cijenjeno, energetski bogato, hranjivo, višestruko korisno i dosta traženo voće specifične arome i okusa. Stoga, ne čudi posebita pozornost posvećena ovoj voćnoj vrsti u razvijenim zemljama svijeta, koje imaju i sluha i koristi od toga. Važno je spoznati biološke i fiziološke osobine sorata bajama u odnosu na pedoklimatske uvjete proizvodnog prostora i razraditi suvremene metode pomotehnologije i agrotehnike.

S motrišta aktualnih problema intenzivnog uzgoja novih introduciranih sorata bajama u podneblju Ravnih kotara i cijele Hrvatske, nedostatno su osvijetljena i proučena pitanja fenologije cvatnje, rodnosti, vegetativne razvijenosti, adaptabilnosti i opskrbljenosti biogenim elementima. Nasuprot tomu, nikako dinamika, tvorba i mijena organske tvari, kvaliteta i organoleptička svojstva plodova bajama, što je od izuzetne važnosti. Znamo li da je cilj samoga uzgoja bajama postizanje visokog biološkog potencijala rodnosti i kvalitetan plod s odgovarajućim zahtjevnim organoleptičkim, nutritivnim i dietoterapeutskim svojstvima, to su jasne potrebe pronicanja i osvijetljavanja pitanja fenologije cvatnje, rasta ploda, dinamike nakupljanja suhe tvari u plodu, sastav ugljikohidrata, sadržaj ulja i masnih kiselina u sjemenci bajama.

Kako je u prvotnim istraživanjima u Ravnim kotarima (Vrsaljko A., 1991) kod osam introduciranih sorata (Ferragnes, Ferraduel, Filippo Ceo, Genco, Troito, Tuono, Non Pareil i Texas) sorta Ferragnes izdvojena kao najrodnija sorta, ujednačene i dobre vegetativne razvijenosti, kasne cvatnje, dobra randmana (40%) i kvalitete plodova bez dvostrukih sjemenki, s izbalansiranom razinom biogenih elemenata, ravnotežom kationa, to je razumljiv izbor ove sorte za praćenje. Nadalje, da pojasnimo opravdanost izbora, sorta Ferragnes je daleko najraširenija sorta u Francuskoj (Grassely i Souty, 1989), dok je Monastra i Marchese (1989) čitaju kao sortu kasne cvatnje, dobra i redovita roda, te visokih kvalitativnih svojstava i preporučuju njeno širenje u Italiji, tako da je zajedno sa sortom Tuono u toj zemlji favorizirana u zadnjem desetljeću. U posljednje vrijeme se intenzivno radi na mikropropagaciji ove sorte i širi se u svim proizvodnim zemljama svijeta, pa zašto joj onda ne posvetiti dužnu pozornost i kod nas!

## PREGLED LITERATURE

Sustavnim istraživanjima fiziologije rasta ploda bajama bavilo se relativno dosta znanstvenika u svijetu, ali vrlo malo o fiziološkim promjenama tijekom rasta i

dozrijevanja. Kod nas takovih istraživanja, osim sporadičnih, možemo reći da nije bilo. Stoga se nametnula potreba istraživanja ove sorte u uvjetima Ravnih kotara, te komparacija rezultata s do sada spoznajama dosegnutim u svijetu. Zbog bolje preglednosti dostupni literarni podatci sustavizirani su u zasebne cjeline koje čine:

- rast ploda bajama
- dinamika nakupljanja suhe tvari u plodu bajama
- sastav ugljikohidrata u sjemenci bajama
- sadržaj ulja i sastav masnih kiselina u sjemenci bajama

## Rast i razvoj ploda

Plod bajama raste i razvija se od ožujka do rujna, a kroz to vrijeme se dešavaju mnoge strukturalne i biokemijske promjene (Grassely i Crossa-Raynaud, 1980; Schira et al., 1993).

Rast i razvoj, povećanje težine i akumulacija suhe tvari slijede dobro definirane hodove pojedinih dijelova ploda: egzokarpa i mezokarpa (lupine), endokarpa (koštice), te sjemenke i sjemenne ljuske (jezgre) (El Campo, 1982; Saura-Calixto et al., 1983; Nieddu et al., 1989; Schira et al., 1993).

Prema istraživanjima Benkena i Richtera (1971) bajam gotovo postiže svoju konačnu veličinu (volumen) za 40-50 dana nakon cvatnje, zatim slijedi usporena faza rasta do 83-90 dana, kada dostigne maksimalnu veličinu (volumen) i težinu, nakon čega lagano opada, uslijed dehidracije, razgradnje klorofila i pucanja lupine što se poklapa s dozrijevanjem sjemenke (Weinbaum i Muraoka, 1986). U periodu rasta ploda nakupljanje hranjivih tvari je prvenstveno u egzokarpu + mezokarpu. Sjeme se u tom periodu tek počima razvijati i još nema izdiferenciranih dijelova sjemena. U to vrijeme ukupne rezerve suhe tvari, dušičnih spojeva i šećera u egzokarpu + mezokarpu znatno premašuju njihove rezerve u sjemenu.

Pri koncu perioda rasta ploda nakupljanje hranjivih tvari u egzokarpu + mezokarpu snižava se ili čak zaustavlja, a u sjemenu naglo raste (Benken i Richter, 1971).

Hawker i Buttrose (1980) su proučavali anatomske i biokemijske osobitosti plodova bajama u procesu rasta i dozrijevanja. U prvih deset tjedana nakon cvatnje plod se u osnovi sastoji od egzokarpa + mezokarpa ispunjenog sjemenkom. Zatim započinje rast sjemenke s endokarpom. U vremenu od 16-20 tjedna započinje ubrzani rast sjemenke i početak akumulacije bjelančevina i lipida. Kroz 28 tjedana sjemenka je nakupila maksimalne količine bjelančevina i lipida, te dolazi do odvajanja endokarpa sa sjemenkom od egzokarpa i mezokarpa.

U Španjolskoj su Saura-Calixto et al. (1884) pratili dinamiku rasta ploda bajama, gdje se lijepo može vidjeti (grafikon 2) da su u vremenu između konca lipnja i početka srpnja sva morfološka mjerenja (dužina, širina i debljina) postigli maksimalnu vrijednost, a nakon toga

ta vrijednost lagano opada tijekom dozrijevanja. Sličan je porast i pad i kod težine ploda, samo što se maksimalna vrijednost težine ploda pojavljuje u svibnju, nakon čega se brzo snižuje do srpnja. Taj gubitak je neznatan u endokarpu.

Istraživanja rasta ploda kod Dženeve (1992) potvrđuju da se za vrijeme rasta ploda bajama ističu tri faze: faza naglog rasta ploda (45-50 dana), faza usporenog rasta ploda (50-85 dana) i faza dozrijevanja (od 85 dana pa sve do berbe). Fazu ubrzanog rasta karakterizira brza dioba i diferencijacija stanica, te ubrzano primanje hranjivih tvari, poglavito dušika i fosfora. Najviše u tom periodu dušika i fosfora ima mezokarp, dok je obrnuto sadržaj kalija, kalcija i magnezija najmanji. Period usporenog izduživanja karakterizira najveća ukupna koncentracija dušika u sjemenci, što nam govori o velikoj potrebi za tim elementima.

### Dinamika nakupljanja suhe tvari u plodu bajama

U ranoj etapi rasta i razvoja ploda bajama, suha tvar se prvenstveno nakuplja u egzokarpu + mezokarpu, dok se sjeme u to vrijeme tek počinje formirati, da bi se tijekom dozrijevanja plodova tempo nakupljanja asimilatata u egzokarpu + mezokarpu smanjio ili je čak u zastoju, a u sjemenu intenzivno povećava (Benken i Richter, 1971).

U daljnjim analizama Benken i Richter došli su do zaključka, da smanjeni tempo nakupljanja suhe tvari u egzokarpu + mezokarpu pri dozrijevanju može biti povezan, ne toliko zastojem pritoka hranjivih tvari iz stabla, već njihovim djelomičnim premještanjem u sjeme. Kako vidimo sadržaj vlage u tom periodu u agzokarpu + mezokarpu je gotovo isti unatoč direktnom kontaktu sa sredinom.

Usprkos tome, makar je zaštićeno agzokarpom + mezokarpom, sjeme je intenzivno tjeralo vodu. To ukazuje na to, da tkiva agzokarpa + mezokarpa imaju ispusnu higroskopičnost i visoku vododržnu sposobnost plazme. Mehanizam tzv. podsušivanja sjemena unutra vlažnim agzokarpom + mezokarpom, tumači se unutarnjim uzrocima, a to je različita vododržna sposobnost plazme tkiva sjemena i agzokarpa + mezokarpa. Regulacija vodnog režima sjemena je jedna od važnih fizioloških funkcija agzokarpa + mezokarpa.

Weinbaum i Muraoka (1986) nam potvrđuju, da agzokarp + mezokarp doseže svoju maksimalnu suhu tvar u srpnju i relativno je konstantna do berbe. Proces nakupljanja suhe tvari u sjemenci je neovisan o premještanju dušika iz agzokarpa + mezokarpa u sjeme.

Prema istraživanjima Saura-Calixta (1984) i Dženeve (1992) sadržaj vlage u sjemenci bajama ostaje do lipnja oko 90%, a zatim pada brzo i kontinuirano do konačne vrijednosti od 6,4% u berbi.

Detaljnijim istraživanjima Solera et al. (1988, 1989) sadržaj vlage u sjemenu u razdoblju od 0 do 63-64 dana nakon zametanja ploda iznosi preko 90%. Potom slijedi razdoblje (65-105 dana nakon zametanja ploda) akumulacije suhe tvari, uglavnom proteina (7-17%) ulja (10-50%). Iza toga količina vlage pada većom brzinom

nego teče akumulacija suhe tvari iz čega proizlazi da i svježja masa sjemena pada.

### Sastav ugljikohidrata u sjemenci bajama

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 (1982a) iznosi za kalifornijske sorte prosječne vrijednosti od 4,4%, Saura-Calixto et al. (1980b) za Španjolske nalazi varijacije između 4 i 8%, Godini 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%.

Benken i Richter (1971) su istraživali dinamiku sadržaja šećera u sjemenci bajama, povezano s procesom biosinteze masti. Rezultati pokazuju da se u ranim etapama dozrijevanja šećer nakuplja i u agzokarpu + mezokarpu i u sjemenci. Početkom biosinteze masti šećeri se počinju trošiti na sintezu masti i njihov se sadržaj u sjemenci smanji. To opadanje sadržaja šećera događa se u većoj mjeri u agzokarpu + mezokarpu. Rezerve lipida u sjemenkama su nastavile rasti, a sadržaj šećera u njima se ne smanjuje, dapače povećava. Iz njihovih rezultata proizlazi da se utrošak šećera u biosintezi masti u tom periodu u potpunosti kompenzira pritokom iz stabla. Dakle, proces biosinteze masti u sjemenu bajama rezultat je intenzivnog vanjskog pritoka šećera, pri čemu dinamika njegova sadržaja i u sjemenu i agzokarpu + mezokarpu ima dvovremeni karakter i s dvama maksimumima prije početka i nakon slabljenja tog procesa. Interesantno je istaći, da se u agzokarpu + mezokarpu nakupljaju prvenstveno monosaharidi, a u sjemenci saharoza.

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% koji je unutar utvrđenih granica za bajame drugih sorata (Cesares i Lopez Herrera, 1952; Zuercher i Hadorn, 1976; Vidal Valverde et al., 1978; Labavich, 1978; Godini et al., 1979; Saura-Calixto et al., 1980, 1981). Saharoza, pokazalo se je, dominantan 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, 1978; Saura-Calixto et al., 1984; Soler et al., 1989; Fourie i Basson, 1990).

Soler et al. (1989) su pratili promjene u sadržaju ugljikohidrata i njihov sastav u sjemenci bajama. Oštar pad šećera topivih u vodi sa 60 na 6% suhe tvari, primijećen je od početka do približno 90-tog dana nakon zametanja ploda. Već ranije je rečeno o znatnijem porastu sadržaja ulja i proteina oko 75 dana (Soler et al., 1986, 1988). Dakako, ukupni sadržaj topivih šećera koji se odnosi na jednu sjemenku, ostao je približan kroz 90 dana. Od tada je primijećeno znatno povećanje. U inicijativnim stupnjevima su pronađeni i ksilol i laktoza u tragovima. Što se pak tiče reducirajućih šećera, visok postotak je početno detektiran, ali je oko 85 dana spao na količinu u tragovima. Upravo obrnuto se događa sa saharozom, koja narasta na 93,7% od svih šećera. To upućuje na zaključak da je saharoza transportirana iz listova, u sjemenkama transformirana u reducirajuće šećere, da bi se osigurala pogodna podloga za sintezu drugih biokomponentata. Konačno, topivi šećeri su uskladišteni kao saharoza (93,7%) i rafinoza (5,5%), kao jedine kvantitativno važne komponente frakcije šećera u zrelom plodu bajama. Konverzija D-glukoze u inozitol jedini je do sada poznati put biosinteze inozitola iz ugljikohidrata (Loewis i Dickinson, 1980). To se lijepo zamjećuje u prikazu gdje postotna razina glukoze od 40-64-85 dana pada sa 60,2-28,1 u tragove, a postotna razina inozitola narasta sa 5,9 - 11,6 - 51,7% 85-tog dana. Kao što se vidi, u prvom stupnju sadržaj inozitola u sjemenci pokazuje oštro povišenje, što koincidira sa smanjenim sadržajem glukoze. S druge strane, visoka vrijednost inozitola postignuta 85 dan nakon zametanja ploda, upravo je dosegnuta u trenutku kada su skladišni lipidi bili značajnijima (Soler et al., 1988).

Polisaharidi - Nakupi ih se oko 3-6% suhe tvari. Škrob je uočen samo kod nekih sorata (Saura-Calixto et al., 1983a, Kumar et al., 1990; Schira, 1991). Vlakna (celuloza, hemiceluloza, lignin) znatno variraju (Saura-Calixto et al., 1983a, 1984). Ove komponente su proučavane u raznim dijelovima ploda bajama, naročito glede korištenja tih dijelova u ishrani domaćih životinja (Sequeira i Lew, 1970; Saura-Calixto et al., 1982b). Analizirajući kemijski sastav lupine dobili su znatne količine topivih šećera 26,55%, proteina 2,7%, ulja 6,34% i pepela 6,094 suhe tvari.

#### **Količina ulja i sastav masnih kiselina u sjemenci bajama**

Ulje bajama koristi se uglavnom za kozmetičku i farmaceutsku industriju, za proizvodnju raznih pasta i pomada (Vougham, 1970; Rugraf et al., 1982).

Obilate su informacije koje se tiču uljne frakcije. Sadržaj ulja kreće se u rasponu od 50-60% suhe tvari (Souty et al., 1971; Mehran i Filsoof et al., 1976; 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-Garsia, 1971; Nassar et al., 1977; Dugo et al., 1979; Riquelme et al., 1982; Canellas, 1986; Romojarro et al., 1988; Soler et al., 1988; Schira, 1991).

U ljudskoj ishrani bajami predstavljaju jedan 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% od ukupnog sadržaja. Odnos između monokarboksilnih nezasićenih 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; Shuster, 1980; Canellas, 1986; Romojarro et al., 1988; Soler et al., 1988), ovisi, odnosno uvjetovana je i područjem uzgoja, tj. hladna klima determinira porast nezasićenih masnih kiselina (Meara, 1952).

Kod dozrelih plodova bajama masne kiseline su sadržane pretežito u formi 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 relacijama ovisno o sorti i zoni 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., 1978a, b, c, d; Colombini et al., 1979; Dugo et al., 1979; Paul i Southgate, 1979; Gertz i Herrmann, 1982; Salvo et al., 1986; Briescon i Bentz, 1987; Schira, 1991).

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

Zanimljiva istraživanja sastava masnih kiselina lipida u listu i generativnim organima bajama proveo je Richter (1987) u Nikitskom botaničkom vrtu. Predstavljani rezultati pokazuju da promjena sastava masnih kiselina lipida u procesu oplodnje prati nakupljanje kiselina s osnovnim C16 i C18 lancem sa 1-2 dvostruke veze, dok se za to vrijeme sadržaj kratkolančanih i dugolančanih kiselina smanjuje. Sjedinjenje muškog i ženskog gametofita pri oplodnji vezano je uz malo sniženje općeg sadržaja lipida u sjemenom zametku, što je očito povezano s razgradnjom rezervnih lipida. Srazmjerno povećanje sadržaja linolnae kiseline i sniženi sadržaj linolenske kiseline nakon oplodnje, odražava promjenu tendencije izmjene lipida sjemenog zametka u stadiju

rane embriogeneze. Kod lipida zrelih sjemenki bajama u odnosu na tek formirani sjemeni zametak povećan je sadržaj oleinske i linolne kiseline, dok je sadržaj palmitinske i linolenske kiseline smanjen nekoliko puta. Pri tome Linskens (1981) iznosi mišljenje da uvjeti sredine prije i za vrijeme progamne faze utječu na masnokiselinski sastav glikolipida kod zajedničkog djelovanja polenove cjevčice i tučka.

Promjene u sadržaju ulja i sastavu masnih kiselina sjemenki bajama za vrijeme rasta i dozrijevanja pratili su razni istraživači (Munshi et al., 1982; Riquelme, 1982; Munshi i Sukhija, 1984; Saura-Calixto et al., 1984; Soler et al., 1988). Tako Riquelme iznosi podatke o porastu sadržaja ulja kod mediteranskih sorata od 1,54% do 54,12%, od zametanja ploda do srpnja. Isto tako Saura-Calixto et al., govore o niskim koncentracijama ulja do lipnja (oko 10%), nakon čega uslijedi brzi porast do srpnja kada prelazi 50% za vrijeme dozrijevanja, dok palmitinske i linolne pada, što je podudarno s rezultatima drugih autora (Garcia-Olmedo i Marcos-Garcia, 1971).

Precizna istraživanja o masnokiselinskom sastavu i njegovoj dinamici predočuju nam Soler et al., (1988). Oni su razlučili tri stupnja ili perioda nakupljanja lipida. Prvi stupanj teče od 0 do 70-80 dana nakon zametanja ploda kada je sinteza lipida tek počela, zatim drugi stupanj od 70-80 dana, pa sve do 115-125 dana, što odgovara stvarnom periodu akumulacije lipida i nakon toga treći stupanj od 115-125 dana pa sve do berbe sa slabim porastom ulja. Početak drugog stupnja lako je uočljiv, jer je želatinozni izgled sjemenki postao bijel poput vrhnja. Valja istaći da stupanj dva koincidira s brzim smanjenjem šećera topivih u vodi s 60 na 6% suhe tvari, što se može lijepo vidjeti i u radu Saura-Calixte et al. (1984a). Kada se uporede promjene u sastavu masnih kiselina u te tri faze možemo vidjeti da prvi stupanj karakterizira viša koncentracija zasićenih i esencijalnih masnih kiselina (osobito linolne), dok za vrijeme drugog stupnja postotak tih masnih kiselina opada, a raste postotak oleinske kiseline. Na koncu prvog stupnja linolenska i arahidonska kiselina praktično iščezavaju. U trećem stupnju nisu primjećene signifikantne promjene u sadržaju masnih kiselina, već samo slabije varijacije kod oleinske i linolne kiseline.

Visoke koncentracije palmitinske (25,6%), linolne (35%) i linolenske (9,2%), mogle bi biti u nekom odnosu - relaciji sa njihovom inkorporacijom - ugradnjom u polarne lipide kao glavne konstituente na početku stvaranja staničnih stijenki. Inverzne varijacije oleinske i linolne kiseline primjećene od 65 dana upućuju na zaključak da sadržaj oleinske kiseline općenito raste na račun linolne kiseline.

Sadržaj nezasićenih masnih kiselina tijekom rasta i dozrijevanja ploda bajama je porastao znatno, tako da se odnos nezasićenih i zasićenih masnih kiselina povećao sa 3,3 na 11,5 puta.

Znano je da se kod bajama, kao i kod drugih biljnih vrsta koje sadrže ulje, najprije sintetiziraju fosfolipidi i

glikolipidi (Soler et al., 1988), a kasnije u srednjem stupnju počinje akumulacija acil-glicerida, frakcija koja predstavlja više od 95% ulja u zrelim plodovima (Shing i Pivett, 1970; Geiko et al., 1975; Nassar et al., 1977; Munshi et al., 1982; Soler et al., 1988).

Između ostalog, Lopez-Andreu et al. (1985) su istraživali kvalitativne i kvantitativne aspekte lipidne frakcije triju uljarica: soje, suncokreta i bajama. Pri tome su istražili prinos ulja, indekse kvalitete (refraktivni indeks, kiselinski indeks i saponifikacijski broj) i kvalitativni i kvantitativni sastav masnih kiselina. Slična istraživanja kvalitete ulja proveli su Romojaro et al. (1988) u Španjolskoj, kao i Richter (1981, 1985) u Rusiji na Krimu.

## OBJEKT ISTRAŽIVANJA

Dvogodišnja istraživanja (1993 i 1994) su obavljena 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 antropogeniziranom smeđe lesiviranom šumskom tlu, na mekim eocenskim i tvrdim krednim vapnencima. Utablicama 1 i 2 data su fizička, odnosno kemijska svojstva. Vidi se da su to 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 pračkasto glinastoj ilovači. Tlo je duboko, slabo skeletoidno po cijeloj dubini profila, bez pravog rasporeda glede količine i veličine. Analitički podatci pokazuju da je ovo tlo siromašno na humusu, dovoljno opskrbljeno ekološki pristupačnim kalijem, a nedostatno s 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 period travanj-rujan bio sušan. Hidrotermički koeficijent po Popovu i Seljaninovu kreće se Hk 0,39-0,23, Langov kišni faktor Kf56,1-44,6, 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 (Tablice 1 i 2).

## METODE RADA

Istraživanja kemijskog sastava tla, rasta ploda bajama, dinamika nakupljanja suhe tvari u plodu bajama, dinamika nakupljanja i sastav ugljikohidrata u sjemenci bajama, te dinamika količine ulja i sastav masti u sjemenci bajama u godinama 1993 i 1994 provedena su na objektu "OPATIJA" u Biogradu n/m po priznatim i utvrđenim standardnim znanstvenim metodama na

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

Profil tla Soil profile	Dubina Depth (cm)	Teksturni sastav Texture composition			Teksturna oznaka Texture	Volumna gustoća Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Prava gustoća Volume density (g/cm <sup>3</sup> )	Ukupni porozitet Total pore space (%)
		pijesak san	prah dust	glina clay				
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 orchard

Profil tla Soil profile	Dubina-Depth (cm)	Humus (%)	P2O5 mg/100 gr	K2O 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
	60-100	0.17	0.14	13.2	7.44

sorti Ferragnes koja je cijepljena na sjemenjaku gorkog bajama. Rast ploda je praćen i mjereno nakon što je utvrđeno zametanje ploda. Da bi podatci bili kvantitativni, zametanje ploda (vrijeme 0) konvencionalno se smatralo onim vremenom kada su plodovi imali slijedeće dimenzije, dužina 1,1 cm, širina 0,9cm i debljina 0,8cm (metodikom razradio Soler et al., 1988, 1989). U nasadu je pažljivo odabrano 20 stabala optimalno razvijenih i sortno determiniranih, te se je na svakom stablu markiralo 10 plodova bajama (ukupno 200), te se svaka 3 dana vršila izmjera dužine, širine debljine ploda. Istovremeno se uzimalo 10 drugih plodova sa istih stabala, vadila sjemenka i izvršeno također mjerenje dužine, širine i debljine sjemenke. Kako je u preliminarnim probama suha tvar iznosila manje od 10% do početka lipnja, to se je nakupljanje suhe tvari u plodu bajama i to zasebno u sjemenci, endokarpu i egzokarpu-mezokarpu, počelo pratiti u lipnju i to uzimanjem uzoraka svakih 7 dana do dana berbe. U jednom vremenskom intervalu uzimalo se je po 5 uzoraka sa po pet plodova, dobro isjeckanih i osušenih u termostatu na temperaturi od 105°C 24sata, zapravo do konstantne težine i nakon toga izraženo u % suhe tvari. Uzimanje uzoraka sjemenki bajama za određivanje šećera i masti korištena su ista stabla i to na način da su se uzorci uzimali svakih 7 dana od konca svibnja i to 5 uzoraka u jednom vremenskom terminu. Tako uzeti

uzorci su prirodno 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.

Šećeri, masti i sastav masti određeni su u odvojenom postupku pripreme i obrade:

- masti su određene po Soxhletu, a masne kiseline plinskom kromatografijom PLINSKI KROMATOGRAFI HP 6890 system
- šećeri (ukupni, direktno reducirajući, saharoza) su određeni spektrofotometrijski (UV/VIS SPEKTROFOTOMETAR PU 8600 po SMOGYIU i NELSONU)
- škrob je određen titrimetrijski

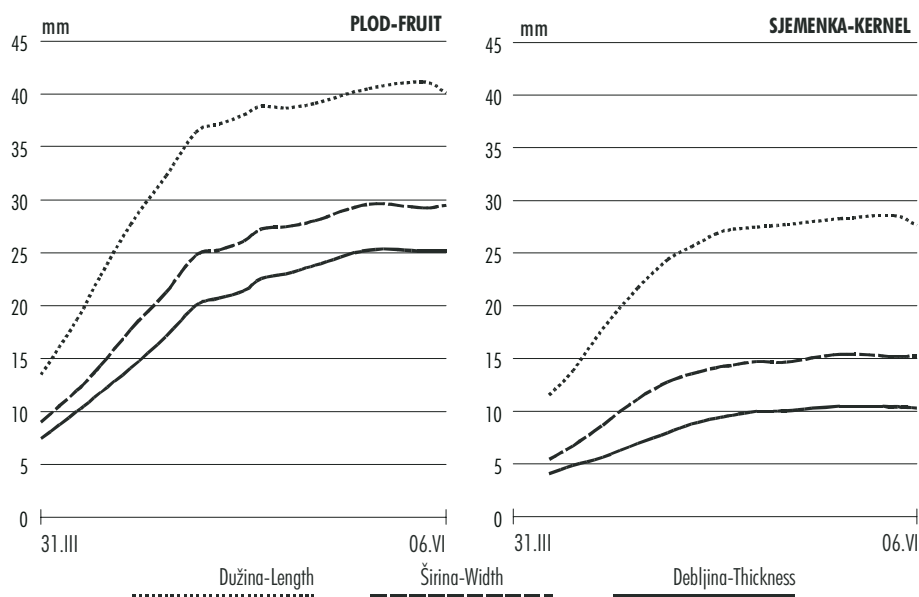
Rezultati provedenih istraživanja obrađeni su varijaciono statistički.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### Rast i razvoj ploda

Pogledamo li grafikonu 1, vidimo da bajam postiže svoju konačnu veličinu za 60-ak dana, dok za 40-50 dana postigne 90% svoje veličine. Isto tako, zorno se može vidjeti kako ubrzani rast ploda završava oko 50-og dana kada dolazi do zastoja rasta ploda i to upravo u vrijeme



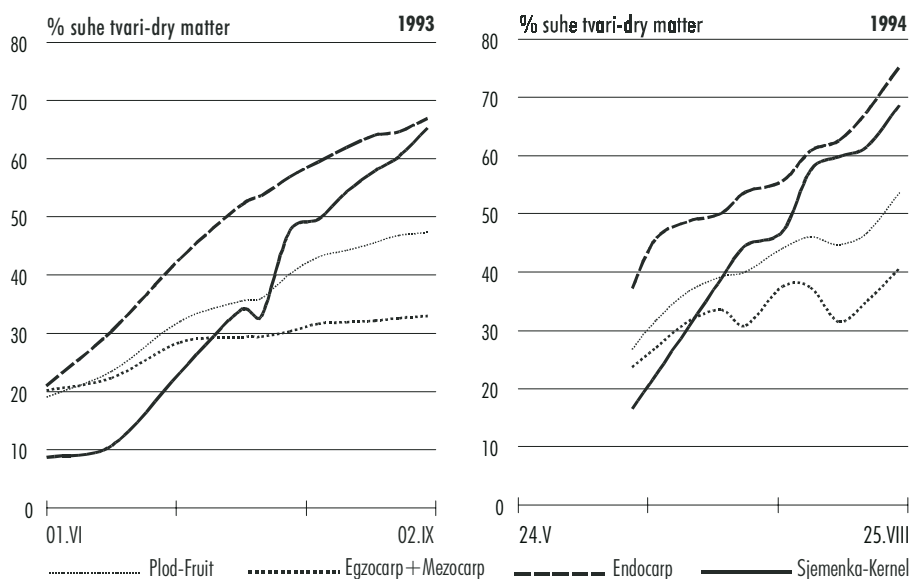


**Graf 1.** Rast i razvoj ploda i sjemenke bajama (1994.)  
**Graph 1.** Growth and develop fruit of almond kernel (1994)

kada dolazi do otvrdnjavanja endokarpa bajama, a zatim slijedi lagani porast do konca lipnja, od kada se nešto smanjuje veličina bajama. Početak otvrdnjavanja pada 3 svibnja, što je također 60-ti dan nakon cvatnje bajama. Uglavnom potvrđeni su rezultati nekih autora (Benken i Richter, 1971; Baldini i Scaramuzzi, 1980; Saura Calixto et. al., 1984; Dženeva, 1992). Nadalje, statistički je utvrđeno da u pogledu dužine, širine i debljine bilo sjemenke bilo jezgre u naznačenom vremenu otvrdnjavanja endokarpa, nema statistički opravdanih razlika, tako da je i to potvrda o zastoju rasta ploda u to vrijeme. Vidi se isto tako da je brzina rasta ploda i sjemenke u prvih 30-ak dana različitog intenziteta. Tako u tom vremenu raste bržim intenzitetom plod nego sjemenka, koja tada nije popunila unutrašnjost endokarpa, već je smežurana i to od sredine prema vrhu. Iz primjera zapažanja u 1994 godini (isto vrijedi i za 1993. ) od 24. svibnja vidimo da je došlo do izrazite diferencijacije na agzokarp + mezokarp, endokarp i sjemenku. Jezgra je pri vrhu popunjena lipidima i ostalim organskim tvarima i izrazito je mliječne boje (do 0,8 cm), a ostatak je sluzast i bezbojan. U tom trenutku endokarp je izrazito formiran, ali se ipak može rezati nožem. Napominjemo da je 9 dana kasnije, tj. 2. lipnja 1994 endokarp potpuno otvrdnuo i ne da se nožem rezati. Jezgra se popunjava tako da je ispunjeno 2/3 pri vrhu. Izrazito je bijele boje dužine oko 2 cm, dok je bazični ostatak bezbojan i sluzast. Uzimanjem uzoraka 15. lipnja 1994. godine i tučenjem vidjelo se da je bajam u potpunosti ispunio unutrašnjost endokarpa i cijelom veličinom je bijele boje, što nam govori da je oko 75 dana završen rast sjemenke, nakupilo se dosta organskih tvari, prvenstveno lipida i bjelančevina, od koga trenutka nastupa intenzivna mijena tvari i samo dozrijevanje bajama. Ovdje smo dali samo graf za 1994 godinu iz razloga što su zapažena neznatna odstupanja krivulja rasta ploda i sjemenke .

#### Dinamika nakupljanja suhe tvari u plodu bajama

Pregled dinamike nakupljanja suhe tvari u plodu bajama i odjelito u sjemenci, endokarpu i agzokarpu + mezokarpu dat je u grafikonima 2-3. Vidi se da nakupljanje suhe tvari najprije završi u agzo-karpu + mezokarpu, zatim endokarpu, a tek onda u sjemenci u kojoj nakupljanje teče do same berbe. U agzokarpu + mezokarpu nakupljanje završava polovicom srpnja, što se poklapa sa istraživanjima Weinbauma i Muraoke (1986). Smanjeni tempo ili prividni zastoj nakupljanja suhe tvari u agzokarpu + mezokarpu pri dozrijevanju vjerojatno je povezan, ne toliko sa zastojem pritoka hranjivih tvari iz matične biljke, već s djelomičnim njihovim premještanjem u sjeme. Iako izložen direktno sredini agzokarp + mezokarp zadržava svoju vlagu, što potvrđuje tezu da tkiva agzokarpa + mezokarpa imaju visoku vododržnu sposobnost plazme, i da je regulacija vodnog režima sjemenke jedno od važnijih fizioloških funkcija agzokarpa + mezokarpa. Količina vlage u sjemenu do početka lipnja je preko 90%, a pada ispod 90% 57 dan nakon zamatanja ploda (1994). To se poklapa s istraživanjima Solera et. al. (1988, 1989) i ostalih istraživača kod kojih je to padalo između 63 i 64 dana nakon oplodnje. Pogledamo li u tablice vidimo da se gotovo 30% od ukupne suhe tvari u sjemenci nakupi u lipnju, a ostatak u srpnju i kolovožu. Može se reći da od 57 dana, pa do same berbe slijedi kontinuirani rast suhe tvari u sjemenci. Isto tako, bez obzira na različitu cvatnju, najveće nakupljanje suhe tvari u sjemenci u obje godine padalo je između 20 srpnja i 5 kolovoza. Tako je 1993. sjemenka imala 22. srpnja 32,88% suhe tvari, a 6. kolovoza 49,61% suhe tvari, dok je u 1994. godini 20. srpnja razina suhe tvari iznosila 44,61, a 4 kolovoza 57,57%.



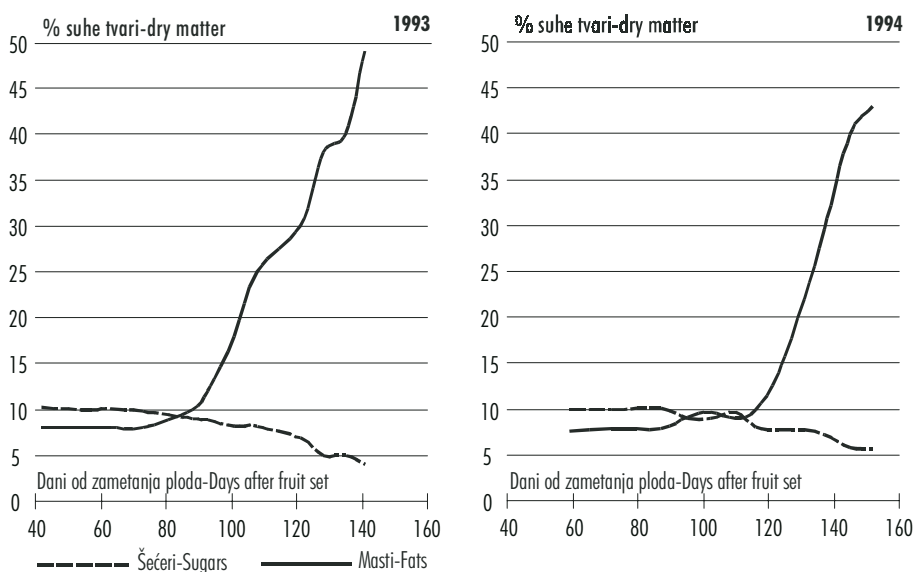
**Graf. 2-3.** Dinamika nakupljanja suhe tvari u plodu bajama  
**Graph 2-3.** The dynamic of dry matter accumulation in almond fruit

#### Dinamika nakupljanja i sastav ugljikohidrata u sjemenci bajama

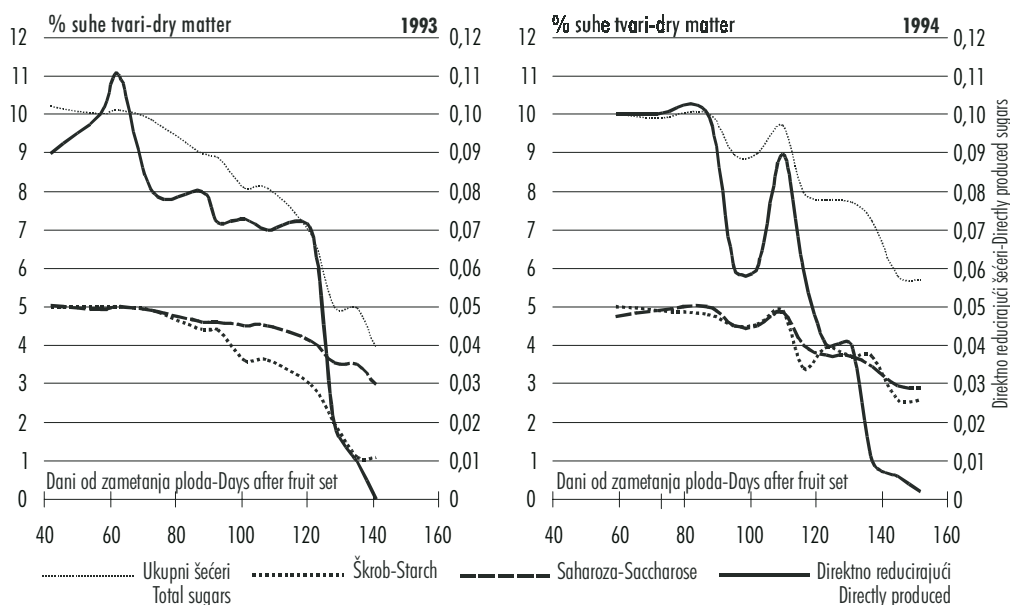
Kako znamo, ugljikohidrati se pojavljuju kao ishodni produkt za biosintezu biljnih masti i proteina. Naši rezultati (tablica 18 i 19) nam ukazuju i potvrđuju da se s početkom procesa biosinteze masti i proteina u sjemenju bajama zakonomjerno smanjuje razina šećera. Dakle, tijekom rasta i zriobe zamjetna je veza između količine šećera i procesa biosinteze masti (grafikoni 4-5 i 6-7). U fazi intenzivnog rasta ploda bajama ukupna i frakcijska razina šećera je najniža (ukupno 10,2% suhe tvari), a nakon te faze, tijekom rasta i zriobe razina ugljikohidrata opada (na oko 4-5% suhe tvari).

Saharozu je predominantni topljivi šećer u sjemenci bajama i kreće se između 2,9 i 5,05% os duhe tvari.

Suprotno tome, direktno reducirajući šećeri ne prelaze 0,12% u fazi intenzivnog rasta ploda bajama, da bi se tijekom daljnjeg rasta i zriobe mogli naći samo u tragovima. Škroba sjemenka bajama relativno dosta sadrži u toj fenofazi i to oko 5% suhe tvari da bi se na kraju sveo na oko 1% suhe tvari. Dakle, primjetna je krivulja opadanja razine ukupnih šećera, saharoze, direktno reducirajućih šećera (sorboza, glukoza, fruktoza, sorbitol i inozitol) i škroba. Pogledamo li pažljivo prelomni trenutak početka opadanja razine ukupnog šećera u 1993 godini pada 73 dan nakon zametanja ploda, odnosno 87 dan nakon zametanja ploda u 1994 godini. Isto tako upada u oči da se pojačano i bitno smanjenje razine ukupnih šećera u sjemenci bajama događa 93 dan nakon zametanja ploda u 1993 godini



**Graf. 4-5.** Dinamika nakupljanja ukupnih lipida i ugljikohidrata u sjemenci bajama  
**Graph 4-5.** The dynamic of total fat and sugar accumulation in almond kernel



**Graf. 6-7.** Dinamika nakupljanja i sastav ugljikohidrata u sjemenci bajama  
**Graph 6-7.** The dynamic of accumulation and composition carbohydrates in almond kernel

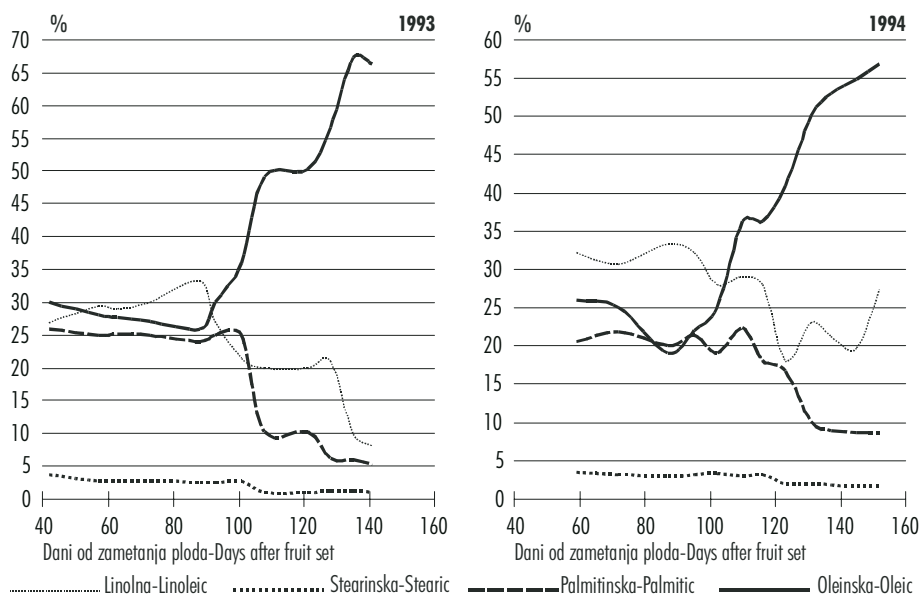
i 116 dan nakon zametanja ploda u 1994 godini, što stvarno koincidira s naglom biosintezom proteina i posebice masti. Nevelike količine ukupnih šećera i posebice saharoze upućuju nas na zaključak da se saharoza dobiva dijelom iz listova, transportira u sjemenku, gdje se transformira u reducirajuće šećere kao pogodne spojeve za sintezu drugih organskih spojeva. Dakle, saharoza je glavni rezervni uskladišteni topivi šećer u sjemenci bajama i ona je kvantitativno važna frakcija šećera kako tijekom zoritbe, tako i u zreloom plodu bajama. Razgradnja saharoze teče preko glukoze do inozitola, koji nastaje konverzijom D-glukoze. Soler et. al. (1989) su detektirali da se oko 85 dana nakon oplodnje od svih reducirajućih šećera (iako u malim koncentracijama) jedino osjeća prisustvo inozitola, dok su ostali u tragovima. S druge pak strane relativno visoka razina inozitola dostignuta je oko 85 dana nakon zametanja ploda, upravo kada su skladišni lipidi počeli biti značajnima. Od toga prijelomnog trenutka kako odmiče biosinteza masti, tako se smanjuju direktno reducirajući šećeri (predmnijevamo inozitol), da bi se u vrijeme pune zrelosti ploda bajama sveli u tragove. Sniženje razine škroba kako vidimo znatnije opada, isto tako 93 dan nakon zametanja ploda u 1993 godini i 116 dan nakon zametanja ploda u 1994 godini, što pada oko 20 srpnja u obje godine. To nam opet ukazuje na podudarnost sa stvarnom ubrzanom biosintezom masti, opet preko glukoze i inozitola. Razgradnja škroba i saharoze, kako vidimo nesmetano i kontinuirano teče, a razina reducirajućih šećera opada što govori da biosinteza masti teče brzo, te stoga ni nemamo slobodnih reducirajućih šećera. U vrijeme zrelosti ploda bajama, kada je biosinteza masti i proteina završena, prisutnost tih šećera se osjeća samo u tragovima.

#### Dinamika količine ulja i sastav masnih kiselina u sjemenci bajama

##### Sadržaj ulja

Naprijed smo konstatirali da se ugljikohidrati javljaju kao glavni ishodni produkt za biosintezu masti. Među njima su saharoza i spojevi koji se od nje mogu izvesti najvažniji transportni oblik ugljikohidrata u provodnim putevima asimilata. Ovo naglašavamo kako bi mogli adekvatno interpretirati dinamiku nakupljanja i sastava masti u sjemenci bajama.

Promjene u sadržaju ulja u sjemenci bajama tijekom rasta i zriobe u dvogodišnjim strživanjima prikazana su u grafikonima 4-5). Količina ulja od oko 8% na početku lipnja narasta u vrijeme zrelosti sjemenke u 1993 godini na 49%, a u 1994 godini na 43%. Primijećene su razlike po godinama u brzini nakupljanja ulja i samoj količini ulja, što možemo povezati s promijenljivim klimatskim uvjetima koji su na to utjecali. Tako možemo vidjeti da je u 1994 godini, kada je razina masti niža (43%), a razina ugljikohidrata (škrob) viša. Očito su ekstremno suhi uvjeti u 1994 godini utjecali na nižu razinu ulja u sjemenju bajama, preko pomicanja ravnoteže između procesa biosinteze i oksidacije masti. Niža razina fosfora u toj godini za oko 30% vjerojatno se odrazila na biosintezu fosfolipida, koji se uz glikolipide najprije sintetiziraju kao važne komponente bioloških membrana. Možemo zamijetiti da vrijeme cvatnje nije kalendarski utjecalo na procese biosinteze ulja, već se oni vremenski poklapaju. Ako pak pogledamo kada započinje intenzivno nakupljanje nakon oplodnje, onda to pada 93 dan u 1993 godini i 116 dan u 1994 godini. Primijećena su 4 različita stupnja s različitim brzinama akumulacije ulja i to:



**Graf. 8-9.** Dinamika nakupljanja masnih kiselina u sjemenci bajama  
**Graph 8-9.** The dynamic of fatty acids accumulation in almond fruit

1. stupanj - od zametanja ploda do lipnja kada se ulje akumulira jako 8% od suhe tvari,
2. stupanj - mjesec lipanj kada količina ulja ostaje gotovo nepromijenjena
3. stupanj - mjesec srpanj kada količina ulja narasta na 14-18% suhe tvari
4. stupanj - mjesec kolovoz kada se razina masti iz trećeg stupnja utrostručuje.

Početak 3. stupnja je lako određen jer je želatinozni izgled sjemenki postao bijel poput vrhnja, s druge strane treba istaknuti da taj stupanj koincidira s brzim smanjenjem sadržaja šećera topivih u vodi, osobito direktno reducirajućih šećera. Sa završetkom 4 stupnja, direktno reducirajući šećeri su gotovo nestali, tj. nalaze se samo u tragovima.

Sadržaj sahara kao bitnog ishodišnog produkta za nesmetanu biosintezu masti također se smanjuje kako teče vegetacija, da bi na kraju razina iznosila 2,9% suhe tvari u obje istraživane godine. Pojačano smanjenje sahara poklapa se također s pojačanom biosintezom masti. Međutim njena koncentracija ni u kojem trenutku ne dovodi u pitanje biosintezu masti, ona je tijekom cijele vegetacije dostatno prisutna. Isto tako zapažamo da je biosinteza masti povezana sa smanjenjem - razgradnjom škroba. Vidljivo je da je u 1993 godini kada je količina masti u sjemenci bajama u vrijeme zrelosti veća, razina škroba smanjena na 1,1% suhe tvari, dok je u 1994 godini razina škroba u vrijeme zrelosti sjemenke bajama relativno visoka (2,6%).

#### Sadržaj masnih kiselina

Analiza masnih kiselina također je provedena u obje godine. Nismo mogli dati kompletan sastav masnih kiselina, već samo onih koje su najčešće prisutne,

palmitinska, stearinska, oleinska i linolna. Dvije važne masne kiseline palmitinska i linoleinska prisutne su samo u prvom fazama rasta ploda, kao i arahidonska, stoga ih nismo dokazivali. Poznato je da se kod sjemenja bajama, kao i u drugim sjemenkama koje sadrže ulje najprije sintetiziraju fosfolipidi i glikolipidi, kasnije u srednjim stupnjevima triacilgliceroli, frakcija koja predstavlja 95% ulja u zrelih sjemenkama (Shing i Privet, 1970; Munshi et al., 1982; Soler et al., 1988). Kada se uporede promjene u sastavu masnih kiselina u 4 stupnja razvoja koje su opisane, može se zaključiti da prva dva stupnja karakterizira viša koncentracija zasićenih i esencijalnih masnih kiselina (osobito linolne), dok za vrijeme 3 i 4 stupnja postotak tih kiselina u ukupnoj masti opada, a postotak oleinske kiseline raste. Podrazumijeva se da se isčeznuće linolenske i arahidonske kiseline na kraju prvog stupnja podudara s vremenom završetka kompletnog fizičkog rasta sjemenke (maksimalna težina i veličina). Visoke početne koncentracije palmitinske (25,9% od ukupne masti u 1993 godini i 20,6% u 1994 godini), linolne (26,8% od ukupne masti u 1993 godini i 32,1% u 1994 godini), te predmnijevamo i linolenske kiseline, mogle bi biti u nekakvom odnosu - relaciji s njihovom inkorporacijom - ugrađivanjem u polarne lipide kao glavne konstituante na početku, te za formiranje staničnih stijenki kasnije. Kada sadržaj fosfolipida i glikolipida progresivno pada, a triacilglicerola raste primjećen je značajan postotak smanjenja palmitinske (vjerovatno i linolenske) kiseline. Varijacija u postotku linolne kiseline su različite, jer je ona također komponenta triglicerida. Razina linolne kiseline s početka vegetacije prema kraju opada, i to znatnije u 1993 godini kada je razina masti veća. Poslije prvog stupnja, oleinska kiselina, glavni sastojak triglicerida, rasla je kontinuirano sve do berbe - dozrijevanja. Inverzne varijacije oleinske i linolne kiseline primijećene



od 88 dana nakon zametanja ploda u 1993 godini, a od 110 dana nakon zametanja ploda u 1994 godini, čini se upućuju nas na zaključak da sadržaj oleinske kiseline, općenito raste na račun linolne kiseline. Interesantno je za primijetiti da ovo kalendarski pada oko 15. srpnja u obje godine kada je razina linolne kiseline veća (33,3% u 1993 i 40% u 1994 godini), nego oleinske (26% u 1993 godini i 36,3% u 1994 godini). Gledano s prehrambenog i tehnološkog aspekta zanimljivi su odnosi nezasićene/zasićene masne kiseline, esencijalne/neesencijalne masne kiseline i oleinske/linolne kiseline. U vrijeme rasta sjemenke smanjivao se sadržaj zasićenih masnih kiselina. Njegova konačna vrijednost bila je u 1993 godini 3 puta niža od početne, a u 1994 godini 2,3 puta niža. Ovo nam također potvrđuje da je u 1993 godini biosinteza triglicerida 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. Esencijalne masne kiseline prisutne u vrlo visokim koncentracijama u ranijim stupnjevima rasta s vremenom su padale, što je onda uvjetovalo pad kvocijenta esencijalne/neesencijalne kiseline.

I na kraju omjer oleinske/linolne kiseline jedan je od stabilnih pokazatelja kakvoće ulja, počeo je rasti kako smo rekli 88 dan nakon zametanja ploda u 1993 godini i 110 dan nakon zametanja ploda u 1994 godini, što pada oko 15. srpnja u obje godine.

## DISKUSIJA

Rezultati provedenih istraživanja fenologija cvatnje, dinamike rasta ploda i sjemenke, zatim dinamike nakupljanja suhe tvari u plodu i sjemenci, dinamike nakupljanja makrobiogenih i mikrobiogenih elemenata u listu i plodu, dinamike nakupljanja i sastava ugljikohidrata, dinamike nakupljanja i sastava proteina, dinamike triju važnijih aminokiselina u sjemenci, te dinamike količine lipida i sastav masnih kiselina u sjemenci bajama, u ekolojskim uvjetima Ravnih kotara kod sorte Ferragnes prilog su boljem poznavanju ove problematike. Dobiveni rezultati stoje u najvećoj mjeri u podudarnosti s rezultatima istraživanja drugih autora, dakle u različitim ekolojskim uvjetima, ali ima i stanovitih odstupanja koja se mogu protumačiti kao posljedica specifičnih ekoloških uvjeta.

Rezultati istraživanja predstavljaju nov prilog voćarskoj znanosti, a u nekim podacima i potvrdu dosadašnjih spoznaja. Nastojati ćemo konfrontirati rezultate naših istraživanja s rezultatima iz strane literature, jer na žalost ne raspolažemo s rezultatima iz naše literature. Isto tako pokušati ćemo analizirati okolnosti koje su dovele do stanovitih odstupanja kojima u dosadašnjim istraživanjima nisu data tumačenja.

Ekološki uvjeti za uzgoj kulture bajama u Ravnim kotarima tipični su za ovu voćnu vrstu. Napravimo li paralele s ekološkim uvjetima u zemljama glavnim proizvođačima bajama možemo potvrditi da su uvjeti u Ravnim kotarima doista posve tipični, s napomenom da bi u ranim ljetnim mjesecima lipnju i prvoj dekadi

srpnja, ukoliko nema dostatno padalina, trebalo izvršiti natapanje, kako bi se rast ploda i mladice, te nakupljanje biogenih elemenata za tvorbu rezervnih tvari, ugljikohidrata, proteina i lipida mogao odvijati neometano. U prilog ovom govori da od ukupnih površina pod kulturom bajama u Republici Hrvatskoj na Ravne kotare otpada oko 75%.

U krivulji rasta ploda možemo uočiti jasno izražene tri faze: faza ubrzanog rasta, faza zastoja u rastu u kojoj dolazi do otvrdnuća endokarpa i faza usporenog rasta. Faza ubrzanog rasta ploda bajama završava za 45-50 dana, kada bajam dostigne 90% svoje veličine i težine. Nakon toga slijedi faza zastoja (ne može se reći potpunog zastoja rasta). Prema našim istraživanjima ukupni rast sjemenke i ploda bajama je završen 75 dan nakon zametanja ploda, što pomalo kolidira s rezultatima nekih autora (Benkena i Richtera, 1971), a poklapa se s rezultatima drugih autora (Baldini i Scaramuzzi, 1980; Weinbaum i Muraoka, 1986; Saura Calixto et al., 1984; Dženeva, 1932; Schira, 1993; itd.). Isti autori svojim istraživanjima potvrđuju da je zabilježen u prvih 30-ak dana jači intenzitet porasta ploda nego sjemenke, te porast dužine u odnosu na širinu i debljinu i kod ploda i kod sjemenke. Također ritam rasta ploda bajama nije u suglasju s ritmom rasta nekih drugih voćnih vrsti pa čak ni prunoidea koje imaju dvostruku sigmoidnu krivulju. Naime, normalno je za očekivati da se prva faza rasta ploda odvija vrlo sporo, jer se u njoj uglavnom zbiva dioba stanica. Jednako tako i u drugoj fazi rasta ploda mogli bi očekivati usporen rast, jer se u toj fazi zbiva izduživanje stanica i diferencijacija staničnih stijenki. Tek treću fazu rasta ploda karakterizira bubrenje stanica i naglo povećanje volumena. Očito je specifično ponašanje bajama koji uostalom od svih Prunoidea prvi cvate i zameće plodove, a također ima i kraće razdoblje u kojemu se odvija ubrzana dioba i izduživanje stanica. Nakon toga slijedi zbog vrlo povoljnih temperatura u mediteranskom području ubrzan rast ploda, koji je pred kraj nešto usporen zbog toga što kod bajama agzokarp + mezokarp ne bubri, nego postupno translocira hranjiva i gubi vodu.

Kao kod nekih autora (Benken i Richter, 1971), tako i u našim istraživanjima potvrđeno je da u fazi intenzivnog rasta ploda bajama nakupljanje suhe tvari prvenstveno teče u agzokarpu + mezokarpu (sjeme se tek formira), da bi se tijekom vegetacije tempo smanjio, a u sjemenci povećao. Sadržaj vlage u sjemenci bajama ostaje do lipnja (57 dan nakon zametanja ploda) preko 90%, nakon čega teče nakupljanje suhe tvari do same zriobe. Kod nekih autora nalazimo gotovo istovjetne rezultate (Saura Calixto, 1984; Dženeva, 1992), dok kod nekih neznatno varira. Tako kod Solera et al. (1988, 1989) pad vlage u sjemenci ispod 90% pada između 63 i 64 dana nakon zametanja ploda. Ova mala razlika nije bitna ako znamo da su istraživanja vršena u različitim ekološkim uvjetima, zapravo to je potvrda naših istraživanja. U relacijama između kreću se rezultati drugih autora (Souty et al., 1971; Kovev i Lichev, 1974; Bosh-Arino et al., 1970; Godini et al., 1979; Hadorn et al., 1980a, b; Aversa et al., 1983, 1984; Gomez et al.,

1983; Saura-Calixto et al., 1983; Upadhyay i Amada, 1991; Schira et al., 1993 i dr.).

Razina ugljikohidrata u fazi intenzivnog rasta je najveća da bi se u vrijeme početka biosinteze masti njihov sadržaj proporcionalno smanjivao što je podudarno s dosadašnjim istraživanjima nekih autora (Saura Calixto et al., 1980b, Soler et al., 1989, itd.), a kolidira s istraživanjima Benkena i Richtera (1971) prema kojima ukupan sadržaj ugljikohidrata raste i nakon početka biosinteze masti prema kraju zoritbe. Oni iznose da je odvijanje procesa biosinteze masti rezultanta pritoka šećera iz vani, prvenstveno agzokarpa+mezokarpa. U našim istraživanjima naprotiv, s početka intenzivne biosinteze masti pada razina svih šećera, saharoze, direktno reducirajućih šećera i škroba, što upućuje na zaključak da i šećeri u sjemenci utječu na biosintezu masti, ne umanjujući pri tom prtok šećera iz lista i agzokarpa+mezokarpa. Kao u istraživanjima drugih autora (Cesares i Lopez Herrera, 1952; Zuercher i Hadorn, 1976; Labavich, 1978; Vidal Valverde et al., 1978; Godini et al., 1979; Saura-Calixto et al., 1980, 1981; Soler, 1989) saharoza je predominantan topivi šećer koja sačinjava preko 90-96% topive frakcije šećera. Učešće saharoze u suhoj tvari u vrijeme zrelosti u našim istraživanjima iznosi 2,9% u obje istraživane godine, što je u granicama vrijednosti koje su razni autori iz različitih zemalja do sada istražili i objavili. Razina reducirajućih šećera ne prelazi preko 0,11 posto suhe tvari, da bi polovicom kolovoza nađeni 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. Od polisaharida u sjemenci bajama najvažniji je škrob čija razina s početka prema kraju vegetacije opada, zapravo znatnije s početkom ubrzane biosinteze lipida, da bi se u vrijeme zrelosti sjemenke sveo na 1,1 - 2,6% suhe tvari i ne odstupa od ostalih rezultata (Saura-Calixto et al., 1983; Kumar et al., 1990; Schira, 1991) iako se ranije smatralo da u zreloj sjemenci škrob nije prisutan.

Brojne znanstvene informacije kod različitih sorata, razne provenijencije i areala uzgoja, kada je riječ o razini lipida i njihovom sastavu kreću se u rasponu između 40-60% suhe tvari u sjemenci bajama, (Souty et al., 1971; Mehran i Filsoof et al., 1976; Nassar et al., 1977; Riquelme 1982, Canellas, 1986; Soler et al. 1988; Schira, 1991;) u kojim relacijama su i naši rezultati. U našim istraživanjima smo jasno naznačili četiri različita razdoblja po intenzitetu nakupljanja lipida, dok su Soler et al., (1988) izdvojili tri razdoblja. Nadalje, prema njihovim rezultatima glavnina lipida se nakupi do 115-125 dana nakon zametnja ploda, što pada početkom srpnja od kada se oni lagano nakupljaju. Slični su rezultati ostalih španjolskih istraživača (Saura-Calixto et al., 1984a, Romojaro et al., 1988; itd.). Nasuprot tome, kod nas je pravi početak intenzivnog nakupljanja lipida počeo u 1993 godini 93 dan nakon zametanja ploda, a u 1994 godini 116 dan nakon zametanja ploda, što u obje godine kalendarski pada oko 20. srpnja. Od tada pa do rujna intenzitet nakupljanja je najizraženiji. Naši rezultati i oni kod Benkena i Richtera (1971) su dosta

podudarni. Ovo je vjerojatno kao i kod ugljikohidrata i proteina uvjetovano ponajprije genetskom specifičnošću sorata na kojima su provedena istraživanja i ekološkim uvjetima uzgoja. Međutim, naši i njihovi rezultati su podudarni glede početka intenzivne biosinteze lipida. Naime, biosinteza lipida je bitno povezana s ubrzanim smanjenjem šećera topivih u vodi, dok su sa završetkom četvrtoga stupnja direktno reducirajući šećeri pali u tragove. Razina škroba također se od tog trenutka smanjuje.

Upoređujući naše rezultate i rezultate Benkena i Richtera (1971), Saure-Calixta et al., (1984a), Romojaro et al. (1988), Solera et al. (1988), što se tiče sastava masnih kiselina vidimo da u prvim stupnjevima prevladavaju zasićene masne kiseline (posebice palmetinska) i esencijalne masne kiseline (linolna) u odnosu na oleinsku. Međutim, u zadnjim stupnjevima njihova razina opada, a razina oleinske kiseline raste. Zatim je potvrđeno da razina oleinske kiseline prvenstveno raste na račun linolne kiseline. U vrijeme berbe ipak su dominantne oleinska kiselina (56,9 do 66,4% od ukupnih masnih kiselina) i linolna kiselina (8,1 do 27,3% od ukupnih masnih kiselina). Manje značenje ima palmitinska, dok je udio stearinske kiseline minoran.

Dakle, i ovdje se naši rezultati kreću u granicama ostalih rezultata (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 59-60%, a linolne 19-30% od ukupnih masti. Kod svih autora esencijalne masne kiseline opadaju tijekom zrenja, tako i odnos esencijalne/neesencijalne, dok važan odnos oleinske/linolne kiseline raste. 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 uzgoja i sortnim obilježjem. To potvrđuje našu postavku da se u našim ekološkim uvjetima moraju provjeriti znanstvene informacije iz strane literature, a na taj način i postaviti uporišne točke za daljnja sustavna istraživanja kao i razradu adekvatne agrotehnike i pomotehnike u proizvodnji bajama.

## ZAKLJUČCI

Na temelju istraživanja fenologije cvatnje, rasta ploda i sjemenke, zatim nakupljanja suhe tvari u plodu i sjemenci, nakupljanja makrobiogenih i mikrobiogenih elemenata u listu i plodu, nakupljanja i sastava ugljikohidrata nakupljanja i sastava proteina, nakupljanja triju važnijih aminokiselina, te količine lipida i sastava masnih kiselina u sjemenci bajama u ekološkim uvjetima Ravnih kotara kod sorte Ferragnes mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- rast ploda karakteriziraju tri faze:
- 1. Faza - ubrzani (intenzivni) rast ploda koji traje 45-50 dana nakon cvatnje kada bajam dosegne 90% svoje veličine i težine;

2. Faza - blagi zastoj u rastu kada dolazi do otvrdnuća endokarpa, a javlja se oko 60-65 dana nakon cvatnje.
3. Faza - usporeni rast koji završava negdje oko 75 dana nakon cvatnje, kada plod dostiže svoju punu (najvišu) veličinu i težinu;
  - Nakupljanje suhe tvari u fazi intenzivnog rasta ploda ponajprije teče u agzokarpu + mezokarpu, da bi se nakon toga smanjilo, a u sjemenci povećalo. Količina vlage u sjemenci je do 57 dana nakon zametanja ploda preko 90%, a iza toga se smanjuje i započinje intenzivno nakupljanje suhe tvari.
  - Razina ugljikohidrata u sjemenci bajama je najviša u fazi intenzivnog rasta ploda, da bi se nakon toga smanjivala, posebice oko 20. srpnja kada započinje intenzivna biosinteza masti i proteina. U tom trenutku drastično je smanjena razina šećera topivih u vodi, zatim škroba i direktno reducirajućih šećera koje polovicom kolovoza možemo naći samo u tragovima. Saharozu je predominantan topivi šećer koja čini preko 90-96% topive frakcije šećera. U vrijeme berbe razina saharoze jeste 2,9% od suhe tvari.

U dinamici biosinteze lipida jasno su uočena 4 razdoblja i to:

1. razdoblje - od zametanja ploda do lipnja kada se u sjemenci akumulira oko 8% lipida od suhe tvari
2. razdoblje - mjesec lipanj kada količina lipida ostaje gotovo nepromijenjena
3. razdoblje - mjesec srpanj kada količina lipida doseže 14-18% od suhe tvari
4. razdoblje - mjesec kolovoz kada se količina lipida iz treće faze utrostručuje i doseže 43-49% od suhe tvari.

Osjetno povećanje razine lipida pada u trećoj dekadi srpnja, kada se drastično smanjuje razina ugljikohidrata, posebice šećera topivih u vodi i to proporcionalno intenzitetu biosinteze lipida. Krajem trećeg razdoblja direktno reducirajući šećeri se mogu naći samo u tragovima. U prvim fazama znatnije su zastupljene zasićene masne kiseline (palmitinska) i esencijalne masne kiseline (linolna), a manje oleinska, dok je obrnuto u zadnjim fazama kada prve padaju, a oleinska narasta na 56,9 - 66,4% od ukupnih masnih kiselina. Povećanje razine oleinske kiseline od lipnja prema kraju berbe, prvenstveno teče na račun linolne kiseline. Razina esencijalnih masnih kiselina pada od lipnja pa do rujna, time i odnos esencijalnih i neesencijalnih masnih kiselina.

## LITERATURA

- 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.
- Baldo C. 1987 - *Domposizione chimica di alcune cultivar di mandorle prodotte nell Italia meridionale*. Tesi di laurea in Scienze delle Preparazioni Alimentari Università di Milano aa 1986/1987.

- Benken A.A., Rikhter A.A., 1971 - *Biohimičeskoe izučenje plodov mindalja u procese sazrevanja*. Trudi gosudarstvena botimičeskova sada, Tom LIII, str. 125-143.
- Canallas, J. *Estudio de componentes quimicos de variedades de almendra de Baleares*. Doctoral Thesis, The University of Illes Balears, Palma de Mallorca, Spain, 1986.
- Casares, JR, C. Lopez Herrera, 1952 - *Estudio bromatologico de las almendras dulces espanolas*. *ANAL. BROMATOL* 4, 73-85.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Geiko N.S., Darmento O.P., Cherkas L.I., (1975) - *The composition of triglycerides in almond oil and in hazinut oil*. *Khlebopekaznaya i konditerskaya Promyshlennost*. n. 8, 25-26.
- Gertz C., Herrmann K., 1982 - *Zur Analytik der tocopherole und tocotrienole in lebensmittein*. *Zeit. Lebens. Unter. Forsch.* 174 (5): 390-394.
- Godini A (1984a) - *Hull, shell and kernel relationship in almondo fresh fruits*. *Optional*
- 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*.
- Grassely C., Crossa-Raynaud P. 1980 - *L Amandier*. Cap. 10 *Commerce et Utilization de l Amande*. 397-415. *Maissonneuve G.P. et Larose*, Paris.
- Hawker, J.S. and M.S. Buttrose. 1980. *Development of the almond nut (Prunus dulcis (Mill) D.A. Webb)*. *Anatomy and chemical composition of fruit parts from anthesis to maturity*. *Ann. Bot.* 46:313-321.
- Kosev Kh., Lichev P. (1974) - *Chemical composition of various sorts of almonds*. *B. Igarski Plodove Zelenchutsi i Konservi*. n. 11/12, 27-28.



- Kumar K., Uppal D.K., Chanana J.R., Minhas P.S. 1990 - Kernel quality of promising almond. (*Prunus amygdalus*) cvs in plains of n. India. Proc. XXIII Int. Hort. Congr. Abstract n. 3318.
- Labavitch J.M. 1978 - Relationship of almond maturation and quality to manipulations performed during and after harvest. In: "Almond Orchard Management"
- Linskens H.F. Developmental biology of reproduction: current problems/Phytomorphology, 1981. V. 31. No 3, 4. P. 202.
- 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.
- Lopez-Andreu F.J., Esteban Alvarez R.M., Collado J.G., Carpena O., 1985 - Proteinas Y aminoacidos del fruto del almendro (*Prunus Amygdalus Batsch*). Comparacion entre cultivares. Fruits 40 (7-8): 491-494.
- Lotti G., Averna V., Bazan E., 1965 - Composizione lipidica e caratteristiche analitiche delle mandorle della Sicilia. Olearia 9-10: 181-188.
- Meara M., L. 1952 - The component acids of an English almond Oil. Chem. Ind. Lond 8: 667-668.
- Mehran, M., Filsoof, M., - Characteristics of Iranian Almond Oils and Nuts, J. Am. Oil Chem. Soc, 1974, 51, 433-435.
- Munshi S.K., Sukhija S.P., Bahatia I.S. 1982 - Lipid biosynthesis in developing kernels of almond (*Prunus amygdalus bash*) Phytochem. 22: 79-83.
- 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.
- 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.
- Nieddu, G., Schirra, M., Mulas, M., 1989. Influenza della pratica irrigua sui processi evolutivi del frutto di mandorlo. Irrigazione e Drenaggio, 36 (3): 137-141.
- Paul A.A., Southgate D.A.T., The composition of foods. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam.
- Polesello A., Rizzolo A., 1989 - Caratteristiche nutrizionali e utilizzazione industriale delle mandorle. Frutticoltura 4: 43-50.
- Romero F., Riquelme R., Gimenez J., L., Llorentes. 1988 - Fat content and oil characteristics of some almond varieties. Fruit Sci. Rep. 15 (2): 53-57.
- Rugraff L., Demanze C., Karleskind A., 1982 - Etude de huiles oleiques a usage cosmetique et pharmaceutique. 1. Identification and evaluation of the nature of mixtures of almond and hazel oils (*Prunus amygdalus*, *Corylus*). Parfums, Cosmet. Aromes 42:51-57.
- Salvo F., Alfa M., Dugo G., 1986 - Composizione dell'olio di mandorle. Nota III. Variazione di alcuni parametri chimici e chimico-fisici durante la conservazione. Riv. It. Sost. Grasse LVIII:37-40.
- Saura-Calixto F., Bauza M., Martinez de Toda F., Argamenteria A. (1981) - Amino acids, sugars, and inorganic elements in the sweet almond (*Prunus amygdalus*), J. Agric. Food Chem. 29 (3), 509-511.
- Saura-Calixto F., Canellas J. (1982a) - Mineral composition of almond varieties (*Prunus amygdalus*). Zeitschrift fur Lebensmittel - Untersuchung und Forschung, 174 829, 129-131.
- 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.
- Saura-Calixto F., Canellas J., Bauza M. (1980b) - Soluble carbohydrates in sweet almond varieties. Anales De Bromatologia 32 (3), 263-270.
- Saura-Calixto F., Canellas J., Garcia Raso A. (1984b) - Gas chromatographic analysis of sugar and sugar-alcohols in the mesocarp, endocarp and kernel of almond fruit. J. Agric. Food Chem. 32, 1018-1020.
- Saura-Calixto F., Canellas J., Garcia Raso J. (1983a) - Contents of Detergent extracted dietary fibers and composition of hulls, shells and teguments of almonds (*Prunus amygdalus*). J. Agric. Food Chem, 31, 1255-1259.
- 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.
- 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.
- Schirra, M., Nieddu, G., Mulas, M., Chessa, I., 1987 - The influence of cultural factors on the technological and nutritional values of almonds fruits. 7th Grempa Meeting, Reus (Spain), 17-19, June. Rapport EUR:217-228.
- Sequeira R.M., Lew R.B. (1970) - The carbohydrate composition of almond hulls, Agric. Food Chem. 18 (5) 950-951.
- Shing, H., Privett O.S. - Studies on the Glycolipids and Phospholipids of Immature Soybeans, Lipids, 1970, 5, 692-695.
- 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.
- 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.
- Souty M. P. Andre, L. Brevils, G. Jacquemin, 1971: Etude sur la qualite des amandes *Amigdalus communis L.*. Variabilite de quelques caracteres biochimiques. ANN. TECHNOL. AGRIC. 20, 121-130.
- Souty, M. M. Raspall, G. Jacquemin, L. Brevils, 1973 - Etude de quelques caracteres
- Vaughan G., 1970 - The Estructure and Utilization of Oil Seeds. Champman and Hall, London, 49-53.
- Vidal Valverde, C., Rojas-Hidalgo, E., Valverde-Lopez, S. Contenido en carbohidratos solubles de algunos frutos secos, desecados y oleaginosos. Rev. Clin. Esp. 1989, 154, 87-93.



## ŽIVOTOPIS-BIOGRAPHY

---

Anđelko Vrsaljko rođen je 10. siječnja 1959. godine u Nadinu, mjestu u Ravnim kotarima. Srednju izobrazbu završava u Zadru. Na Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje se 1979/1980. godine, na smjer Voćarstvo-vinogradarstvo-vinarstvo koji apsolvira 1984. godine. Magistarski rad naslova "Fenologija cvatnje i kemijski sastav lišća važnijih sorti bajama obranio je 20. ožujka 1991. godine. Doktorsku disertaciju naslova "Fiziologija rasta i kvaliteta plodova bajama cv. Ferragnes u Ravnim kotarima obranio je 18. prosinca 1996. godine.

Do sada je objavio 5 znanstvenih radova. U tijeku su fiziološka istraživanja na bajamu, breskvi, nektarini i trešnji. Sudjelovao je na 2. svjetskom kongresu o bajamu i pistaciji u Davisu, California od 24. do 28. kolovoza 1997. godine. Razvio je široku znanstvenu i stručnu aktivnost vođen istraživačkom znatiželjom, iako nije radio u znanstvenoj instituciji niti imao osigurane uvjete za taj rad.

---

Napomena: Izvod iz doktorske disertacije obranjene 18. prosinca 1996. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

Članovi povjerenstva: Doc.dr.sc. Ljubica Đumija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska  
Prof.dr.sc. Ivo Miljković, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska  
Prof.dr.sc. Angelo Godini, Agronomski fakultet Sveučilišta u Bariju, Italia