

Utjecaj genotipa na kemijski sastav maslinovog ulja

Sažetak

Poznato je da su glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu maslinovih ulja vrijeme berbe plodova, način berbe i transporta, način i vrijeme čuvanja ploda od berbe do prerade i način ekstrakcije ulja iz ploda masline. Kada optimiziramo sve ove čimbenike tada nam je kvaliteta ulja direktna reprezentanta sorte, agrotehnike i elaiotehnike te pedo-klimatskih čimbenika. U radu je prikazan pregled rezultata istraživanja kemijskog sastava maslinovog ulja i senzorskih karakteristika u ovisnosti o genotipu masline.

Glavne riječi: maslinovo ulje, kvaliteta, sorte maslina

Uvod

Maslina (*Olea europaea* subsp. *europaea*) jedna je od najzastupljenijih i najstarijih uzgajanih kultura na Mediteranu, a ujedno je i najvažnija uljarica tog područja (Baccouri i sur., 2008; Belaj i sur., 2010).



Slika 1.: Maslinici na području španjolske provincije Jaen (foto:Tatjana Klepo)

Kultivirane (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *europaea*) i divlje masline (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*) prema botaničkoj klasifikaciji pripadaju istoj biljnoj vrsti te je i njihova sličnost velika, međusobno su kompatibilne u oprašivanju, a najveća razlika je u veličini ploda i sadržaju ulja (Belaj i sur., 2010).



Slika 2.: Divlje masline na području poluotoka Pelješca (foto: Tatjana Klepo)

Plodovi masline koriste se za preradu u ulje ili konzerviranje (crno ili zeleno). Ulje se od davnina koristi kao prehrambeni proizvod, iznimne dietoterapeutske vrijednosti (Benčić, 2000) dobiveno jednostavnim mehaničkim cijedenjem ploda (Koprivnjak, 2006).

Danas se bilježi značajan porast potrošnje maslinovog ulja kao posljedica novih saznanja o blagotvornosti njegove konzumacije temeljene na kemijskom sastavu. U tom smislu, ističe se visoki sadržaj nezasićenih masnih kiselina, visoki sadržaj polifenola (prirodnih antioksidanata) te drugih sporednih sastojaka koje čine maslinovo ulje izrazito povoljno za ljudsko zdravlje (Baccouri i sur., 2008; Pérez-Martínez, 2009).

Građa i sastav ploda masline

Plod masline je koštica, koja kao i svi pravi plodovi ima perikarp sastavljen od tri dijela: kožice (epikarp: 1,5 - 3,5% težine ploda), pulpe (mezokarp: 70 - 81% težine ploda) i koštice (endokarp 11 - 24,5% težine ploda). (Koprivnjak, 2006). Mezokarp je građen od stanica bogatih uljem koje čine najveći i tehnološki najvažniji dio ploda. Količina ulja u plodu uvjetovana je sortnim osobinama kao i vanjskim čimbenicima uzgoja.

Plodovi divljih maslina u odnosu na kultivirane sorte, značajno su manji i imaju značajno drugačiji odnos pojedinih dijelova ploda. Plod divljih maslina ima relativno velik endokarp zbog čega je smanjen udio mezokarpa što kao posljedicu ima manji sadržaj ulja.

Kemijski sastav plodova pa tako i ulja ovisi o genetskim osnovama te o klimatskim, agrotehničkim i pedološkim čimbenicima uzgojnog područja.

Espejo (2005) iznosi da se u plodu kulturnih sorta nalazi do 70% vode, 1.6% proteina, 22% ulja, 19.1% ugljikohidrata, 5.8% celuloze i 1.5% pepela, dok kemijski sastav divljih maslina, osobito sadržaj vode u plodu značajno varira (37-64%).

Ulje je najvećim dijelom sadržano u perikarpu (96-98%), dok se svega 2-4% nalazi u koštici. Tijekom razvoja ploda odvija se i proces nakupljanja ulja. U zreom plodu ulje se nakuplja u staničnim vakuolama mezokarpa. Trigliceridi su glavna kemijska komponenta maslinovog ulja (čak više od 98%), a ostatak čine ugljikovodici, alkoholi, steroli, voskovi i drugi sastojci (Espejo, 2005; Koprivnjak, 2006; Gómez Herrera, 2009)

¹ dipl.ing. Tatjana Klepo, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša Split
² prof.dr.sc. Đani Benčić. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za voćarstvo

U vodenom dijelu citoplazme sadržani su šećeri (glukoza i fruktoza, a u manjem dijelu saharoza i manitol), organske kiseline, enzimi, fenoli i druge u vodi topljive tvari.

Od organskih kiselina u plodu masline najzastupljenije su limunska, jabučna i oksalna kiselina koje pulpi osiguravaju pH vrijednosti u rasponu 4,5 – 5 (Koprivnjak, 2006).



Slika 3.: Plodovi masline na grani (foto: Tatjana Klepo)

Randman ulja je pokazatelj količine ulja koju je moguće izdvojiti iz ploda mehaničkim postupcima prerade. Randman, u odnosu na ukupnu suhu tvar izračunava se prema izrazu:

$$R_{st} = \frac{\text{Ukupni sadržaj ulja}}{(100 - \text{sadržaj vode})} \times 100$$

Sadržaj ulja u plodu masline pod značajnim je utjecajem genotipa. Prema istraživanjima Del Rio i sur. (2005.) koje je obuhvatilo 57 sorti, najveći utjecaj na postotak ulja izražen po suhoj tvari imao je genotip (51% ukupne varijance), a postotak ulja varirao je između 24 i 60%. Iako značajno manji (7.75 do 33.83%), sadržaj ulja u plodu divljih maslina je genetski definiran (Belaj i sur. 2011). Izniman utjecaj genotipa (78.45% ukupne varijance) zabilježen je pri evaluaciji potomaka jedne divlje masline i, s druge strane, španjolske sorte 'Picual' (Klepo T., 2011).

Maslinovo ulje

Osnovni pokazatelji kakvoće maslinovog ulja

Prema *Pravilniku o uljima od ploda i komine maslina (NN 007/2009)* osnovni pokazatelji kakvoće maslinovog ulja su: postotak slobodnih masnih kiselina, peroksidni broj i K-vrijednosti.

Slobodne masne kiseline

Slobodne masne kiseline (SMK) se izražavaju kao postotak oleinske kiseline, a ukazuju na stupanj hidrolitičke razgradnje. Prema navedenom pravilniku određene su i granične vrijednosti sadržaja SMK za pojedine kategorije maslinovog ulja:

- Extra djevičansko: do 0,8 %
- Djevičansko: do 2,0 %
- Lampante: više od 2,0 %

Sadržaj SMK je posljedica procesa degradacije koji se odvijaju u plodu djelovanjem većeg

broja čimbenika, a najčešći uzrok su mehanička oštećenja ploda koja uzrokuju brzu oksidaciju. Povećanje SMK u obrnutoj je proporciji sa sadržajem drugih važnih komponenti maslinovog ulja (aromatski spojevi, vitamini, polifenoli i drugi). Povećanjem sadržaja SMK prehrambena i zdravstvena vrijednost maslinovog ulja se značajno smanjuje.

Peroksidni broj

Stupanj primarne oksidacije (fotooksidacija i autooksidacija) masnih kiselina tj. stabilnost i mogućnost čuvanja iskazuje se peroksidnim brojem (milimoli aktivnog kisika vezanog na 1kg ulja). Najveća je dopuštena vrijednost 10 mmol O₂/kg za sve kategorije ulja koje se mogu konzumirati bez rafiniranja.

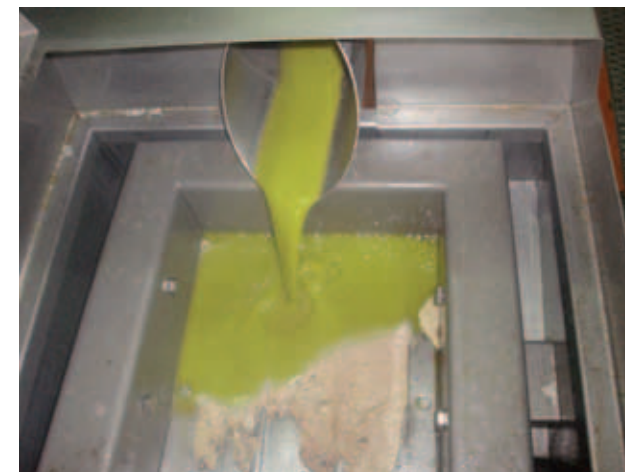
K-vrijednost

Koeficijent apsorpcije pri različitim valnim dužinama ultravioletnog spektra izražava se K- vrijednostima. Fotooksidacijom dolazi do vezanja kisika na lanac višestruko nezasićenih masnih kiselina koji uzrokuje premještanje dvostrukih veza (maksimum apsorpcije kod K₂₃₂ nm) i trostrukih (maksimum apsorpcije kod K₂₇₀ nm). Povećanje apsorpcije pri valnim dužinama K₂₇₀ nm također može biti uzrokovano prisutnošću sekundarnih produkata oksidacije (aldehidi i ketoni).

Prema Pravilniku (NN 007/2009) granične K- vrijednosti su za:

- Extra djevičansko maslinovo ulje: K₂₃₂ do 2,50, K₂₇₀ 0,22 i ΔK 0,01
- Djevičansko maslinovo ulje: K₂₃₂ do 2,60, K₂₇₀ 0,25 i ΔK 0,01
- Maslinovo ulje lampante: nema ograničenja jer je obavezna rafinacija

Maslinovo ulje u kemijskom profilu sastoji se od dva dijela: saponificirajućih i nesaponificirajućih spojeva.



Slika 4.: Maslinovo ulje na izlazu iz dekantera (foto: Tatjana Klepo)

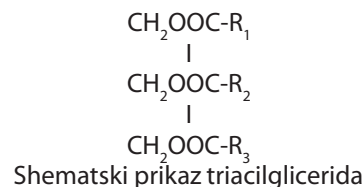
Saponificirajući (osapunjivi) spojevi

Maslinovo ulje najvećim dijelom čine saponificirajući spojevi (98%) koji su većinom sastavljeni od triacilglicerida i slobodnih masnih kiselina, no tu se još ubrajaju i diacilgliceridi, voskovi, esteri sterola, terpenski alkoholi.

Triacilgliceridi i slobodne masne kiseline

Trigliceridi ili triacilgliceridi su esteri masnih kiselina i trovalentnog alkohola- glicerola (tri masne kiseline vezane na tri hidroksilne skupine glicerola). U sastav triglicerida ulaze nezasićene

masne kiseline koje imaju 5-24 C atoma u svojoj molekuli, a najčešće ih čine masne kiseline sa 16, 17 i 18 C atoma u molekuli (oleinska, palmitinska i stearinska) (Espejo, 2005). Zastupljenost pojedinih masnih kiselina u sastavu triacilglicerida uvjetovana je uzgojnim područjem, a najveći utjecaj imaju sorta (Škevin i sur., 2003), stoga je zastupljenost masnih kiselina u sortnim uljima vrlo različita.



Nezasićene masne kiseline predstavljaju bitan čimbenik po kojem se maslinovo ulje razlikuje od ostalih masnoća. Najzastupljenija jednostruko nezasićena masna kiselina s parnim brojem ugljikovih atoma je oleinska kiselina (18:1, n-9), a predstavlja 55-83 % sadržaja svih masnih kiselina u maslinovom ulju. Ima visoku biološku i prehrambenu vrijednost te je lako probavljiva. Pored oleinske, još su prisutne: palmitoleinska kiselina (16:1, 0,3 - 3,5%), eikosenska (20:1, 0,5%), 9-heptadecenska (0,3%). Najznačajnije esencijalne masne kiseline u maslinovom ulju su linolna (18:2) čija je koncentracija (3,5 - 21%) najvećim dijelom uvjetovana sortom (68,5%) i linolenska (18:3, 0,9% ukupnog sadržaja masnih kiselina) (Carretto i sur., 2002; Žanetić i sur., 2006; Espejo, 2005; Jiménez Herrera i sur., 2008; Beltran, 2010). Sastav masnih kiselina je sortna odlika i prema IOC-ovim (*International Olive Oil Council*) deskriptorima za maslinu mogu se koristiti za determinaciju sorta.

Zasićene masne kiseline prisutne u maslinovom ulju su: laurinska, miristinska, palmitinska, stearinska, arahinska, behenska i lignocerinska.

Sadržaj masnih kiselina u uljima divljih maslina iz Tunisa značajno ovisi o genotipu (Baccouri i sur., 2008), sadržaj pojedinih masnih kiselina varira: oleinska kiselina 71,1 - 78,4%, palmitinska 8,7 - 11,9%, linolenska 6,8 - 14,2% koja je ujedno i najzastupljenija višestruko nezasićena masna kiselina te stearinska kiselina (1,5 - 3,5%).

Maslinovo ulje visoke kakvoće ima umjerenu količinu zasićenih masnih kiselina (do 16%), izrazito visok udjel oleinske kiseline (62-82%) i optimalnu količinu višestruko nezasićenih esencijalnih masnih kiselina (8-10%) po čemu se maslinovo ulje bitno razlikuje i vrjednije je od drugih jestivih masti i ulja (Žanetić, 2006; Carretto, 2002).

Mono i di- acilgliceridi

Nepotpunom biosintezom i hidrolizom ulja nastaju spojevi monoacilgliceroli i diacilgliceroli.

Prisutnost navedenih u maslinovom ulju upućuje na ulje slabije kvalitete te se njihova determinacija koristi kao jedan od pokazatelja kvalitete.

Voskovi

Voskovi su esteri viših masnih kiselina i viših alkohola. Hidrolizom triglicerida povećava se koncentracija slobodnih masnih kiselina i njihova esterifikacija.

Sazrijevanjem ulja mijenja se sastav maslinovog ulja, skladištenjem se povećava sadržaj voskova u uljima zahvaljujući povećanju koncentracije alifatskih alkohola u uljima.

Nesaponificirajući (neosapunjivi) spojevi

Iako zauzimaju značajno manji dio (svega 1,5-2% od ukupnog sastava) u maslinovom ulju, nesaponificirajući spojevi imaju iznimno veliku važnost jer su odgovorni za antioksidacijsko djelovanje (α -tokoferol, fenoli), aromu (fenoli), miris (2 - 6 oktadienol), okus (fenoli, flavonoidi) i boju (klorofili, β - karoten) (Espejo, 2005; Žanetić i Gugić, 2006; Jimenez Herrera i sur., 2008; Gómez Herrera, 2009).

Nesaponificirajući spojevi su: ugljikovodici, tokoferoli, steroli, fenolni spojevi i flavonoidi, pigmenti, alifatski alkoholi, hlapivi spojevi- „spojevi arome“.

Ugljikovodici

U maslinovom ulju razlikujemo više vrsta ugljikovodika (terpenski, sterolni ili policiklički) od kojih su terpenski ugljikovodici najzastupljeniji. Frakcija terpenskih ugljikovodika sastavljena je od niza spojeva koji mogu služiti kao indikatori kakvoće proizvoda i prehrambenih svojstava. Najzastupljeniji terpenski ugljikovodici u maslinovom ulju su skvalen i β - karoten (pigment).

Skvalen je nezasićeni ugljikovodik s 30 atoma ugljika, prekursor je biosinteze sterola zastupljen je s oko 40% (60%) od ukupnog sadržaja ugljikohidrata, odnosno 300-700 mg/100gr ulja. Preostali dio ugljikovodika čine zasićeni alifatski ugljikovodici i produkti neoformacije koji potječu od sterola te imaju primarnu ulogu pri dokazivanju autentičnosti i kakvoće proizvoda (Espejo, 2005; Žanetić i Gugić, 2006).

Tokoferoli

Tokoferoli su značajna skupina kemijskih spojeva koja se nalazi u svim biljnim uljima. Jezgrou molekule čini krom povezan s fenolnim i metilnim grupama te zasićenim bočnim lancem od 16 ugljikovih atoma i tri izoprenske strukture. Imaju veliku molekularnu masu, a međusobno se razlikuju po položaju metilne grupe u molekuli. U prirodi postoji više tokoferola: α , β , γ i δ - tokoferol. U maslinovom ulju su u slobodnom obliku, ne esterificirani. Imaju iznimnu biološku vrijednost kao prirodni antioksidansi koji ulju daju stabilnost i štite ga od oksidacije. Antioksidacijska aktivnost očituje se u neutralizaciji djelovanja slobodnih radikala koji nastaju u metabolizmu. Slobodni radikali peroksidiraju slobodne masne kiseline staničnih membrana.

Prosječni udio tokoferola u sortnom maslinovom ulju iznosi 70 - 150 - 330 mg/kg (Peréz-Martinez, 2009a; Žanetić i Gugić, 2006), dok je sadržaj u uljima divljih maslina kreće od 310 mg/kg do 780 mg/kg (Baccouri i sur., 2008). Najzastupljeniji tokoferol u maslinovom ulju je α -tokoferol s preko 93% zastupljenosti.

Kako bi tokoferoli imali zaštitnu ulogu moraju postojati i određeni kvantitativni odnos između α -tokoferola (vitamina E izraženo u mg) i višestruko nezasićenih masnih kiselina (linolna kiselina izražena u g). Ovaj odnos ne bi smio biti manji od 0.79 mg/g. U maslinovom ulju ovaj odnos se kreće oko 3 mg/g (Espejo, 2005; Žanetić i Gugić, 2006; López, 2009; Peréz-Martinez, 2009a).

Steroli

Steroli predstavljaju široku grupu spojeva s izduženom molekularnom strukturom.

Steroli u maslinovom ulju pripadaju grupi fitosterola (80-240 mg/100gr maslinovog ulja), a najvažniji je β -sterol koji ima važnu biološku vrijednost jer smanjuje crijevnu apsorpciju viška kolesterola te imaju ulogu prirodnih antioksidansa i inhibitora kvarenja ulja. U maslinovom ulju poznati su sljedeći steroli: kampesterol, kampestanol, stigmasterol, klerosterol, β -sitosterol, sitostanol, Δ 5-avenasterol, Δ 5-24 stigmastadienol, Δ 7-stigmastenol, Δ 7-avenasterol, Δ 7-kampesterol, kolesterol (Giacometti i sur., 2001; Žanetić i Gugić, 2006; Jiménez Herrera i sur., 2008). Sadržaj sterola je sortno svojstvo, a prema istraživanjima Giacometti i sur. (2001) sadržaj β -sterola u nekim hrvatskim sortnim uljima kretao se od 93,88 do 98,44% od ukupnih sterola, dok je prosječna zastupljenost istih u španjolskim maslinovim uljima bio od 57 do 95% (Jiménez Herrera i sur., 2008; Peréz-Martinez, 2009b).

Manje zastupljen, ali nutritivno vrlo vrijedan spoj maslinovog ulja je kolesterol. Razlikujemo dva tipa kolesterola: lipoproteini niske gustoće (LDL) ili tzv. „loši“ kolesterol i lipoproteini visoke gustoće (HLD), poznat kao „dobri“ kolesterol. Povećani udjel HLD (maslinovo ulje) kolesterola smanjuje rizik kardiovaskularnog oboljenja dok LDL ima suprotni učinak (masti životinjskog porijekla) (Carretto i sur., 2002).

Fenoli

Fenoli su ciklični ugljikovodici kod kojih je hidrokسيلna grupa (OH) direktno vezana za aromatsku jezgru.

S obzirom na broj hidroksilnih grupa razlikujemo mono-, di- i polihidroksilne fenole. Prema građi molekule dijele se na:

- jednostavne: hidrokسيلtirosol, tiroxol, vanilna kiselina
- složene: oleuropein
- flavonoidi: apigenin i luteolin

Od svih uljarica masline su najbogatije fenolnim tvarima, koje se većinom nalaze u tzv. vegetacijskoj vodi ploda (Šindrak i sur., 2007). Sadržaj polifenola u maslinovom ulju izražava se u mg kafeinske kiseline po kg ulja. Ekstra djevičansko maslinovo ulje sadrži značajnu količinu polifenola 50- 500 mg/kg (Beltran i sur., 2000; Espejo, 2005; Del Carlo i sur., 2006; Žanetić i Gugić, 2006; Pérez – Martínez, 2009b; Beltran, 2010). Pérez-Arquillué i sur. (2003) iznose podatak o sadržaju polifenola u maslinovom ulju od 631,3 mg/kg, dok Baccouri i sur. (2008) navode da se sadržaj polifenola u uljima divljih maslina kretao od 182 do 430 mg/kg. Sadržaj fenola u maslinovom ulju je pod utjecajem sorte, no ipak najveći utjecaj ima vrijeme dozrijevanja (Škevin i sur., 2003). U maslinovom ulju različite fenolne tvari dolaze u slobodnom obliku ili vezane s različitim spojevima u kompleksne tvari koje starenjem ulja degradiraju, tj. raspadaju se na svoje sastavne dijelove.

Polifenoli imaju izraženo antioksidacijsko djelovanje, veliku biološku i prehrambenu vrijednost, štite ulje od procesa kvarenja, pozitivno utječu na stabilnost ulja i zdravlje ljudi, odgovorni za svojstva okusa (pikantnost) (Beltran i sur., 2000; Šindrak i sur., 2007). Fenolne tvari štite od oksidacije nezasićene masne kiseline koje se nalaze u sastavu triacilglicerola maslinovog ulja. Utvrđeno je i sinergističko djelovanje polifenola i α - tokoferola (vitamin E) na stabilnost maslinovog ulja.

Oleuropein je glavni polifenolni spoj koji maslinovom ulju daje karakterističnu pikantnost. Hidrokسيلtirosol, koji nastaje razgradnjom oleuropeina, sprječava oksidaciju lipoproteina niske gustoće (LDL). Poznato je da antioksidativno djelovanje hidrokسيلtirosola pet puta veće od djelovanja vitamina E.

Procesom rafinacije sadržaj polifenola u ulju gotovo se izgubi u cijelosti. Procesima prerade, osobito tradicionalnim načinom (prešanjem) ili kontinuiranom preradom u tri faze (dodavanje velikih količina vode u toku dekantacije) veći dio polifenolnih komponenti iz maslinovog ulja se gubi.

Pigmenti

Prisutnost prirodnih pigmenta u koje se ubrajaju klorofil, feofitin, karotenoidi, važno je kako za kvalitetu proizvoda tako i za tehnologiju prerade maslina. Maslinovo ulje sadrži više pigmenta od kojih su klorofil *a* sivozeleni i žutozeleni klorofil *b*, smeđe nijanse: feofitin *a* i *b*. Karotenoidi zapravo spadaju u grupu ugljikovodika, tetraterpenske nezasićene ugljikovodike od kojih je najznačajniji β -karoten dok su likopen i ostali derivati karotena (ksantofil) manje značajni. Sadržaj ukupnih klorofila i ukupnih karotenoida u maslinovom ulju kreće se od 1-10 ppm, a u nekim uljima i do 100 ppm (Del Carlo i sur., 2006), Pérez- Martínez (2009b) navodi prosječni sadržaj karotenoida od 0.5 do 10 mg/kg (izražen kao β -karoten). Sadržaj feofitina se kreće od 0,2 do 24 mg/kg maslinovog ulja. Prema istraživanju Baccouri i sur. (2008) sadržaj pigmenta u uljima divljih maslina u velikoj je ovisnosti o genotipu, a sadržaj klorofila kretao se od 2,6 do 6,37 mg/kg te sadržaj karotenoida od 1 do 4,18 mg/kg. S druge strane, manji utjecaj genotipa i mnogo izraženiji utjecaj okoliša na sadržaj klorofila zabilježen je u četverogodišnjem istraživanju Škevin i sur. (2003).

Zelena boja maslinovog ulja je vrlo cijenjena od strane potrošača iako ona nije pokazatelj

kvalitete ulja.

Utjecajem UV zračenja klorofili i karotenoidi djeluju kao katalizatori samooksidacije. Svojim vrlo snažnim oksidacijskim djelovanjem smanjuju stabilnost ulja i degradiraju ulje, što je svakako nepoželjno zbog čega je maslinovo ulje potrebno čuvati u tamnim, dobro zatvorenim bocama, bez prisutnosti zraka i svjetla te pri prikladnim temperaturama.

Alifatski alkoholi

Alifatski alkoholi, slobodni ili esterificirani, prisutni su u maslinovom ulju u količinama od 10 do 20 mg/100g, dok triterpenskikh alkohola ima od 100 do 300 mg/100g ulja.

Hlapivi spojevi

Poznat je velik broj hlapivih spojeva (oko 90) koji su odgovorni za aromu maslinovog ulja, no nisu svi jednako važni niti jednako doprinose ukupnom doživljaju ulja iako se pretpostavlja da zajedno i u nižim koncentracijama utječu na senzorne karakteristike ulja (Aparicio i sur., 2002). Većina hlapivih spojeva nastaje u procesima lipogeneze, unutar staničnim metaboličkim procesima, a kemijski sastav značajno ovisi o sorti. Većom aktivnošću i sintezom enzima (genetski predodređeni) može doći do nakupljanja metabolita koji u konačnici utječu na povećanu koncentraciju hlapivih spojeva, a samim time i na profil sortnih ulja.

Najzastupljeniji (60-80%) su hlapivi C6 spojevi (aldehidi, ketoni i esteri) koji nastaju iz 13 hidroperoksida linolne i α -linolenske kiseline, a zajedno čine 60-80 % ukupnih hlapivih spojeva te doprinose „zelenom“ mirisu i trpkosti maslinovog ulja.

Esti i sur. (cit. Aparicio i sur., 2002) proučavali su sadržaj masnih kiselina, sterola i alifatskih alkohola talijanskih sortnih ulja ('Gentile', 'Frantoio', 'Leccino', 'Coratina' i 'Cellina') i utvrdili da postoje značajne razlike u uljima te su zaključili da se sorte mogu međusobno razlikovati po sadržaju ukupnih alkohola ('Frantoio' 178 mg/kg, 'Coratina' 68 mg/kg). Luna i sur. (2006) u istraživanju provedenom u Španjolskoj su utvrdili značajne razlike u sadržaju ukupnih hlapivih spojeva različitih sorti masline. Razlike pripisuju utjecaju sorte, a u manjem dijelu i utjecaju okolišnih čimbenika uzgoja. Isti autori navode da ulja talijanskih sorti imaju najveći sadržaj hlapivih spojeva, a među njima se osobito ističe 'Coratina' s najvećim sadržajem (27,0 mg/kg), dok je 'Frantoio' imao najmanji sadržaj (19,0 mg/kg), potom slijede ulja španjolskih sorti sa velikim rasponom u sadržaju hlapivih spojeva (9,83 - 32,9 mg/kg), dok su ulja grčkih sorti sadržavala najmanje hlapivih spojeva (10,7 - 21,2 mg/kg).

Organoleptička svojstva maslinovog ulja

Djevičanska maslinova ulja, nakon provedenih osnovnih analitičkih analiza, podliježu organoleptičkom (senzoričkom) ocjenjivanju. Važno je naglasiti da ulja koja se nakon fizikalno-kemijskih analiza deklariraju kao extra djevičanska ulja ne smiju imati nikakvih organoleptičkih mana, a voćnost takvih ulja mora biti veća od nule. Za razliku, djevičanska maslinova ulja mogu imati manjih organoleptičkih mana, no njihova srednja vrijednost ne smije prelaziti 3.5 (skala od 10 bodova), a voćnost, isto kao i kod extra djevičanskih maslinovih ulja mora biti iznad nule (Jiménez Herrera i Carpio Dueñas, 2008).

Organoleptička svojstva maslinovog ulja čine miris, okus i boja, iako potonje ne utječe na organoleptičku ocjenu koju daje panel za senzoričko ocjenjivanje ulja.

Kod ocjenjivanja okusa ulja ocjenjuju se četiri glavna okusa, a to su slatko, kiselo, slano i gorko. Za razliku od okusa, ocjenjivanje mirisa ulja je subjektivnije prirode, a zbog toga i složenije. Prilikom kušanja ulja osjetilo mirisa može detektirati mirise koji podsjećaju na: artičoke, bajam, kamilicu, agrume, eukaliptus, cvijeće, zelene ili zrele plodove, šumsko ili egzotično voće, svježe pokošenu travu, aromatično bilje, list masline ili smokve, svježe jabuke, oraha, zelenu papriku ili papar, ananas, list rajčice, prirodnu vaniliju ili na zeleno voće (Jiménez Herrera i Carpio Dueñas, 2008). Osim navedenog, prilikom kušanja se mogu percipirati i neke

druge osjetilne senzacije kao što je zaostali okus ulja nakon kušanja, fluidnost i pikantnost ulja.

Organoleptička svojstva maslinovih ulja prvenstveno ovise o sorti, odnosno, genetskim predispozicijama. Utjecaj sorte (genotipa) najizraženiji je u enzimatskoj aktivnosti u stvaranju poželjnih hlapljivih tvari te u sadržaju fenolnih spojeva o čemu direktno ovise okusno-mirisna svojstva ulja i otpornost ulja na oksidaciju. Organoleptičkim analizama 20 sortnih ulja referentne Svjetske banke germoplasme masline u Cordobi, bilo je moguće razvrstati sva ulja u četiri grupe (Romero i sur. 2005). Sortna ulja prve grupe su okarakterizirana kao slatka i voćna, sa slabo izraženom gorčinom i pikantnošću. Najpoznatija svjetska sorta te grupe je 'Arbequina'. Drugu grupu čine ulja, u usporedbi sa prvom grupom, manje slatka i voćna, a više gorka i pikantna. Ovoj grupi pripadaju ulja više poznatih sorti od kojih su najpoznatija 'Picual', 'Frantoio' i 'Hojiblanca'. Ulja treće grupe imaju uravnoteženu voćnost, ali malo slatka sa izraženom gorčinom i pikantnošću. U ovu grupu su svrstana, između ostalih, ulja sorti 'Blanqueta' i 'Koroneiki'. Posljednju grupu (4.) čine izrazito gorka, pikantna, voćna ulja slabo izražene slatkoće, a to su sortna ulja 'Chetoui' i 'Picholine Marroqui'.

Nedavnim istraživanjima hrvatskih monosortnih ulja (Brkić Bubola i sur. 2012) istaknut je značajan utjecaj sorte ('Buža', 'Črna' i 'Rosinjola') na senzoričke karakteristike ulja. Ulje sorte 'Buža' se ističe organoleptičkom karakteristikom 'drugi voćni okusi', a sorta 'Rosinjola' ima izraženu gorčinu. U kratkom pregledu hrvatskih ulja, objavljenom iste godine (Petričević, 2012), ulje najznačajnije hrvatske sorte 'Oblica' se opisuje kao srednjeg intenzivnog mirisa i okusa po plodu masline, travi i lišću, a gorčina i pikantnost su blago izraženi i skladni s voćnom komponentom. S druge strane, najvažnija istarska sorta ('Istarska bjelica') ima izraženo gorka i pikantna ulja s manje izraženom voćnom komponentom po drugom voću, a izraženiji miris po travi i lišću. Ulje ove sorte se ističe kao izrazito stabilno ulje na proces oksidacije zbog visokog sadržaja antioksidansa. Općenito bi se sorte po utjecaju na kvalitetu ulja mogle podijeliti na one koje naginju pikantnosti i gorčini te na one koje naginju voćnosti i slatkoći.

LITERATURA

- Aparicio, R., Luna, G. (2002). Characterisation of monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104: 614–627
- Baccouri, B., Zarrouk, W., Baccouri, O., Guerfel, M., Nouairi, I., Krichene, D., Daoud, D., Zarrouk, M. (2008). Composition, quality and oxidative stability of virgin olive oils from some selected wild olives (*Olea europea* L. Subsp. *Oleaster*). *Grasas y Aceites* Vol. 59 (4): 346–351
- Belaj, A., León, L., Satović, Z., De la Rosa, R. (2011). Variability of wild olive (*Olea europea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*) analyzed by agro/morphological traits and SSR markers. *Scientia Horticulturae*. 129 (4): 561–569
- Belaj, A., Muñoz-Diez, C., Baldoni, L., Satović, Z., Barranco, D. (2010). Genetic diversity and relationships of wild and cultivated olives at regional level in Spain. *Sci Hort* 124: 323–330
- Beltrán, Maza, Gabriel (2010). Maduración del fruto. Influencia sobre las características físico-químicas del aceite. Universidad de Córdoba. VIII Master en Olivicultura y Elaiotecnia. (Predavanja)
- Beltrán, G., Jiménez, A., Aguilera, M.P., Uceda M. (2000). Análisis mediante HPLC de la fracción fenólica del aceite de oliva virgen de la variedad Arbequina. Relación con la medida del amargor K225 y la estabilidad oxidativa. *Grasas y Aceites*, 51 pp. 320–324
- Bencić, Đani (2000). Čimbenici kvalitete maslinova ulja. *Agronomski glasnik* 5-6: 259–279.
- Brkić Bubola, K., Koprivnjak, O., Sladoňja, B., Lukić, I. (2012). Volatile compounds and sensory profiles of monovarietal virgin olive oil from Buža, Črna and Rosinjola Cultivars in Istria (Croatia). *Food Technol. Biotechnol.* 50 (2) 192–198
- Carretto, Ma V., Cuervo, Ma P., Dirienzo Ma G., Di Vito, Ma V. (2002). Aceite de oliva: Beneficios en la salud. *Invenio* Vol. 5, No 008: 141–149
- Del Carlo, M., Ritelli, E., Procida, G., Murmura, F., Cichelli, A. (2006). Characterization of extra virgin olive oils obtained from different cultivars. *Pomologia Croatica* Vol.12 br. 1: 29–41
- Del Río C., Caballero J.M., García-Fernández M. D., Tous J., Romero A. (2005). Redi-miendo graso de la aceituna. In: Rallo L., Barranco D., Caballero J.M., Del Río C., Martín A., Tous J., Trujillo I., (Ured.), Variedades de olivo en España. Junta de Andalucía. MAPA- Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 347–356
- Espejo Maqueda, Jesús (2005). Estudio analtico comparado entre el aceite de acebuchina y el aceite de oliva virgen. *Doktorska disertacija, Sveučilište u Seville, Španjolska.*

- Giacometti, J., Milin, Č. (2001). Composition and qualitative characteristics of virgin olive oils produced in northern Adriatic region, Republic of Croatia. *Grasas y Aceites* Vol. 52. Fasc 6: 397–402
- Gómez Herrera, Carlos (2009): Fundamentos físico-químicos de la técnica oleícola- Parte I- El aceite en aceitunas, pastas y alpechines. Sevilla- Instituto de la grasa. VIII Master en Olivicultura y Elaiotecnia. (Predavanja)
- Jiménez Herrera, B., Carpio Dueñas, A., (2008). La cata de aceites: Aceite de oliva virgen. Características organolépticas y análisis sensorial. España: Junta de Andalucía. IFAPA.
- Klepo, T. (2011). Utilidad de germoplasma silvestre en un programa de mejora de olivo. *Magistarska disertacija, Sveučilište u Córdoba, Španjolska.*
- Koprivnjak, Olivera (2006). Djevičansko maslinovo ulje od masline do stola. Poreč: MIH.
- López Miranda, José (2009). Ácidos grasos omega 3: Efectos biológicos. Universidad de Córdoba. VIII Master en Olivicultura y Elaiotecnia. (Predavanja)
- Luna, G., Morales, M.T.; Aparicio, R. (2006). Characterisation of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions. *Food Chemistry* 98: 243–252
- Pérez-Arquillué, C., Juan, T., Valero, N., Estopañan, G., Ariño, A., Conchello, P., Herrera, A. (2003). Estudio de la calidad del aceite de oliva virgen de Aragón. *Grasas y Aceites* Vol. 54. Fasc. 2: 151–160
- Pérez-Martínez, Pablo (2009). Compuestos minoritarios de la dieta Mediterránea. Universidad de Córdoba. VIII Master en Olivicultura y Elaiotecnia. (Predavanja)
- Pérez-Martínez, Pablo (2009). El aceite de oliva un candidato para la nutrición personalizada. Universidad de Córdoba. VIII Master en Olivicultura y Elaiotecnia. (Predavanja)
- Petričević, Sandra (2012). Autohtona hrvatska maslinova ulja. In: Raguž, F., Štambuk, S., Petričević, S., Šilović, M., Dragan, G., Žmire, R., Malnar, B., Klepo, T., Pejović, Z. (ured.) *Masline i vina s Jadrana Autohtone masline, sortna ulja i vina.* Slobodna Dalmacija d.d., Split, pp. 45–54
- Romero, A., Tous, J., Guerrero, L., Uceda, M., Aguilera M.P. (2005) Caracterización sensorial del aceite. In: Rallo L., Barranco D., Caballero J.M., Del Río C., Martín A., Tous J., Trujillo I., (Ured.), *Variedades de olivo en España.* Junta de Andalucía. MAPA- Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp. 373–382
- Šindrak, Z., Bencić, Đ., Voća, S., Barberić A. (2007). Ukupne fenolne tvari u sortnim istarskim maslinovim uljima. *Pomologia Croatica* 13 (1): 17–30
- Škevin, D., Rade, D., Štrucelj, D., Mokrovčak, Ž., Nederal, S., Bencić, Đ. (2003). The influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of olive oil. *J. Lipid Sci. Technol.* 105: 536–541
- Žanetić M., Gugić M., (2006). Zdravstvene vrijednosti maslinovog ulja, *Pomologia Croatica*, Vol 12 (2): 159–173

Professional study

Genotype impact on the chemical composition of olive oil

Summary

It is known that the main factors affecting the quality of olive oil are harvest time, the method of harvesting and transport mode, manner and time of storing fruit from harvesting to processing and method of extraction of oil from olive fruits.

When all the factors are optimized then the quality of oil depends on cultivars, agrotechnic, elaiotechnic and pedo-climatic conditions. This paper presents an overview of research results of chemical compounds in olive oil and sensory characteristics in according to genotype.

Key words: olive oil, quality, genotypes of olive