

Ukupne fenolne tvari u sortnim istarskim maslinovim uljima

Total phenols in varietal olive oils from Istria

Zoran Šindrak, Đani Benčić, Sandra Voća, Anamarija Barberić

SAŽETAK

Maslina je jedna od onih biljaka o čijoj kultivaciji postoje arheološki dokazi i zapisi sa samih početaka civilizacije na području Bliskog istoka i Mediterana. Razlog tome je skromnost ove biljke, koja može uspijevati i na škrtim tlima u uvjetima suše, a od nje se mogu koristiti lisna masa, drvo, plodovi i ulje dobiveno iz njih. U današnje vrijeme popularnost maslinovog ulja je veća nego ikada prije, što se može zahvaliti suvremenim spoznajama o njegovoj prehrambenoj vrijednosti i pozitivnom učinku na ljudsko zdravlje.

Danas je uzgoj masline većinom komercijaliziran, pa se provode brojna istraživanja u cilju dobivanja što većih prinosa, ali i što kvalitetnijih i prepoznatljivih proizvoda.

U ovom istraživanju proučavao se utjecaj sorte i proizvodnog područja (klimatskih prilika) na udio ukupnih fenolnih tvari u uljima tri sorte masline (Istarska Bjelica, Buža i Leccino). U odnosu na druge dvije sorte ulja dobivena od plodova Bjelice općenito imaju veći udio fenolnih tvari. Osim toga, u sušnoj godini ulja svih sorti imala su nekoliko puta veće udjele fenolnih tvari nego u kišnoj godini.

Ključne riječi: sorte masline, agroekološki uvjeti, sortno maslinovo ulje, fenolne tvari

ABSTRACT

Olive is one of those plants on whose cultivation exist numerous archaeological evidence and written notes from the very beginning of the Near East and Mediterranean civilisations. The reason for this is a modesty of the plant, which could grow on poor soils in dry climates. Besides, the foliage, wood, fruits and their oil can be used. At the present time the popularity of olive oil is higher than ever before thanks to modern knowledge on its nutritional value and beneficial influence on human health.

Olive growing is nowadays mostly commercialized, and numerous investigations are conducted with the aim of obtaining high as possible yields, but also to create even better and more recognizable products.

In this research influence of variety and production area (climatic conditions) on the total phenol content of oils of three varieties (Istarska Bjelica, Buža and Leccino) has

been investigated. In relation to other varieties oils obtained from the variety Bjelica generally had higher phenolic compounds content. Besides, in the dry year oils of all varieties had a few-fold higher total phenolic compounds contents than oils in rainy year.

Keywords: Olive varieties, agro-ecologic conditions, varietal olive oil, phenolic compounds

UVOD

Maslinovo ulje oduvijek je bila važna namirnica u svakodnevnoj prehrani mediteranskog stanovništva, a od polovice dvadesetog stoljeća postaje sve zastupljenije i kod onih naroda koji su tijekom povijesti tek sporadično ili nikada dolazili u doticaj s njim, a glavni su im izvori masnoća uglavnom bile masnoće životinjskog porijekla. Glavni razlog brzog širenja i rasta proizvodnje stolnih maslina i maslinovog ulja je njihova prehrambena, preventivna pa i terapijska vrijednost. U takozvanoj ‘mediteranskoj prehrani’ maslinovo ulje je glavni izvor masnoća, a smatra se da je ovakav način prehrane, te konzumacija maslinovog ulja kao glavnog i daleko najzastupljenijeg izvora masnoća izravno povezan s rijetkom pojavom koronarnih i srčanih oboljenja, te tumora.

Budući da je dijetoterapeutski učinak maslinovog ulja na ljudski organizam i zdravlje izravno povezan s njegovom kakvoćom, velika se pozornost posvećuje razumijevanju utjecaja agroekoloških kao i tehnoloških čimbenika (elaiotehnike) uzgoja pojedinih sorti maslina, te određivanja optimalnih rokova berbe plodova pojedinih sorti uzgajanih u odgovarajućim agroekološkim uvjetima. Osim toga, i sama tehnologija prerade maslina, kako u smislu njihova konzerviranja u cilju proizvodnje stolnih maslina, tako i u cilju ekstrakcije njihova ulja, značajno utječe na kakvoću krajnjeg proizvoda.

Fenolne tvari su jedna od najvažnijih skupina sastojaka maslinovog ulja, koje u mnogome utječu na njegovu kakvoću - kako organoleptičku, tako na kemijsku i prehrambenu. Od svih uljarica masline su najbogatije fenolnim tvarima, koje se većinom nalaze u tzv. vegetacijskoj vodi ploda (Perrin, 1992.; Bianchi i Pozzi, 1994).

Brojni su znanstvenici proučavali ulja različitih sorti maslina, te napisali mnogo studija o odnosima između sorti i agroekoloških uvjeta proizvodnje. Tako je već dugo poznato da ukupni udio fenola, ali i udio pojedinačnih fenolnih tvari u djevičanskom maslinovom ulju ovise o sorti (genetskoj osnovi), klimatskim prilikama tijekom dozrijevanja plodova, stupnju dozrelosti plodova iz kojih se izdvaja ulje, te načinu ekstrakcije ulja. Osim toga i sustav uzgoja i primijenjene agrotehničke mjere (Pannelli i sur., 1994), a pogotovo stanje

opskrbljenosti vodom odnosno navodnjavanje (Romero i sur., 2002), također mogu posredno ili neposredno utjecati na udio fenolnih tvari u plodovima maslina, pa tako i u maslinovim uljima. Montedoro i Garofalo (1984), Servili i sur. (1993) i Vinicieri i sur. (1997) su svojim istraživanjima pokazali da se na različitim lokacijama udio ukupnih fenolnih tvari u maslinovim uljima dobivenim od istih sorata značajno razlikuje. Na različitim lokacijama često vladaju i različiti agroekološki uvjeti. Osim toga, udio fenola u uljima jedne te iste sorte ovisi i o stupnju dozrelosti plodova, odnosno o vremenu i roku berbe, kao i o podlozi na koju je cijepljena - ako nije dobivena ukorjenjivanjem reznica sorte. Tako Benčić (2000) u svojoj doktorskoj disertaciji iznosi da se sortna maslinova ulja razlikuju po udjelu ukupnih fenolnih tvari, ali da na udio fenolnih tvari u ulju utječu i agroekološki uvjeti proizvodnog područja, napose nadmorska visina i s njome povezane temperature i količina oborina. Tako će, u pravilu, ulje određene sorte imati manji ukupni udio fenolnih tvari ako je nadmorska visina veća, a klima hladnija.

Fenolne tvari su učinkoviti prirodni antioksidansi koji štite maslinovo ulje od autooksidacijskih promjena (Škarica, 1997), te time pridonose stabilnosti ulja u smislu očuvanja njegove kakvoće i trajnosti. Fenolne tvari u stvari štite od oksidacije nezasićene masne kiseline koje se nalaze u sastavu triacilglicerola maslinovog ulja. 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. Osim toga, fenolne tvari su odgovorne za svojstva okusa (pikantnost), no nisu manje značajne ni kao antioksidansi koji usporavaju degradaciju kakvoće ulja.

Kako kakvoća maslinovog ulja uvelike ovisi o sorti i agroekološkim uvjetima proizvodnje, cilj ovog istraživanja bio je proučiti utjecaj proizvodnog područja na udio ukupnih fenolnih tvari u uljima dobivenim od plodova tri najzastupljenije sorte maslina u Istri (Buža, Istarska Bjelica i Leccino).

MATERIJAL I METODE

Sorte maslina

Istraživanje je trajalo dvije godine, tijekom kojega su brani plodovi sljedećih sorti maslina:

Buža (autohtona istarska sorta, najviše zastupljena u okolici Vodnjana, Peroja i Barbarige, ali je ima i drugdje u Istri),

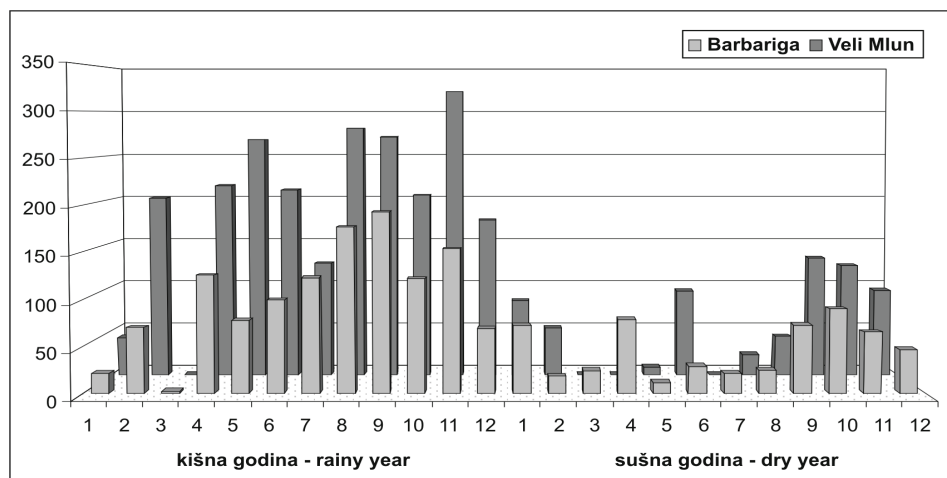
Istarska Bjelica (porijeklom talijanska sorta koja je 1929. godine introducirana u Kopar, a potom se proširila po cijeloj Istri),

Leccino (jedna od najznačajnijih sorti maslina u svjetskim razmjerima).

Za istraživanje su odabrana dva proizvodna područja koja se bitno razlikuju po agroekološkim čimbenicima. Prvo, sjeverno proizvodno područje nalazi se na krajnjem sjevernom rubu rasprostiranja masline u sjeverozapadnoj Istri, a maslinici (dvije lokacije: Veli Mlun - samo sorta Leccino, i Sovilnjak - sorte Leccino, Buža i Istarska Bjelica) iz kojih su masline brane nalazili su se na 280 metara nadmorske visine.

Drugo, južno proizvodno područje nalazi se uz samu morsku obalu jugozapadne Istre, a radi se o plantažnom nasadu maslina poduzeća "Agroprodukt" d.o.o., Pula, u Barbarigi. Ovaj nasad rasprostire se na 200-tinjak hektara, a nalazi se na 10 m nadmorske visine, tik uz obalu mora. Iz ovog nasada brani su plodovi Istarske Bjelice i Leccina, s time da su posebno brani plodovi Leccina rasli na vlastitom korijenu (vegetativnoj podlozi) i plodovi Leccina uzgajani na generativnoj podlozi (dakle cijepljene na sjemenjake).

Oborine su jedan od najvažnijih agroekoloških čimbenika koji općenito utječu na prinos, ali i na udio fenola u plodovima i uljima maslina. Količina oborina izrazito se razlikovala u dvije godine istraživanja. Dok je prva godina bila izrazito kišna (Barbariga 1234 mm, Veli Mlun 2325 mm), posebno u razdoblju zamatanja i rasta plodova, te nakupljanja ulja i za vrijeme berbe, druga je godina bila izrazito sušna (Barbariga 552 mm, Veli Mlun 667 mm). Raspored oborina po mjesecima u dvije godine istraživanja prikazan je na grafikonu 1.



Grafikon 1. Mjesečne oborine (mm) na istraživanim lokacijama u kišnoj i sušnoj godini

Graph 1. Monthly precipitations (mm) on the experimental sites in rainy and dry years

Određivanje indeksa zrelosti i berba uzoraka maslina

Masline su brane u optimalnom stupnju dozrelosti plodova, pri čemu se pazilo da uzorci budu ujednačeni. Za procjenu stupnja dozrelosti rabljen je indeks zrelosti koji je izračunan prema predloženoj metodi IOOC-a (Kiritsakis i sur., 1998). Njegovo određivanje ne zahtijeva posebnu opremu, a ima orijentacijsku važnost. Višegodišnjim određivanjem indeksa zrelosti za pojedine sorte u nekom proizvodnom području, moguće je doći do spoznaje u kojem se stupanju dozrelosti plodova određene sorte dobiva ulje najbolje kakvoće.

Svaki uzorak ulja dobiven je od uzorka plodova (oko 11 kg) ubranih s jedne biljke masline. Plodovi su brani ručno, iz svih dijelova krošnje podjednako da se dobije reprezentativan uzorak. Tako je, biometrički gledano, ulje jednog stabla određene sorte, s određene lokacije, predstavljalo jedno opažanje. Stabla s kojih su brani plodovi odabirana su nasumice (potpuno slučajni raspored). Prilikom nasumičnog odabira stabala ipak se pazilo da stabla pojedinih sorata budu podjednake starosti, uzgojnog oblika, habitusa rasta, te opterećenja prirodom i zrelošću plodova, odnosno da otprilike odražavaju prosječno stanje dotične sorte u danom masliniku.

Ekstrakcija ulja iz plodova maslina

Ulje sakupljenih uzoraka ekstrahirano je isti ili, najkasnije, sljedeći dan. Do ekstrakcije ulja plodovi su držani u hladnom i mračnom prostoru u platnenim vrećama velikih okaca. Ekstrakcija je obavljena pomoću malog stroja za ekstrakciju ("Olio mio - Baby", Toscana Enologica Mori, Firenze, Italy) koji se sastoji od mehaničke drobilice (mlina čekićara), okomitog cilindra za miješanje samljevenih maslina (paste) i centrifugalnog odjeljivača (dekantera) koji odvaja ulje od vegetacijske vode i komine. Miješanje paste trajalo je 30 minuta, a voda se u nju nije dodavala, osim u slučajevima kad je bilo neophodno dodati male količine hladne vode da bi ekstrakcija ulja uopće bila moguća. Iako se stroj tijekom rada ponešto zagrijavao, temperatura paste tijekom cijelog procesa prerade nije prelazila 30°C jer prostorija u kojoj se ekstrahiralo ulje nije bila grijana, pa temperatura zraka nije prelazila 18°C. Netom ekstrahirano ulje ostavljeno je oko 45 min. u poklopljenoj posudi, da se guste čestice nečistoće istalože na dno, a one rjeđe isplivaju na površinu ulja. Nakon toga se relativno čisto ulje odmah punilo u prikladne bočice od tamnog stakla. Bočice su bile napunjene do vrha, zatvorene originalnim patentnim plastičnim čepovima i spremljene na tamno mjesto (ne duže od 20 dana), na temperaturi oko 13°C, da se ostatak vode i finijih čestica nečistoća istaloži na dno bočica. Nakon tog taloženja, odvojen je gornji sloj čistog ulja i stavljen u nove sterilne bočice.

Ovako pripremljeni uzorci stavljani su na duboko smrzavanje (-20°C) sve do ekstrakcije fenolnih tvari.

Kemijske analize osnovnih pokazatelja kakvoće ulja

Prema Pravilniku o uljima od ploda i komine maslina (NN br. 63/2006) pod djevičanskim maslinovim uljem ekstra kakvoće podrazumijeva se ulje odgovarajućih organoleptičkih svojstava, bez nepoželjnih mirisa i okusa, koje sadrži najviše 0.8% slobodnih masnih kiselina izraženih kao oleinska kiselina, te s peroksidnim brojem manjim od 10 mmol O_2/kg . S obzirom da se samo u uljima ekstra kakvoće može očekivati maksimalni udio fenolnih tvari, jer se pretpostavlja da njihov udio neće značajno opasti zbog nepoželjnih procesa degradacije, to su se prije ekstrakcije fenolnih tvari iz uzoraka ulja, sukladno Pravilniku, provele kemijske analize osnovnih pokazatelja kakvoće ulja (udio ukupnih slobodnih masnih kiselina, peroksidni broj, te primarni i sekundarni produkti oksidacije - K_{232} i K_{270}). Rezultati tih analiza pokazali su da svi ispitivani uzorci udovoljavaju propisanim uvjetima za ekstra kakvoću, te je u njima bilo opravdano određivati udio fenolnih tvari. Spektrofotometrijska određivanja ukupnih fenola primjenom Folin-Ciocalteu reagensa, te specifičnih koeficijenata apsorpcije K_{232} i K_{270} , provedena su na spektrofotometru DU-64, Beckman.

Ekstrakcija i određivanje ukupnih fenolnih tvari

Za ekstrakciju fenolnih tvari iz uzoraka ulja korišten je modificirani postupak prema Montedoro i sur. (1992), a za njihovo određivanje postupak prema Gutfinger-u (Gutfinger, 1981). Fenolne tvari ekstrahirane su iz 20 g djevičanskog maslinovog ulja s 4 mL metanola HPLC čistoće ($2\times$); ulje je homogenizirano metanolom (30 min.) pomoću magnetske mješalice. Nakon toga je slijedilo centrifugiranje na 5000 rpm, (2×30 minuta), čime je odvojena čista metanolna frakcija (2×4 mL) s fenolnim tvarima. Dobivene metanolne frakcije su spojene, a otapalo (metanol) je otpareno u vakuumu u struji dušika. Temperatura tijekom ovog postupka nije prelazila 32°C . Sirupasti ostatak nakon evaporacije otopljen je u 5 mL acetonitrila (HPLC čistoće) i pročišćen od ostataka lipidnih tvari heksanom (2×10 mL). Acetonitrilna frakcija u kojoj su ostale fenolne tvari, odijeljena je od heksanskog sloja, a sam acetonitril uklonjen je iz suspenzije također u vakuumu u struji dušika na temperaturi do 32°C . Sirupasti ostatak s fenolnim tvarima pohranjen je na -20°C do provođenja određivanja ukupnih fenola korištenjem Folin-Ciocalteu reagensa. Za određivanje ukupnih fenolnih tvari u odmjernu tikvicu od 10 mL

otpipetirano je 0.03 mL metanolnog ekstrakta koji je razrijeđen redestiliranom vodom do 5 mL. Nakon toga je dodano 0.5 mL Folin-Ciocalteu reagensa, a nakon 3 minute dodao se 1 mL zasićene otopine Na_2CO_3 ($w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 35\%$). Smjesa je dobro promućkana i nadopunjena vodom do označenog volumena (10 mL). Nakon točno jedan sat, mjerena je apsorbancija na valnoj duljini od 725 nm, uz slijepu probu. Za izradu baždarnog pravca korištene su otopine kavene kiseline (3,4-dihidroksicimetna kiselina) poznatih koncentracija.

Biometrička obrada podataka

Podaci o ukupnim fenolima analizirani su GLM procedurom u SAS sistemskom paketu, verzija 8.00 (SAS Institute Inc. Cary, NC). Budući da dizajn pokusa nije bio balansirani (radilo se o potpuno slučajnom rasporedu s različitim brojem opažanja), izračunati su *LS*-prosjeci (*Least-Squares means*) za svaki faktor (sorta i lokacija) i njihovu interakciju uvrštenu u odgovarajuću analizu. Primjenom opcije LSMEANS u sistemskom paketu SAS, također se mogu definirati, izračunati i uspoređivati *LS*-prosjeci interakcija pojedinih faktora. Razlikovanje *LS*-prosjeaka, odnosno utvrđivanje signifikantnosti razlike između njih, provedeno je primjenom *t*-testa - za svaki par *LS*-prosjeaka. Razlike su smatrane signifikantnima uz $p \leq 0.05$.

REZULTATI I RASPRAVA

Na tablici 1 nalaze se prosječni indeksi zrelosti plodova iz kojih je bilo ekstrahirano ulje. Sorta Istarska Bjelica je prilikom berbe imala izrazito niži indeks zrelosti od Buže i Leccina, a to je stoga što ona ima drugačiji uzorak dozrijevanja plodova od ostalih sorti maslina. Naime, plodovi Istarske Bjelice, kao što samo ime sugerira, tijekom dozrijevanja dugo zadržavaju zelenu do žućkasto-zelenu boju pokožice i mesa, a samo poneki dobivaju crvenkasto obojenje na dijelu pokožice ako se ne nalaze u zasjenjenom dijelu krošnje. Osim toga, iako zadržavaju zadovoljavajuću kakvoću, plodove Istarske Bjelice ne treba predugo ostaviti na stablu nego ih u određenom trenutku treba pobrati prije negoli padnu na tlo.

S druge strane, plodovi Buža i Leccina imali su slične indekse zrelosti, kako na sjeveru tako i na jugu Istre. Zanimljivo je da su plodovi Buža i Leccina u izrazito kišnoj godini u isto vrijeme berbe imali veći indeks zrelosti na sjeveru,

Tablica 1. Prosječni indeksi zrelosti (svih opažanja – uzoraka) sorti maslina u dvije godine na sjeveru i jugu Istre**Table 1. Average maturity indexes (all observations – samples) of olive varieties in two years of research in the south and the north of Istria**

sorta- variety	godina istraživanja – year of research			
	prva (kišna) – first (rainy)		druga (sušna) – second (dry)	
	jever - north	jug - south	jever - north	jug - south
Istarska Bjelica	1.27	1.33	1.20	1.20
Buža	4.57	3.73	4.36	4.87
Leccino	4.13	3.53	3.97	4.56

dok su u izrazito sušnoj godini plodovi tih sorti imali veći indeks zrelosti na jugu. Plodovi sorte Istarske Bjelice imali su podjednake indekse zrelosti na jugu i sjeveru Istre u obje godine istraživanja.

Na tablici 2 prikazani su rezultati dvofaktorijalne analize varijance. Učinak sorte na udio ukupnih fenolnih tvari u maslinovom ulju bio je visoko signifikantan, odnosno ulja svih triju sorti značajno su se razlikovala po udjelu ukupnih fenolnih tvari i to u obje godine istraživanja (u prosjeku po lokacijama). Zanimljivo je da su ulja Leccina prve (kišne) godine imala manji udio fenolnih tvari od ulja Buža, dok je slijedeće, sušne, godine bilo obrnuto. U prosjeku po istraživanim sortama, lokacija nije imala značajni učinak na udio ukupnih fenolnih tvari, međutim učinak interakcije sorta×lokacija je u obje godine istraživanja bio značajan (vidjeti grafikon 2).

S obzirom da su ukupne fenolne tvari u istraživanim maslinovim uljima određene, još uvijek naveliko korištenom, metodom prema Gutfinger-*u* (1981) pomoću Folin-Ciocalteu reagensa (koji, kako je ranije spomenuto, i nije posve specifičan za fenolne tvari), moguće je da rezultati njihova određivanja ponešto odstupaju od stvarnih vrijednosti. Međutim, ta odstupanja ne mogu biti tolika da bi mijenjala smisao dobivenih rezultata. Naime, već po samim organoleptičkim svojstvima svježih ulja iz sušne godine (gotovo nepodnošljivo pikantan i gorak okus svježih ulja), nema nikakve sumnje da je udio ukupnih fenolnih tvari u uljima svih sorti bio daleko veći nego u kišnoj godini. Organoleptički utisak sukladan je navodima Tsimidou (1998) prema kojima su ulja koja sadrže 700 (i više) mg ukupnih fenola po kilogramu izrazito oštrog i neugodnog okusa po zelenom.

Tablica 2. Učinci sorte i godine (kišna, sušna) na prosječni udio ukupnih fenolnih tvari u maslinovim uljima**Table 2. Effects of variety and year (rainy, dry) on the average share of the total phenolic compounds content of olive oils**

	ukupne fenolne tvari (mg/kg ulja) total phenolic compounds (mg/kg of oil)	
	prva godina (kišna) first year (rainy)	druga godina (sušna) second year (dry)
Sorta – Variety (S)	**	**
Istarska Bjelica	467.0b	1534.8a
Buža	333.1a	1158.3b
Leccino	254.0c	1284.5c
Lokacija - Location (L)	n.s. ^a	n.s.
sjever - north	345.9	1297.0
jug - south	356.8	1354.8
Int. S×L	**	*

S = sorta; L = lokacija; Int. S×L = interakcija sorta×lokacija

*,** značajno uz $p \leq 0.05$, odnosno $p \leq 0.01$.

^a nije značajno

Unutar svakog stupca i učinka, različita slova označavaju značajne razlike između prosječnih vrijednosti uz $p \leq 0.05$.

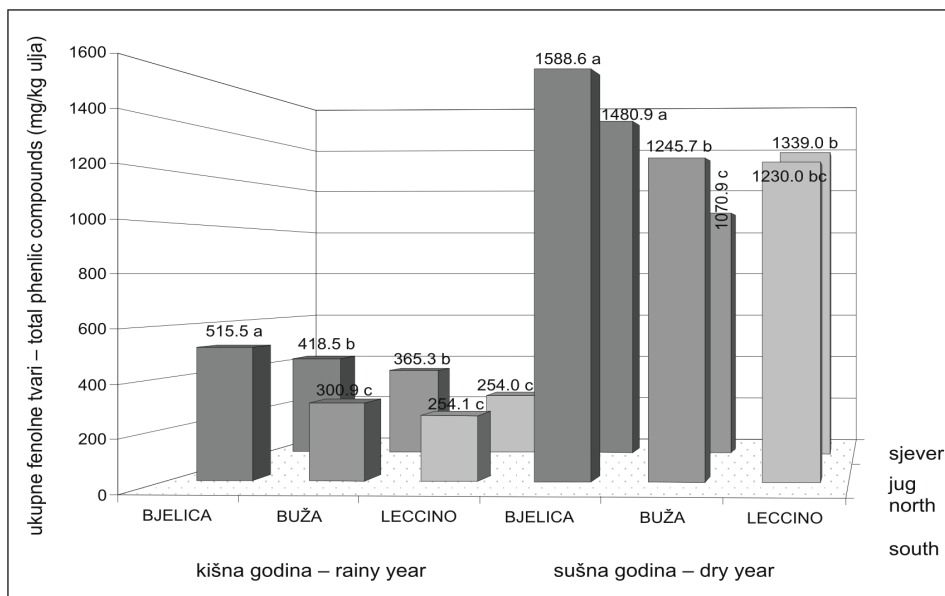
S = Variety; L = Location; S×L = interaction Variety×Location

*,** significant at $p \leq 0.05$ or $p \leq 0.01$, respectively.

^a Not significant

Within each column and effect, different letters indicate significant differences between means at $p \leq 0.05$.

Na grafikonu 2. vidi se utjecaj ekstremno različitih ekoloških uvjeta, prvenstveno količine oborina u godinama istraživanja, na udio fenolnih tvari u uljima istraživanih sorti. Osim toga, uočljive su i razlike između pojedinih ulja; ulja Istarske Bjelice u obje godine istraživanja imaju značajno veći udio fenolnih tvari u odnosu na ulja ostale dvije sorte. Ovi su rezultati sukladni rezultatima istraživanja Koprivnjak (1995), koja u svom radu o fenolnim tvarima u uljima glavnih istarskih sorti u ekološkim uvjetima zapadne obale Istre iznosi da sorta Istarska Bjelica sadrži više ukupnih polifenola u odnosu na sortu Bužu i Leccino.



Grafikon 2. *LS*-prosjeci ukupnih fenolnih tvari (mg/kg) u uljima pojedinih sorti maslina u dvije godine istraživanja na dvije lokacije (sjever i jug Istre). Unutar svake pojedine godine različita slova (a, b ili c), pridodana svakom prosjeku, ukazuju na značajne razlike između kojih razlika nije statistički značajna (uz $p \leq 0.05$).

Graph 2. Total phenolic compounds *LS*-means (mg/kg) in oils of each olive variety, in two years of research, on two locations (north and south of Istria). Within each year different letters (a, b or c), assigned to each mean, indicate significant difference between means at $p \leq 0.05$.

Na jugu Istre, u prvoj godini (kišna) istraživanja, nije bilo značajnih razlika u udjelima ukupnih fenolnih tvari između ulja Buže i Leccina; ulja Istarske Bjelice imala su značajno veći udio ukupnih fenolnih tvari i od ulja Buže i od ulja Leccina ($p \leq 0.05$).

Na sjeveru, kao i na jugu Istre, najveći udio ukupnih fenolnih tvari bio je u uljima Istarske Bjelice. U odnosu na sortu Bužu, ulja Istarske Bjelice imala su nešto veći udio ukupnih fenolnih tvari, ali ta razlika nije bila statistički značajna, dok su i ulja Istarske Bjelice i ulja Buže imala značajno veći udio fenolnih tvari od ulja Leccina ($p \leq 0.05$).

Gledano po pojedinim sortama, zanimljivo je primijetiti da su samo ulja sorte Istarske Bjelice na jugu imala značajno veći udio ukupnih fenolnih tvari od onih na sjeveru Istre.

U drugoj godini istraživanja ulja svih sorti, bilo na jugu bilo na sjeveru Istre, imala su višestruko veće (ulja Istarske Bjelice oko 3 puta, a ulja Leccina čak oko 5 puta) udjele fenolnih tvari nego što je to bio slučaj u prvoj godini. To se bez sumnje može pripisati ekstremno različitim klimatskim prilikama u vrijeme rasta i razvoja plodova maslina (ekstremna suša), a što su u svojim istraživanjima zabilježili Cimato, A. i sur. (osebna komunikacija). Ovo se poklapa i sa zaključcima Uceda i sur. (1999) koji su svojim istraživanjima različitih parametara kakvoće maslinovih ulja, provedenih u sklopu oplemenjivačkog rada na maslinama, našli, da su najveći uzrok varijabilnosti za udio ukupnih fenolnih tvari bile klimatske prilike godine i sama sezona (koja sa sobom nosi pojavu alternativne rodnosti), dok je za većinu parametara kakvoće ulja najvažniji uzrok varijabilnosti bila sorta. Ovi rezultati se dijelom poklapaju s opažanjima Pannelli i Famiani (1990) koji su provodili istraživanja na više sorti maslina na različitim lokacijama; naime, na suhom tlu (bez navodnjavanja) udio fenolnih tvari bio je veći nego uz primjenu navodnjavanja. Osim toga, u slučaju izrazito velikih obroka navodnjavanja, što se može usporediti s uvjetima koji vladaju u izrazito kišnoj godini, udio polifenola bio je nešto manji kod svih sorti. O odnosu između navodnjavanja i udjela fenolnih tvari u ulju slično razmišljaju i Motilva i sur. (2002) koji su zaključili da što je navodnjavanjem dano više vode to je udio fenolnih tvari u mesu plodova maslina bio manji.

Na sjeveru, kao i na jugu Istre, najveći udio ukupnih fenolnih tvari imala su ulja Istarske Bjelice; za razliku od prve godine istraživanja, bio je signifikantno veći i od onog u uljima Buža i od onog u uljima Leccina. Ulja Istarske Bjelice su i u drugoj godini istraživanja imala nešto veći (ali ne biometrički značajno) udio ukupnih fenolnih tvari na jugu Istre.

U sušnoj je godini ulje Buže s juga imalo značajno veći udio fenolnih tvari (za razliku od kišne godine) od ulja sa sjevera Istre, ali se nije značajno razlikovalo od ulja Leccina kako sa sjevera tako i s juga Istre.

ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je udio ukupnih fenolnih tvari u istraživanim maslinovim uljima pod značajnim utjecajem sorte, ali uvelike ovisi i o klimatskim prilikama, prvenstveno o količini i razdiobi oborina, ali i o ostalim agroekološkim čimbenicima (dozrelost plodova tj. vrijeme berbe, temperature stanje alternativne rodnosti i kondicija biljke) imaju značajan utjecaj.

Općenito se može zaključiti da je veći udio fenolnih tvari u uljima bio u uvjetima oskudice vode, odnosno što je dugotrajnije sušno razdoblje tijekom rasta i dozrijevanja plodova.

Iako su se u zadnje vrijeme počela cijeniti ulja s povećanim udjelom fenolnih tvari, u slučajevima ekstremne suše ulja (pogotovo svježije ekstrahirana) mogu imati pretjerano pikantan i gorkast okus što može odbojno djelovati na potrošače.

LITERATURA

- BENČIĆ, Đ. (2000). Utjecaj sorti i stupnja zrelosti na kvalitetu ulja u istarskim maslinicima. Doktorska disertacija, Zagreb.
- BIANCHI, G., POZZI, N. (1994). 3,4-Dihydroxyphenylglycol, a major C6–C2 phenolic in *Olea europaea* fruits. *Phytochemistry* 35:1335-1337
- GUTFINGER, T. (1981). Polyphenols in olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58:966-968
- KIRITSAKIS, K. A., LENART B. ELIZABETH, HERNANDEZ J. RUBEN, WILLET C. WALTER; *Olive Oil From the Tree to the Table*, Second Edition (August 1, 1998). ISBN: 0917678427. Food & Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut 06611 USA.
- KOPRIVNJAK, O. (1995). Analitička kategorizacija maslinovog ulja s područja Pule. Doktorska disertacija.
- MONTEDORO, G. F., GAROFALLO, L. (1984). Caratteristiche qualitative degli oli extra vergini di oliva. Influenza di alcune variabili: varietà, ambiente, conservazione, estrazione, condizionamento del prodotto finito - La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse, Vol. LXI
- MONTEDORO, G., SERVILI, M., BALDIOLI, M., MINIATI, E., (1992). Simple and Hydrolyzable Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil. 1. Their Extraction, Separation, and Quantitative and Semiquantitative Evaluation by HPLC. *J. Agric. Food Chem.* 40:1571-1576
- MOTILVA, V. J., TOVAR, M. J., ROMERO, M. P., ALEGRE, S. AND GIRONA, J. (2000). Evolution of Oil Accumulation and Polyphenol Content in Fruits of Olive Tree (*Olea europaea* L.) Related to Different Irrigation Strategies *Acta Hort.* ISHS 586:345-348
- NARODNE NOVINE, službeni listi Republike Hrvatske, br. 63/2006. *Pravilnik o uljima od ploda i komine maslina.*
- PANNELLI, G. I F. FAMIANI, F. (1990). Agro-climatic factors and characteristics of the composition of virgin olive oils. *Acta Hort.* 28, 286:447-480

- PANNELLI, G., SERVILI, M., SELVAGGINI, M., BALDIOLI, M., MONTEDORO, G. F. (1994). Effect of agronomic and seasonal factors on olive (*Olea europaea* L.) production and on the qualitative characteristics of the oil. *Acta Hort.* 356:239-243.
- PERRIN, J. T. (1992). Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Rev. Fr. Corps Gras* 39, 25-32.
- ROMERO, M. P., TOVAR, M. J., GIRONA, J., MOTILVA, V. J., (2002). Changes in the HPLC Phenolic Profile of Virgin Olive Oil from Young Trees (*Olea europaea* L. Cv. Arbequina) Grown under Different Deficit Irrigation Strategies. *J. Agric. Food Chem.* 50:5349-5354
- SERVILI M., PANNELLI G., SELVAGGINI R., BALDIOLI M., MONTEDORO G. F. (1993). Composizione degli oli vergini di oliva in relazione a fattori agronomici ed ambientali. Atti Convegno "Tecniche, norme e qualità in olivicoltura". Potenza, Italia, 15-17 dicembre 1993: 261-282.
- ŠKARICA B., ŽUŽIĆ I., BONIFAČIĆ M. (1996): *Maslina i maslinovo ulje visoke kakvoće u Hrvatskoj*, «Tipograf» d.d., Rijeka, 1996
- TSIMIDOU, M. (1998). Polyphenols and quality of virgin olive oil in retrospect. *Review. Ital. J. Food Sci.* n. 2, vol. 10:99-116
- UCEDA, M., HERMOSO, M., GARCÍA-ORTIZ, A., JIMENEZ, A., BELTRÁN, G.: Intraspecific Variation of Oil Contents and the Characteristics of Oils in Olive Cultivars. Proc. 3rd Int. ISHS Symp. on Olive Growing, *Acta Hort.* 474. ISHS, 1999. pp 659-662.
- VINCIERI, F. F. ET AL. (1997). Polifenoli nelle olive: caratteristiche analitiche, nutrizionali ed attività per la tutela della salute. *Grasas y Aceite*.

Adresa autora – Author's address:

Primljeno - received: 10.05.2007.

Zoran Šindrak

Agronomski fakultet, Zavod za voćarstvo

Svetošimunska 25, 10000 Zagreb,

e-mail: sindrak@agr.hr

